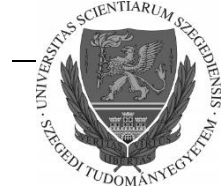




Neumann János
Számítógép-tudományi Társaság
Orvos-biológiai Szakosztály



00000000000011111111++//:~
#####

Orvosi Informatika 2020.

A XXXIII. Neumann Kollokvium konferenciakiadványa

Szegedi Tudományegyetem, Szeged
2020. december 4-5.

Szerkesztők:

Bari Ferenc, Tolnai József, Rárosi Ferenc
Szegedi Tudományegyetem

Szerkesztők: Bari Ferenc, Tolnai József, Rárosi Ferenc

Borítóterv: Eckert László

Kiadta a Neumann János Számítógép-tudományi Társaság

Szeged, 2020.

ISBN 978-615-5036-18-7 (nyomtatott kiadvány)

ISBN 978-615-5036-19-4 (pdf)

Orvosi Informatika 2020.

A XXXIII. Neumann Kollokvium

Szeged, 2020. december 4 - 5.

Nyomdai kivitelezés: Innovariant Nyomdaipari Kft.

6750 Algyő, Ipartelep 4.

Felelős vezető: Drágán György

www.innovariant.hu

© Neumann János Számítógép-tudományi Társaság. Minden jog fenntartva

© John von Neumann Computer Society. All Rights Reserved

Bevezető

Ötven évvel ezelőtt, 1970-ben Kalmár László akadémikus Szegeden a József Attila Tudományegyetem Kibernetikai Laboratóriuma, valamint az Orvostudományi Egyetem munkatársaival együtt „Számítástechnikai és kibernetikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és a biológiában” címmel szervezte meg az első „Neumann-kollokvium”-ot, amely az elmúlt évtizedek során a Neumann János Számítógép-tudományi Társaság Orvosi-biológiai Szakosztályának egyik legfontosabb, hagyományos rendezvényévé vált. A Szakosztály néhány éves szünet után 2012 óta ismét rendszeresen, évente rendezzi meg a Kollokviumot.

A XXXIII., idén kétnapos konferencia újfent lehetőséget teremt arra, hogy a különböző tudományos műhelyek képviselői bemutatkozzanak, közzé tegyék legújabb eredményeiket. A 2020-as év, a koronavírus-járvány miatt korábban soha nem tapasztalt kihívások elé állította a világot, köztük a betegellátó rendszereket és a tudományos műhelyeket egyaránt. Köszönhetően a fejlett informatikai hálózatoknak a Kollokviumra ebben az évben személyes kontaktusok nélkül, online formában kerül sor.

A bejelentett előadások mindegyike érdekes területre fókuszál. Tükrözi mindazokat a kihívásokat, amelyekkel az egészségügyi informatika művelői nap, mint nap szembesülnek. Mérünk, adatokat gyűjtünk és tárolunk (ha lehet, előre megtervezett számban és formában), majd szofisztikált módszerekkel törekszünk a lényegi információ megtalálására és bemutatására. Népegészségügyi mutatókra, tendenciákra, ok-okozati összefüggésekre igyekszünk rámutatni. Praktikus megoldásokat keresünk informatikai problémákra. Tesszük mindezt annak érdekében, hogy minél többet megtudjunk az életjelenségekről és az egészségügy makro és mikro folyamatairól, és hogy mindezt a tudást a közjó szolgálatába tudjuk állítani. Külön előadásokban ismerhetjük meg a COVID-19 elleni küzdelem legfontosabb informatikai és számítástudományi eredményeit is.

A Kollokvium, a szó eredetileg párbeszédet, beszélgetést jelent. A korábban megszokott családias légkört, a kötetlenséget ebben az évben különös formában, de talán tudjuk biztosítani: az online kommunikáció lehetőségeit egyre jobban megismerve talán így sem nem lesz akadálya a beszélgetéseknek, a párbeszédnek. Kívánom, hogy ebben az esztendőben se maradjanak fel nem tett és megválaszolatlan kérdések.

A szervezők nevében köszöntöm a Kollokvium résztvevőit, eredményes tudományos munkát és termékeny, tartalmas beszélgetéseket kívánok mindannyiunknak abban a reményben, hogy 2021-ben ismét kezdet rázhatunk és kisebb, nagyobb csoportokban beszélhetjük meg legújabb tudományos tapasztalatainkat.

Szeged, 2020. december 5.

Bari Ferenc

Tudományos bizottság

Elnök

Sutján György, ÁEEK, Budapest

Tagok

Bari Ferenc, Szegedi Tudományegyetem

Bertalan Lóránt, Semmelweis Egyetem

Balkányi László, Pannon Egyetem

Kósa István, Pannon Egyetem

Nagy István, Országos Kardiológiai Intézet

Nyári Tibor, Szegedi Tudományegyetem

Rárosi Ferenc, Szegedi Tudományegyetem

Tolnai József, Szegedi Tudományegyetem

Vassányi István, Pannon Egyetem

Program

XXXIII. Neumann Kollokvium

2020. december 04-05. (online)

DECEMBER 4. (PÉNTEK)

12:55-13:00 Megnyitó

13:00-14:30 1. Szekció - Elnök: Kósa István

Vassányi István, Kováts Tamás, Surján György, Nagy Zoltán
Akut stroke betegutak irányítása, mint túlélési kockázati tényező

Tuboly Gergely, Kozmann György, Kiss Orsolya, Merkely Béla
Hirtelen szívhálál rizikóbecslés egyvezetéses mobil EKG mérés alapján

Guzsvinecz Tibor, Szabó Máté, Sikné Lányi Cecília
Háromdimenziós virtuális környezet fejlesztése hanghatás alapú HCI és akadálymentesítési vizsgálatra

Vassy Zsolt, Juhász Csaba, Vassányi István
Mesterséges Intelligencia alapú diagnosztikai eljárások irodai és háztartási számítástechnikai eszközökön

Fogarassyné Vathy Ágnes, Leitold Dániel
A betegellátás folyamatmodell alapú támogatása és elemzése

Szakonyi Benedek, Vassányi István
Időskori egészségmegőrzés támogatása mobil technológiákkal: a Turntable projekt első tapasztalatai

14:30-14:45 SZÜNET

14:45-16:15 2. Szekció - Elnök: Nagy István

Nagy Sára, Horváth Lajos, Kozlovszky Miklós
Keringési paraméterek mérésére alkalmas berendezések alkalmazhatóságának vizsgálata a sport környezetben való monitorozásra

Molnár Laura, Bánfai Balázs, Mészáros Tamás
Klinikumban alkalmazott egészségügyi terminológiák karbantartása

Jánki Zoltán Richárd, Bilicki Vilmos
Adatkonzisztencia és adatminőség elosztott telemedicina rendszerekben

Szabó Zoltán, Bilicki Vilmos
Biztonsági előírások kiértékelése és betartatása heterogén egészségügyi digitális infrastruktúrában

Csontos Balázs, Heckl István
Akadálymentesítő módszer megvalósítása a WordPress Gutenberg blokkszerkesztőhöz

Gál Kinga Henrietta, Sándor Zoltán
A NEAK járóbeteg és fekvőbeteg ellátást nyújtó intézmények weblapjainak akadálymentességi vizsgálata

16:15-16:30 SZÜNET

16:30-18:15 3. Szekció - Elnök: Surján György

Surján György
A COVID-19 járvány empirikus modellezésének néhány tapasztalata

Makara Mihály, Balkányi Péter, Mézes István
A NoCovid Rendszer

17:00-17:30 Röst Gergely (plenáris előadás)
COVID-19 modellezése Magyarországon

Kujbus Melinda, Sándor Zoltán
A COVID-19 járványügyi intézkedések hatásosságának vizsgálata Magyarországon

Balkányi, László, Lukács Lajos
Az „open data” világa a COVID-19 idején

Paulikné Varga Barbara
A praxisközösségek szerepe a COVID időszakban

DECEMBER 5. (SZOMBAT)

8:00-9:30 4. Szekció - Elnök: Vassányi István

Szabó Bálint, Paláncz Béla, Szlávecz Ákos, Katalin Kovács, Benyó Balázs

Artificial Intelligence Based Insulin Sensitivity Prediction for Personalized Glycaemic Control in Intensive Care

Nagy Roland, Dimák Balázs, Perényi Ádám, Molnár Fiona, Csanády Miklós, Kiss József Géza, Rovó László

A cochleáris implantátum elektródasor visszafordulásának azonosítása egy új szoftverrel, a Trans-Impedance Matrix (TIM) segítségével

Vetró Mihály, Hullám Gábor, Juhász Gabriella, Antal Péter

A depresszió környezeti faktorainak vizsgálata oksági elemzési módszerekkel

Takács Péter

Új multihalmaz műveltek és alkalmazási lehetőségeik

Kobzos László

Az EKG parametrizálásának egy biztató kísérlete V.

9:30-9:45 SZÜNET

9:45-11:15 5. Szekció - Elnök: Bari Ferenc

Tolnai József, Dömötör Marcell, Szabó Lili Adrienn

Szívbillentyűbetegségek követése teleauszkultációs módszerekkel

Fodor Gergely, Schranc Álmos, Kulcsár Richárd Máté, Ballók Bence, Tolnai József, Peták Ferenc

3D-nyomatás alkalmazása humán kapnográf kisállatcélú adaptálására

Vályi Adél Anna, Szűcs Mónika, Barabás Katalin

Egészségfejlesztő játék applikáció terve általános iskolásoknak

Bársony Georgina Eszter

Mobil eszközökön futó illesztőprogram és arra épülő alkalmazás fejlesztése non-invazív agyi szenzorrendszerhez

Sikné Lányi Cecília, Árvai Adrián, Proszenyák Gergő, Arpad Kelemen, Shannon Cerbas, Barbara van De Castle, Yulan Liang

Mozgásra ösztönző játék tervezése csontvelő átültetésén átesett rákos betegek motiválására

Sikné Lányi Cecília, Erdős György, Henn Dóra, Mesterházi-Kövecses Anna, Molnár-Nemes Márta

„Diabokosodó” játék tervezése óvodás korú 1-es típusú cukorbeteg gyermekeknek

11:15-11:30 SZÜNET

11:30-13:00 6. Szekció - Elnök: Balkányi László

Di Giovanni Márk

Fogászati CT felvételek szegmentációjának automatizálása

Bazsó Sándor, Viola Árpád, Szlávecz Ákos, Benyó Balázs

General geometrical model of the human vertebral body

Somogyi Péter

Analysis and design of aortic valve-sparing surgeries with modelling and simulation environment support

Kiss Benedek Gábor, Szabó Bálint, Szlávecz Ákos, Somogyi Péter, Benyó Balázs

Tooth Root Canal Segmentation Using Convolutional Neural Networks

Anane Yahia, Benyó Balázs

Insulin sensitivity and blood glucose level analysis of critically ill patients in their early phase of ICU treatment

Tamás Dózsa, Péter Kovács, Sándor Fridli

Correction of cupping and streak artifacts on CT images

Tartalomjegyzék (rövid közlemények)

Akut stroke betegutak irányítása, mint túlélési kockázati tényező.....	12
Hirtelen szívhalál rizikóbecslés egyvezetetéses mobil EKG mérés alapján	18
Háromdimenziós virtuális környezet fejlesztése hanghatás alapú HCI és akadálymentesítési vizsgálatra	22
Mesterséges Intelligencia alapú diagnosztikai eljárások irodai és háztartási számítástechnikai eszközökön	28
Időskori egészségmegőrzés támogatása mobil technológiákkal: a Turntable projekt első tapasztalatai	34
Keringési paraméterek mérésére alkalmas berendezések alkalmazhatóságának vizsgálata a sport környezetben való monitorozásra	40
Klinikumban alkalmazott egészségügyi terminológiák karbantartása	45
Adatkonzisztencia és adatminőség elosztott telemedicina rendszerekben ..	51
Biztonsági előírások kiértékelése és betartatása heterogén egészségügyi digitális infrastruktúrában	56
Akadálymentesítő módszer megvalósítása a WordPress Gutenberg blokkszerkesztőhöz	62
A NEAK járóbeteg és fekvőbeteg ellátást nyújtó intézmények weblapjainak akadálymentességi vizsgálata.....	68
A COVID-19 járvány empirikus modellezésének néhány tapasztalata.....	74
A NoCoVid rendszer.....	78
A COVID-19 járványügyi intézkedések hatásosságának vizsgálata Magyarországon.....	81
Az „open data” világa a COVID-19 idején.....	87
Artificial Intelligence Based Insulin Sensitivity Prediction for Personalized Glycaemic Control in Intensive Care	96
A cochleáris implantátum elektródasor visszafordulásának azonosítása egy új szoftverrel, a Trans-Impedance Matrix (TIM) segítségével.....	102

A depresszió környezeti faktorainak vizsgálata oksági elemzési módszerekkel.....	106
Egészségfejlesztő applikáció terve általános iskolásoknak	112
Agyhullámok mérésére alkalmas szoftver fejlesztése Android környezetben	118
„Diabokosodó” játék tervezése óvodás korú 1-es típusú cukorbeteg gyermekeknek	124
Mozgásra ösztönző játék tervezése csontvelő átültetésen átesett rákos betegek motiválására	130
General geometrical model of the human vertebral body.....	136
Analysis and design of aortic valve-sparing surgeries with modelling and simulation environment support	143
Tooth Root Canal Segmentation Using Convolutional Neural Networks .	151
Insulin sensitivity and blood glucose level analysis of critically ill patients in their early phase of ICU treatment	156
A praxisközösségek szerepe a COVID időszakban.....	166
Névmutató	178

Akut stroke betegutak irányítása, mint túlélési kockázati tényező

Vassányi István¹, Kováts Tamás², Surján György², Nagy Zoltán³

¹Pannon Egyetem, Eü. Informatikai K+F Közp., vassanyi@almos.vein.hu
H-8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

²Állami Egészségügyi Ellátó Központ

³Országos Klinikai Idegtudományi Intézet

Összefoglaló: A stroke következményei jelentős mértékben függenek az ellátás, esetleges beavatkozás gyorsaságától és módszerétől. Cikkünkben az akut stroke ellátó rendszer ellátási gyakorlatát próbáljuk jellemezni elsősorban a Tételes Egészségügyi Adattár adataira támaszkodva, a 2009-2018 közötti 10 éves időtartományban. A módszer lényege az epizódok tipizálása, majd a halálozási arányok és az epizód-típusok illetve egyéb változók közti kapcsolat keresése statisztikai módszerekkel. Külön vizsgáljuk a több ellátós (továbbszállítást igénylő) típusokat és a 2016-os mentőállomáshálózat-bővítés hatását. Az alap-statisztikákból látszó összefüggéseket Cox-regresszióval ellenőriztük. A szignifikáns eredmények azt mutatják, hogy a 10 éves időszakban a halálozási mutatók különösen a beavatkozási epizódok esetén javultak, illetve hogy a beteg továbbszállítása általában rontja a túlélési esélyeit.

Bevezető

Az akut stroke sürgősségi ellátást igénylő állapot. A stroke lefolyását és hosszú távú következményeit a kezelés, esetleges beavatkozás gyorsasága és módszere döntő módon befolyásolja. Cikkünk az Országos Klinikai Idegtudományi Intézet (OKITI) epidemiológiai munkacsoportja által folytatott akut stroke betegút-elemzés újabb eredményeit ismerteti. Az elemzés általános célja az ÁEEK Tételes Egészségügyi Adattára (TEA) alapján az ellátó rendszer jellegzetességeinek feltárása, különös tekintettel az időbeli változásokra és a regionális eltérésekre, a szakmai protokolloknak [1] való megfelelésre, illetve a 2011-2012-ben megnyitott újabb stroke-centrumok hatására [2]. Ilyen jellegű korábbi elemzésről nincs tudomásunk.

A jelen cikkben közölt kutatás közvetlen előzménye az ellátók tipizálása [3], konkrét célja pedig egy 10 éves időtartományban a tipikusnak tekinthető epizód-típusok és az epizód utáni halálozás közötti összefüggés vizsgálata, különös tekintettel azokra az esetekre, mikor a beteget a stroke ellátása közben az egyik ellátótól egy másikhoz szállították, például beavatkozás céljából. A vizsgálat kiinduló hipotézisei:

- a 10 éves időszakban a halálzási mutatók különösen a beavatkozásos epizódok esetén javultak
- a beteg továbbszállítása rontja a túlélési esélyeit
- a szállítás távolságának csökkenése vidéken növelte a túlélést
- a vidéki mentőállomás-hálózat 2016-os jelentős bővítése pozitív hatással volt a vidéki szállítási epizódok halálzására

Adatok

A bemeneti adatok forrása az ÁEEK TEA anonimizált eset-rekordjai, illetve a CT-kassza ezekhez köthető vizsgálat rekordjai, más publikus adatforrásokkal kiegészítve. Akut stroke-ellátás címén a 2009. jan. 1 – 2018. december 31. közötti időszakban azokat az eseteket vizsgáltuk, melyeket I63 vagy I66 (ischaemiás akut stroke) fődiagnózzal írtak ki, és melyeknél a felvételi dátum előtti – 1 nap illetve a felvételi dátum utáni + 5 nap közti időtartam alatt végeztek a betegen koponya CT vizsgálatot. Az adatokat többféle módon tisztítottuk és az eset-rekordokból epizódokat formáltunk [4]. Ezen túlmenően a halálzási elemzésekből kizártuk azokat a betegeket, akiknek a 10 év során 2-nél több epizódjuk volt (a betegek 3.0%-a), mivel az alacsony esetszám miatt külön elemzés nem volt kivitelezhető.

Módszer

A betegút-elemzéshez alkalmazott módszertant eredetileg a Pannon Egyetem Egészségügyi Informatikai Kutató-Fejlesztő Központjában fejlesztették ki ischaemiás szívbetegek ellátási betegutainak elemzésére [5]. A módszer első két lépése az eset-rekordok alapján a számunkra érdekes, tipizált események azonosítása, ezekből pedig *ellátási epizódok* készítése és tipizálása. Jelen elemzés céljára az alábbi epizód-típusokat alkalmaztuk:

- EL: CT nélküli ellátás, nincs továbbküldés, nincs beavatkozás
- CT: CT alapján nincs továbbküldés, nincs beavatkozás
- CT, TL: CT alapján nincs továbbküldés, van th.lízis (TL) beavatkozás
- CT, TE: CT alapján nincs továbbküldés, van th.ectomia (TE) beav.

Két ellátós (betegszállítást igénylő) epizód-típusok:

- EL->CT: első szinten nincs CT, második szinten (centrumban) csak CT
- EL->TL: első szinten nincs CT, második szinten van TL (de nincs TE)
- EL->TE: első szinten nincs CT, második szinten van TE
- CT->CT: első szinten CT, második szinten csak CT
- CT->TL: első szinten CT, második szinten van TL
- CT->TE: első szinten CT, második szinten van TE

Az első elemzéshez az ország teljes területéről vett epizódokra kiszámítottuk a 30 illetve 180 napos halálzási arányokat azokra az epizód-

típusokra, melyek száma 50 feletti volt, külön az időszak első illetve második 5 évére. Ha egy betegnek két epizódja volt, csak az utolsót vettük figyelembe. Ezután Cox-regresszió alkalmazásával meghatároztuk az epizód éve, a nem, kor és epizód-típus hatását az epizód utáni halálozás kockázatára az idő függvényében. Ekkor már a két epizódos betegek esetén az első epizódot is felhasználtuk az adatvesztés elkerülése érdekében, de cenzoráltan, tehát az első epizód követése a második epizód napján véget ért.

A második elemzéshez meghatároztuk az összes olyan epizódhoz, mely vidéken lakó beteghez tartozik, a beteg lakhelyéhez legközelebbi mentőállomás és a beteg lakhelye közötti közúti távolság és a lakhely és az ellátó kórház közötti távolság összegét, mint becsült szállítási távolságot, figyelembe véve az epizód dátumát és a vidéki mentőállomások üzembe lépésének a dátumát is. A fővárosi betegek epizódjait az eltérő mentővezérlési gyakorlat miatt zártuk ki. Ezekre az epizódokra kiszámítottuk a szállítást igénylő epizódok 30 illetve 180 napos halálozási arányait külön a hálózat-bővítés előtti illetve azt követő 2 évre (2014-15 illetve 2017-18). Cox-regresszió alkalmazásával meghatároztuk a nem, kor és epizód-típus mellett a szállítási távolság hatását is az epizód utáni halálozási kockázatra.

Eredmények

Az *első elemzésben* a feltételeknek megfelelő epizódok száma 304,792, melyek 272,272 különböző pszeudo-TAJ számhoz tartoznak. A halálozási arányok az első illetve a második 5 évre az alábbi táblázatban láthatók:

Típus	2009-2013			2014-18		
	Ep. szám	30 nap hal. (%)	180 nap hal. (%)	Ep. szám	30 nap hal. (%)	180 nap. hal. (%)
EL	12,464	10.18	20.02	8,277	8.41	17.19
CT	108,802	16.39	27.44	112,709	13.80	24.18
TL	3,709	19.44	30.92	7,576	13.24	21.83
TE	69	26.09	37.68	377	19.10	33.42
EL->CT	7,970	17.99	28.95	8,003	15.33	26.99
CT->CT	419	17.18	26.49	1,231	13.32	21.85
CT->TL	76	13.16	23.68	306	18.63	27.12
CT->TE	20	15.00	30.00	215	23.72	37.67

Az időszakok közti javulás a gyakori típusok esetén egyértelműen látszik (félkövér számok). A szállítási epizód-típusokhoz kapcsolódó nagyobb

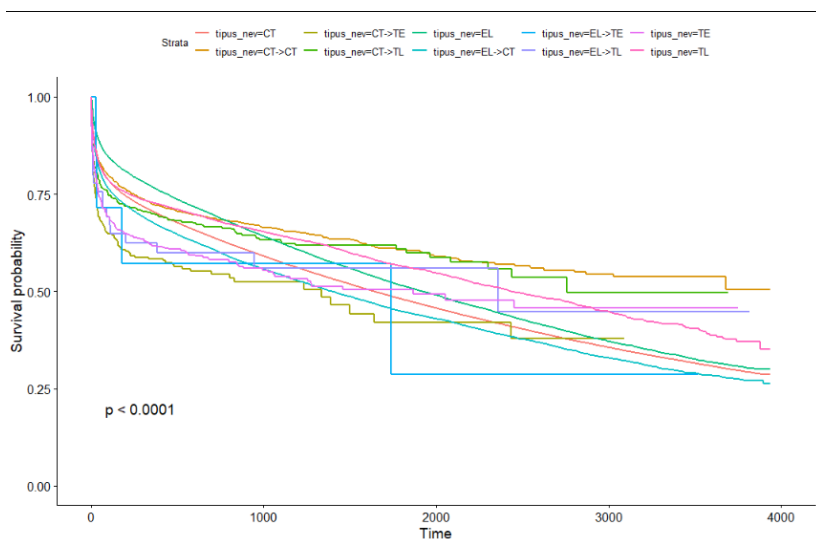
kockázat nem egyértelmű minden típus esetén, de a beavatkozásoknál (TL vs. CT->TL illetve TE vs. CT->TE) jelentős a különbség.

Ha az összes epizódot tekintjük, a továbbszállításos epizódokhoz 16.56% 30 napos és 27.63% 180 napos halálozási arány tartozik, szemben az egy ellátós 14.63% és 25.19%-kal.

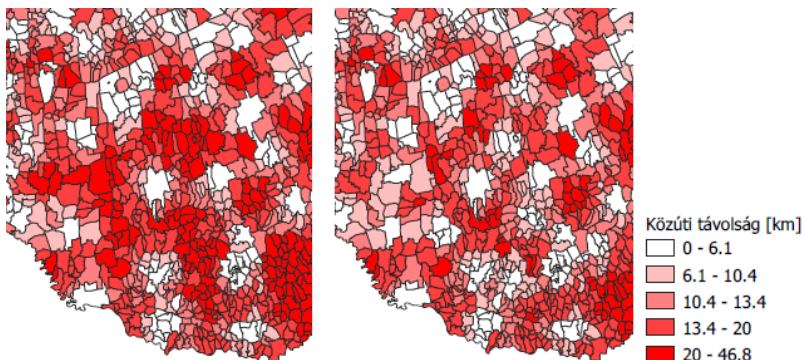
A Cox-regresszió szignifikáns eredményei az epizód kezdete utáni túlélésre, mint eredmény-változóra vonatkozóan:

- A 2009-es (kezdeti) évhez viszonyítva minden év jobb túlélést mutat
- A várakozásoknak megfelelően a nők túlélése jelentősen jobb, mint a férfiaké, és a kor növekedésével (kisebb mértékben) romlik a túlélés
- Az egyes epizód-típusok kockázati együtthatói az EL típushoz képest (nagyobb érték nagyobb kockázatot jelent): CT: 0.15, TL: 0.19, EL->CT: 0.26, CT->CT: 0.29, CT->TL: 0.47, EL->TL: 0.56, TE: 0.62, CT->TE: 0.92

Az egyes típusok túlélési (Kaplan-Meier) görbéit az alábbi ábra mutatja.



A második elemzésben kiszámítottuk, hogy a 22 db. új mentőállomás telepítése után az összes településre (a lakosok számával való súlyozás nélkül) számított átlagos közúti távolság a legközelebbi állomástól a korábbi 12.48 km-ről lecsökkent 11.44 km-re (8.3% javulás). A megközelíthetőség változását a Dél-Dunántúlon az alábbi ábra mutatja irányítószám-foltonként.



A továbbszállítási epizódok halálzási arányainak változását a 2016-os év előtt és az után az alábbi táblázat mutatja (csak vidéki betegek epizódjai!).

Típus	2014-2015			2017-18		
	Ep. szám	30 nap hal. (%)	180 nap hal. (%)	Ep. szám	30 nap hal. (%)	180 nap. hal. (%)
EL->CT	2,614	16.22	27.51	2,113	12.02	22.67
CT->TL	46	10.87	19.57	134	18.66	29.85
CT->TE	16	43.75	50.00	90	21.11	36.67
CT->CT	291	11.68	18.56	389	11.05	16.45

A Cox-regresszió az egyes epizód-típusok kockázat-növelő hatására hasonló értékeket eredményezett ebben az adatkörben is. A szállítási távolságot 10-25-50, 80 km-en belüli, ill. 80-on túli körökre bontottuk. Az alábbi együtthatók azt mutatják, hogy az adott távolság hányszoros kockázatot jelent a 0-10 km-hez képest: 10-25 km: 0.06, 25-50 km: 0.10, 50-80 km: 0.13. Meg kell jegyeznünk, hogy a TEA adatbázis a mentőszolgálati adatbázissal nem tudtuk összekötni, ezért a felhasznált távolság csak lakhely alapú becslés, a tényleges szállítási távolságokat nem ismerjük (például lehet, hogy a beteget nem a lakhelyéről szállították be).

Diszkusszió

A stroke irodalomban a különböző halálzási elemzéseknél általában egy-egy centrum, vagy stroke adatbázis adatai szolgáltatják az elemzés alapját és a prehospitalis, logisztikai, ellátás-szervezési megközelítés hiányzik. Saját elemzésünk értékét növeli, hogy egy adott időszakban egy országos kiterjesztésű elemzésből tudunk következtetéseket levonni.

Egybehangzóan a nemzetközi tapasztalatokkal egy ellátás algoritmus, módszer vizsgálatával annak jellegzetes tanulási görbe mentén javuló eredményességét saját halálzási adatainkból is igazolni tudtuk, és az összes kiindulási hipotézist - a jelzett bizonytalanságokkal - Cox-regresszióval meg tudtuk erősíteni.

Kifejezetten az ellátás-szervezés, a logisztika jelentőségére hívja fel adataival a figyelmet az a tény, hogy a továbbszállított betegeknek az idővesztés rontja a túlélés esélyeit. Ugyanakkor elsősorban a thrombectomiás beavatkozás szervezésénél ilyen jellegű ellátást csak kiválasztott, komprehenzív ellátást nyújtó centrumokban képes biztosítani egy ellátó rendszer. Ez azt jelenti, hogy a speciális technológiát (thrombus eltávolítást) igénylő sürgősségi ellátásban a betegeknek teljes esélyegyenlőséget biztosítani nem lehet. Az idővesztéséből adódó hátrányt a logisztika, a szállítási kapacitás hatékonyságának javításával lehet mérsékelni.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben bemutatott munkát az EMMI kutatási céltámogatása és a Széchenyi 2020 program EFOP-3.6.1-16-2016-00015 sz projektje támogatta.

Hivatkozások

- [1] Jauch EC et al. Guidelines for the early management of patients with acute ischemic stroke: a guideline for healthcare professionals from the American Heart Association/American Stroke Association. *Stroke*. (2013)
- [2] Nagy Z, Javor A, Harcos P, Bodo M. Hungarian stroke program: 1988-2006. *Int J Stroke*. 2006 Nov;1(4):240-1. doi: 0.1111/j.1747-4949.2006.00054.x.
- [3] Nagy Zoltán (szerk). A stroke-ellátó rendszer elemzése. OKITI kutatási-jelentés, 2019. január.
- [4] Vassányi István, Kovács Tamás, Surján György, Nagy Zoltán. Betegutak elemzése az akut stroke ellátásban. Bari Ferenc, Ráosi Ferenc (szerk.) *Orvosi Informatika 2018. A XXIX. Neumann Kollokvium konferencia-kiadványa*, Szeged, 2018. nov. 30 - dec. 1, 54-58.o.
- [5] Vassy Zs, Kósa I, Vassányi I. Correlation Clustering of Stable Angina Clinical Care Patterns for 506 Thousand Patients. *Journal of Healthcare Engineering*, Volume 2017 (2017), Article ID 6937194, doi: 10.1155/2017/6937194

Hirtelen szívhalál rizikóbecslés egyelvezetéses mobil EKG mérés alapján

Tuboly Gergely¹, Kozmann György¹, Kiss Orsolya², Merkely Béla²
¹Pannon Egyetem, Egészségügyi Informatikai Kutató-Fejlesztő Központ,
tuboly.gergely@virt.uni-pannon.hu, kozmann.gyorgy@virt.uni-pannon.hu
8200 Veszprém, Egyetem utca 10.

²Semmelweis Egyetem, Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinika,
kiss.orsolya@kardio.sote.hu, merkely.bela@kardio.sote.hu
1122 Budapest, XII. Városmajor u. 68.

Összefoglaló: Napjainkban a hirtelen szívhalál az összhalálozás 15-20%-áért felelős a világ fejlett országaiban, emiatt vezető haláloknak tekinthető. Az ilyen típusú halálozások mögött jellemzően a veszélyes kamrai aritmiák (kamrai tachycardia, illetve kamrafibrilláció) állnak, amelyek fontos rizikófaktora a kamrai szivizomsejtek megnövekedett repolarizációs heterogenitása. Korábban kidolgoztunk egy K-NN osztályozásra épülő eljárást, amely lehetőséget nyújt az említett repolarizációs heterogenitás jellemzésére a végtagi EKG-I. elvezetés alapján, a szívütésenkénti QRST integrálok átlagának és relatív szórásának felhasználásával. Jelen munkánk célja az említett módszer klinikai tesztelésének bemutatása. Ennek keretében normál, élsportoló és igazolt veszélyes aritmiás alanyokon végeztünk EKG méréseket a WIWE szívdiagnosztikai eszközzel. A mérések kiértékelésekor algoritmusunk a validált veszélyes aritmiás csoportra vonatkozóan 96%-ban, a sportoló csoport esetében 18%-ban, míg a normál csoport vonatkozásában 12%-ban jelzett egészségesnél nagyobb mértékű kamrai repolarizációs heterogenitást. Az eredmények tükrében a módszer ígéretesnek tűnik a hirtelen szívhalál mobil EKG technológián alapuló rizikóbecslésben.

Bevezető

A hirtelen szívhalál olyan kardiovaszkuláris eredetű váratlan halálozást jelent, amely az első tünetek megjelenésétől számítva egy órán belül következik be. A fejlett országokban az összhalálozás 15-20%-a tulajdonítható a hirtelen szívhalálnak, amely emiatt vezető haláloknak számít [1]. Háttérben jellemzően a veszélyes kamrai aritmiák (kamrai tachycardia, kamrafibrilláció) állnak, amelyeknek fontos rizikótényezője a megnövekedett kamrai repolarizációs heterogenitás (KH). Geselowitz már az 1980-as évek elején felírta azt a matematikai összefüggést, amellyel a KH kvantitatív módon jellemezhető a testfelszíni EKG QRST integrálja alapján

[2]. Ennek nyomán kidolgozásra kerültek olyan módszerek, amelyek lehetőséget nyújtanak a KH elemzésére, jellemzően sokcsatornás tesztfelszíni potenciáltérképező rendszerek méréseiből kiindulva [3].

Napjainkban a kiemelt népszerűségnek örvendő mobil technológia lehetőséget biztosít arra, hogy az EKG technológiája a társadalom széles rétegeihez eljuthasson, kisméretű mérőeszközök és kapcsolódó okosalkalmazások révén. Ilyen egyvezetetéses – kereskedelmi forgalomban kapható – mobil EKG rendszerek például az AliveCor Kardia Mobile/Kardia Band, az Apple Watch 4-5. széria, valamint a Sanatmetal WIWE szívdiagnosztikai eszköz [4], [5]. Bár a mobil EKG rendszerek többsége képes bizonyos szívritmuszavarok felismerésére, automatikus KH-elemzést ebben a kategóriában jelenleg kizárólag a WIWE végez.

Egyvezetetéses mobil EKG technológián alapuló KH-elemző eljárásunk előzetes eredményekkel korábban már bemutatásra került [6]. Jelen konferenciaközleményünk keretében legújabb, klinikai körülmények között lefolytatott, vizsgálat sorozatunk eredményeiről számolunk be.

Módszer

Tanító mintahalmaz

KH-elemző módszerünket egy 151 elemű orvosilag ellenőrzött tanító mintahalmaz alapján alakítottuk ki, amelynek egyes elemei különböző alanyok 1 perces EKG felvételeihez tartoznak. Az adatgyűjtés a WIWE eszközzel történt a Városmajori Szív- és Érgyógyászati Klinikán. Minden egyes felvétel nyugalmi helyzetben készült az EKG-I. elvezetésen való méréssel, a bal és jobb kéz ujjait teljesen ellazult állapotban pihentetve a készülék szenzorain. A résztvevő alanyok besorolása szempontjából az adathalmaz 3 alcsoportra osztható:

- **Normál KH csoport:** egészséges esetekből álló csoport (esetszám: 55, életkor: 20-40 év, férfiak száma: 35)
- **Átmeneti KH csoport:** cukorbetegkekből, illetve koszorúérbetegkekből álló csoport, akiknél még nem fordult elő igazolt veszélyes kamrai aritmia (esetszám: 48, életkor: 39-84 év, férfiak száma: 33)
- **Jelentősen megnövekedett KH csoport:** szívelégtelenségben szenvedő betegekkel álló csoport, akiknél már igazoltan előfordult veszélyes kamrai aritmia (esetszám: 48, életkor: 25-84 év, férfiak száma: 40)

A kamrai repolarizációs heterogenitás elemzése

A KH jellemzése a szívciklusonkénti QRST integrálok átlagával (M) és relatív szórásának (SD/M) abszolút értékével történik. Ezen két paraméter alapján az adott EKG mérés feldolgozásával egy pont definiálható egy kétdimenziós koordináta-rendszerben, amelynek vízszintes tengelye M , függőleges tengelye pedig $\text{abs}(SD/M)$. Ily módon az előző alfejezetben ismertetett adathalmaz három alcsoportjához egy-egy pontosság tartozik, ezek képezik a KH-elemző módszer tanító mintahalmazát. Egy új (osztályozandó) EKG felvétel esetén a mérést KH szempontjából reprezentáló pontot a tanító mintahalmaz 3 legközelebbi pontjához viszonyítjuk, vagyis 3-NN (3-„nearest neighbour”) osztályozást végzünk. Ez alapján dől el, hogy a mérés KH besorolása „normál”, „átmeneti” vagy „jelentősen megnövekedett”, a tanító mintahalmaz alcsoportjainak megfelelően. A 3-NN osztályozásról további részletek korábbi közleményünkben olvashatók [6].

Teszt mintahalmaz

A módszer tesztelése egy – ugyancsak klinikailag validált – teszt mintahalmazon történt, amelynek összetétele a következő volt:

- **Normál csoport:** a tanító mintahalmazhoz hasonlóan (esetszám: 92, életkor: 14-35 év, férfiak száma: 54)
- **Élsportoló csoport:** jellemzően vízilabdázókból álló aktív sportoló csoport (esetszám: 149, életkor: 15-34 év, férfiak száma: 64)
- **Jelentősen megnövekedett KH csoport:** a tanító mintahalmazhoz hasonlóan (esetszám: 52, életkor: 29-77 év, férfiak száma: 41)

Az élsportoló csoportot azért tartottuk indokoltnak bevonni a teszt mintahalmazba, mert sportolók esetében köztudottan jelentősen magasabb a hirtelen szívhalál kockázata a normál populációhoz képest [7].

Eredmények és következtetések

1. sz. táblázat: KH-elemző módszerünkkel kapott eredményeink a teszt mintahalmazon.

		Teszt mintahalmaz elemeinek valós besorolása			Összesen
		Normál	Sportoló	Megnövekedett KH	
KH döntés	Normál	81 (88,04%)	122 (81,88%)	2 (3,85%)	205
	Átmeneti	9 (9,78%)	27 (18,12%)	13 (25%)	49
	Megnövekedett KH	2 (2,18%)	0 (0%)	37 (71,15%)	39
Összesen		92	149	52	293

Az 1. Tábl. adataiból látható, hogy egészségesnél nagyobb mértékű (átmeneti és megnövekedett) KH döntés a normál, sportoló és megnövekedett KH csoportokra vonatkozóan rendre 12%-ban, 18%-ban és 96%-ban született. A KH-elemző módszer hatékonyságát demonstrálja, hogy a teszt mintahalmazban alig szerepel olyan normál eset, amely jelentősen megnövekedett KH osztályozást kapott, a jelentősen megnövekedett KH esetek normálként való klasszifikálása pedig szintén elenyésző. Továbbá megfigyelhető, hogy az átmeneti csoportba sorolt esetek aránya sportolóknál a normál közel kétszerese. Ez úgy értelmezhető, hogy bár a vizsgált (15-34 éves) sportolóknál jelenleg még nem manifesztálódtak a veszélyes aritmiás betegségekre jellemző eltérések, kétszer annyian mozdultak el a megnövekedett KH (vagyis a megnövekedett veszélyes aritmia rizikó) irányába, mint a normál populáció esetében. Ez összhangban van a tudományos megállapítással, hogy a 35 év alatti sportolók körében a hirtelen szívhalál előfordulása alacsony, ugyanakkor általánosságban (jellemzően az idősebb korra kialakuló szívbetegség miatt) a rizikó sportolók esetében a normál populáció két-háromszorosa [7].

A kapott eredményeink összességében azt sugallják, hogy módszerünk hatékonyan alkalmazható a KH jellemzésére, megalapozva az egycsatornás mobil EKG technológián alapuló hirtelen szívhalál rizikóbecslést.

Köszönetnyilvánítás

Az elvégzett munka az EFOP-3.6.1-16-2016-00015 projekt, valamint a TKP2020-IKA-07 számú projekt keretében a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, a Tématerületi Kiválósági Program 2020 Intézményi Kiválóság alprogram pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Hivatkozások

- [1] C. X. Wong et al. "Epidemiology of sudden cardiac death: global and regional perspectives," *Heart, Lung and Circulation*, vol. 28, pp. 6-14, 2019.
- [2] D. B. Geselowitz, "The ventricular gradient revisited: relation to the area under the action potential," *IEEE Transactions on Biomedical Engineering*, vol. 30, pp. 76-77, 1983.
- [3] G. Kozmann, K. Haraszi, and I. Préda, "Beat-to-beat interplay of heart rate, ventricular depolarization, and repolarization," *Journal of electrocardiology*, vol. 43, pp. 15-24, 2010.
- [4] G. D. Giebel, and C. Gissel. "Accuracy of mHealth devices for atrial fibrillation screening: systematic review," *JMIR mHealth and uHealth*, vol. 7, p. e13641, 2019.
- [5] Sanatmetal Kft. WIWE. Available: <https://mywiwe.com>, Accessed: 2020.11.08.
- [6] Gy. Kozmann, G. Tuboly, Gy. Z. Kozmann, O. Kiss, and B. Merkely. "Kardiovaszkuláris rizikótényezők okostelefonos vizsgálata," *IME*, vol. 15, pp. 42-46, 2016.
- [7] C. Schmied, and M. Borjesson. "Sudden cardiac death in athletes," *Journal of internal medicine*, vol. 275, pp. 93-103, 2014.

Háromdimenziós virtuális környezet fejlesztése hanghatás alapú HCI és akadálymentesítési vizsgálatra

Guzsvinecz Tibor¹, Szabó Máté², Sikné Lányi Cecília³

Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék, Pannon Egyetem,
8200, Veszprém, Egyetem utca 10.

¹guzsvinecz@virt.uni-pannon.hu, ²dsurge3@gmail.com, ³lanyi@almos.uni-pannon.hu

Összefoglaló: Ebben a publikációban egy virtuális környezet kerül bemutatásra, ami a Unity szoftverrel készült, valamint a Gear VR fejre helyezhető kijelzőt használja a megjelenítéshez és az interakcióhoz. A virtuális környezet használata során a felhasználó hanghatásokat érzékel a 3D térben különböző irányokból és távolságokból: elsődleges szerepet kap a hang forrásának pontos pozicionálása és a reakcióidő mérése. Célunk, hogy a mérésekkel megállapítsuk, hogy ez a virtuális környezet mennyire felel meg a való világ szimulációjának. A kutatás távolabbi célja, hogy támpontot tudjunk adni a virtuális valóság alapú játékok tervezéséhez látássérültek számára, valamint a virtuális valóság alapú alkalmazások akadálymentesítéséhez. A konferencián bemutatjuk a hanghatásokon alapuló virtuális környezet tervezését és megvalósítását.

Bevezető

Az emberi térérzékelés két alappillére a látás és a hallás. Mind a szemünknek, mind a hallásunknak rendkívül fontos szerepe van a mai világban. Több munkához kötelező egy fejlett térbeli tájékozódási készség, valamint számos helyen alkalmaznak hang alapú figyelmeztetéseket: példának okáért egy gyárban, egy veszélyes környezetben bizonyos gépek hangjelzéssel hívják fel a gépkezelők figyelmét az óvatosságra, valamint egy targonca is kommunikálhat hangjelzésekkel pozíciójának jelzése okán.

Nem csak a valóságban, de a virtuális valóságban is nagyon fontos szerepet játszik az emberi hallás, aminek fontossága akár már építészeti tervek szimulálásánál is szóba jöhet [1]. Mindemellett virtuális valóság alapú multimédiás alkalmazások használata során is kulcsfontosságú [2]. Hasonlóképpen, mint ahogy a valóságban is, az interakcióhoz és a dolgok térbeli elhelyezéséhez szükséges a megfelelő hallás.

Számos virtuális valóság alapú kutatás és tanulmány irányul arra, hogy a felhasználók hangérzékelési képességét felmérjék. Egy, a 2000-es évek elején végzett kísérletsorozat a vakok és gyengén látók esetében vizsgálta

hasonló módszerekkel, hogy hogyan reagálnak a különböző irányokból érkező hangokra [3]. A teszteredmények alapján azt a következtetést vonták le, hogy (a technikai részletek elmagyarázása és néhány próba után) a felhasználóknak nem okozott gondot beazonosítani a hangforrást, és az alkalmazott technológiát ígéretesnek találták.

Rébillat és mtsai. tanulmányából kiderül, hogy a felhasználók pontatlanul becsülték meg a hangforrás pozícióját [4], azonban Yong és Wang kutatásából megállapításra került, hogy a hang megléte és érzékelése segíti a tájékozódást virtuális környezetekben [5]. Cullen és mtsai. hasonló konklúzióra jutottak [6].

A fent hivatkozott tanulmányokból kiderül, hogy a hang észlelése képes javítani a tájékozódási készséget, valamint magát a térérzékelést virtuális környezetben. De tekintve, hogy a felhasználók tulajdonságától függően változik a vizuális térérzékelés [7], felveti a kérdést, hogy audio alapú esetben hasonló-e a helyzet? Hogy ezt kivizsgáljuk, létrehoztunk egy háromdimenziós virtuális környezetet.

Módszer

A virtuális környezet elkészítéséhez a Unity motor 2018.4.22f1-es verziója került felhasználásra [8]. Ez a motor népszerű 2D és 3D játékok készítéséhez, filmekhez, animációkhoz, 3D tervezéshez, használatos továbbá a gyártóiparban, az építőiparban látványtervek készítéséhez, és még sok más területen rejt lehetőségeket.

A tervezés korai szakaszában nagyléptékű, általánosságban vett nem funkcionális követelmények meghatározásáról volt szó. Ezek közé tartozik, hogy az alkalmazásnak megfelelő mennyiségű és érthető utasítást kell a felhasználó elé tárnia, hogy a tesztek végrehajtásakor a feladat megértése ne okozhasson problémát, és ez az eredményeket ne torzítsa. Mivel az alkalmazás a felhasználók széles körét célozza meg, hogy minél átfogóbb képet kapjunk a tesztek átlagos eredményének kiszámításakor, ezért a kész virtuális környezetnek könnyen használhatónak kell lennie. Ennek objektív, mérhető értéke széleskörű, éles tesztelés után állapítható majd meg. A funkcionális követelmények közt szerepelt, hogy a program futtatható legyen Windows, Linux és MacOS operációs rendszereken is. További cél az Android rendszert használó okostelefonon való futtathatóság is a Gear VR nevű virtuális valóság szemüveg használatával. Funkcionális követelmény még, hogy az alkalmazás fájl létrehozásakor olyan helyre mentse azt, ami nem függ az azt futtató operációs rendszertől, hiszen különböző operációs

rendszerek különböző fájlrendszert használnak. A fájlba íráskor annak eredményéről és helyéről a felhasználót értesíteni kell.

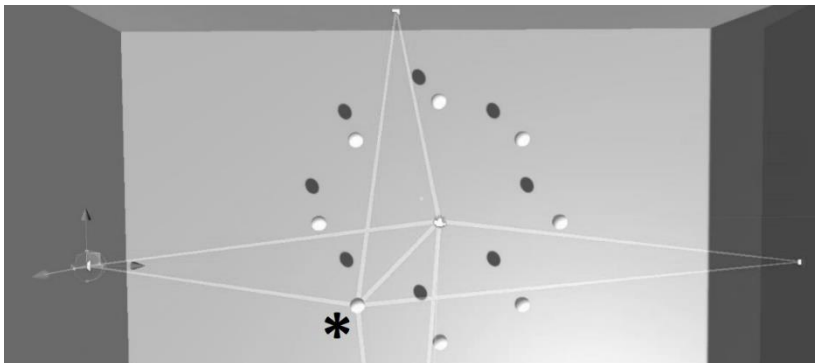
Egy-egy teszt megkezdése után a felhasználó a kamera mozgásával és a képernyő közepén lévő jelölő segítségével tud interakcióba lépni a 3D világgal. A jelölő megfelelő helyre irányításakor tudunk kell, hogy a felhasználó egy olyan tárgyra néz, amellyel interakcióba tud lépni (és erről őt is értesíti az alkalmazás a jelölő színváltásával). A felhasználó célja, hogy minél hamarabb forduljon a hangot kiadó forrás felé és kiválassza azt. Így, az alkalmazás figyelni, hogy mikor és mennyi idő alatt döntött jól.

A tesztekhez tartozik egy úgynevezett „menedzser” osztály, amely az egyes altesztek generálásáról és működéséről gondoskodik. Az altesztek elején a szoba mérete is változik, a nagyságának új értékeit véletlenszerűen generálja. Nem generál minden alteszt kezdetekor új értéket, hiszen a két szélsőértéket a szoba méreténél (1 és 2,5-szeres szorzó) mindenképp beleveszi a generált értékek közé, hogy a legkisebb és a legnagyobb lehetséges szobát minden felhasználó megkapja. Az osztály további feladata, hogy minden teszt előtt szintén véletlenszerűen generált számok alapján legyen késleltetés, hogy a felhasználó ne egyből a hangforrás kiválasztása után hallja a következő hangot.

A hang észlelése alapvetően kétféleképpen történik az alkalmazásban. Az egyik a közvetlen észlelés, ami a hangforrástól egyenesen a felhasználóhoz jutó hang esetén értendő; a másik a közvetett, azaz a környezetből visszaverődő hang érzékelése. Azt is szabályozhatjuk az alkalmazásban, hogy melyik oldalról milyen mértékben legyen hallható a hang annak függvényében, hogy a felhasználó merrefelé néz. Azonban ezt a felhasználó minden megmozdulása esetén újra ki kell számolni.

A hangerő változás mellett egy aluláteresztő szűrő (low-pass filter) is alkalmazásra kerül attól függően, hogy a felhasználó melyik oldaláról érkezik a hang. Az algoritmusunk különbséget tesz a felhasználó előtti és mögött lévő hangforrás közt is, ezzel a valóságot élethűbben szimulálva. Ez azért is fontos, mert az emberi fülkagyló is blokkol némi hangerőt, valamint ezt leginkább magasabb frekvenciákkal teszi, amikor a hangforrás az ember mögött található.

Az alkalmazás négy részre osztja fel a teret. Ez azt jelenti, hogy a kamera előtt, mögött, attól balra, valamint tőle jobbra lehet a hangforrás. Így könnyebben lehet figyelembe venni a fej és a fülkagylók által tompított jelet. Minél távolabb van a felhasználó a hangforrástól, annál kevésbé lesz hallható a hang. Az 1. ábrán látható a hang terjedésének összes számított útja.



1. ábra: A hang terjedésének összes számított útja.

A felülnézeti ábrán a hangforrás egy csillaggal jelölt fehér gömb. Az abból kiinduló, közvetlen a középben található felhasználó felé menő szakasz a forrás távolságának és irányának kiszámításához is használatos értékek szemléltetésében segít. A másik négy, törésponttal rendelkező vonal az első reflexiópontokat mutatja a szoba négy falán, ezekbe a pontokba kerül elhelyezésre a kép bal szélén látható hangforrás „prefab” egy-egy példánya.

Az alkalmazás ismertetése

Az alkalmazás elindításával a felhasználó a fő menübe kerül. Itt instrukciókat kap a teendőkről és az alkalmazás a következő adatokat kéri be a felhasználótól: az életkorát, a nemét, hogy melyik kezével ír és hogy szemüveges-e. Megválaszolásuk után indítható a tesztelés. Opcionálisan megadható, ha volt már probléma a hallásával, esetleg halláskárosodásban szenved. Emellett a kilépés funkció is megtalálható a menüben.

A teszt elindítását követően egy 3D környezetbe kerül a felhasználó, ahol egy instrukciókat tartalmazó panel fogadja egy kis szobában. Ezt mutatja a 2. ábra. A képernyő közepén egy jelölő található, amely pirosra vált, ha a felhasználó olyan objektumra irányítja, amellyel interakcióba tud lépni. A „Mehet” gombra kattintva elindul a teszt. Megjelennek a hangforrások a térben, a szoba mérete pedig potenciálisan megváltozik, változtatva ezzel a szoba akusztikáját. Kisvártatva a felhasználó hangjelzést hall az egyik hangforrás irányából, és feladata a helyes forrás kiválasztása. A hang megszólalása és a forrás kiválasztása közt eltelt időt mérjük. Ez a műveletsorozat egy altesztet tesz ki, amelyekből előre meghatározott számú el kell végezni.



2. ábra: Instrukciók a teszt megkezdése előtt.

Mikor a teszt véget ér, a felhasználó egy 2D menü keresztül újabb értesítést kap, visszajelzés készül az eredmény fájlba írásának sikerességéről, valamint a fájl helyéről. Ezután a „Kilépés” gombbal elhagyhatja a programot.

A mérési terv bemutatása

Ahogy a korábban leírtakból is látszik, a virtuális környezetnek két verziója került implementálásra: egy számítógépeken futó és egy Gear VR fejre helyezhető kijelzőn használható verzió. A mérések során célunk különböző felhasználói csoportok hangérzékelési tulajdonságát megfigyelni a jó válaszok, ezen válaszok valószínűségeik és a hangforrás megjelenésétől számítva a válaszadásig tartó reakcióideik alapján.

A mérések két különböző szakaszban lennének. Először a számítógépes – vagyis a monitort használó – verzióval mérnénk a felhasználók képességeit, utána pedig a Gear VR fejre helyezhető kijelzőt használó verzióval történne a tesztelés.

A kiértékelések a felhasználók neme, kora alapján történnek, valamint azt is figyelembe vesszük, hogy melyik kezükkel írnak, hordanak-e szemüveget és hogy mennyi a reakcióidejük. Mindemellett, a két eszközön elért eredményeket is összehasonlítjuk egymással, a szoba változó méretétől függően. A mérések során főként egyetemista hallgatókra koncentrálnak, de természetesen bárki csatlakozhat majd, aki segíteni szeretne a kutatásban.

Ez a mérési terv még a virtuális környezet létrejöttét megelőzően került megalkotásra, de sajnos a tervezettnél későbbi időpontban valósul majd meg a COVID-19 pandémiának köszönhetően.

Összefoglalás

A cikk során az ember és gép közti interakciót megcélzó, valamint akadálymentesítési vizsgálatra fejlesztett háromdimenziós virtuális környezet tervezése és működése került bemutatásra. Ez a környezet számítógépen, valamint a Gear VR fejre helyezhető készüléken is használható.

A szerzők felállítottak egy kutatási tervet, miszerint a jövőben mérni fogják a különböző felhasználói csoportok hangpozicionálási pontosságát és gyorsaságát mindkét megjelenítő eszközön. A mérésnél több adat kerül feljegyzésre: a szoba mérete, a felhasználók reakcióideje, jó válaszai száma, neme, kora, melyik kezükkel írnak, szemüvegesek-e, valamint minden esetben van-e a hallásukkal.

Kellő mennyiségű mért adat után a következő lépések az említett tulajdonságok szerinti kiértékelés, utána a szignifikáns különbségek kimutatása és végül az eredmények összegzése, valamint a konklúziók levonása és megfogalmazása valósul meg.

Köszönetnyilvánítás

Az Innovációs és Technológiai Minisztérium ÚNKP-20-3 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Hivatkozások

- [1] M. Vorländer, D. Schröder, S. Pelzer, and F. Wefers. „Virtual reality for architectural acoustics.” *J Build Perform Simul*, vol. 8, no. 1, pp. 15-25, 2015
- [2] D. Murphy, and F. Neff. „Spatial sound for computer games and virtual reality.” in *Game sound technology and player interaction: Concepts and developments*, 2011, pp. 287-312
- [3] D. Tzovaras, G. Nikolakis, G. Fergadis, S. Malassiotis, and M. Stavrakis. „Virtual Environments for the Training of the Visually Impaired.” in *Universal Access and Assistive Technology*, 2002, pp. 151-160
- [4] M. Rébillat, X. Boutillon, É. Corteel, and B. F.G. Katz. „Audio, visual, and audio-visual egocentric distance perception by moving subjects in virtual environments.” *ACM Trans Appl Percept*, vol. 9, no. 4, pp. 1–17, 2012.
- [5] S. Yong, and H. C. Wang. „Using spatialized audio to improve human spatial knowledge acquisition in virtual reality.” in *Proceedings of the 23rd International Conference on Intelligent User Interfaces Companion*, 2008, pp. 1-2
- [6] B. Cullen, D. Galperin, K. Collins, B. Kapralos, and A. Hogue. „The effects of audio on depth perception in S3D games.” in *proceedings of the 7th audio mostly conference: a conference on interaction with sound*, 2012, pp. 32-39
- [7] T. Guzsvinecz, É. Orbán-Mihálykó, E. Perge, and C. Sik-Lányi. „Analyzing the Spatial Skills of University Students with a Virtual Reality Application using a Desktop Display and the Gear VR.” *Acta Polytech Hung*, vol. 17, no. 2, pp. 35-56, 2020.
- [8] Unity game engine. <https://unity3d.com/> (Elérhető online, 2020.11.11.)

Mesterséges Intelligencia alapú diagnosztikai eljárások irodai és háztartási számítástechnikai eszközökön

Vassy Zsolt¹, Juhász Csaba², Vassányi István¹

¹Pannon Egyetem, Egészségügyi Informatikai Kutató-Fejlesztő Központ,
8200 Veszprém, Egyetem utca 10.

²TC&C Távközlés- és számítástechnikai szolgáltató Kft.,
1155 Budapest, Wesselényi utca 35.

zsolt.vassy@gmail.com

Összefoglaló: Ebben a tanulmányban áttekintjük, hogy az irodai eszközök és a járványhelyzet kapcsán felértékelődött otthoni munkavégzést és oktatást lehetővé tevő eszközök milyen diagnosztikai lehetőségeket nyújtanak és ehhez milyen elvárásoknak kell megfeleljenek. Az eredmények meggyőzőek, ugyanakkor a kis számú mintán tanított és tesztelt tanulórendszerek kétségessé teszik a reprodukálhatóságot. A módszerek tömeges felhasználása egyrészt pontosíthatja az eljárásokat, másrészt megmutatná, hol torzította az eredményt a minták relatív alacsony száma.

Bevezető

A Mesterséges Intelligencia (MI) alkalmazásának egyik legnagyobb és legjövődélmezőbb területe az egészségügy. A betegség kockázatának diagnosztizálására vagy a betegség előrejelzésére használható gépi eljárások gyors fejlődésnek indultak.

Az MI felhasználása a hagyományos orvosi diagnosztikában (pl. radiológiában) a meglévő adatok kiértékelésére már mindennaposan használt, hatékony eszköz [1]. Az MI diagnosztikai felhasználásának elterjedése egyre többször előhozza a kérdést, vajon helyettesítheti-e a mesterséges intelligencia magát az orvost. Az MI technológia jelenlegi állása szerint ettől még nagyon távol állunk, ugyanakkor a döntési folyamatokban komoly segítséget nyújthat az orvosok számára [2].

A radiológiai felhasználása a mélytanuló rendszereknek magától értetődő volt, ezek magas hatékonyságú képfelismerő képessége alapján. Az ilyen jellegű mesterséges intelligencia felhasználás még mindig ellátási intézményekben történik. Viszont a számítástechnikai eszközökön nap mint nap keletkező adatvagyon túlnyomó része háztartási és irodai eszközökön keletkezik. Ezek az eszközökön elképesztő mennyiségű adat keletkezik, melynek egy része rögzítésre kerül. Ezen adatok akár csak kis részének

felhasználása orvosi diagnosztikai célokkal, prevenciók szempontból nagy jelentőséggel bírhat.

Az elmúlt időszakban részben a járványhelyzet miatt a háztartásokban és a munkahelyeken keletkező adatállomány megsokszorozódott. Az adatok nagy része az emberek közötti kommunikáció során keletkezik hang és videó formájában. Ezen kívül az adott személy viselkedését jól jellemző adat az, hogy hogyan kezeli a számítástechnikai eszközt, hogyan használja az egeret, billentyűzetet. Ez az adat legtöbbször nem kerül rögzítésre vagy továbbításra, de a munkahelyi minőségbiztosítási rendszerek jelentős része ma már rögzíteni tudja és sok vállalatnál rögzítik is.

Ezen adatok rögzítése vállalati és oktatási környezetben is többnyire megoldott, diagnosztikai feldolgozását leginkább a feldolgozási művelet teljesítmény igénye és az adatvédelmi szabályozások akadályozzák.

Célunk jelen tanulmányban megmutatni milyen diagnosztikai lehetőségek jelennek a hétköznapi életben tömegesen előállított vállalati és háztartási adat tömegben.

Módszerek

Eszközök

Bizonyos eljárások esetében szükséges minőségi, magasabb felbontású eszköz használata (pl. arc videóból való szemmozgás elemzés esetében), de alapvetően a munkahelyi és háztartási igényeknek megfelelő kép- és hangrögzítő eszközök megfelelőek az ilyen jellegű diagnosztikai felhasználásra.

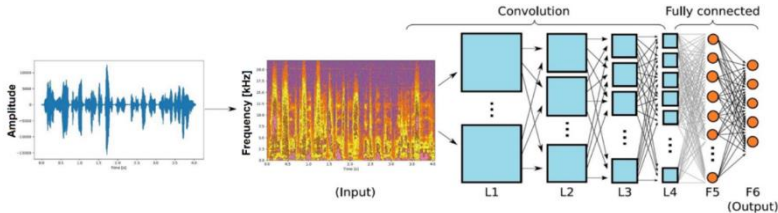
Különösen a magasabb felbontású videók, jobb minőségű hangok tárolása tárhely igényes feladat, maga a feldolgozás pedig módszertől függően lehet magas teljesítmény igényű. Ezek felhőben történő alkalmazása a teljesítményigény problémáját leveszi a felhasználóról, ugyanakkor adatvédelmi aggályokat vet fel.

Maga a mesterséges neurális hálózat optimalizálható, a mesterséges neuronok száma és az ezekből alkotott rétegek száma csökkenthető. Az optimalizálás legtöbbször ront a hatékonyságon, másrészt a jelfeldolgozásból származó eljárások a jellemző tulajdonságok kinyerésére nagyobb teljesítményt igényelnek mint a mesterséges intelligencia eljárás.

Hang alapú diagnosztika

A hangból történő jellegzetességek felismerésének kiterjedt szakirodaloma van, a módszertan sokat fejlődött a hang alapú érzelem felismerés kapcsán [3].

1. Ábra - Konvolúciós neurális hálózat alapú információ felismerés beszédből.[4]



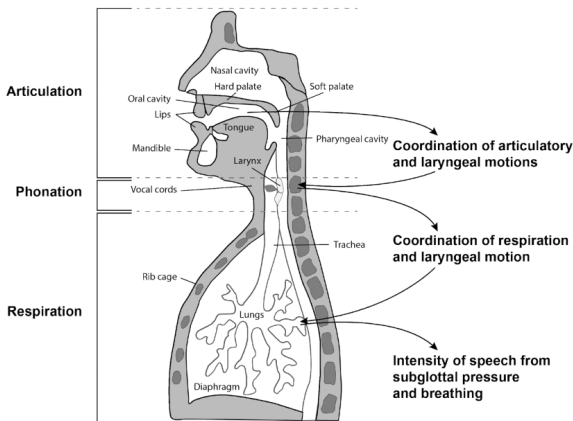
A mesterséges intelligencia eljárások megalkotásánál két kiemelten fontos rész van: az egyik a kiemelt jellemzők (feature extraction) megtalálása a másik a neurális hálózat megalkotása a kategorizálási feladatra.

A mélytanuló rendszerek különösen alkalmasak voltak képalapú vizuális tartalmak feldolgozására (1. ábra). Ezért egészen a közelmúltig nem kép alapú problémákra is kép alapú megközelítésben kerestek megoldásokat, például a hanghullámokban hordozott információt kép formájában tárolva a mesterséges neurális hálózatnak. A hangban található jellemzők felismerésére, ezen információk képpé alakítására a hullámformát és spektrogramot lehet felhasználni, illetve egyéb jelfeldolgozási eljárásokból származó paramétereket [5].

Visszacsatolt neurális hálózatok alkalmazásával az utóbbi időben további lehetőségek adódtak a hangban lévő adatok feldolgozására, a jelenségek megfigyelésére, melyek már nem feltétlenül igénylik a hang képpé alakítását [6].

A beszédjelekből származó kóros hangzavarok MI segítségével történő megbízható, automatikus észlelése az utóbbi időben a tudományos kutatások fókuszába került. Ezekhez fontos bemeneti adatsorokat képeznek a korábbi, MI előtti kutatások és hang-patológiai adatbázisok. A kiemelt jellemzők az idő, a frekvencia, a zavarok, a zaj és a spektrális szerkezet tulajdonságai adják, majd ezeket a tulajdonságokat különféle gépi tanulási technikák értékelik: a beszédfelvételeket kategorizálják egészséges állapotba vagy a különböző kóros esetek kategóriájába sorolva [7].

2. *Ábra - A COVID-19 befolyásolja a beszéd alrendszereket és azok koordinációját [8].*



Nem csak egy felső légúti betegség létét lehet így megállapítani, hanem a betegségeket egymástól is meg lehet különböztetni. A COVID-19 is egyedi módon módosítja a hangot és a köhögést. A betegség következtében megváltozott beszéd jellemzők: akusztikus hullámforma amplitúdója (a légzés koordinációja befolyásolja), beszéd-frekvencia és cepstrum csúcs (gégemozgás befolyásolja), formant közép-frekvenciák (gégemozgás és artikuláció befolyásolja) [8].

Hang, beszéd, eszköz kezelés alapú diagnosztika

A népesség hatalmas hányadát érintő mentális betegségek diagnosztikájában is egyre inkább alkalmaznak mesterséges intelligenciát. Magas elterjedtsége ellenére a jelenlegi diagnózis szinte kizárólag a betegek saját magukon való észlelésére és az ezt követő klinikai szakvéleményre támaszkodik, ami ezáltal szubjektív tényezőktől függ.

Depresszió vagy posztraumás stressz esetén a hangból azonosított jellemzők gépi felismerésével diagnosztizálható a betegség, akárt többszáz beszéd-hang jellemző vizsgálatával, találja meg a tanuló rendszer azt a 30-50-et amelyek alapján nagy pontossággal meg lehet állapítani a betegséget [9]. Ilyen felbontású hang érzékelésre és kategorizálásra az ember képtelen lenne.

A mindennapi életben gyakran előálló arcról készült videók alapján kinyert szemmozgás jellemzők is segíthetik a depresszió automata diagnózisát [10].

Alzheimer-kór esetében négy egyértelmű tényező jelenik meg: akusztikai rendellenesség, szemantikai károsodás, szintaktikai károsodás és információ-

romlás. MI és lingvisztikai elemzés együttes alkalmazása lehetővé teszi az Alzheimer-kór korai diagnózisát [11].

Eredmények

Arcról készült videóelemzés során a pislogási arány nem volt szignifikáns különbség a depressziós és az egészséges kontrollok között, viszont a szemhéjak közötti átlagos távolság (“szemnyitás mértéke”) lényegesen kisebb volt, és a pislogások átlagos időtartama lényegesen hosszabb volt depressziós személyeknél. Ezt feltehetően a fáradtság vagy a szemkontaktus elkerülése okozza. Ezen jellemzők segítségével a különböző MI modellek 70-75%-os valószínűséggel ismerték fel a betegséget [10].

A biomarkerek segítségével, a beszéd, szóhasználat, eszközhasználat alapján az Alzheimer-kór átlagosan 7 évvel korábban és több mint 70%-os valószínűséggel detektálható [11].

Poszttraumás stressz szindrómásokat a beszéd mintáik alapján 89,1%-os valószínűséggel szűrte ki az MI tanuló rendszere [9].

Következtetés

Az érintkezésmentes, távolról elvégezhető diagnosztikában kulcsszerepe lehet az MI alapú automatikus kiértékelésnek. Ezen eljárások előnye, hogy folyamatosan alkalmazhatóak a háttérben is a hétköznapi tevékenységek során.

Mivel az MI, különösen a mélytanulós rendszerek alapvetően black-box-ként viselkednek, nem lehet tudni, pontosan mit tanult meg a rendszer. Az egy dolog, hogy a számítógép kategorizálja a hangmintákat, de nem tisztázott, hogy ezek vajon nem-e a csoportok közötti egyéb különbségekből származnak mint például a nem, életkor, testméret, fáradtság.

A tudományos kutatások esetében szembevetendő milyen kevés kategorizált médiát használtak a tanulórendszerek tanításához és az ellenőrzéshez (100-300 darabos mintákat). Ez az MI technológiák igényeihez viszonyítva pedig különösen kevésnek tűnik, 10,000-es nagyságrendben lenne szükség minta médiákra. Ez alapján ezen egyedi eredmények reprodukálhatósága még támaszt kétségeket. A tömegesen keletkező adatokon való felhasználás validálhatja ezeket a módszereket, illetve az így előálló eredmények alapján végzett visszacsatolás pontosíthatja az automatikus diagnózist.

Ezek a módszerek használhatóak alacsony költségű és nem invazív tömegszűrésre, diagnózisra akár háztartási vagy munkahelyi eszközök segítségével, az emberek napi rutinja során rögzített médiákon is.

Ugyanakkor attól még, hogy a technológia nem invazív, még nem jelenti azt, hogy kockázatmentes. Komoly adatvédelmi aggályokat vet fel, többek között annak lehetőségét, hogy az anonim beszédminták alapján személyek azonosíthatók legyenek, vagy hogy érzékeny orvosi információkhoz hozzáférjenek, ezekkel visszaéljenek.

Hivatkozások

- [1] Thrall JH, Li X, Li Q, Cruz C, Do S, Dreyer K, Brink J. "Artificial Intelligence and Machine Learning in Radiology: Opportunities, Challenges, Pitfalls, and Criteria for Success", *Journal of the American College of Radiology*, ISSN: 1546-1440, Vol: 15, Issue: 3, Page: 504-508
- [2] Bluemke DA. *Radiology in 2018: Are You Working with AI or Being Replaced by AI?* *Radiology*. 2018 May;287(2):365-366
- [3] C. Busso, S. Mariooryad, A. Metallinou and S. Narayanan, "Iterative Feature Normalization Scheme for Automatic Emotion Detection from Speech," in *IEEE Transactions on Affective Computing*, vol. 4, no. 4, pp. 386-397, Oct.-Dec. 2013
- [4] R M Makwana, "Deep Face Recognition Using Deep Convolutional Neural Network", *AleHive.com*, [http://www.ais.uni-bonn.de/deep learning/images/Convolutional NN.jpg](http://www.ais.uni-bonn.de/deep%20learning/images/Convolutional%20NN.jpg)
- [5] Hildebrand. C., Efthymiou, F., Busquet, F., Hampton, W. H., Hoffman, D. L., & Novak, T. P. (2020). Voice analytics in business research: Conceptual foundations, acoustic feature extraction, and applications. *Journal of Business Research*, 121, 364–374.
- [6] E. Lakomkin, M. A. Zamani, C. Weber, S. Magg and S. Wermter, "EmoRL: Continuous Acoustic Emotion Classification Using Deep Reinforcement Learning," 2018 IEEE International Conference on Robotics and Automation (ICRA), Brisbane, QLD, 2018, pp. 4445-4450
- [7] Kons, Zvi, Aharon Satt, R. Hoory, V. Uloza, E. Vaiciukynas, A. Gelzinis and M. Bacauskiene. "On Feature Extraction for Voice Pathology Detection from Speech Signals." (2011).
- [8] T. F. Quatieri, T. Talkar and J. S. Palmer, "A Framework for Biomarkers of COVID-19 Based on Coordination of Speech-Production Subsystems," in *IEEE Open Journal of Engineering in Medicine and Biology*, vol. 1, pp. 203-206, 2020
- [9] Marmar, CR, Brown, AD, Qian, M, et al. Speech-based markers for posttraumatic stress disorder in US veterans. *Depress Anxiety*. 2019; 36: 607– 616.
- [10] S. Alghowinem, R. Goecke, M. Wagner, G. Parker and M. Breakspear, "Eye movement analysis for depression detection," 2013 IEEE International Conference on Image Processing, Melbourne, VIC, 2013, pp. 4220-4224
- [11] E. Eyigoza, S. Mathurb, M.Santamariab, G. Cecchia, M. Naylorb, "Linguistic markers predict onset of Alzheimer's disease" *The Lancet* VOLUME 28, 2020

Időskori egészségmegőrzés támogatása mobil technológiákkal: a Turntable projekt első tapasztalatai

Szakonyi Benedek¹, Vassányi István¹

¹Pannon Egyetem Egészségügyi Informatikai Kutató-Fejlesztő Központ,
benedek.szakonyi@virt.uni-pannon.hu, vassanyi.istvan@virt.uni-pannon.hu
8200 Veszprém Egyetem utca 2.

Összefoglaló: Az alábbiakban az idősödő egyének életminőség-javítását célzó Turntable szoftver fejlesztési folyamatának részeként megtartott, a célközönségbeli résztvevőkkel végzett interaktív megbeszélések eredményei kerülnek ismertetésre. A megbeszélésekre Szlovéniában, Belgiumban, Olaszországban és Portugáliában került sor, 5-5 résztvevő bevonásával, ahol a résztvevők prototípusok és mock-up-ok segítségével tesztelték és véleményezték egy kertészkedés tematikájú mobilalkalmazás lehetséges funkcióit. Az eredmények azt mutatták, hogy amennyiben az alkalmazások képesek jó felhasználói élményt és kellő hozzáférhetőséget nyújtani, még a mobil eszközök használatában kevésbé jártas egyének is szívesen használnák a szoftvert.

Bevezető

Az idősödő társadalmak egyik jelentős problémája, hogy az életkor növekedésével az egyének fizikai és társadalmi aktivitása számottevően visszaesik. Ez tovább gyorsítja az öregedés természetes velejárójaként jelentkező fizikai és mentális leépülési folyamatokat, melyek következtében a legalapvetőbb mindennapi feladatok és tennivalók elvégzése is egyre nagyobb kihívást jelentenek az érintetteknek [1].

Kutatások igazolták, hogy a fizikai aktivitás, a megfelelő táplálkozási szokások és a szociális kapcsolatok fenntartásával, (újbóli) kialakításával jelentősen befolyásolható az egyének tényleges és érzékelt életminőségének alakulása [3,5]. Az ennek eléréséhez szükséges támogatás biztosítása, valamint a kellő motiváció megtartása tehát kulcsfontosságú szerepet játszik abban, hogy az idős(ödő) felnőttek (60 éven felüliek) továbbra is aktív szereplői lehessenek a modern társadalmaknak.

Az ilyen fizikai, kognitív és szociális problémákat egyaránt, egyszerre érintő megoldások egyike a (hobby) kertészkedés [2]. Az otthoni és/vagy a közösségi kertészkedés számos olyan jó hatással bír, melyek bizonyítottan hozzájárulnak az egyének életminőségének javításához [4].

Mivel manapság már az idősebb korosztályok tagjai között is egyre inkább elterjedt a digitális eszközök használata, az azokra építő különböző digitális megoldások hatékony eszköznek bizonyulhatnak az életmódjavítás megvalósításában is, az ahhoz szükséges támogatás biztosításával.

Célkitűzés

Ezen gondolatokra épít a „*TURNTABLE: képességeket és vitalitást fejlesztő informatikai platform idősök számára*” nevű EU Horizon 2020 projekt is, melynek célja egy olyan informatikai platform és szolgáltatások létrehozása, melyek az idős(ödő), egészséges emberek mindennapi életét segítik. A projektben öt már meglévő, több ezer felhasználóval rendelkező alkalmazásra építve, azokat integrálva és továbbfejlesztve egy olyan szoftver megalkotására kerül sor, amelynek célja ennek hatékony kivitelezésére. Az egyes komponensek: a Tomappo kerttervező és -menedzselő alkalmazás; az Agrumino vezeték nélküli szenzor és a kapcsolódó Lifely alkalmazás, melyek segítségével nyomon követhető a kert (a talaj és a növények) állapot(változás)a; az OPEN étrendi naplózó alkalmazás; az IntegrAAL Social Engine (ISE), mely képes viselkedési mintázatok elemzésével jelezni az esetleges váratlan eseményeket, tevékenységeket; valamint a Maria hangvezérlésű virtuális asszisztens szolgáltatás.

A projekt első szakaszában négy európai országban kerültek megrendezésre olyan interaktív megbeszélések, melyek során lehetőség nyílt a célközönség szokásainak és véleményének megismerésére, hogy az ott begyűjtött tapasztalatok alapul szolgálhassanak a fejlesztési-integrálási folyamat során.

Módszer

Adatgyűjtés

Az ülésekre Belgiumban, Olaszországban, Portugáliában és Szlovéniában került sor, ahol 5-5 lehetséges felhasználó (60 év fölötti egészséges, beszámítható egyén) bevonásával zajlott egyeztetés arról, mit is gondolnak egy ilyen megoldásról, az általa nyújtott lehetőségekről és az esetleges funkciókról, valamint a különböző felhasználói elvárásokról. Az érintett témakörök és kérdések alapján három különböző témájú alkalom került meghatározásra, melynek eredményeként összesen 60 beszélgetésre került sor.

Mindhárom alkalom azonos módon került lebonyolításra: a projekt és az adott ülés céljainak ismertetése után egy-egy előzetes szóbeli kérdőív „kitöltésére” került sor, melyek jellemzően a résztvevők szokásaira

vonatkoztak („Mióta kertészkedik?“, „Használ valamilyen közösségi alkalmazást?“, stb.). Ezt követően a résztvevőknek megadott feladatokat kellett végrehajtaniuk prototípusok és mock-up-ok segítségével, melyek lehetséges funkciókat, felhasználó felületeket reprezentáltak. A feladatmegoldás sikerességét az interjúvezetők értékelték szabad szöveges formában és egy 6 fokozatú skálán (5 – tökéletes megoldás, 1 – a résztvevő hiába próbálkozott, 0 – a résztvevő még csak nem is próbálkozott). Végül egy-egy olyan véleményező kérdőív kitöltésére került sor, melyben a résztvevők értékelhették a kipróbált mock-up-okat, elmondhatták tapasztalataikat, észrevételeiket.

Az első alkalom során a résztvevők kertészkedési szokásainak, valamint informatikai jártasságuk felmérésére került sor, a Tomappo, Lifely és OPEN alkalmazások mock-up-jainak kipróbálásával, valamint az IntegrAAL és a Maria szolgáltatások véleményeztetésével.

A második alkalom során a szociális kapcsolatok felmérésére és a lehetséges közösségi tevékenységhez, kommunikációhoz kapcsolódó funkciókra helyeződött a hangsúly. Ehhez egy ún. *Dashboard* alkalmazás mock-up-ja került felhasználásra, mely a felhasználók közötti kapcsolatok (barátok hozzáadása, üzenetküldés, stb.) és a személyes beállítások (milyen személyes adatot láthat) kezelését szimulálta.

A harmadik alkalom témája pedig a jövőbeli, már integrált alkalmazás volt. Ennek során a résztvevők olyan lehetséges funkciókat teszteltek és véleményeztek a mock-up felületek segítségével, mint a szenzoradatok beolvasása és megjelenítése a kerttervezőbe vagy a következő étkezés összetételének megterveztetése a kertben éppen elérhető (leszedhető) zöldségek alapján.

Adatfeldolgozás

A partnerországok által begyűjtött válaszok és értékelések anonimizálás után kerültek a Pannon Egyetemhez adatfeldolgozásra. Az adattisztítást követően megtörtént a fő numerikus és szöveges változók nominális változókká való átalakítása, a priori osztályok, illetve a tényleges adatok jellege és értékészlete alapján. Emellett bevezetésre kerültek felhasználó- és feladatszintű leírók egyaránt, valamint elégedettségi indexek.

A résztvevők szintjén összesen 8 leíró került meghatározásra: a *nem*, az *ország*, a *kor* és a *teljesítési időigény*, valamint a feladatonkénti segítségkérések száma, a feladatonként elért pontszámok, a pontszámok komponensenkénti átlaga és felhasználónkként vett átlaga.

A feladatok szintjén összesen 9 leíró lett megadva. A teljesítési idő, a segítségék száma, és a kapott pontszámokhoz tartozó minimum, maximum és átlag értékek.

Az elégedettségi indexek a feladatok elvégzése után kitöltött kérdőívre adott válaszok alapján kerültek meghatározásra. Az 5 komponens mindegyikéhez tartozik egy-egy index, valamint a Dashboardhoz és az integrált megoldáshoz tartozó mock-up-okhoz is. Illetve, ezen 7 index alapján egy globális összegző mutató is kiszámításra került, a teljes platform értékelésére.

Eredmények

Az életkor, nem, ország, teljesítési idő és komponens pontszám nominális változók felhasználásával, valamint a 7 elégedettségi index osztálycímkéként történő felhasználásával különböző attribútum rangsorok kerültek meghatározásra (lásd 1. sz. táblázat). Ezekben a rangsorokban az egyes értékek azt adják meg, hogy az adott változó mekkora információs tartalommal bír az adott osztálycímké esetében: például a Tomappo esetében a legnagyobb értékkel (0,591) bíró ország változó azt jelenti, hogy a felhasználó származási országa befolyásolja leginkább, miként ítéli meg a Tomappo komponentst.

1. sz. táblázat: Az elégedettségi indexek alapján generált attribútum sorrendek

Rangsor jellemző	Komponens					Dash-board	Integrált megoldás	Összegző
	OPEN	Tomappo	Lifely	ISE	Maria			
Életkor	0.105	0.205	0.235	0.317	0.168	0.197	0.068	0.242
Nem	0.231	0.053	0.277	0.150	0.104	0.228	0.206	0.209
Ország	0.625	0.370	0.591	1.625	1.073	0.460	0.308	0.611
Telj. idő	0.519	0.256	0.172	0.725	0.350	0.059	0.156	0.417
Pontszám	0.381	0.245	0.280	0.353	0.139	0.197	0.246	0.407

Az egyes feladatokhoz tartozó statisztikai eredmények szerint az első alkalom során elvégzett feladatok jelentették a legnagyobb kihívást. Továbbá, az OPEN alkalmazást leszámítva, mindegyik komponens megfelelő felhasználói élményt nyújtott.

A válaszok alapján kategorizálható további kérdések, valamint a szabadszöveges válaszok alapján az alábbi megállapítások voltak levonhatók:

- A projekt által felvázolt megoldás általános fogadtatása kifejezetten pozitív. A résztvevők jelentős többsége szívesen használná, amint ténylegesen elérhető is lesz.

- A legtöbb résztvevő egyetlen, integrált alkalmazást szeretne használni, nem pedig több különálló egységet.
- Egy-két kivételtől eltekintve a résztvevők számára nem okozott gondot a számukra biztosított prototípusokhoz, mock-up-okhoz kapcsolódó „technikai kihívások” leküzdése.
- A résztvevők jelentős része nem rendelkezik semmilyen közösségi média profillal, és nem is szeretne ilyet létrehozni. A fejlesztett platformnak tehát magának kell biztosítania a szociális funkciókat.
- A résztvevőket jobban érdekelték a Tomappo és Lifely alkalmazások által nyújtott funkciók, így az OPEN alkalmazás szorosabb kapcsolása szükséges.
- Az OPEN alkalmazás mobil verziójának felhasználó felülete nem kellően felhasználó barát, annak áttervezésére van szükség. De a többi komponens esetében is vannak fejlesztési lehetőségek: habár a felületi elemek (feliratok, gombok) mérete a többség számára megfelelő volt, azok méretének személyre szabását biztosítani kellene.
- Az ISE esetében sok felhasználó túlságosan személyesnek tartotta a viselkedési mintázatok elemzését, ezért elutasították, elleneztek annak használatát.

Következtetések

Az előzetes feltevéseknek megfelelően a célközönségbe tartozó résztvevők jó és érdekes ötletnek tartják egy kertészkedés témájú mobil alkalmazás megvalósítását, és nem okoz számukra problémát annak használata.

Az eredmények alapján az ország attribútum az elégedettséget leginkább befolyásoló tényező. Habár ez jelenthet a nemzetek/kultúrák közötti különbségekből eredő eltérő igényeket, meg kell említeni, hogy mindez lehet az eltérő lebonyolítási körülmények és helyszínek okozta torzítás is (más vizsgálatvezető, nyelvi/fordítási különbségek, stb.). Az országot figyelmen kívül hagyva a teljesítési idő jelenik meg fő indokként az eltérő értékelések mögött – ez igazolja azt az általánosságban ismert és elfogadott jelenséget, hogy minél bonyolultabb valamilyen feladat, jellemzően annál kevésbé szeretik. Ennek tisztázására nagyobb hangsúlyt kell fektetni a projekt további részében tervezett felhasználói tesztelések során.

A projekt további részében, a begyűjtött tapasztalatok alapján felépítésre kerülő kísérletben, az említett 4 országban újabb, lényegesen nagyobb létszámú tesztelés kezdődik majd meg, várhatóan 2021. februárjától. Ennek során remélhetőleg 150-200 fő bevonásával további olyan tapasztalatok és vélemények megismerésére kerülhet sor, melyek mentén a Turntable

alkalmazás tovább javítható, s melyek alátámaszthatják, hogy az alkalmazás valóban segít a felhasználók életmódjának javításában.

Köszönetnyilvánítás

A 2019-2.1.2-NEMZ-2019-00003 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással, az AAL-2018-5-163-CP pályázati program finanszírozásában valósult meg. A cikkben bemutatott munkát a Széchenyi 2020 program EFOP-3.6.1-16-2016-00015 számú projektje is támogatta.

Hivatkozások

- [1] Shilpa Amarya, Kalyani Singh, and Manisha Sabharwal. 2015. Changes during aging and their association with malnutrition. *Journal of Clinical Gerontology and Geriatrics*. DOI:<https://doi.org/10.1016/j.jcgg.2015.05.003>
- [2] Michelle Howarth, Alison Brettle, Michael Hardman, and Michelle Maden. 2020. What is the evidence for the impact of gardens and gardening on health and well-being: A scoping review and evidence-based logic model to guide healthcare strategy decision making on the use of gardening approaches as a social prescription. *BMJ Open* (2020). DOI:<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2020-036923>
- [3] Joyce L. McReynolds and Eileen K. Rossen. 2004. Importance of physical activity, nutrition, and social support for optimal aging. *Clinical nurse specialist CNS*. DOI:<https://doi.org/10.1097/00002800-200407000-00011>
- [4] Theresa L Scott, Barbara M Masser, and Nancy A Pachana. 2020. Positive aging benefits of home and community gardening activities: Older adults report enhanced self-esteem, productive endeavours, social engagement and exercise. *SAGE Open Med.* (2020). DOI:<https://doi.org/10.1177/2050312120901732>
- [5] WHO. 2015. World Report on Aging and Health. In World Health Organization (WHO). DOI:<https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>

Keringési paraméterek mérésére alkalmas berendezések alkalmazhatóságának vizsgálata a sport környezetben való monitorozásra

Nagy Sára¹, Horváth Lajos², Kozlovsky Miklós³

¹Semmelweis Egyetem, EKK, Digitális Egészségtudományi Intézet
saci.nagy235@gmail.com

1094 Budapest, Ferenc tér 15.

²Észak-közép-budai Centrum, Szent János Kórház
horvath.lajos@janoskorhaz.hu

1125 Budapest, Diós árok 1-3.

³Óbudai Egyetem, Neumann János Informatikai Kar
kozlovsky.miklos@uni-obuda.hu

1034 Budapest, Bécsi út 96/b

Összefoglalás: Magyarországon a keringési rendszer betegségei a vezető halálokok között szerepelnek (KSH: 2019-ben 63 609 volt a halálozási arányszám). Az utóbbi évtizedben rohamosan növekedett a telemedicinális eszközök száma, melyek a különböző élettani paraméterek nyomon követésére hivatottak és jelentős adatmennyiséggel támogathatják a keringési betegségekben szenvedő páciensek állapotának követését, valamint az egészséges populáció számára is monitorozást biztosíthatnának a hatékony prevenció érdekében. Kutatásunkban a keringési paraméterek mérésére használható viselhető és a klinikumban is alkalmazható telemedicinális eszközöket vizsgáltuk. Teszteltünk különféle vérnyomásmérő, pulzusmérő és EKG berendezéseket. A rendelkezésünkre álló eszközöket összehasonlítottuk előre definiált felhasználói (viselhetőség, hordozhatóság), mérnöki (pontosság) és orvosi (klinikumban való használhatóság) szempontok alapján.

Kulcsszavak: telemedicina, viselhető szenzorok, keringési paraméterek

Bevezetés

Az eHealth lényegében virtuális kommunikációt biztosít az ellátó(k), valamint az ellátott(ak) között. Az eHealth segítségével időt és költséget csökkenthetünk [1], infrastruktúrális kiadásokat redukálhatunk, gyorsíthatjuk a szolgáltatási folyamatot. Az mHealth (okos/mobiltelefonos) egészségügyi alkalmazások száma az Európai Bizottság 2018-as piackutatása szerint megközelítőleg 325 000 volt - 84 000 különböző gyártótól. A következő kategóriákba sorolták a telemedicinát támogató szoftver megoldásokat:

platform, adatbázis, termék. A termékeket két további csoportra bontották: az orvosi és a viselhető eszközökre. E két kategória nem teljesen választható szét egymástól, mivel léteznek olyan eszközök, melyek mindkét csoportba illenek [2]. Jelen kutatásunkban a keringési paraméterek mérésére használható viselhető és a klinikumban is alkalmazható telemedicinális eszközöket vizsgáltuk. Teszteltünk különféle vérnyomásmérő, pulzusmérő és EKG berendezéseket.

Két pulzusmérő típussal dolgoztunk. Az első a szív elektromos jeleiből adódó aktivitást a bőrfelzínen monitorozza (pulzusmérő pántok), a második LED-ek segítségével detektálja a véráramlás volumenét az erekben (sportórák, aktivitásmérők, karpántok).

Célkitűzés

A téma vizsgálatát három jól elkülöníthető részre bontottuk, az első részben a vérnyomásmérési terv, valamint a vonatkozó szakirodalom alapján összehasonlítjuk a mérőeszközöket és elemezzük eredményeiket. Második részben megvizsgáljuk a pulzusmérő eszközöket mind mérnöki szempontból (pontosság), mind felhasználói oldalról (sportkörnyezetben történő használhatóság szempontjából). Végül az EKG berendezéseket teszteljük felhasználói oldalról, majd kardiológusok segítségével elemezzük az eszközök klinikai használhatóságát riportolási képességeik alapján.

Módszer

A vérnyomásmérések elvégzéséhez a Magyar Hipertónia Társaság protokollját alkalmaztuk [4] miközben az eszközökkel felváltva mértünk. A mérési terv egy héten keresztül végzett, reggeli és esti méréseket tartalmazott. Mindkét napszakban két sorozatban történt mérés, minden eszközzel kétszer. Az első mérés ébredés után legalább 5 perc nyugodt, ülő helyzetben tartózkodás után kezdődött. Először bal kézen a Beurer BM 95 (félkaros) eszközzel, majd a mérés után két perc elteltével az Omron M2 (félkaros) műszerrel jobb kézen történt meg a mérés. Ezt követte ismét két perc eltéréssel az iHealth Sense csuklós vérnyomásmérővel bal, majd két perc múlva az Omron HEM 670 IT vérnyomásmérővel jobb kézen történő mérés. A második sorozat 15 perc múlva kezdődött, az eszközöket az előzőleg említett sorrendben, azonban mindegyik eszközzel a másik kézen (tehát kezdve Beurer eszközzel jobb kézen) kerültek használatra. Az esti mérés a reggeli méréssel teljesen azonos módon történt. Az adatok kiértékeléséhez a Microsoft Excel 2016 átlag és szórás függvényei, valamint a STATISTICA

13.5 statisztikai program került alkalmazásra (a mérések szignifikancia értéke $p < 0,05$).

A pulzusméréshez három eszköz került felhasználásra (Polar FT4, Xiaomi Mi Band 4, Smart Watch B71), amelyekkel egyszerre történtek a mérések (összesen 50 mérés műszerenként).

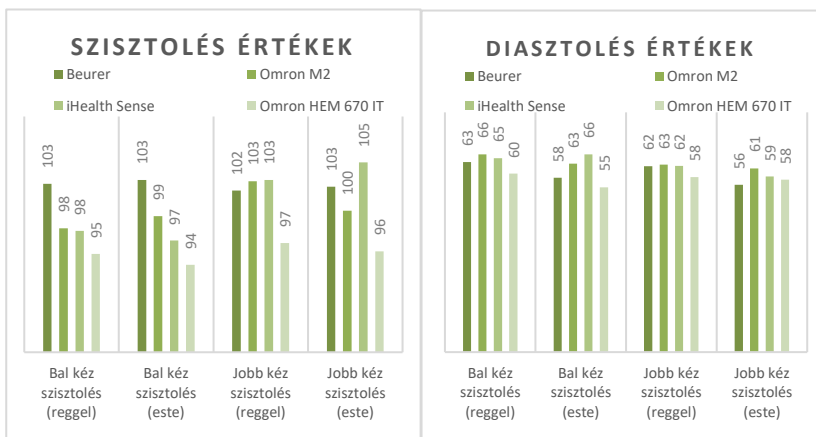
A sportban alkalmazhatóságra vonatkozó kérdőív kitöltésén kívül összeállítottunk egy klinikumban történő használhatóságra irányuló kérdéssort a három EKG mérőeszköze, melyhez a három különböző eszközzel (WIWE, Savvy, Smart Watch B71) mért mérések eredményei riport formájában csatolásra kerültek. A kérdőív kitöltésében három kardiológus vett aktívan részt.

Eredmények

Az 1., illetve 2. ábrák az egy hetes vérnyomásmérések eredményeit tartalmazzák. A post ad hoc teszt adatai alapján a Beurer eszköz

2. ábra – Szisztolés vérnyomás

1. ábra - Diasztolés vérnyomás



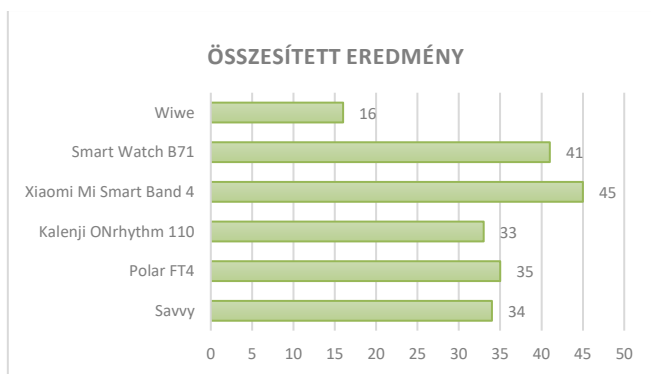
szignifikánsan magasabbat mér a többi eszköznél a bal kezés reggeli szisztolés méréseknél az összes eszköznél ($p_{1,2}=0,040091$; $p_{1,3}=0,030319$; $p_{1,4}=0,002244$), esti tekintetben az iHealth Sense ($p_{1,3}=0,002886$) és az Omron HEM-670 IT ($p_{1,4}=0,000103$) eszköznél. Az utóbbi eszköz mérése bal kézen a reggeli ($p_{4,2}=0,002865$; $p_{4,3}=0,013819$) és esti diasztolés értékek ($p_{4,2}=0,000432$; $p_{4,3}=0,000007$) alacsonyabb.

Jobb kézen a reggeli méréseknél szignifikánsan alacsonyabb ($p_{4,1}=0,0351$; $p_{4,2}=0,0145$; $p_{4,3}=0,0128$), de az esti méréseknél magasabb ($p_{1,4}=0,0181$;

$p_{1,3}=0,0019$) a számokkal jelölt eszközöknél. A jobb kézen mért diasztolés értékeknél a teszt nem mutatott különbséget az eszközök között.

Az 1. táblázat alapján a p-érték a pulzuszámok között egyik esetben sem haladja meg a szignifikancia szintet, így elmondható, hogy nincs szignifikáns különbség. A 3. ábrán látszik, hogy a sport szempontból való használhatósági kérdések alapján a Xiaomi Mi Smart Band érte el a legmagasabb pontszámot (45). A Smart Watch B71 (41) második helyen, a Polar FT4 (35) - kevéssel megelőzve a Savvy (34) és a Kalenji (33) eszközt - a harmadik helyen végzett. A rangsor az alábbi főbb szempontokat tartalmazta: az eszközök tömegét, méretét, hordhatóságát, áramvonalasságát, állíthatóságát, hőmérséklettűrését, vízállóságát (IP számát), akkumulátoridejét, hangjelzését és operációs rendszer kompatibilitását vizsgálva.

3. ábra - Pulzuszámok felhasználói tesztelése



2. táblázat – Pulzuszámok

	Polar	Mi Band	Smartwatch
N	50	50	50
Átlag	87	87	86
Szórás	10	12	10

Az EKG szenzorok használhatóságát orvosokkal közösen vizsgáltuk meg, akiknek visszajelzései alapján: a kardiológusok szívesen fogadnák az EKG riportokat pácienseik eszközeitől (min. fél perces) panasztól függő gyakorisággal. Nem született egyetértés azonban a formátumot illetően. A visszajelzések alapján úgy tűnt, hogy mind a papír alapú, mind a PDF alapú, mind pedig a strukturáltan bevitt adat jól alkalmazható az orvosi

gyakorlatban. A WIWE riportját használhatónak, a Savvy-ét nem teljesen megbízhatónak a Smart Watch B71 eszközt gyengének találták a kutatásba bevont orvosok egy diagnózis felállításához.

Következtetések

A vérnyomásmérések eredményei alapján az Omron M2 és az iHealth Sense eszközt tartjuk jobbnak, hiszen a másik két eszköz a többihez képest szélsőségesen alacsonyabb vagy magasabb értéket mér. Az eszközök ennél pontosabb összehasonlításához természetesen további szélesebb körű vizsgálatokra lenne szükség.

A pulzusmérők jó közelítéssel egyformán mérnek, azonban felhasználói szempontból a Xiaomi Mi Smart Band 4 teljesített a legjobban. A két pulzus öv (Kalenji, Polar) hasonló eredményt ért el a Savvy EKG mérő berendezéshez, melynek sport környezetben való pontosságának további vizsgálatára lenne szükség a továbbiakban. A vizsgált EKG eszközök tekintetében a kardiológusok válasza alapján a következő használhatósági rangsor került felállításra: 1. WIWE, 2. Savvy, 3. Smart Watch B71

Hivatkozások

- [1] Kó A., Szabó Z. „Innovatív e-egészségügyi megoldások – a jövő internetes technológiai a távmonitorozásban“, Pro Publico Bono Magyar Közigazgatás, vol. 4, pp. 6-21, 2015
- [2] EUROPEAN COMMISSION: Market study on telemedicine, https://ec.europa.eu/health/sites/health/files/ehealth/docs/2018_provision_marketstudy_tele_medicine_en.pdf, 2018.10. utolsó letöltés 2020.09.10.
- [3] Fonyó A.: Az orvosi élettan tankönyve, Medicina Könyvkiadó Zrt., 2011., ISBN: 978 963 226 344 1
- [4] Magyar Hypertonia Társaság, A hypertoniabetegség felnőttkori és gyermekkori kezelésének szakmai és szervezeti irányelvei, 2009, <http://www.hypertension.hu/protokollok.aspx>, utolsó letöltés 2020.10.07.

Klinikumban alkalmazott egészségügyi terminológiák karbantartása

Molnár Laura¹, Bánfai Balázs², Mészáros Tamás³

^{1,2} B2i Healthcare Kft., ¹ lmolnar@b2international.com,

² bbanfai@b2international.com

1061 Budapest, Andrásy út 36.

^{1,3} Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék, ³ meszaros@mit.bme.hu

1117 Budapest, Magyar Tudósok Körútja 2.

Összefoglaló: Az egészségügyben nélkülözhetetlen terminológiák szerkesztése, a fogalomgyűjtemények létrehozása és a különböző terminológiák fogalmi közti megfeleltetés során számos probléma merül fel, például a tudásreprezentáció mérete és komplexitása, az ontológiailag helyes manuális szerkesztés, felülvizsgálat és auditálás elvégzésének körülményessége. A nehézségek áthidalásához egy olyan környezetet szükséges biztosítani, amelyen keresztül az egészségügyi terminológiákban szereplő adatok kollaboratívan szerkeszthetők egy auditálható folyamat mentén, valamint az fogalomgyűjtemények létrehozása és a fogalmak megfeleltetése egyaránt támogatott. Jelen publikációban az előbbieken említett kihívások, egy, a megoldásokat integráló egészségügyi szoftver, valamint az fogalomgyűjtemények létrehozásának és alkalmazásának jelentősége kerülnek bemutatására.

Bevezetés

A különböző tudományterületekben rejlő információ leírására többféle reprezentációt ismerünk. Ilyenek például az egyszerű fogalomtárak, teauruszok, taxonómiák, vagy a komplex ontológiák és terminológiák [1]. Az ontológia szót gyakran szinonimaként használják a tudásszervező rendszerrel és a tudásgráffal [2], melyekben a csomópontok a fogalmakat, az élek pedig a fogalmak közti kapcsolatokat írják le.

Az egészségügyi terminológiák folyamatos fejlődés és karbantartás alatt állnak. Felhasználási területük a saját lokális kódok összekapcsolása más nemzetközileg is elismert terminológiákkal, ami segíti az adatcserét, a klinikumban keletkezett információk kutatási és statisztikai célú feldolgozását, valamint strukturálását az egészségügy minőségének méréséhez. Ezen felül a megfelelő kódok felhasználásával számolható el az Egészségbiztosítási Alapból finanszírozott egészségügyi szolgáltatás díja az elektronikus egészségügyi rendszerben [1].

Az ambuláns lapok elkészítése során általában nem szükséges a teljes terminológia megléte. A gyakorlatban alcsoportok kialakítására, úgynevezett fogalomgyűjteményekre (value set) van szükség. Ezek egy vagy több terminológiából származó kódok gyűjteményei, amelyek egy adott gyűjtőfogalomhoz köthetők. A fogalomgyűjtemények leszűkítik a terminológiát egy kisebb fogalomcsoport kódjaira, amellyel könnyebben kezelhetővé és átláthatóbbá válnak. A különböző területek (domének) lehetnek egy praxis fogalmai, például egy kardiológus más kódokat használ a diagnózis leírására, mint egy endokrinológus. A domének lehetnek laborvizsgálatok gyűjteményei, valamint egyéb, önkényesen meghatározott csoportosítások. A fogalomgyűjtemények bizonyos rendszerességgel publikálásra kerülnek az újrahaználhatóság és standardizálás érdekében [3].

Egyre több klinikai terminológia-kezelő szoftver létezik a piacon [4], ugyanakkor számos helyen még mindig táblázatszerkesztő programokban kezelik és tartják karban a terminológiákat az egészségügyi terminológus szakértők. A korszerűtlen eszközök használata a terminológia átláthatóságát nehezíti, a folyamatok hatékonyságát csökkenti, bonyolítja a változások nyomon követését, továbbá megnöveli a hibák lehetőségét.

Módszer

A terminológus szakértők munkájának támogatására egy, a különféle terminológiák karbantartását segítő, elosztott verziókezelő platform (Snow Owl [5]) került kifejlesztésre. A szoftver lehetővé teszi az egészségügyi terminológiák verzióinak követését, kollaboratív szerkesztését és auditálását, támogatja az ontológiai lekérdezéseket, például a SNOMED CT-ben alkalmazott Expression Constraint Language-t (ECL) [6], valamint a különböző fogalomgyűjtemények használatát. A szoftver különféle egészségügyi standardok (például a Health Level Seven International (HL7) által publikáltak) figyelembevételével áll folyamatos fejlesztés alatt. A keretrendszer nyílt forráskódú, Java-ban írt és bővíthető Eclipse platformra épült.

Terminológiák integrálása egy platformba

A számos egészségügyi terminológia közül léteznek csak lokálisan karbantartottak, ezeket az elszámolások és teljesítményértékelések elvégzése érdekében egy nemzetközileg elfogadott terminológiához is szükséges hozzárendelni. A hozzárendeléseket végezhetjük automatikusan egy cél terminológia kiválasztásával, ezzel jelentősen felgyorsítva a terminológus szakértők munkafolyamatait. A szoftver hierarchikusan egy platformon

képes kezelni számos terminológiát. A teljesség igénye nélkül ide tartoznak a SNOMED CT, ICD-10, ICD-10-AM, LOINC, NICIP és a lokális terminológiák. [7].

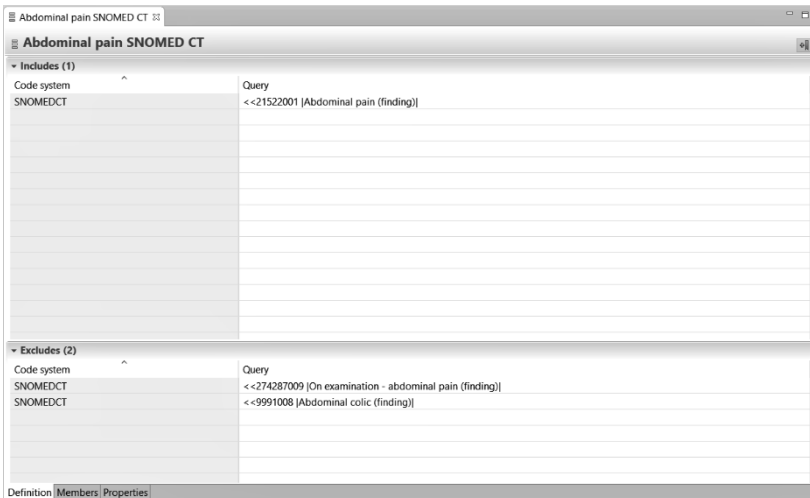
Kollaboratív szerkesztés és verziókövetés

A szoftver egy integrált terminológia fejlesztő környezet, amely lehetőséget nyújt számos felhasználónak a terminológiák egy időben való kollaboratív módosítására, létrehozására. A módosítások révén különféle verziók keletkezhetnek, melyeket a platform kezelni és összehasonlítani képes. A módosításokat a felhasználó végrehajthatja közös forráson és dedikált munkaterületeken egyaránt, biztosítva ezzel a konfliktusmentes munkát. A munkaterületeken elvégzett módosítások folyamán lehetőség nyílik azok nyomon követésére, majd felülvizsgálatára és a közös forrásba való integrálására.

Fogalomgyűjtemények létrehozása és kezelése

A szoftver a felhasználóknak a különböző fogalomgyűjtemények kialakításában is segít. Az fogalomgyűjtemények létrehozása és karbantartása jelenleg manuálisan, orvosi terminológia szakértők által történik. A platform lehetővé teszi, hogy a fogalmak kiválasztását csoportos lekérdezésekkel valósítsák meg a szakértők, ezzel gyorsítva a bizonyos időközönként elvégzett fogalomgyűjtemények tartalmának esetleges módosítását. Például az ontológia változása folyamán az adott fogalmak ténylegesen oda tartoznak-e, illetve nem jöttek-e létre új vagy változtak-e meg olyan fogalmak, amelyek az adott csoporthoz kell, hogy tartozzanak.

Az 1. ábrán illusztrált módon a fogalomgyűjtemények létrehozása lekérdezéseken keresztül történik. Ezekben a lekérdezésekben döntjük el, hogy melyik terminológiából szeretnénk a fogalmak közül választani, illetve meghatározzuk a kódra/kódokra irányuló ECL lekérdezéseket. Az alcsoport úgy épül fel, hogy a lekérdezéseket két típusba regisztrálhatjuk. Az egyik, amelynek eredményei bele kell, hogy tartozzanak a lekérdezésbe (1. ábra „Includes” lista), míg a másik csoport tagjai semmiképpen sem tartozhatnak bele a csoportba (1. ábra „Excludes” lista). A fogalomgyűjtemények ilyenfajta létrehozása a HL7 által javasolt architektúra [8], amelyet a szoftver integrál környezetében.



4. ábra: A fogalomgyűjtemények definiálásának felülete.

Amennyiben egy magasabb rangú fogalmat és gyerekeit definiáljuk az első csoportban (1. ábra „Includes” lista), ugyanakkor bizonyos gyerekeket nem szeretnénk a kiértékelés során visszahozni, a kizáró csoportban (1. ábra „Excludes” lista) definiálva ezeket, kiértékeléskor nem lesznek megjelenítve az alcsoportban. A példában láthatjuk, hogy az alhasi fájdalom fogalmait tartalmazó fogalomgyűjteményt szeretnénk létrehozni. Ehhez az alhasi fájdalom fogalomnak az összes gyermekét szeretnénk definiálni. Ez a „<<21522001 |Abdominal pain (finding)|” lekérdezéssel (1. ábra) valósulhat meg. Mivel általában egy fogalomnak az összes gyereke túlságosan tág csoportot képez, az elkülönítendőkhöz felvehetünk az alhasi fájdalom gyerekei közül tetszőlegeseket, amelyeket ezáltal elkülönítünk az alcsoportból. A kizárt fogalmak a kiértékelésben, a tagokat listázó fülön már nem szerepelnek. A kiértékelés eredményét a 2. ábra mutatja.

Code	Term	Code System
102570003	Inguinal pain (finding)	SNOMEDCT
102613000	Localized abdominal pain (finding)	SNOMEDCT
102614006	Generalized abdominal pain (finding)	SNOMEDCT
102615007	Ulcer-type pain (finding)	SNOMEDCT
102626001	Liver pain (finding)	SNOMEDCT
102627005	Liver tender (finding)	SNOMEDCT
102628000	Gallbladder pain (finding)	SNOMEDCT
102631004	Pancreatic pain (finding)	SNOMEDCT
102830001	Renal angle tenderness (finding)	SNOMEDCT
102831002	Renal angle pain (finding)	SNOMEDCT
10760581000119104	Pain in round ligament in pregnancy (finding)	SNOMEDCT
111985007	Chronic abdominal pain (finding)	SNOMEDCT
116290004	Acute abdominal pain (finding)	SNOMEDCT
15629941000119104	Left inguinal pain (finding)	SNOMEDCT
15629981000119109	Right inguinal pain (finding)	SNOMEDCT
15630021000119102	Pain of bilateral inguinal regions (finding)	SNOMEDCT
15803009	Bladder pain (finding)	SNOMEDCT
162038003	Non-colic abdominal pain (finding)	SNOMEDCT
162040008	Abdominal migraine - symptom (finding)	SNOMEDCT
162042000	Abdominal wall pain (finding)	SNOMEDCT
162046002	Central abdominal pain (finding)	SNOMEDCT
162047006	Left subcostal pain (finding)	SNOMEDCT
162048001	Right subcostal pain (finding)	SNOMEDCT
162049009	Left flank pain (finding)	SNOMEDCT

5. ábra: A fogalomgyűjtemény tagjainak kiértékelése a lekérdezések alapján.

Következtetések

A modern platform nagyban elősegíti a terminológus szakértők munkáját abban, hogy különböző egészségügyi terminológia verziókon végezhesenek módosításokat, a verziókat összehasonlítsák, amely a szoftverfejlesztés mintáját követi, ahol ez bevált gyakorlat. A változások nyomon követése fontos része az olyan feladatoknak, ahol több felhasználó számos módosítást hajt végre. A szoftver a módosításokat felülbírálnaként teszi, így az előbbiekben említettekkel kontrollált körülmények között történhet az egészségügyi terminológiák karbantartása.

A platform további előnye a fogalomgyűjtemények lekérdezéseken alapuló meghatározása, amely gyorsítja az összeállításukat és csökkenti annak az esélyét, hogy bármelyik, a fő fogalom alá besorolt fogalom kimaradjon a felsorolásból. Mivel a fogalomgyűjtemények elkészítése jelenleg manuálisan történik ezért a folyamat igencsak körülményes és időigényes. Egy előrelépési lehetőség volna a fogalomgyűjtemények automatikus generálása egy felhasználó által megadott témában, továbbá tagok hozzáadásának vagy eltávolításának javaslata a már meglévő fogalomgyűjteményekhez. Egy jó példa a terület fontosságának kiemelésére az új koronavírus, amely új fogalomgyűjteményként jelent meg a terminológiákban és lett kiegészítve a szoftver segítségével több nemzetközi egészségügyi szolgáltató által.

Hivatkozások

- [1] R. Winnenburg és O. Bodenreider, „Metrics for assessing the quality of value sets in clinical quality measures,” in AMIA Annual Symposium proceedings, vol. 2013, pp. 1497–1505, 2013
- [2] L. Ehrlinger and W. Wöß, „Towards a Definition of Knowledge Graphs,” in SEMANTICS (Posters, Demos, Track), 2016
- [3] K. J. Peterson et al., „Mining Hierarchies and Similarity Clusters from Value Set Repositories,” in AMIA Annual Symposium proceedings, vol. 2017, pp. 1372–1381, 2017
- [4] J. Rogers and O. Bodenreider: SNOMED CT Browsers, Elérhető: https://www.nlm.nih.gov/research/umls/Snomed/snomed_browsers.html [Hozzáférés dátuma: 2020.11.15]
- [5] B2i Healthcare: Snow Owl, Elérhető: <https://github.com/b2ihealthcare/snow-owl> [Hozzáférés dátuma: 2020.11.20]
- [6] IHTSDO: ECL, Elérhető: <https://confluence.ihtsdotools.org/display/SLPG/SNOMED+CT+Expression+Constraint+Language> [Hozzáférés dátuma: 2020.11.20]
- [7] B2i Healthcare: Snow Owl, Elérhető: https://b2i.sg/help/index.jsp?topic=%2Fcom.b2international.snowowl.help%2Fclipsehelpp%2FBrowsing_and_Searching%2FBrowsing-and-Searching.html [Hozzáférés dátuma: 2020.11.15]
- [8] HL7: Value Set, Elérhető: <https://www.hl7.org/fhir/valueset.html> [Hozzáférés dátuma: 2020.11.16]

Adatkonzisztencia és adatminőség elosztott telemedicina rendszerekben

Jánki Zoltán Richárd¹, Bilicki Vilmos²

¹ Szegedi Tudományegyetem, Szoftverfejlesztés Tanszék,
jankiz@inf.u-szeged.hu, 6720 Szeged, Dugonics tér 13.

² Szegedi Tudományegyetem, Szoftverfejlesztés Tanszék,
bilickiv@inf.u-szeged.hu, 6720 Szeged, Dugonics tér 13.

Összefoglaló: A telemedicina rendszerek egyre nagyobb kihívásokkal néznek szembe, ahogy az egészségügyi adatok mennyisége fokozatosan növekszik, illetve a modern Web-alkalmazásoknak egyre több igényt kell kiszolgálniuk. A telemedicina rendszereket leggyakrabban egyszerű kliens-szerver architektúrában képzeljük el, azonban ezek a valóságban sokkal több résztvevővel bírnak, továbbá az adatutak is sokkal bonyolultabbak. A komplex Web-rendszerek hatékony kiszolgálását segítik az elosztott rendszerek, amelyek a telemedicinában is egyre nagyobb teret nyernek. Ugyan az elosztott rendszerek számos problémát megoldanak, újabbak jelennek meg. A CAP-, és PACELC-tételek szerint egyetlen elosztott rendszerben sem garantálható a 100%-os konzisztencia és elérhetőség egyidejűleg. Tanulmányunk során formális módszerekkel megvizsgáltuk valós eseteket modellezve, hogy egy elosztott telemedicina rendszerben hogyan változik a konzisztencia és az adatminőség a késleltetés függvényében. Ezen túl modelleztünk egy könnyedén konfigurálható rendszert, amelyben javítható a rendszer elérhetősége, miközben a konzisztencia szintjére tudunk kényszereket megadni. A rendszer modelljeinek kiértékelése és a fentebb említett tételek alapján kidolgoztunk egy taxonómiát, amely támogatást ad elosztott telemedicina rendszerek tervezéséhez.

Bevezető

A telemedicina az egészségügy egyik leggyorsabban fejlődő ágazata, ahol az összegyűjtött adatok egyre nagyobb méreteket öltenek. Ezek a Web-rendszerek felé irányított igényeken túl az elvárt teljesítmény is egyre csak növekszik.

Egy telemedicina rendszert első pillantásra egy egyszerű kliens-szerver architektúra formájában képzelünk el, azonban ezek ennél sokkal bonyolultabbak. Egyre nagyobb teret nyernek a felhő-alapú megoldások, és mind a privát és publikus felhők megjelenhetnek egy rendszerben, amelyeknél nagyon meghatározóak a teljesítmények, a felmerülő költségek, valamint az adatvédelmi irányelvek. Természetesen a kliens terhelésének csökkentésére nem minden esetben alkalmasak a felhők, hiszen nem tudnak valós időben adatot szolgáltatni

a kliens számára. Ilyen esetekben kerülnek előtérbe az ún. edge-, illetve fog-computing megoldások, ahol az adatfeldolgozás az adatgyűjtés helyén vagy ahhoz közeli ponton történik. Ezáltal a kliens és a felhő közötti kapcsolat bizonytalansága, valamint a késleltetés is csökkenthető. Az elérhetőség javítása érdekében megjelenhetnek ún. tartalomelosztó hálózatok (CDN) és gyorsítótárak (cache-ek) is, amelyek segítségével növelhető egy rendszer elérhetősége és csökkenthető a késleltetés [1].

A telemedicinában is egyre elterjedtebbek az elosztott rendszerek, amelyek nemcsak nagy rendelkezésre állással bírnak, de a teljesítményük is jóval meghaladja elődeikét. Mindazonáltal az elosztott rendszerek sem tökéletesek, itt is megjelennek újabb és újabb kihívások.

Kihívások elosztott rendszerekben

Ahogy Eric Brewer is bemutatta a CAP-tételben [2], nincs olyan elosztott rendszer, amelyben egyidejűleg garantálható kettőnél több a három kívánt paraméter közül. Ezek rendre a konzisztencia (C), elérhetőség (A) és a particionálás-tűrés (P). Később megjelent a PACELC-tétel [3] is, amely egy kiterjesztése a CAP-tételnek, miszerint, amennyiben van partició, választani kell az elérhetőség és a konzisztencia között, különben a késleltetés és a konzisztencia között kell kompromisszumot kötni. Ezzel kimondták, hogy nincs olyan elosztott rendszer, amelyben egyidejűleg garantálható lenne 100%-osan az elérhetőség és a konzisztencia.

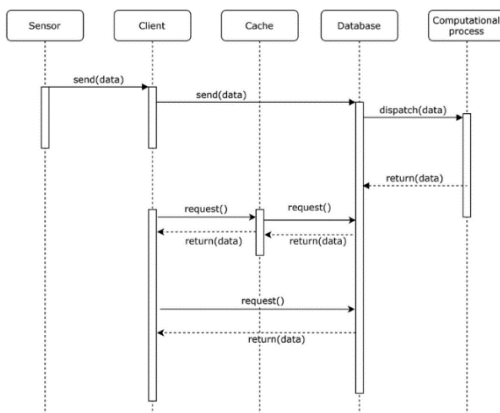
Ezen túl az elosztott telemedicina rendszerekre az is igaz, hogy a komplex adatutak és az aszinkronitás következtében nem garantálható a helyes adatsorrend. Ugyan a klienshez befutott adatok sorrendhelyesek, egy elosztott rendszerben a számító egységek külön szerverpéldányokon futhatnak, amelyek futási ideje nem egyezik meg.

Végül a késleltetés okán inkonzisztencia és adathiány is felléphet. Nagyon sok vitális jel időablakok formájában kerül továbbításra. Egy késleltetés miatt kimaradó jelsorozat, amely kiugró értékeket tartalmaz, esetleges értesítés kimaradást eredményezhet.

Elosztott rendszerek működése a telemedicinában

Az elosztott rendszereknek eltérő konfigurációk mentén kell működni a különböző telemedicina használati esetekben [4]. Eltérő az elvárt működés egy távkonzultációs rendszernél, más egy távműtési rendszernél, vagy egy távmonitorozó rendszernél. A konfiguráció hatással kell, hogy legyen a rendszer elérhetőségére, konzisztenciájára, továbbá az offline viselkedés megengedhetőségére. A használati esetek és a hozzájuk társított

konfigurációk mentén a rendszereket 3 fő kategóriába soroljuk, melyek rendre a nem-offline, fél-offline és az offline telemedicina. Ezt az osztályozást a telemedicina rendszerek formális leírása és a modellek ellenőrzése alapján alkottuk meg. A leírás alapján előálló szimulációs környezetet az 1. Ábrán látható szekvencia diagram szemlélteti, ahol minden egyed egy önálló processzust jelöl a formális leírásunkban.



1. sz. ábra

Elosztott rendszerek formális modellezése

Az elosztott rendszerek vizsgálatára és teljesítményük mérésére valamennyi képességre vonatkozó metrika alkalmas. A Peter Bailis által megalkotott *Probabilistically Bounded Staleness* (PBS) [5] módszer igen hatásosnak bizonyul az ún. quorum-alapú adatbázisrendszereknél, ahol a konzisztenciára két metrikát vezettek be, a t -láthatóságot és a k -romlást. A módszer Monte Carlo szimuláció segítségével végez approximációt az adatbázis rendszerben jelen lévő csomópontok és a quorum mérete alapján. A szimuláció eredményeképp megkapható, hogy egy quorum-alapú rendszerben adott k mértékű romlást tolerálva mennyi t időnek kell eltelnie a konzisztens állapot bekövetkeztéig. A módszer egy közelítést ad, azonban a szimuláció pontossága nagyban függ az iterációk számától.

Ezért a konzisztencia méréshez, és egyúttal a rendszer helyes működésének igazolásához más módszert választottunk. A Leslie Lamport által megalkotott TLA+ [6] nyelv segítségével rendszereket tudunk specifikálni formális eszközökkel. Ezzel a technikával egy elosztott rendszer teljes állapottere megalkotható és bejárható, így a rendszer összes lehetséges

állapota megvizsgálható. Az Amazon és a Microsoft Azure [7] is specifikálta saját elosztott rendszerét a TLA+ nyelvtanával, és a modell ellenőrzése új hibákra világított rá a rendszer működését illetően. Használati esetünket mi is a TLA+ eszköztárával definiáltuk, valamint a specifikációt verifikációnak és kiértékelésnek vetettük alá.

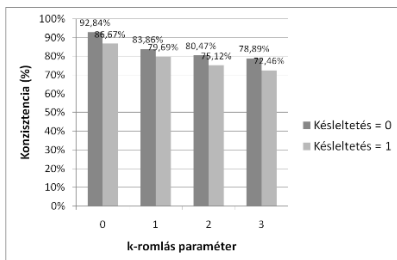
Telemedicina rendszerek modellezése és ellenőrzése

A konzisztencia és az adatminőség olyan tulajdonságok, amelyek az elosztott rendszerekben nagyon könnyen és a komplex adatutak bármely pontján elromolhatnak. Ezeknek a mérése azonban komoly kihívás, ugyanis a megfelelő metrika megválasztása nem triviális.

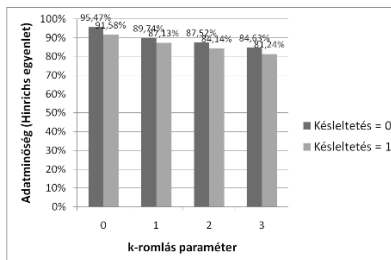
A magasabb rendelkezésre állás érdekében gyorsítótárakat és tartalomelosztókat helyeztünk a rendszerünkbe. Annak érdekében, hogy az elérhetőség növelésével ne romoljon a konzisztencia és az adatminőség szintje, a fentebb ismertetett PBS módszer k -romlás paraméterét használtuk - mint kényszert - arra vonatkozóan, hogy a felhasználandó adatnál milyen mértékű romlást engedünk meg. A rendszerspecifikáció tartalmazza az alap kliens írási és olvasási műveleteket, egy elosztott adatbázis perzisztenciáját, egy elosztott rendszer számítógységét, valamint egy gyorsítótárat. A rendszermodell ellenőrzése során megvizsgáltuk az adatkonzisztenciát a rendszer különböző pontjain adott t időben, rögzített k paraméter és változó késleltetések mellett.

A futtatások eredményében (2. Ábra) jól látható, hogy a késleltetés - mint külső tényező - oly mértékben hat a konzisztenciára, hogy $k=0$ paraméter mellett sem garantálható 100%-os konzisztencia, de a k -romlás mégis nagyban befolyásolja a konzisztenciát a rendszerben. A késleltetés mértéke egységnyi változtatást mutat.

Az adatminőséget a Hinrichs-képlet [8] segítségével számoltuk egy alap távolságfüggvény segítségével. Az adatminőség (3. Ábra) a konzisztenciához hasonló módon csökken a t paraméter növelésével, azonban ez magasabb értéken tartható, mint a konzisztencia.



3. sz. ábra



2. sz. ábra

Összefoglaló

A telemedicina rendszerek felépítése valamennyi esetben nem az egyszerű kliens-szerver architektúra alapján épül fel, hanem a komplex és bonyolult adatutak a jellemzőek, ahol nem egy komponens elosztott rendszerként jelenik meg. Kutatásunk során formálisan specifikáltunk egy könnyedén finomhangolható elosztott telemedicina rendszert, majd a modellen végzett méréseinkkel megmutattuk, hogy a konzisztencia és az adatminőség hogyan változik a konfiguráció és a késleltetés függvényében. A jövőben a rendszer állapotterét leíró gráf vizsgálatával visszük tovább kutatásunkat, amelyből előkerülnek azok a rendszerállapot-sorok, amelyeket megszüntetve a rendszer hatékonysága tovább növelhető.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az EFOP-3.6.1-16-2016-00008 azonosítójú, EU társfinanszírozású projekt támogatta.

Hivatkozások

- [1] J. F. Kurose and K. W. Ross, *Computer Networking: A Top-Down Approach*, 7th Edition, 2017, Pearson Education Limited, Edinburgh Gate, Harlow, Essex CM20 2JE, England
- [2] E. Brewer, CAP Twelve years later: How the "Rules" have Changed, *Computer*, vol. 45, February 2012, pp. 23–29
- [3] Abadi, Daniel. Consistency Tradeoffs in Modern Distributed Database System Design: CAP is Only Part of the Story, volume 45. DOI: 10.1109/MC.2012.33, 02 2012.
- [4] Z. R. Jánki, and V. Bilicki, Crosslayer cache for telemedicine. In *The 12th Conference of PhD Students in Computer Science*, pages 159–163, 2020.
- [5] Bailis, Peter, et al., Probabilistically Bounded Staleness for Practical Partial Quorums, *Ion., Proceedings of the VLDB Endowment*. 5., 2012., 10.14778/2212351.2212359.
- [6] L. Lamport. 2002. *Specifying Systems: The TLA+ Language and Tools for Hardware and Software Engineers*, Addison-Wesley Longman Publishing Co., Inc., USA.
- [7] Microsoft. What are consistency levels in azure cosmos db? <https://docs.microsoft.com/en-gb/azure/cosmos-db/consistency-levels>, 2020.
- [8] Larburu, Nekane, Bults, Richard, and Hermens, Hermie. Quality-of-data management for telemedicine systems. *Procedia Computer Science*, 63:451–458, 12 2015. DOI: 10.1016/j.procs.2015.08.367.

Biztonsági előírások kiértékelése és betartatása heterogén egészségügyi digitális infrastruktúrában

Szabó Zoltán¹, Bilicki Vilmos²

¹Szegedi Tudományegyetem, Szoftverfejlesztési Tanszék, szaboz@inf.u-szeged.hu, 6720, Szeged, Dugonics tér 13.

²Szegedi Tudományegyetem, Szoftverfejlesztési Tanszék, bilickiv@inf.u-szeged.hu, 6720, Szeged, Dugonics tér 13.

Összefoglaló: A telemedicina világa rohamos fejlődésnek indult az utóbbi évek során. Míg alig tíz évvel ezelőtt még pusztán csak az okostelefonok és tabletek megjelenésével és népszerűségével, valamint az újgenerációs, különböző helyzetekre specializált adatbázisok megjelenésével és integrációjával kellett számolnunk, az olyan új kihívások, mint a hibrid, publikus és privát felhőket kombináló backendek, a fog computing népszerűségének terjedése és a különböző kapacitásokkal rendelkező IoT eszközök felbukkanása egy egyre heterogénebb, változatosabb infrastruktúra kialakulásához vezettek. Mindez azonban csak tovább bonyolította telemedicina egyik legjelentősebb hiányosságát, a kidolgozott, domain specifikus biztonsági megoldások és hozzáférést szabályozó eljárások hiányát. Csapatunk egy olyan megoldás megvalósítását kutatja, mely alkalmas arra, hogy a jogosultságok ellenőrzését és a biztonsági előírások, szabályozások betartatását az infrastruktúrán belül az adatút bármely pontján végrehajtsa, figyelembe véve az egyes eszközök, csomópontok sajátosságait, egységes adminisztratív lehetőségeket biztosítva, amíg az átvitt adatok, dokumentumok megfelelnek az előírt ipari szabványoknak. Cikkünkben a megoldásunk működési elvét szeretnénk bemutatni, kitérve olyan speciális problémakörök megoldására a segítségével, mint a VIP betegek kezelése, és a vészhelyzetek során alkalmazandó break-the-glass eljárás.

Bevezető

A telemedicina népszerűsége és elterjedtsége elképesztő mértékben növekedett az utóbbi évtized során, köszönhetően olyan trendeknek, mint az okoseszközök és az IoT elterjedése, valamint a különböző nemzetközi szabványok megjelenése. Előbbi révén korábban sosem látott lehetőségek nyíltak arra, hogy a páciensek rendszeres, pontos vitális adatokat oszthassanak meg orvosokkal állapotuk felméréséhez, elemzéséhez, majd azok az adatok szükség esetén eljuthassanak a megfelelő szakértőkhöz, az esetleges kritikus változásokról egyszerre értesülhessen mind a kezelőorvos, mind a hozzátartozók. Hiv. [1] Utóbbiaknak köszönhetően – mint például a Health Level 7 szabványügyi szervezet által bevezetett Fast Healthcare

Interoperability Resources szabvány – lehetővé vált azt is, hogy ezek a különböző rendszerek ne pusztán izolált, egyedi megoldások alapján működjenek, hanem összehangoltan, azonos dokumentumformátumokat használva biztosítsák egymás között az adatok mobilitását, potenciális integrációt, a páciensek megfelelő ellátásához szükséges kritikus tudás megosztását.

Hiv. [2] A koncepció azonban rendelkezett bizonyos hiányosságokkal, melyek közül a kezdetektől kiemelkedett az adatbiztonság és jogosultságkezelés problémaköre, mivel a telemedicina nem csak az egyik legkomplexebb terület az ilyen igények szempontjából, de az alkalmazások által kezelt páciensadatok is az egyik legérzékenyebb kategóriát képviselik adatvédelem terén. Hiv. [3] Még maga a FHIR szabvány is csak javaslatokat és lehetőségeket kínál a klasszikus attribútum – vagy szerepkör alapú jogosultságkezelő módszerek adaptálására (melyekről azonban pár éve mi is megállapítottuk, hogy önmagukban nem elegendők a telemedicina igényeinek kielégítéséhez, és megkerülhetetlen a kombinálásuk, bővítésük), konkrét módszert, bevált elvet nem. A problémát tovább bonyolította az olyan technológiák adaptációja, mint a hibrid – publikus és privát szolgáltatókat kombináló – felhők, az edge/fog computing, melynek egyik követelménye az adatok lokális, offline feldolgozása, valamint az IoT révén egyre növekvő heterogenitású képességek az infrastruktúrában résztvevő eszközök részéről. Ezekből következik, hogy a jogosultságkezelésre, továbbá az adatok transzformálására a rendszer és az adatút több pontján is szükség van.

Módszer

Infrastruktúra

A fentiek fényében kutatásunk kezdeti lépéseinek egyike egy olyan ideális koncepció megtervezése volt, mely képes kiszolgálni a fenti igényeket, alkalmazható az adatút több, tetszőleges pontján, a hozzáférés engedélyezésén és tiltásán túl pedig tudnia kell transzformálni is az adatokat az infrastruktúra egyes részeihez adaptálva, mindezt úgy, hogy figyelembe veszi a polyglot perzisztenciás trendeket, tehát nem függ a konkrét backend technológiától, amíg a tárolt dokumentumok azonos formátumot követnek. Hiv. [4] A koncepció alapvázát az OASIS eXtensible Access Control Markup Language (XACML) szabványa alapján modelleztük, mely a jogosultságkezelés folyamatát kiszervezi egy, az infrastruktúrától független, ám azzal egyszerűen integrálható, elosztott modellbe, melynek alapelemei a hozzáférési szabályok definiálását és szerkesztését lehetővé tevő Policy Administration Point (PAP), a rendszer felhasználóinak identitásait kezelő

Policy Information Point (PIP), a szabályok, hozzáférési igények és felhasználói identitás alapján a hozzáférés validitását és szintjét megállapító Policy Decision Point (PDP), továbbá a döntést érvényesítő és betartató Policy Enforcement Point (PEP). Maga az XACML azonban számos olyan szigorú korlátozást tartalmaz, melyek önmagukban elég szoros megkötések a telemedicina területével szemben, emiatt más kutató – és fejlesztőcsapatokhoz hasonlóan mi is bővítettük az alapot. Az XACML által előírt kötelező formátum elhagyásán túl a FHIR dokumentumszabványok támogatása érdekében opcionálisan lehetővé tettük, hogy egy fizikai – és logikai csomópont betölthessen akár többet is a fent felsorolt négy kulcsszerep közül.

A következő lépés annak felmérése volt, hogy pontosan milyen eszköz, keretrendszer vagy modul töltheti be ezeket a szerepköröket. Hiv. [5, 6, 7] Előzetes felméréseink során összehasonlítottuk a különböző nagy felhőszolgáltatók által kínált lehetőségeket a jogosultságkezelésre, az eredmények azonban nem bizonyultak kielégítőnek – a Google Cloud, az AWS és az Azure által kínált lehetőségeket összevetve közös vonásnak bizonyult, hogy jogosultságkezelési lehetőségeik kizárólag a klasszikus szerepkör alapúra korlátozódtak, azon belül is dokumentum szintű definíciókra, ellehetlenítve így a mező/attribútum szintű védelmet (az utóbbi bő egy év során kezdtek el terjedni olyan kiforrottabb kezdeményezések egyes szolgáltatók részéről, melyek lehetővé teszik ezt a fajta szabályozást), amennyiben komplexebb, akár kontextuális információkat is figyelembe vevő, és a bejegyzéseket a hozzáférés biztosítása előtt transzformáló eredményt szeretnénk volna elérni, ahhoz igénybe kellett vennünk az egyes platformok szervertelen FaaS trigger szolgáltatásait, mint az AWS Lambda és a Google Cloud Function, melyek egyúttal a szabályokat függővé is tették az egyes platformoktól, megkövetelve azok átírását, portolását, szinkronizálását a különböző szolgáltatók között, megnehezítve a heterogenitás kezelését.

Hiv. [8] A választásunk végül az egyre növekvő népszerűségű külső Open Policy Agent-re, egy biztonsági szabályokat kiértékelő, Go és WebAssembly nyelveken elérhető engine-re esett, mely képes önálló entitásként kilógatott hálózati végpontokon keresztül fogadni és kiértékelni a különböző hozzáférési igényeket, az engedélyezésen felül módosítani, akár eltávolítani, vagy titkosítani egyes mezők tartalmát, szükség esetén pedig a WebAssembly runtime-on keresztül önállóan futtatható, web – és szervertelenszerű alkalmazások kódjával integrálható megoldásként is.

Elv

A szabályok leírását illetően a potenciális hozzáféréskezelési eseteket négy kategóriába osztottuk: a **Role Evaluation** szabályok a rendszer legegyszerűbb, akár a szolgáltatók által is kezelhető esetét jelölik, amikor pusztán az adott felhasználó rendszerben betöltött szerepe alapján (orvos, páciens, hozzátartozó, ápoló, stb.) kerül megállapításra a jogosultság. Ekkor a kiértékelés bemenete a kért művelet és a felhasználó identitása, az eredménye pedig vagy a hozzáférés szintje, vagy kevésbé kritikus adat esetén akár maga a dokumentum. Hasonlóan épül fel a **Contextual Evaluation** kategória, azzal a különbséggel, hogy a felhasználó identitásán felül figyelembe veszi a művelet kontextusát is, beleértve olyan elemeket, mint az idő, a felhasználó fizikai lokációja, a lekért dokumentum tartalma. A **Contextual Modification** bemenete azonban a felhasználó identitása helyett már az előbbi két kategória egyike által megállapított hozzáférési szint, mely alapján módosítja egyes mezők, dokumentumok tartalmát, vagy akár törli is azokat az eredmények közül. A negyedik, **Break-the-Glass** nevű kategória ennek a még komplexebb változata, ezek a szabályok jelöli ugyanis azokat az eseteket, amikor egy vészhelyzet ellátásakor az adatok hozzáférését sem a páciens, mint elsődleges tulajdonos, sem a kezelőorvosa nem adhatja ki időben, így az ellátást éppen teljesítő orvosnak hozzá kell férnie a kritikus adatokhoz a definiált biztonsági és hozzáférési szabályok felülbíráásával. Ekkor a szigorú logolás, komplex azonosítási mechanikák mellett a konkrét szabály részeként el kell távolítani, vagy titkosítani kell minden olyan mezőt a lekért dokumentumokból, melyek hozzáférését még az adott vészhelyzet sem indokolhatja.

Ezzel a terminológiával míg a vészhelyzetek kezelését a Break-the-Glass kategória teljes egészében lefedi, modellezhető a valós alkalmazások esetén felmerült VIP beteg problémaköre is. Az intézményen átívelő általános irányelvek helyett a páciens és a kezelőorvosa a definiált szabályok révén maximálisan korlátozhatja, hogy egyáltalán ki férhet hozzá bármilyen dokumentumhoz, és az adott dokumentumokon belül mely mezők azok, amelyeket esetlegesen minden esetben el kell távolítani, vagy titkosítani.

Eredmények

Első kísérleteink arra irányultak, hogy megállapítsuk, hatékonyan megvalósítható-e mind a négy kategória az OPA segítségével. Ehhez minden kategóriából implementáltunk egy-egy szabályt az engine saját, Rego nevű scriptnyelvén, majd, hogy első körben kizárólag a megvalósíthatóságra fókuszálhassunk, teljes infrastruktúra kialakítása helyett az OPA belső

adatbázisát töltöttük fel FHIR mintaadatokkal, melyeket a szerver REST végpontjain keresztül, a megadott hozzáférési szabályok lefuttatása mellett lekérdeztünk. Az egyes lekérések között folyamatosan növeltük az adatbázisban tárolt dokumentumok mennyiségét addig a pontig, ahol az egyes kiértékeléseknek már pontosan egy millió dokumentumon kellett végigfutnia. A célunk elsősorban az OPA hatékonyságának kiértékelése volt a processzor – és memóriafelhasználást illetően (a késleltetés a tesztelt rendszeren). A százalékos processzorfelhasználást az 1. számú, míg a megabyteban mért memóriaigényt a 2. számú táblázaton ábrázoltam.

1. sz. táblázat

Méret	Role Eval	Cont. Eval	Cont. Modif.	BTG
10	0,00	0,00	0,00	0,00
100	0,00	0,00	0,00	0,00
1000	1,56	6,34	1,56	1,56
10000	10,84	28,07	17,43	23,37
100000	130,86	127,74	135,53	129,43
1000000	326,94	357,63	334,93	328,10

2. sz. táblázat

Méret	Role Eval	Cont. Eval	Cont. Modif.	BTG
10	15,039	14,867	13,66	14,8
100	15,034	14,949	16,234	14,87
1000	16,187	16,488	17,757	15,46
10000	44,863	44,929	44,835	47,367
100000	398,968	395,3	329,043	400,227
1000000	3806,277	3933,394	3937,359	3839,019

Következtetések

Az eredmények kifejezetten kedvezőnek bizonyultak, elemzésük során ugyanis lényegében az derült ki, hogy az OPA erőforrásigényei az input méretének intenzív növekedése mellett is egy kedvező, nemlineáris görbét követnek, még nagy adatmennyiség esetén is kezelhető igényekkel (melyek egy valós rendszer esetén, ahol a dokumentumok természetesen nem az OPA belső adatbázisában vannak tárolva várhatóan még alacsonyabbak lesznek).

Ennek függvényében kutatásunkat tovább folytattuk egy mérési infrastruktúra felállításával, melyben már valós egészségügyi alkalmazások viselkedését szimulálva egy mintaadatbázis segítségével folytattuk a kísérleteket, immár értékelve a rendszeren belüli késleltetéseket. Ezek a mérések és vizsgálatok jelenleg is zajlanak, melyek végeztével éles, klinikai tesztelés alatt álló alkalmazásokra is kiterjesztjük a tesztelést, valamint elkezdjük a hivatalos minták, ellenminták, útmutatók kidolgozását is a módszer adaptálása, továbbfejlesztése érdekében külső fejlesztő – és kutatócsoportok számára is.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az EFOP-3.6.1-16-2016-00008, EFOP-3.6.3-VEKOP-16-2017-00002 és GINOP-2.2.1-15-2017-00073 azonosítójú, EU-társfinanszírozású ösztöndíjkból támogatták.

Hivatkozások

- [1] FHIR Overview, URL: <https://www.hl7.org/fhir/overview.html>, Megnyitva: 2020. november 20.
- [2] A. M. Altamimi: Security and privacy issues in eHealthcare systems: towards trusted services. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications* 7.9 (2016):229-236.
- [3] Szabó, Z. and Bilicki, V.: Felhőben tárolt egészségügyi adatok védelme ABAC modellel, XXXI. Neumann Kollokvium, 2018.
- [4] D. Ferraiolo, R. Chandramouli, Ramaswamy Chandramouli, R. Kühn, V. Hu: "Extensible access control markup language (XACML) and next generation access control (NGAC)." *Proceedings of the 2016 ACM International Workshop on Attribute Based Access Control*. 2016.
- [5] Cloud Healthcare API, Available: <https://cloud.google.com/healthcare/docs>, Accessed: 21 March 2020
- [6] Azure API for FHIR Documentation URL :<https://docs.microsoft.com/en-us/azure/healthcare-apis/>, Megnyitva: 2020. szeptember 20.
- [7] Building a Serverless FHIR Interface on AWS, Link: <https://aws.amazon.com/blogs/architecture/building-a-serverless-fhir-interface-on-aws>, Megnyitva: 2020. november 10.
- [8] Open Policy Agent official site. <https://www.openpolicyagent.org/>.

Akadálymentesítő módszer megvalósítása a WordPress Gutenberg blokszerkesztőhöz

Csontos Balázs¹, Heckl István²

^{1,2}Pannon Egyetem, Rendszer- és Számítástudományi Tanszék,

¹csontos@dcs.uni-pannon.hu, ²heckl@dcs.uni-pannon.hu

^{1,2}8200 Veszprém, Egyetem utca 10.

Összefoglaló: Az Európai Unió előírja, hogy 2021. június 23-a után minden közsférabeli weboldalnak és mobil alkalmazásnak akadálymentesnek kell lennie. Ez a gyakorlatban annyit jelent, hogy a weboldaloknak eleget kell tenniük az aktuális Web Akadálymentesítési Útmutató (WCAG) „AA” szintű ajánlásainak. Ezen ajánlások betartásának ellenőrzése a tartalomkezelő rendszerekben (CMS) nem mindenhol hatékony. A közsférabeli weboldalak üzemeltetőnek ezért komoly kihívást jelent az akadálymentesség szempontjából hibás webtartalmak javítása. A cikk egy olyan új módszert mutat be, amely lehetővé teszi a WordPress tartalomkezelő Gutenberg blokszerkesztőjén keresztül felvitt információk ellenőrzését és javítását a WCAG ajánlásai alapján.

Bevezető

A 2000-es évektől gyorsuló ütemben vált az internet az információk és a szolgáltatások megkerülhetetlen szereplőjévé. Napjainkra a közsférabeli szervezetek egyre több szolgáltatása vált elérhetővé weboldalon. Kezdetben az elektronikus szolgáltatások eléréséhez semmilyen formai és működésbeli követelmény nem fogalmazódott meg, így ezek elérése a fogyatékkal élő emberek számára nagyon nehéz volt. A problémát felismerve a World Wide Web Consortium (W3C) létrehozta a Web Akadálymentesítési Útmutatót (WCAG) [1], amely széleskörű ajánlásokat foglal magában, hogy a webtartalmak és szolgáltatások minél könnyebben legyenek elérhetők a fogyatékkal élők számára is. A WCAG az akadálymentességnek három szintjét különbözteti meg. A legalacsonyabb az „A” szint, amelyet egy akadálymentes weboldalnak mindenképpen be kell tartania. Egyel magasabb szintű hozzáférhetőséget határoz meg a „AA” szint, amely teljesítése legtöbbször ajánlott, főleg közérdekű közsférabeli weboldalak esetében. A legszigorúbb a „AAA” szint, amely komoly követelményeket támaszt a weboldal készítőivel és üzemeltetőivel szemben. Ezt a szintet azonban a W3C nem javasolja, mivel a szint elérését egyes tartalmak esetén csak nagyon nehezen lehet teljesíteni. Az ajánlások megjelenése után számos ország vezetett be kötelező érvényű jogszabályokat, hogy biztosítsák a

weboldalak jobb hozzáférését. Az Európai Unió egy 2016-os direktívájában arra kötelezi tagállamait, hogy 2021. június 23-a után minden közszférabeli weboldalnak és mobil alkalmazásnak akadálymentesnek kell lennie [2]. Ez a gyakorlatban azt jelenti, hogy a weboldaloknak eleget kell tenniük a WCAG 2.1-ben szereplő „AA” szintű ajánlásoknak [3].

A magyarországi közszférabeli weboldalak akadálymentességi szempontok alapján történő vizsgálatokból [4], [5] kiderült, hogy az ajánlásokat sok esetben nem tartják be. Ennek az egyik lehetséges oka, hogy a weboldalak üzemeltetői és tartalom szerkesztői nem rendelkeznek kellő informatikai tudással ahhoz, hogy a közszférabeli weboldalakon lévő tartalmakat megfelelően akadálymentesíteni tudják. A probléma egyik oka, hogy az interneten található weboldalak több mint 60%-a [6] valamilyen tartalomkezelő rendszeren (CMS) fut. Ez jelentősen bonyolítja az akadálymentesítés folyamatát, mivel külön kell kezelni a tartalmi és weboldal szerkezeti problémákat.

Adatbevitelt ellenőrző módszer a WordPress Gutenberg szerkesztőhöz

A tartalomkezelő rendszer-alapú weboldalakon található problémák javítására számos módszer [7] alkalmazható. Ezek egyike az adatbevitelt ellenőrző módszer, amelynek alapja, hogy a felhasználó közvetlenül az információk felvitele után értesül arról, ha olyan HTML formázást használt a weboldalán, amely nem teljesíti megfelelően a WCAG ajánlásait. A mai modern tartalomkezelő rendszerekben az információfelvitel úgynevezett WYSIWYG szerkesztők [8] segítségével történik. Az irodai szoftverekhez hasonlóan egy felhasználói felület segítségével könnyedén lehet létrehozni multimédiás tartalmakat a weboldalakon. A szerkesztőbe felvitt információkat (szöveg, kép, videó stb.) a szerkesztő HTML kóddá alakítja át, így a felhasználóknak nem szükséges ismerniük a HTML leíró nyelvet. A jelenleg legnépszerűbb WordPress [9] tartalomkezelő rendszer alapértelmezett szerkesztője a Gutenberg blokkszerkesztő. Mivel a tartalomkezelők alapértelmezett szerkesztői modulárisak, vagyis további funkciókkal bővíthetők egy-egy újabb plugin telepítésével, ezért az ellenőrzés legegyszerűbben úgy valósítható meg, ha a szerkesztő szolgáltatásait kibővítjük egy akadálymentességet ellenőrző pluginnal.

A jelenleg általunk fejlesztett Gutenberg Accessibility Checker egy olyan plugin, amely lehetővé teszi különböző WCAG akadálymentesítési problémák detektálását, és azok automatikus javítását a WordPress alapértelmezett tartalom szerkesztőjében. A telepítést követően a plugin összeveti a szerkesztő adott blokkjában szereplő HTML forráskódot a

meglévő szabályrendszerrel, és ha ott hibát talál, akkor a blokk mellett azt egy piros figyelmeztető körben jelzi a hibák számának megjelenítésével együtt. Ha a felhasználó rákattint a piros körre, akkor a jobb oldalon egy felugró ablakban jeleníti meg a rendszer a detektált problémákat, azok leírásait, valamint a javítási lehetőségeket.

A Gutenberg Accessibility Checker ellenőrzőben jelenleg számos akadálymentesítési szabály került megvalósításra JavaScript alapokon. A szabályok struktúrájának kialakításakor a fő fejlesztési szempont az volt, hogy az új akadálymentesítési szabályokat a későbbiekben minél egyszerűbben lehessen implementálni. A Gutenbergben szereplő különböző típusú blokkokhoz eltérő ellenőrzési szabályok kerültek kialakításra. Például egy kép blokk esetén, amely segítségével a felhasználó egy képet illeszthet be, csak képspecifikus problémák kerülnek ellenőrzése, mint például az alt címke meglétének ellenőrzése. A következő szabályok megvalósítása is folyamatban van:

- **Usage of paragraphs as headings:** Ez a szabály ellenőrzi, hogy a címsorokban lévő *h1-h6* címkék helyett, nem *p* címkék kerültek-e használatba.
- **Sequential headings:** Ez a szabály ellenőrzi, hogy a címsorokat egymás után (növekvő sorrendben) használják-e, azaz egy *h1-es* címsort a *h2-es* címsor követi-e.
- **Adjacent links:** Ez a szabály ellenőrzi, hogy az egymás melletti hivatkozásoknak nem ugyanaz-e a *href* címkéje.
- **Ordered list structure:** Ez a szabály ellenőrzi, hogy a rendezett listák tartalmaznak-e *ol* elemet.
- **Unordered list structure:** Ez a szabály ellenőrzi, hogy a rendezetlen listák tartalmaznak-e *ul* elemet.
- **Contrast ratio of the text:** Ez a szabály ellenőrzi, hogy a szöveg kontrasztaránya meghaladja-e a meghatározott normál értéket.
- **Alt text filename:** Ez a szabály ellenőrzi, hogy a kép alt szövege megegyezik-e a kép fájlnevével.
- **Table caption:** Ez a szabály ellenőrzi, hogy minden table elemnek van-e felirata, amely leírja a táblázatban szereplő adatokat.
- **Table headers:** Ez a szabály ellenőrzi azt, hogy minden table elem tartalmaz-e legalább egy fejléc - *th* - elemet.

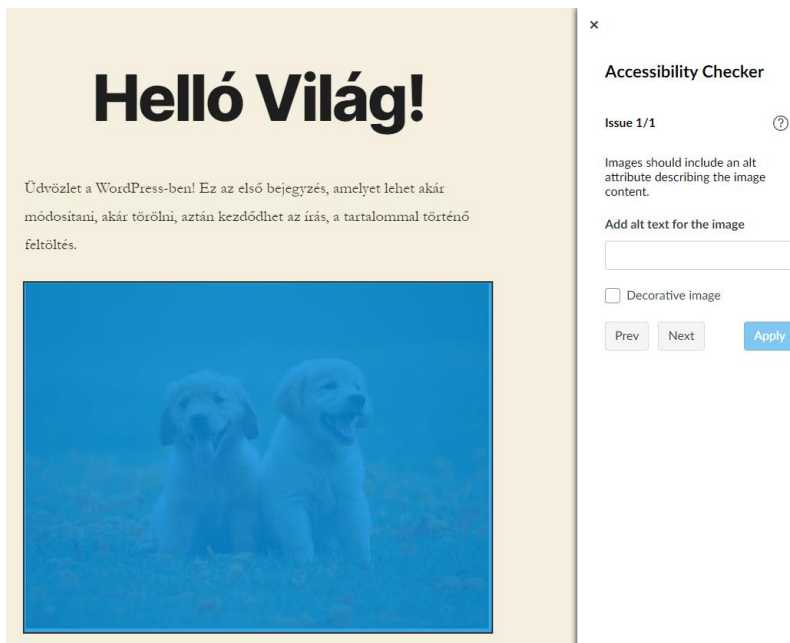
Példa a Gutenberg Accessibility Checker akadálymentesítő plugin használatára

A módszer használatának bemutatásához a WordPress tartalomkezelő Gutenberg szerkesztőjébe egy Kép blokk használatával egy alt szöveg nélküli

kép került beillesztésre. Miután bekerült a hiányos HTML-kód az adott bejegyzésbe az akadálymentesítő plugin valós időben detektálja a problémát, majd a felhasználót egy piros kör formájában értesíti a hibáról, lásd 1. ábra. Miután a felhasználó az értesítési gombra kattint, megjelenik az adott blokkban található hiba egy rövid problémaleírással. Ha a felhasználó javítani szeretné a problémát, akkor egyszerűen csak ki kell töltenie az üres mezőt a beillesztett kép leírásával, majd végül el kell fogadni azt. Az elfogadás után az akadálymentesítő plugin hozzáadja a HTML forráskódhoz a hiányzó alt szöveget.



6. ábra: Hiányos elem detektálása a Gutenberg Accessibility Checker használatával.



7. ábra: Hibajavítás a Gutenberg Accessibility Checker használatával.

Összefoglalás

A magyarországi közsférabeli szervezetek weboldalainak csak nagyon kis százaléka akadálymentes. Az ott szerepelő szolgáltatások széleskörűbb eléréséhez azonban új akadálymentesítő módszerek megvalósítására van szükség. A mostani kutatás során megkezdődött egy olyan WordPress plugin fejlesztése, amely segítségével hatékonyan javíthatók a Gutenberg blokkszerkesztőn keresztül felvitt multimédia tartalmak akadálymentességi szempontok alapján. Célunk, hogy a plugin széleskörű hazai és nemzetközi használatával tovább tudjuk növelni a meglévő akadálymentesített weboldalak számát.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet az EFOP-3.6.1-16-2016-00015 projekt anyagi támogatásáért. Az innovációs és technológiai minisztérium ÚNKP-20-3 kódszámú új nemzeti kiválóság programjának a Nemzeti kutatási, fejlesztési és innovációs alapból finanszírozott szakmai támogatásával készült.

Hivatkozások

- [1] W3C, “Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1.” [Online]. Elérhető: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>. [2020.11.23].
- [2] European Union, “DIRECTIVE (EU) 2016/2102 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 26 October 2016 on the accessibility of the websites and mobile applications of public sector bodies,” *Off. J. Eur. Union*, 2016.
- [3] ETSI, “EN 301 549 (V2.1.2): Accessibility requirements for ICT products and services,” 2018. [Online]. Elérhető: https://www.etsi.org/deliver/etsi_en/301500_301599/301549/02.01.02_60/en_301549v020102p.pdf. [2020.11.23].
- [4] B. Csontos and I. Heckl, “Accessibility, usability, and security evaluation of Hungarian government websites,” *Univers. Access Inf. Soc.*, Apr. 2020.
- [5] C. Sik-Lanyi and É. Orbán-Mihálykó, “Accessibility Testing of European Health-Related Websites,” *Arab. J. Sci. Eng.*, vol. 44, no. 11, pp. 9171–9190, Nov. 2019.
- [6] W3Techs, “Usage of content management systems.” [Online]. Elérhető: https://w3techs.com/technologies/overview/content_management. [2020.11.23].
- [7] B. Csontos and I. Heckl, “Improving accessibility of CMS-based websites using automated methods,” *Univers. Access Inf. Soc.*, 2020.
- [8] Wikipedia, “WYSIWYG.” [Online]. Elérhető: <https://wikipedia.org/wiki/WYSIWYG>. [2020.11.23].
- [9] WordPress Foundation, “WordPress.” [Online]. Elérhető: <https://wordpress.org>. [2020.11.23].

A NEAK járóbeteg és fekvőbeteg ellátást nyújtó intézmények weblapjainak akadálymentességi vizsgálata

Gál Kinga Henrietta¹, Sándor Zoltán¹

¹ Semmelweis Egyetem, Egészségügyi Közzszolgálati Kar, Digitális

Egészségtudományi Intézet

kinga.gal98@gmail.com

sandor.zoltan@public.semmelweis-univ.hu

1094 Budapest, Ferenc tér 15.

Összefoglaló: Jelen kutatás a NEAK adatbázisában található járó- és fekvőbeteg ellátást nyújtó intézmények weblapjainak akadálymentességi vizsgálatával foglalkozik, bemutatja az országos helyzetet, illetve a megyék közötti különbségeket. A tesztelések WAVE és Nibbler tesztelével történtek meg, majd az adatok leíró statisztikai módszerekkel kerültek kiértékelésre. A kapott értékekből kiolvasható, hogy a NEAK intézményi weblapok vegyesen szerepelnek a vizsgálatokon, mind területileg, mind országosan nagy különbségek figyelhetők meg. Emellett elmondható, hogy ezen oldalaknak szükségük van különböző javításokra az akadálymentesség szempontjából, annak érdekében, hogy a fogyatékkal élők is megfelelően tudják őket használni.

Bevezetés

A 21. században, a technika térnyerésével és fejlődésével egyre égetőbb kérdés az, hogy ki és hogyan tudja használni a különböző számítógépes programokat, eszközöket. Ezek a legtöbb ember számára kézenfekvőek, egyszerűek, azonban találkozhatunk olyanokkal, akiknek ezen dolgok használata nehézséget okoz. Ma a világ lakosságának körülbelül 10%-a él valamilyen fogyatékossgal, mely nagyból 650 millió embert érint. [1] Magyarországon a tavalyi 2019-es évben a lakosság 2,5%-át fogyatékkal élő személyként regisztrálták. [2] A legutóbbi, 2011-es népszámlálás szerint az össznépesség majdnem 5%-a élt valamilyen fogyatékossgal, összesen 490 578 fő, melyből 47%-uk mozgássérült, 16%-uk gyengénlátó, aliglátó, vagy vak, 18%-uk valamilyen értelmi vagy mentális fogyatékossgal küzd, míg 14,5%-uk nagyothall vagy siket. [3] A mai weblapok többségét egy hátrányos helyzettel élő személy nehezen, vagy szinte alig tudja használni. A legtöbb internetes oldal nem, vagy csak minimálisan használ olyan alternatív lehetőségeket, amik ezen célcsoport számára valamilyen segítséget nyújt.

Az Európai Unióban körülbelül 761 000 darab közzsférabeli webhely működik jelenleg, melyekhez nagyjából 167 millió uniós polgár nehezen, vagy szinte alig tud hozzáférni. Ennek fényében az EU minden uniós tagállam számára 2016. október 26-án kiadott egy irányelvet, mely kötelez minden országot arra, hogy a közszeaktorbeli, illetve olyan magánszervezeti weblapok, melyek közfeladatot látnak el – például egészségügy, oktatás – teljes mértékben akadálymentessé kell alakítani. [4, 5]

Ezt az irányelvet Magyarországon törvénybe is foglalták, mely szerint azokon a honlapokon, amik 2018. szeptember 23-a előtt még nem lettek közzétéve 2019. szeptember 23-tól szükséges az előírás alkalmazása, a már régebben közzétett honlapok esetében ez a határidő 2020. szeptember 23-a, míg a mobilalkalmazásokra ez a szabályozás 2021. június 23-tól érvényes. Mindezek végrehajtásáról 2021. december 23-ig kell egy jelentést küldeni az Európai Bizottságnak. [6]

Figyelembe véve az Európai Unió irányelvét, a magyar törvényeket – melyeknek határideje sürgeti az országot –, illetve azt a tény, hogy Magyarországon a fogyatékkal élők a társadalom 2,5%-át teszik ki, fontos foglalkozni azzal a kérdéssel, hogy ezek az emberek hogyan tudják elérni a különböző honlapokat, és ezen honlapok mennyire átláthatók, használhatók a számukra. Miután az egészségügyi ellátórendszer elérhetősége kulcskérdés minden állampolgár számára, fokozott figyelemmel javasolt eljárni az egészségügyi weboldalak tervezési, fejlesztési és karbantartási folyamatai során, hogy ne sérüljön az akadálymentes hozzáférés megléte. Ez több szempontból is fontos, miután számos, az egészségügyi ellátással kapcsolatos információ, például az intézmények elérhetősége, az aktuális információk, friss hírek, változások és gyakran az időpontkérés is mind az adott intézmény (kórházak, rendelők) honlapjáról érhetők el.

Célkitűzés

Jelen kutatásban a magyar közegészségügyi, ezen belül a járó-, illetve fekvőbeteg ellátással foglalkozó intézmények weblapjainak akadálymentességét vizsgáltuk. A vizsgálat célja az volt, hogy helyzetképet kapjunk arról, hogy ezek a magyarországi honlapok hogyan teljesítenek egyes, az akadálymentességet vizsgáló teszteken. Továbbá a kutatás során kíváncsiak voltunk arra is, hogy az országon belül, megyei szinten vannak-e különbségek az eredményekben.

Módszer

A kutatás során a magyar járóbeteg, illetve fekvőbeteg ellátást nyújtó intézményeket vizsgáltuk az ország egészére nézve, majd megyék szerint csoportosítva, melyeknek pontos listája a Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő (NEAK) honlapjáról érhető el. A táblázatokból a megye nevét, valamint a szakellátó intézmény nevét használtuk fel. [7, 8]

A teszteket a WAVE (<https://wave.webaim.org/>), illetve a Nibbler (https://nibbler.silktide.com/en_US) tesztelőkkel végeztük el. Egy adott intézményi weblap kutatásánál a NEAK listájában található elnevezést illesztettük be a Google keresőjébe, és az első oldal eredményeit ellenőriztük le, hogy megtalálható-e a keresett intézmény honlapja. Bizonyos esetekben nem talált a Google weblapot az adott intézményhez. Továbbá előfordult a tesztelés során, hogy sem a WAVE, sem a Nibbler tesztelő program nem tudta letesztelni az adott oldalt, így ezeket is kihagytuk a vizsgálatból. A tesztelés időszaka WAVE tesztelővel a 2020. szeptember 20. – 2020. október 10. időtartam volt, míg a Nibbler tesztelővel való tesztelés ennél több időt, összesen kb. 1 hónapot (2020. szeptember 20. – 2020. október 22.) vett igénybe, mivel ez utóbbi tesztelő napi tesztelői limittel rendelkezik.

A tesztelésekből kapott nyers adatokat MAC Microsoft Excel 2020 táblázatkezelő szoftverrel tároltuk, majd az alkalmazás saját, bővítményként megtalálható „Adatalemzés” menüpontját használtuk az adatok leíró statisztikai kiértékelésére.

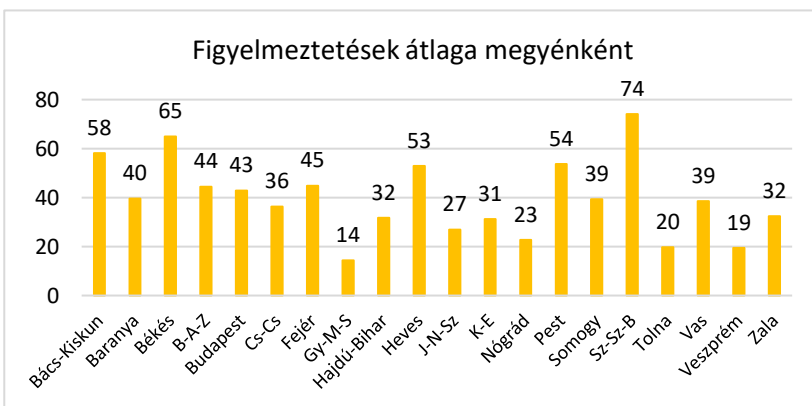
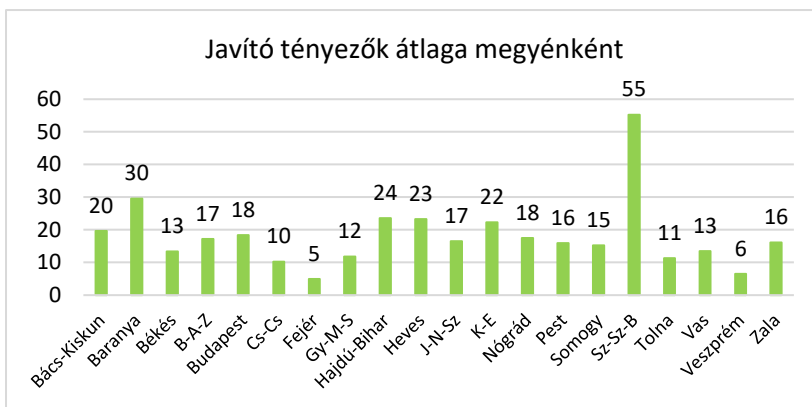
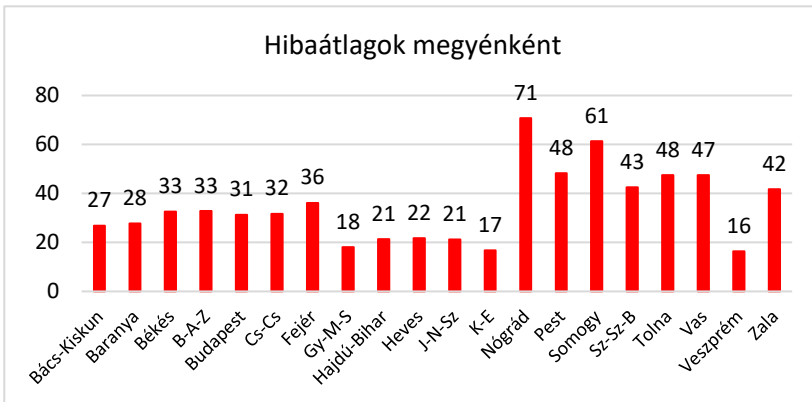
Eredmények

Az összesen 421 darab intézményből, 319 esetben találtunk olyan honlapot, mely sikeresen tesztelhető volt.

A WAVE tesztelő országos eredményei az 1. Táblázatban láthatók. Megyék szerint a hibaátlagokat, a figyelmeztetések átlagát, valamint a javító tényezők átlagát az 1. Ábra diagramjai szemléltetik.

1. Táblázat: Országos WAVE eredmények (darab)

	Hibák	Figyelmeztetések	Javító tényezők	Szerkezet	ARIA
Átlag ± Szórás	32±45	41±73	18±33	33±35	17±44
Medián	16	20	10	26	1
Módusz	1	17	0	0	0
Tartomány	420	779	379	364	416
Minimum	0	1	0	0	0
Maximum	420	780	379	364	416

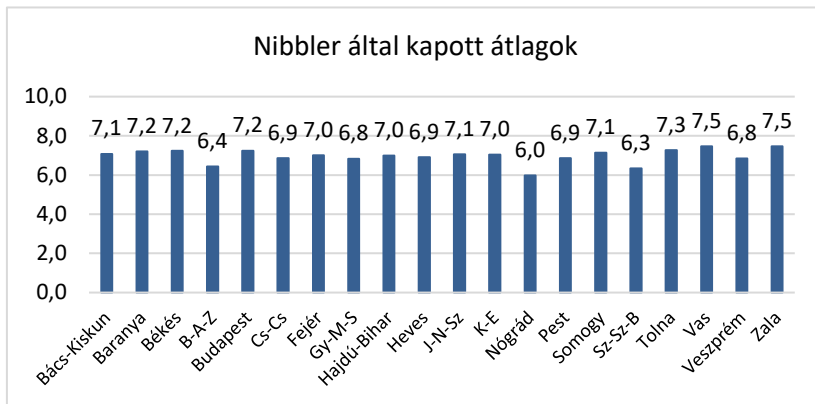


1. Ábra: WAVE eredmények megyénként (darab)

A Nibbler tesztelő országos eredményei a 2. Táblázatban láthatók. Megyék szerint az átlagértékeket a 2. Ábra diagramja szemlélteti.

2. Táblázat: Országos Nibbler eredmények (pontszám)

	Átlag ± Szórás	Medián	Módusz	Tartomány	Min	Max
Nibbler pontszám	7,0±1,4	7,2	7,5	9,4	0,0	9,4



2. Ábra: Nibbler által kapott átlagok megyénként (pontszám)

Következtetések

A WAVE hibaátlagok eredményei alapján felállított sorrend szerint a legjobban teljesítő 3 megye: Veszprém megye, Komárom-Esztergom megye és Győr-Moson-Sopron megye. Az 1 intézményre jutó hibaátlagok sorrendje alapján ez a sorrend: Budapest, Veszprém megye és Hajdú-Bihar megye. A Nibbler tesztelő szerint a 3 legjobb megye: Vas megye, Zala megye és Tolna megye. A WAVE hibaátlagok eredményei alapján felállított sorrend szerint a legrosszabbul teljesítő 3 megye: Tolna megye és Pest megye holtversenyben, Somogy megye és Nógrád megye. Az 1 intézményre jutó hibaátlagok sorrendje alapján ez a sorrend: Vas megye, Tolna megye és Nógrád megye. A Nibbler tesztelő szerint a 3 legrosszabb megye: Borsod-Abaúj-Zemplén megye, Szabolcs-Szatmár-Bereg megye és Nógrád megye. A sorrendek összevetéséből kijelenthető, hogy ezen kutatás eredményei alapján Nógrád megye teljesített a legrosszabbul. A legjobban teljesítő megyék esetén ez már nem dönthető el ilyen egyértelműen, aminek az oka

feltételezhetően az, hogy a két tesztelő alapján más szempontokat vizsgál a weblapokon.

A kutatás szerint a WAVE eredményeiből kiderült, hogy az intézményi honlapok értékei között mind egyéni értéket, mind átlagértékeket tekintve az összes szegmensben nagy a szórás. A hibákat és figyelmeztetéseket tekintve magas, míg a javító tényezőket tekintve alacsony átlagpontoszámot értek el a megyék, illetve az ország egésze is, melynek ideális esetben fordítva kellene alakulnia. A Nibbler tesztelő eredményeit megfigyelve az átlagpontok alapján sem teljesítettek kielégítően a vizsgált weblapok. A kapott eredmények hasonlóak a korábbi kutatások eredményeihez, melyek a magyar egészségügyi vonatkozású weblapok akadálymentességét vizsgálták. Jelen kutatás kiegészíti, illetve más tesztelővel is szemlélteti egy 2018-as vizsgálat eredményeit, melynek során egészségüggyel kapcsolatos weblapokat vizsgáltak hasonlóan a Nibbler és más tesztelők segítségével. [9] A közelgő és a már lejárt határidők ellenére, a kutatás során vizsgált honlapok többsége nem szerepelt kielégítően a teszteken, és nem látható jelentős javulás a régebbi, és mostani tesztelési eredmények között sem.

Hivatkozások

- [1] Disability Statistics: Information, Charts, Graphs and Tables.
<https://www.disabled-world.com/disability/statistics/>
- [2] Központi Statisztikai Hivatal: Háztartások száma, összetétele decilisek szerint.
<http://statinfo.ksh.hu/Statinfo/haViewer.jsp>
- [3] Központi Statisztikai Hivatal Népszámlálás 2011: Fogyatékossgal élők visszatekintő adatai: A fogyatékossgal élők korcsoport és a fogyatékossg típusa szerint.
http://www.ksh.hu/nepszamlalas/tablak_fogyatekossg
- [4] Official Journal of the European Union: L 327/1, DIRECTIVE (EU) 2016/2102 OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL.
https://eur-lex.europa.eu/legal-content/hu/TXT/?uri=uriserv:OJ.L_.2016.327.01.0001.01.ENG&toc=OJ:L:2016:327:TOC
- [5] News European Parliament: MEPs vote to make online public services accessible to everyone.
<https://www.europarl.europa.eu/news/en/press-room/20140220IPR36573/meps-vote-to-make-online-public-services-accessible-to-everyone>
- [6] Magyar Országgyűlés: 2018. évi LXXV. törvény a közszférabeli szervezetek honlapjainak és mobilalkalmazásainak akadálymentesítéséről.
http://njt.hu/cgi_bin/njt_doc.cgi?docid=211209.360647#foot1
- [7] Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő: Fekvőbeteg ellátást nyújtó intézmények, kórházak.
http://www.neak.gov.hu/felso_menu/lakossagnak/szerzodott_szolgáltatatok/fekvobeteg_ellatast_nyujto_intezmenyek_korhaz.html
- [8] Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő: Járóbeteg ellátást végző intézmények.
http://www.neak.gov.hu/felso_menu/lakossagnak/szerzodott_szolgáltatatok/jarobeteg_ellatast_nyujto_intezmenyek_korhaz.html
- [9] Sik-Lanyi C., Orbán-Mihálykó E.: Accessibility Testing of European Health-Related Websites, Arabian Journal for Science and Engineering, 44., 2019., 9171-9190.

A COVID-19 járvány empirikus modellezésének néhány tapasztalata

Surján György^{1,2}

¹Semmelweis Egyetem Digitális Egészségtudományi Intézet,
gyorgy.surjan@emmi.gov.hu

Összefoglaló: Az előadás a COVID-19 járvány európai első hullámának adatait vizsgálja empirikus előrejelezhetőség szempontjából. Retrospektív módon összehasonlítja az EU tagállamok igazolt esetszámaira nem lineáris legkisebb regresszióval illesztett logisztikus és Gompertz függvényeket aszerint, hogy mennyire megbízható előrejelzések adhatók a függvények extrapolálásával. Megállapítja, hogy a járvány korai szakaszában az illesztés általában nem sikeres, 28-42 napos adatsorra azonban már többnyire sikeres az illesztés. A Gompertz függvény több esetben adott használható előrejelzést, mint a logisztikus függvény.

Bevezető

A járványterjedés matematikai leírásának empirikus megközelítése azt feltételezi, hogy a járvány valamilyen függvény szerint terjed, ezért regisztrált esetek adatsorára illesztett függvény extrapolálásával próbálja megbecsülni a várható esetszámokat. Természetes körülmények között a járványok lefolyását legjobban logisztikus függvénnyel lehet leírni. Emberi társadalmakban a járványügyi beavatkozások jelentősen módosítani tudják a folyamatot. Megmutatható, hogy konstans beavatkozás esetén a járvány kezdeti felszálló exponenciális szakasza hatványfüggvénybe megy át, a duplázódási idő konstans érték helyett lineárisan növekszik [1]. Előadásomban azt mutatom be, hogy amennyiben a védekezési intézkedések és a lakosság viselkedése viszonylag állandónak tekinthető, akkor a tapasztalat szerint érdemes logisztikus függvény helyett Gompertz függvény illesztéssel modellezni a folyamatot.

Módszer

A Gompertz függvény [2] egy három paraméteres, a logisztikus függvényhez hasonló szigmoid függvény, az utóbbitól abban következik, hogy az inflexiós pontra nézve nem szimmetrikus, felső szakasza az alsónál elnyújtottabb. Benjamin Gompertz eredetileg demográfiai folyamatok modellezéséhez találta ki, de tumornövekedésre és járványfolyamatokra vonatkoztatva is vizsgálták, már a jelenlegi COVID járványra vonatkozóan is.[3]

A számításokhoz Johns Hopkins Egyetem által publikált adatokat használtam, (https://github.com/CSSEGISandData/COVID-19/tree/master/csse_covid_19_data/csse_covid_19_time_series) a függvényillesztést az R statisztikai programcsomag segítségével végeztem (R version 4.0.2), a következő csomagok használatával: stats(4.0.2), investr(1.4.0).

A függvényillesztést a 27 EU tagállam és az Egyesült Királyság kumulált esetszámaira végeztem. Kezdőnapnak az első olyan napot választottam, amikor az esetszám elérte a 10-et (Számos országban a legelső napok adatszolgáltatása bizonytalan volt.) A kezdő naptól számított 14, 28 és 42 napos időszak adatsorára (training sample) illesztett Gompertz függvényt további 30 napra extrapoláltam és az így kapott értékeket összehasonlítottam az adott napig jelentett tényleges esetszámokkal (test data). A harminc napos extrapolálást az indokolja, hogy ennyi idő alatt egy ország egészségügyi rendszere föl kell tudjon készülni az esetlegesen várható tömeges megbetegedések ellátására.

A nem-lineáris regresszió sajátossága, hogy nem lehet tetszőleges adatsorra bármilyen függvényt illeszteni. Az értékelés első kérdése tehát az, hogy egyáltalán lefut-e az illesztés. Továbbá jónak tekintetem az előrejelzést akkor, ha az extrapolált érték eltérése a tényleges adattól a 30 nap alatt – esetleges kezdeti kis eltéréstől eltekintve - sosem volt nagyobb 20%-nál. Kontrollként ugyanezen az adatokon, ugyanilyen módon az egyszerű logisztikus függvénnyel kapott eredményeket használtam.

Eredmények

A 14 napos adatsorra a Gompertz függvényt Ausztria, Észtország, Horvátország, Írország, Spanyolország és Portugália (6) esetében nem lehetett illeszteni. Jó illesztést egyedül Lettország adataira kaptam (1).

A 28 napos adatsorra Horvátország, Franciaország és Ausztria (3) esetében volt sikertelen az illesztés. Jó illesztést kaptam viszont Csehország, Észtország, Lettország, Litvánia, Luxemburg, Portugália, Románia, Szlovákia és Szlovénia adatain (9).

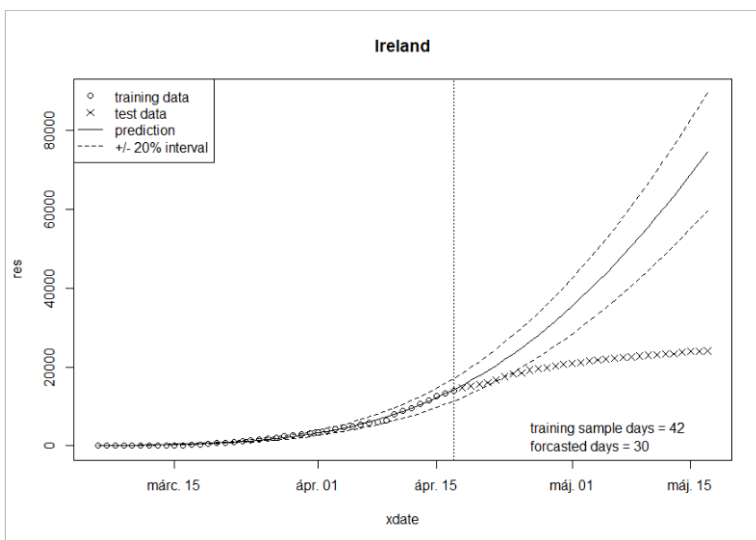
A 42 napos illesztés Francia és Németország esetében nem sikerült, viszont jó eredményt viszont Lengyelország Bulgária, Dánia, Írország Lettország Svédország és Szlovákia (7) kivételével minden ország adatain sikerült elérni (Összesen 18 ország.)

A logisztikus függvény esetében a 14 napos adatsorra 5 ország esetében volt sikertelen az illesztés, ezek megegyeztek a Gompertz függvénnyel kapott

eredménnyel, Lettország kivételével. Jó eredményt viszont egyetlen ország adatsorán sem sikerült elérni.

A 28 napos illesztés szintén ugyanazon országok esetében volt sikertelen, kivéve Horvátországot. Jó eredményt adott Görögország és Szlovénia (2)

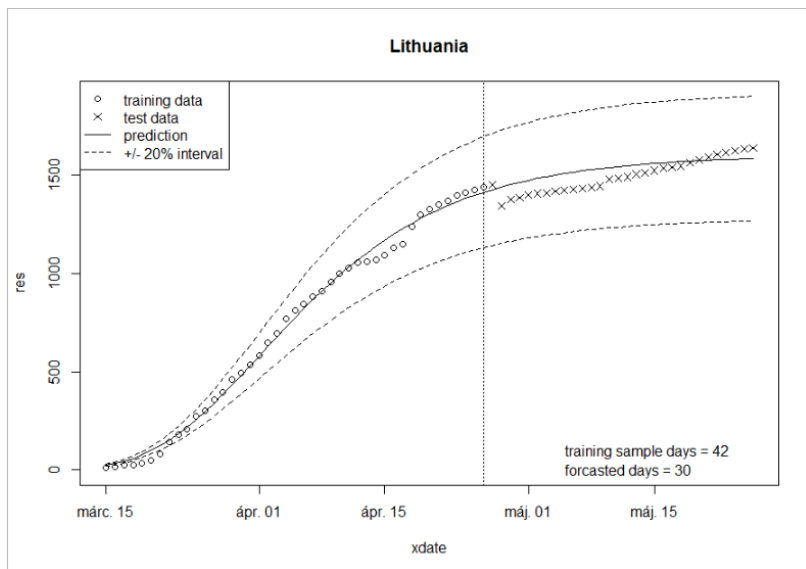
A 42 napos adatsorra a logisztikus függvény illesztés egyedül Németország esetében volt sikertelen. Jó eredményt kaptam Ausztria, Dánia, Észtország, Görögország, Litvánia, Luxemburg, és Szlovénia (7) esetében. Az 1. és 2. ábrán egy rossz és egy jó eredményt adó illesztés grafikonját mutatom be.



8. ábra

Az 1. ábra (Írország) esetében jól látható, hogy éppen a 42. napot jelző szaggatott vonal után az adatsor megtörik, ami valószínűleg a járványügyi intézkedések kb. két héttel korábbi szigorításával van összefüggésben, és egy eredményes beavatkozás képét mutatja.

A 2. ábra Litvánia adatsorát mutatja, ami azért érdekes, mert az illesztés annak ellenére sikeres, hogy az adatsor ellentmondásos, ugyanis a kumulatív esetszám nem csökkenhet. (Ilyen adatsor utólagos korrekciók miatt keletkezhet.)



9. ábra

Következtetés

A járvány kezdeti szakaszában sem a Gompertz, sem a logisztikus függvény illesztés nem ad jó eredményt. Az ilyenkor általában jellemző exponenciális növekedés nem ad támpontot a tetőzés illetve a lecsengés előrejelzéséhez. A minimum 10 eset elérése után 4-8 héttel a Gompertz illesztés jobb eredményt ad, mint a logisztikus függvény.

A járványügyi beavatkozások illetve ezek idő előtti feloldása azonban olyan módon befolyásolhatja a folyamatot, ami nagy mértékben nehezíti az empirikus előrejelzést.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet illeti Ferenci Tamást a munka során adott számos jó tanácsért.

Hivatkozások

- [1] Brandenburg, Axel. "Quadratic growth during the 2019 novel coronavirus epidemic." *arXiv preprint arXiv:2002.03638* (2020).
- [2] Gompertz, Benjamin "On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on a new mode of determining the value of life contingencies". *Philosophical Transactions of the Royal Society of London*, 1825.115: 513–585.
- [3] Spanakis, Marios. "COVID-19 epidemic." *Pneumon* 33.2 (2020): 1-6.

A NoCoVid rendszer

Makara Mihály¹, Balkányi Péter², Mézes István³

¹Dél-pesti Centrumkórház - Országos Hematológiai és Infektológiai Intézet
Szent László Kórház, michael@makara.md
1097 Budapest, Albert Flórián u. 5-7.

²Klippe Learning Kft., balkanyi@klippe.hu
1126 Budapest, Böszörményi út 18/B

³VIT Kft., mezesistvan@me.com
1147 Budapest, Gervay utca 32.

Összefoglaló: A vezető egészségügyi, informatikai és jogi szakértők bevonásával kialakított NoCoVid program olyan saját fejlesztésű online felület, ahol egy e-learning segítségével lehetőséget biztosítunk a munkavállalók oktatására, és tudásuk ellenőrzésére a COVID-19 járvánnyal kapcsolatban. A programon keresztül ezen felül rendszeresen nyomon követjük egészségüket egy kérdőív formájában, hogy legkorábban detektáljuk a szolgáltató és magánegészségügyi szektorban egy esetleges újonnan induló góc kialakulását.

Bevezető

A NoCovid platform bármilyen eszközön elérhető, nem szükséges külön applikációt telepítenünk a telefonunkra; egyszerűen ellátogatunk a felületre, ahol azonnali COVID-19 rizikó-kiértékelés (munkavállalók, illetve magánegészségügyi szolgáltató esetén az előjegyzett páciensek részére), alkalmazottaink számára pedig további munkakörspecifikus, naprakész tananyag vár ránk, rendszeresen frissítve az új, legfontosabb információkkal.

A NoCoVid eszközök használatával minimálisra csökkenthetjük annak esélyét, hogy a cégünk dolgozói megfertőződjenek, hogy a fertőzést behozzák munkahelyükre, ahol az szóródhat, és akár az összes munkahelyre bejáró dolgozó karanténba kerülését és akár a cég leállítását eredményezheti.

Az e-learning tananyag segítségével megtanulhatóak azon helyes viselkedésformák, melyek segítségével a munkahelyen belüli szóródás, illetve az ügyfelek, páciensek megfertőződése elkerülhető a tünetmentes emberek között.

Módszer

NoCovid Program eszközei:

1 - Covid-19 online kitölthető rizikófelmérő kérdőív

A kérdőív a járványügyi adatok, az egyéni rizikó és a panaszok alapján sorolja az embereket 4 kategóriába, majd tesz javaslatot arra, hogy a kitöltő

személy munkába állhat-e, továbbá, amennyiben nem, akkor mit kell tennie. Az online kérdőív kitöltése 2-4 percet vesz igénybe.

A kitöltött kérdőívek adatait a rendszer a GDPR elveinek betartása mellett tárolja, azokat a kitöltőn kívül csak üzemorvos láthatja. A kérdőív adatait a dolgozó köteles frissíteni, amennyiben körülményeiben, illetve adatiban változás áll be. A munkáltató a kérdőívek anonimizált statisztikáit kapja meg, melyek a döntéshozást támogatják (karantén, részleges karantén, otthoni munkavégzés, stb elrendelése). A real time statisztikák alapján a munkáltató azonnali információval rendelkezik munkavállalói járványügyi állapotáról, így, vagy akár az üzemorvossal konzultálva azonnali döntési és cselekvési lehetősége van járványügyi szempontból.

A kérdőívet az egyik PCR-t végző magánlaboratórium közel 2000 mintás anyagán retrospektív módszerrel validáltuk. Mind a 11 PCR pozitív beteg az “azonnali SARS-CoV-2 PCR vizsgálat javasolt” kategóriába került.

2 - E-learning / online oktatóanyag (munkakörspecifikusan) és a megszerzett tudás ellenőrzése

A naprakész oktatóanyag részletes tájékoztatást ad a SARS-CoV-2 terjedési módjairól, a terjedés megelőzésének módszereiről, konkrétan mit tegyen és mit ne tegyen a munkavállaló vagy/és magánegészségügyi dolgozó a járvány megelőzése érdekében.

Minden tananyag munkakör specifikált, mivel más és más szabályok vonatkoznak az egészségügyi dolgozóra, a takarító szolgálatra, a recepciósra, stb. Az oktatás egyéni tempóban történhet, átlagideje 15 perc. A megszerzett tudásból a dolgozó online vizsgát tesz.

A NoCoVid program használatának kezdetén célszerű elvégezni az e-learninget; tanulás és vizsga, majd havonta ismételni. A tananyag rendszeresen az új ismeretek tükrében frissül.

A tananyagot a Magyar Infektológiai és Klinikai Mikrobiológiai Társaság elnöke és főtktára lektorálta.

3 - Munkajogi és munkáltatói utasítások

A munkáltatók és a munkavállalók részéről a biztonságos munkavégzést és ellátást elősegítő jogi háttér biztosításához megfelelő dokumentumok elkészítését, aláírását javasoljuk pl. a munkáltatói utasítás Munkavállaló felé, amely a vírus terjedésének megelőzésével kapcsolatban szabályokat fektet le az adott Munkáltató sajátosságainak figyelembevételével, melyekhez sablonokat biztosítunk.

A sablonok nagyon sokat segítenek a szabályok tisztázásában, megértésében, munkáltatói helyzethez való testreszabásában. Ezek a

továbbiakban mind védik a munkáltatót is és a munkavállalókat, a magánorvosokat, az egészségügyi dolgozókat és a pácienseket is egyaránt.

A NoCovid Program ugyanakkor nem csak munkáltatók részére került kidolgozásra, segítségével a magánegészségügyi szektorban (magánorvosok, fogorvosok stb.) is biztosítható a munkavállalók mellett az előjegyzett páciensek online rizikófelmérése a rendelőbe érkezés előtt, a rendelő járvány ellen tett intézkedéseinek hasznos kiegészítéseként. A Covid-19 online rizikófelmérő kérdőív kitöltésével a magánegészségügyi ellátásban részt vevő páciens a rizikófelmérésen felül egyben nyilatkozik is egészségügyi állapotáról (epidemiológiai szempontból).

A kérdőívet, illetve az oktatási anyagokat rendszeresen bővítjük, aktualizáljuk. A NoCoVid eszközöket együttesen, egymást kiegészítve ajánljuk felhasználni.

Köszönetnyilvánítás

Covid-19 online kiölthető rizikófelmérő kérdőív: A szakmai anyagokat dr. Makara Mihály (főorvos, DPC Szent László Kórház), prof. dr. Rókus László (főorvos, MH Egészségügyi Központ, a Magyar Infektológiai és Klinikai és Mikrobiológiai Társaság elnöke), dr. Schneider Ferenc (főorvos, Markusovszky Egyetemi Oktatókórház Szombathely, a Magyar Infektológiai és Klinikai Mikrobiológiai Társaság főtitkára) és dr. Cserni István (házi orvos, a Házi orvosok Online Szervezete alapító tagja, elnöke) állították össze. Az adatkezelő az egészségügyi informatikában nagy szakmai tapasztalatokkal rendelkező VIT Kft.

Covid-19 online oktatóanyag: Az oktatóanyagot a távoktatásban gyakorlott Klippe Learning Kft. öntötte végső formába. Az oktatóanyagot dr. Kriván Gergely a Semmelweis Egyetem Infektológiai Tanszéki Csoportjának vezetője jóváhagyta.

Munkajogi kiegészítő formulák és sablonok. A munkáltatók és a munkavállalók részéről a biztonságos munkavégzést elősegítő jogi háttér biztosításához megfelelő dokumentumok mintáját a Dr. Horváth Béla Ügyvédi Iroda készítette el.

A COVID-19 járványügyi intézkedések hatásosságának vizsgálata Magyarországon

Kujbus Melinda¹, Sándor Zoltán¹

¹ Semmelweis Egyetem, Egészségügyi Közzolgálati Kar, Digitális Egészségtudományi Intézet
lindiki7@gmail.com
sador.zoltan@public.semmelweis-univ.hu
1094 Budapest, Ferenc tér 15.

Összefoglaló: Jelen kutatásban a COVID-19 által kihirdetett járványügyi intézkedések hatásosságát vizsgáltuk meg. A kutatás során regressziós görbeillesztést alkalmaztunk a determinációs együttható értékeinek figyelembe vételével. Összességében elmondható, hogy a március 4-től június 18-ig tartó vizsgált időszakban elkészített előrejelzések és az elemzések alapján a vizsgált intézkedések pozitív hatással voltak az igazoltan új fertőzöttek száma által kirajzolt járványgörbe alakulására.

Bevezetés

A Kínából kiinduló COVID-19 járványt egy eddig emberben nem azonosított vírustörzs mutációja eredményezte. A kirobbanást követően Magyarország, mint a többi érintett ország, egy ismeretlen és váratlan problémával nézett szembe. Egy ilyen helyzetben gyorsan és felelősségteljesen kell döntenet, hiszen nem csak egy-egy ember élete forog kockán. Ám a döntések nagyon összetettek, ugyanis azok nem csak egészségi, hanem gazdaságpolitikai kérdéseket is vonnak maguk után. Egy járvány esetén a rendeletek és a korlátozások megalkotásában egyaránt kulcsfontosságú szerepet tölthet be a matematika és a biostatisztika, viszont a kezdeti fázisban a kellő adatok hiányában még ezek a számítások is várhatóan pontatlanok. Sajnos ekkor még előre nem lehet tudni, hogy az adott korlátozások mennyire lesznek hatékonyak, hogy milyen nem kívánatos hatást okoznak a fő cél elérése mellett. Ekkor még nem ismert az a szint sem, ami egyben szükséges, de elégséges is. A rendelkezésre álló adatok számának növekedésével viszont lehetőségünk nyílik egyre pontosabb következtetések levonására. A mára már ismert adatokból leszűrhetünk olyan fontos információkat, melyek segítséget nyújthatnak a hatályban lévő rendeletek módosítására, vagy később egy újabb hullám kialakulása esetén a megfelelő védekezési stratégia kidolgozásában.

A 2020. június 18-án megszüntetett veszélyhelyzet óta az egy napra eső új, igazoltan fertőzött betegek száma egy ideiglenes csökkenés után szeptembertől erősen növekvő tendenciát mutat, az első hullám adatértékeit jóval meghaladva. Így különösen fontos elemezni az első veszélyhelyzet ideje alatt kihirdetett korlátozások hatásosságát, hiszen ez a vírus még jelen van.

Célkitűzés

Jelen cikkben a rendelkezésre álló adatok alapján a COVID-19 miatt kihirdetett veszélyhelyzet ideje alatt bevezetett jelentősebb járványügyi intézkedéseknek a hatásosságát vizsgáltuk meg matematikai és statisztikai módszerek segítségével.

Módszer

A vizsgálathoz felhasznált adatok forrása a Johns Hopkins University & Medicine Coronavirus Resource Center weboldala. [1] A honlapról az adott dátumhoz tartozó igazoltan új fertőzöttek száma került elemzésre a március 4. - június 18. időtartamban. A kutatásban szereplő intézkedések alapjául szolgáló rendeleteket és határozatokat az Igazságügyi Minisztérium adta ki és a Magyar Közlönyből származnak, melyek a következők: 41/2020. (III.11.) Korm. rendeletet, 1102/2020. (III.14.) Korm. határozat, 46/2020. (III.16.) Korm. rendelet, 71/2020. (III.27.) Korm. rendelet, 168/2020. (IV.30.) Korm. rendelet.

Az adatokat pontdiagramok alkalmazásával, leíró statisztikával és regressziószámítás segítségével vizsgáltuk. A leíró statisztika meghatározására a Microsoft Excel 2016 táblázatkezelőben bővítményként megtalálható „Adatelemzés” funkciót használtuk. A pontdiagramokon a két tengely a következő két változót jelképezi:

- x tengely: az idő, mint független változó. Mértékegysége: nap.
- y tengely: az igazoltan új fertőzöttek száma, mint függő változó. Mértékegysége: fő.

Egy (x_n, y_n) pont tehát azt mutatja meg, hogy az $x_n = n$. napon y_n igazoltan új fertőzött volt. A regressziós görbe illesztésére a táblázatkezelőben megtalálható „Trendvonal illesztés” funkciót használtuk. A programon belül a regresszió típusára alkalmazható lineáris, logaritmikus, polinomiális, hatvány vagy exponenciális függvény, ahol minden esetben a legkisebb négyzetek módszere alapján történik a legjobban illeszkedő görbe kiszámítása. A programban illeszthető polinom maximális fokszáma hat lehet. Továbbá a hatvány és az exponenciális görbe illesztése esetén, ha az

adatok tartalmaznak negatív vagy zérus értéket, akkor ez a funkció nem érhető el. Jelen esetben az exponenciális és a hatványfüggvény illesztése ezért nem volt megvalósítható, mivel a felhasznált adatok között található olyan nap, mikor az igazoltan új fertőzöttek számának értéke nulla.

Az elemzésben vizsgáltuk a programban megjeleníthető R^2 értéket is (determinációs együttható), mely az illesztés jóságát adja meg. Minél magasabb az R^2 értéke, annál szorosabbnak tekinthető a két változó közötti kapcsolat. Az R^2 értéke egy 0 és 1 közötti szám és a program következőképpen számolja ki:

$$R^2 = 1 - \frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \hat{y}_i)^2}{(\sum_{i=1}^n y_i^2) - \frac{(\sum_{i=1}^n y_i)^2}{n}}$$

ahol n az adatok számát, y_i az adatokat és \hat{y}_i a becült értékeket jelöli. [2-4]

A vizsgált rendeletek és határozatok csoportosítottuk. A csoportosítást az indokolta, hogy a magyarországi járványhelyzet kezdetén a kormány gyorsan reagált, a lépések egymást szorosan követték. Az első intézkedések hatályba lépései között kevesebb, mint 10 nap telt el. Megvizsgáltuk annak a lehetőségét is, hogy egy adott intézkedés hatásának kimutatkozása a hatályba lépést követő 14. nap körül látható. [5] A csoportosítás a következő volt, ahol a hatályba lépés dátumát összességében mindig az utolsó rendelet hatályba lépésével azonosítottuk:

- 1. csoport: 41/2020. (III.11.) Korm. rendeletet, 102/2020. (III.14.) Korm. határozat, 46/2020. (III.16.) Korm. rendelet.
Hatályba lépés: március 17., 14 napos hatáseltolódás: március 31.
- 2. csoport: 71/2020. (III.27.) Korm. rendelet.
Hatályba lépés: március 28., 14 napos hatáseltolódás: április 11.
- 3. csoport: 168/2020. (IV.30.) Korm. rendelet.
Hatályba lépés: május 4., 14 napos hatáseltolódás: május 18.

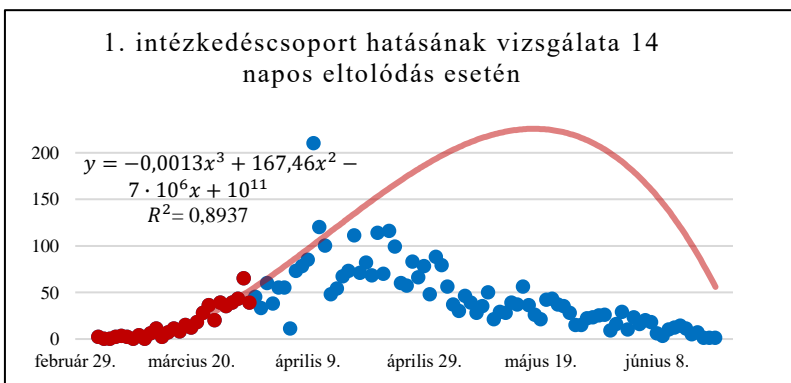
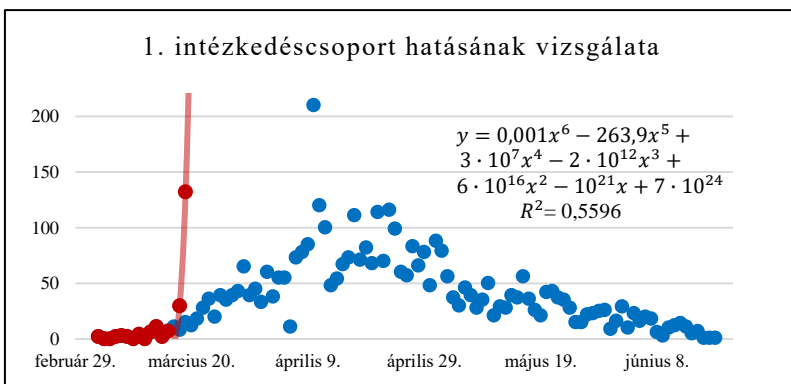
Az adott intézkedéscsoportok esetén a hatályba lépés dátuma előtt regisztrált, egy napra eső igazoltan új fertőzöttek számai alapján előrejelzést készítettünk. Az előrejelzést az adatsorra legjobban illeszkedő, valamint az adatsor jellegét tekintve értelmezhető (nemnegatív értéket adó) regressziós görbének a képlete alapján készítettük el a további napokra. Lineáris, logaritmikus, másod-, harmad-, negyed-, ötöd- és hatodfokú polinomiális regressziós görbéket illesztettünk az adott intézkedéscsoportokhoz tartozó adatsorra. Az illesztett görbékhez tartozó determinációs együttható (R^2) értékei mutatják az illesztés jóságát. Ez alapján mindig a legmagasabb értékű illesztést választottuk elemzéseink folytatásához, kizárva azokat az illesztéseket, ahol a jelenleg nem értelmezhető negatív értékek adódtak a

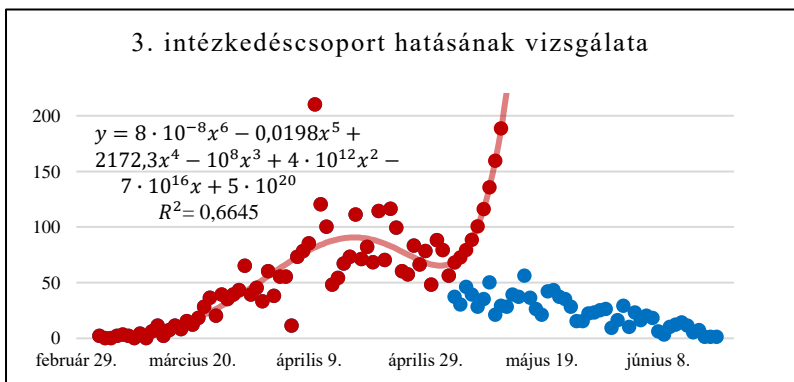
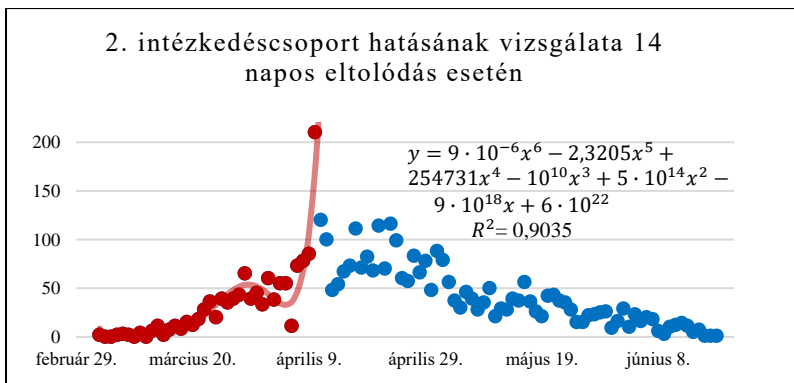
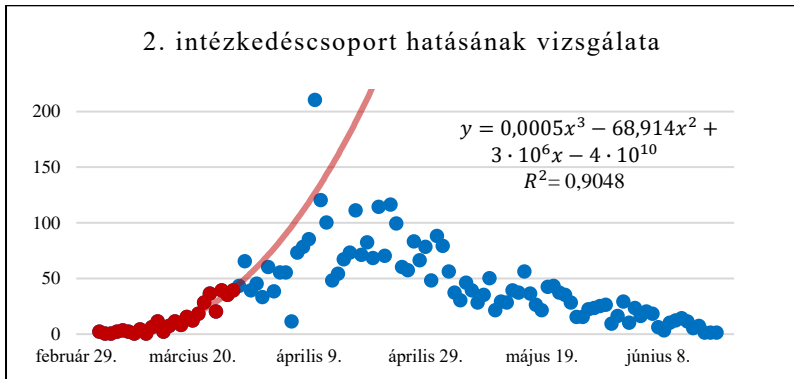
vizsgált időszakra vonatkozóan. Továbbá meghatároztuk az egy napra eső igazoltan új fertőzöttek számának előrejelzéséhez viszonyítva a valós adatok eltérését, valamint az eltérésének abszolút értékét.

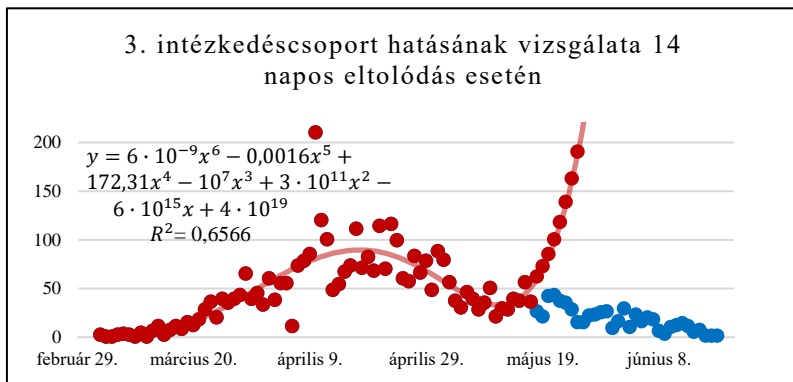
Eredmények

A vizsgált időszakban az igazoltan új fertőzöttek számának átlaga 38 fő, standard hiába 3 fő, mediánja 30 fő, módusza 39 fő, szórása 34 fő, varianciája 1171 fő, tartománya 210 fő, minimuma 0 fő, maximuma 210 fő, valamint az átlaghoz tartozó 95%-os megbízhatósági tartománya (konfidencia-intervalluma) pedig a [31,45] intervallum.

Az 1. Ábra diagramjain láthatók az intézkedéscsoportokhoz tartozó regressziós görbék és determinációs együtthatók.







1. Ábra: A regressziószámítás diagramjai

Következtetések

Az illesztett regressziós görbék, az azokkal készült előrejelzések, valamint az ezekhez viszonyított valós adatok eltérései és abszolút eltérései által meghatározott átlag és szórás értékek alapján összességében elmondható, hogy a március 4-től június 18-ig tartó vizsgált időszakban a vizsgált intézkedések pozitív hatással voltak az igazoltan új fertőzöttek száma által kirajzolt járványgörbe alakulására. A legnagyobb eltérés a 41/2020. (III.11.) Korm. rendeletet, az 1102/2020. (III.14.) Korm. határozat és a 46/2020. (III.16.) Korm. rendelet esetében figyelhető meg, amely intézkedések többek között az iskolák bezárását és a rendezvények betiltását foglalmazták meg.

Hivatkozások

- [1] Johns Hopkins University & Medicine: COVID-19 Dashboard by the Center for Systems Science and Engineering (CSSE) at Johns Hopkins University (JHU).
<https://coronavirus.jhu.edu/map.html>
- [2] Závoti J.: Matematikai statisztikai elemzések 6., Regressziószámítás: kétváltozós lineáris és nemlineáris regresszió, többváltozós regresszió, Nyugat-magyarországi Egyetem, 2010.
- [3] Dinya E.: Biometria az orvosi gyakorlatban, Medicina Könyvkiadó Zrt., 2017.
- [4] Microsoft Excel Súgó: Trend- és mozgóátlag-vonal felvétele diagramban.
<https://support.microsoft.com/hu-hu/office/trend-%C3%A9s-mozg%C3%B3%C3%A1tlag-vonal-felv%C3%A9tele-diagramban-fa59f86c-5852-4b68-a6d4-901a745842ad>
- [5] Innovációs és Technológiai Minisztérium: A járványmatematika és egyéb kutatások szerepe a koronavírussal szembeni védekezésben Online tudományos konferencia (2020.04.23.) (Előadók: Palkovics L., Oroszi B., Szócska M., Jakab F., Röst G.)
<https://www.youtube.com/watch?v=yg7Q6dib4q4>

Az „open data” világa a COVID-19 idején

Balkányi, László¹, Lukács Lajos²

¹Pannon Egyetem, Egészségügyi Informatikai Kutató-Fejlesztő Központ,
balkanyi@gmail.hu

²DSS Consulting Kft, lukacs.lajos@dss.hu

Összefoglaló: A COVID-19 pandémia megértése és következményeinek remélhető felszámolása az alkalmazott orvostudomány nagy kihívása. Ebben a munkában az elmúlt évtizedben teret nyert nyílt adatkezelés, az „open data” világa felől mutatunk be egy lehetséges megközelítést a COVID-19 pandémia tanulmányozására. Megvizsgáljuk az elérhető nyílt adatbázisokat, elemezzük azok adatszerkezetét, különös tekintettel a meta-adatokra. A FAIR szempontrendszer (findability, availability, interoperability, reusability) szerint értékelünk is. Ezt követően egy példán bemutattuk, hogy hogyan lehet különböző forrásokból származó vírus-genetikai, járványterjedési, járványsúlyossági adatokat és a kormányzati beavatkozásokat összehasonlító indexeket egységesen kutatható adathalmazá építeni, majd ezen az adathalmazon vizsgálatokat végezni. Az adathalmaz adatpontjai egyes országok jellemzőit heti granularitással tartalmazzák. Az adatpontok dimenziói az említett területek (genetikai divergencia, annak diverzitása, populációméretre normalizált esetszám és halálozási arány, 19 elemű kormányzati intézkedés csomag százalékos változása) adathalmaz szerkezete számos hipotézis megfogalmazására és annak ellenőrzésére ad lehetőséget. Ezek közül is kiemelten vizsgáltuk a genetikai divergencia (mint index) és a járvány súlyosság alakulását világszerte a rendelkezésre álló időablakban (2020 január-október). Előzetes eredményként kimondható (január-június), hogy a járvány zajlása során a változó esetgyakoriság szerint (K-közép klaszterelemzéssel) csoportosított országok egyértelműen eltérő genetikai divergenciát mutatnak, ugyanakkor a vizsgált időszakban nem volt korreláció a divergencia változás és a járvány súlyosság változása között. Vizsgálatainkkal rámutattunk az „open data” adta lehetőségek gyakorlati használhatóságára.

Bevezető

Ebben a közleményben az célunk, hogy bemutassuk a COVID-19 járvány kapcsán hozzáférhetővé vált „open data” adatforrásokat és példát mutassunk be azok használatára, megvilágítva ennek különböző aspektusait. Az elmúlt hónapok a COVID-19 járványról szólnak. Utoljára az első világháború

végén, 1918-19ben volt hasonló méretű világjárvány. Bár az elmúlt évtized sem telt el több országra kiterjedő és veszélyes járványok fordultak elő (SARS, Ebola, H1N1, MERS, Zika), fontos, hogy ezek nem okoztak hasonló globális válságot. Az országok és a nemzetközi egészségügyi, járványügyi szervezetek eddig elképzelhetetlen mennyiségű és részletességű adatokat tettek közzé, hogy segítsék a járvány legyőzését. Az adatok kiterjednek a járvány zajlására, a kórokozó genetikájára és a járvány elleni védekezés lépéseire.

Módszer

A gondolatmenetet a következő lépésekben vittük végig:

1. lépés: Áttekintettük az elérhető nyílt adatbázisokat, elemezzük azok adatszerkezetét, különös tekintettel a meta-adatokra. A FAIR [1] szempontrendszer (findability, availability, inter-operability, reusability) szemlélata lehetővé tette a forrásadatok minőségének objektív megítélését. Módszerként az EUDAT szervezet útmutatását alkalmaztuk (eudatref). Az *eredmények* fejezetben bemutatjuk ezt az ellenőrzést.

2. lépés: a különböző forrásokból származó vírus-genetikai, járványterjedési, járványsúlyossági adatokat és a kormányzati beavatkozásokat összehasonlító indexeket egységesen kutatható adathalmazzá építettük, majd ezen az adathalmazon végeztünk vizsgálatokat. Az adatok többsége *.csv illetve *.txt formátumban elérhető volt a forrás-adatbázisokból. A vizsgált epidemiológiai és demográfiai adatok (esetszámok, országok lakossága, halálozási számok) valamint a kormányzati intézkedéseket egységesen értékelő 19 komponensű OxCGRT index adatai mind elérhetőek voltak ebben a formátumban. Adatkonverzióra a vírusgenetikai adatbázis esetén volt szükség, ebben az esetben a jól dokumentált *.nwk (newick) adatformátumot kellett számunkra használható, *.csv formátumra konvertálni. Ehhez közbenső lépésként a *.nwk formátumot *.nexml formátumra kellett hozni, majd ebből kinyerhetőek voltak a számunkra érdekes genetikai divergencia országhoz, mintavételi időponthoz rendelt értékei.

A 3. lépésben a vizsgálatba bevont országok nagy száma, az adatok diverzitása mellett az áttekinthetőség érdekében az adatsorokat adott helyre (országra), időre (adott hétre - átlagolva) és populációszámra (/millió lakos) normalizáltuk, egy adatteret hoztunk létre. A kutatás során ezt az így létrehozott egységes adat-teret vizsgáltuk.

A 4. lépésben az adat-térben az alábbi összefüggéseket kerestük:

- a divergencia időben alakulása (ez egy triviálisan várható tendencia)

- a járvány esetszámainak és súlyosságának alakulása: a súlyosságot jellemzésére az adott hetet követő 2-3, 2-4, 2-5 hét kumulált halálozási adatait számoltuk össze
- az adott országban adott héten előforduló vírustörzsek divergencia értékeit átlagoltuk, így kaptunk egy divergencia mutatót
- kiszámoltuk a divergencia értékek szórását is, ez az adott helyen, időben előforduló diverzitást jellemzi
- az adott hétre, országra jellemző „stringency” adatokat is átlagoltuk
- ezt követően végül az genetikai divergencia és az epidemiológiai adatok lehetséges összefüggéseit kerestük egyszerű „scatter plotting” vizsgálattal. Itt még egy módszertani lépéssel ezt a vizsgálatot nem csak az össze ország összes adatpontjára, hanem K-közép módszerrel kialakított ország klasztereken is elvégeztük. A klaszterek számításánál az országcsoportokat a járvány tetőzési időpontja alapján hoztuk létre.

Eredmények

Az ábrák részletes értékelése a diszkusszió – konklúziók fejezetben olvasható, itt csak bemutatjuk az eredményeket. Az EUDAT checklist ellenőrzésének eredménye:

1. táblázat: adatforrások minősítése a FAIR szempontrendszer szerint

Name	Findable	Accessible	Interoperable	Reusable
Our World in Data COVID-19 database [2]	yes	yes	partial	yes
GISAID EpiCoV database [3]	yes	partial	partial	yes
Oxford Stringency Index (OxCGRT) [4]	yes	yes	partial	partial

FAIR elbírálási szempontok:

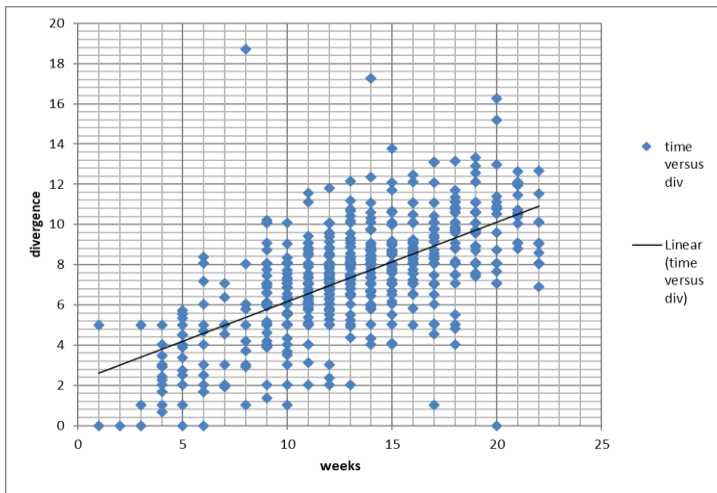
Findable: (1) persistent identifier is assigned to your data; (2) rich metadata, describing your data; (3) metadata are online in a searchable resource e.g. a catalogue or data repository; (4)The metadata record specifies the persistent identifier

Accessible: (1) Following the persistent ID will take you to the data or associated metadata; (2) The protocol by which data can be retrieved follows recognised standards e.g. http (3) The access procedure includes authentication and authorisation steps, if necessary; (4) Metadata are accessible, wherever possible, even if the data aren't

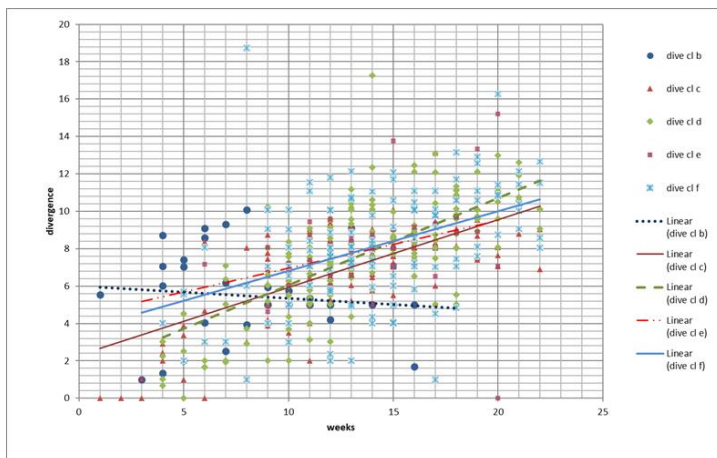
Interoperable: (1) Data is provided in commonly understood and preferably open formats; (2) The metadata provided follows relevant standards; (3) Controlled vocabularies, keywords, thesauri or ontologies are used where possible; (4) Qualified references and links are provided to other related data

Reusable: (1)The data are accurate and well described with many relevant attributes; (2)The data have a clear and accessible data usage license (3) It is clear how, why and by whom the data have been created and processed; (4)The data and metadata meet relevant domain standards

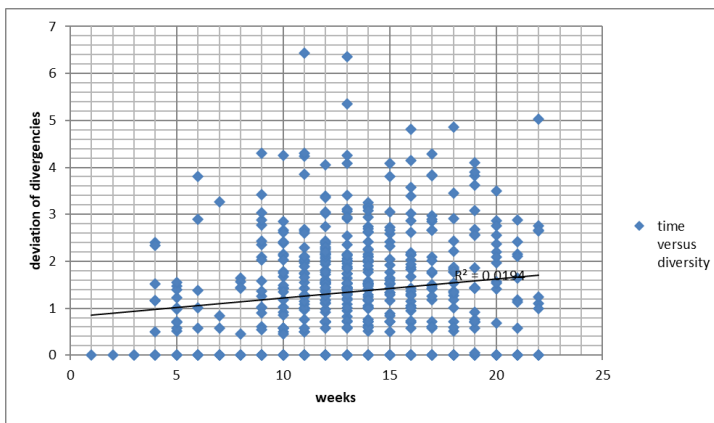
Az egy hétre - egy országra konszolidált adatpontok összességével a járvány egészéről alkothatunk áttekinthető képet – a genetikai, epidemiológiai és az intézkedések szigorúságát jelző indexek mentén:



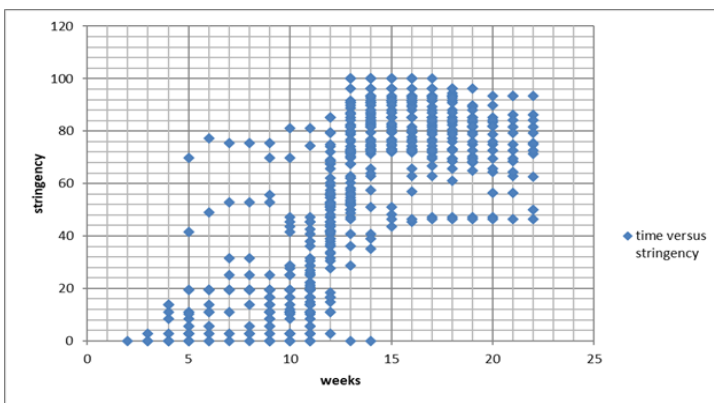
1.ábra: A genetikai divergencia (mutációk száma) a járvány terjedés hetei alatt (hétszámok 2020-ban)



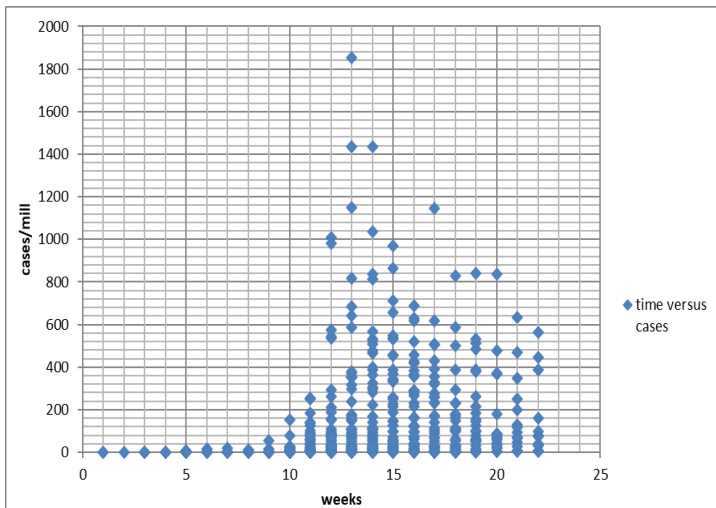
2.ábra: A genetikai divergencia (mutációk száma) az egyes ország klaszterekben, a b-c-d-e-f klaszterek magyarázata az 8. ábránál



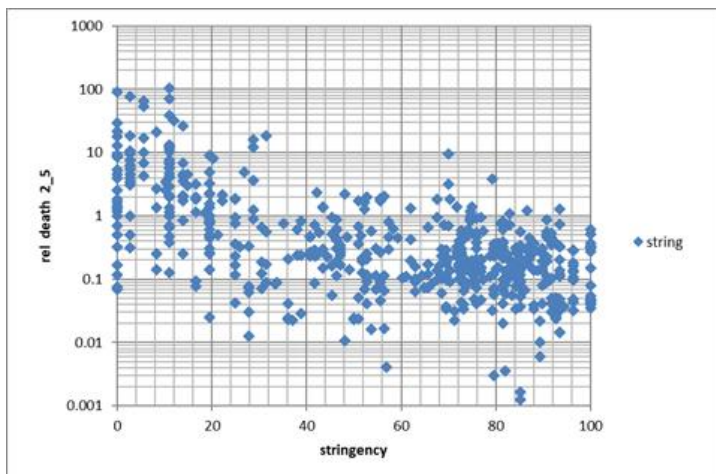
3.ábra: A genetikai diverzitás (a divergencia szórása)



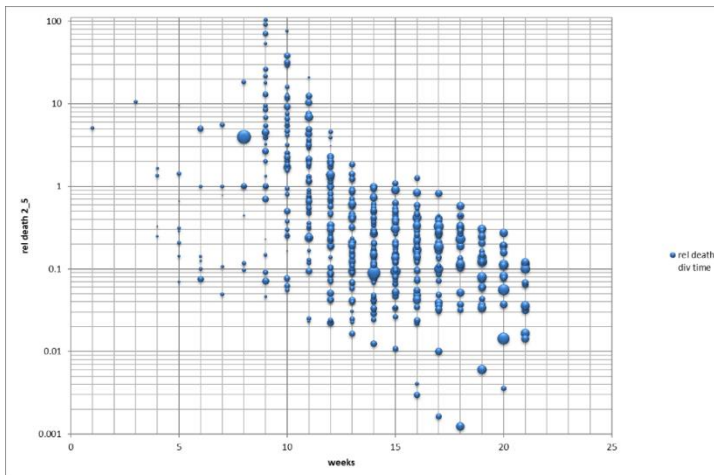
4.ábra: A kormányzati intézkedések mintázata: szigorítás világszerte 11-12. héttől



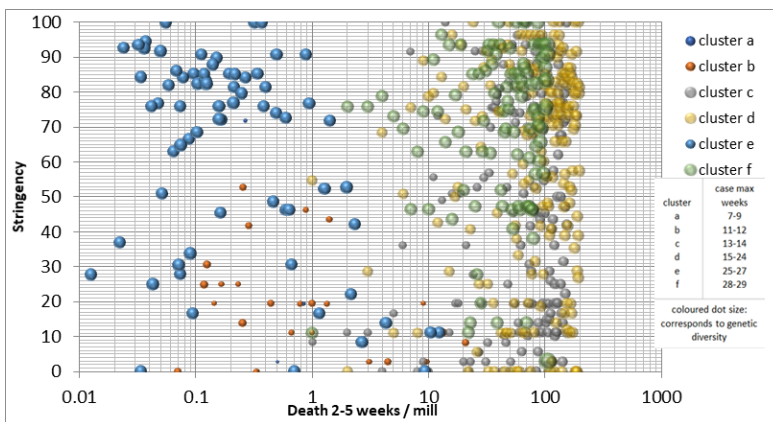
5.ábra: Esetszámok alakulása világszerte 2020 22. hetéig



6.ábra: A járvány súlyossága és az intézkedések szigorúsága: scatterplot



7.ábra: 3 adat ábrázolása: járvány súlyossága (y tengely), időbeni alakulása (x tengely) és a genetikai divergencia értékek (adatpont mérete) együttes ábrázolása



8.ábra: 4 adat ábrázolása: járvány súlyossága (x tengely), az intézkedések szigorúsága (y tengely), a genetikai divergencia értékek (adatpont mérete) és az ország klaszterek együttes ábrázolása

Diszkusszió és konklúziók

Az 'open data' mozgalom nem újdonság a kutatók számára. A világvárvány tanulmányozása és az ellene való küzdelem támogatásának lehetősége bizonyos szempontból talán az eddigi egyik legszéleskörűbb tesztnek

tekinthető az 'open data' világában. Vizsgálataink alapján úgy látjuk, hogy már most, a FAIR követelmények részleges betartásával (ld. 1. táblázat) is ezek az adat lelőhelyek rendkívül hasznosak, és felgyorsítják, egyáltalán lehetővé teszik a tényalapú járvány elleni intézkedéseket. Hogy melyik kormány miképpen használja ezeket a lehetőségeket, abban nagy a szórás. Ez a prezentáció nem foglalkozik egyes országok állapotával, hanem a járvány egészének bizonyos jellegzetességeit mutatja be.

A vizsgálatainkhoz egységes adat-térben dolgoztunk, ahol a világjárvány terjedését egy-egy ország egy-egy hetére jellemző vírus-genetikai, epidemiológiai és kormányzati intézkedési indexet hoztunk létre, majd ennek átfogó változásait néztük meg. Úgy gondoljuk, hogy az adatok napi ingadozását, az adatgyűjtések egyenetlenségeit a heti átlagolás jól kisimítja. Az egy hét közel van a betegség, a járvány 5-7 napos 'serial interval'-jáéhoz is, azaz kb. ennyi időnként következnek a megbetegedések újabb mikrohullámai is.

Az adat-tér létrehozásában az open data források viszonylagosan könnyű hozzáférése, transzparens dokumentáltsága ellenére sok munkát jelentett az adat-tisztítás, az irreleváns szélső értékek kiszűrése, az eltérő meta-adatolás (pl. ország címkék), az adathiányok okának felderítése, pótlása.

Az eredmények kapcsán az alábbiakban röviden ismertett megállapításokra, illetve megvitatható következtetésekre jutottunk:

Úgy tudjuk, hogy a genetikai divergencia időbeni változása a vírusmutációk esetén jól ismert, tulajdonképpen erre alapozott a vírus epidemiológia mutációs óra eszköztára. Ezt változást természetesen jól mutatja a Nexstrain 'open data' vírus szekvencia adatsor is, az 1. ábránkon. Érdekes látni (2. ábra) hogy az első hullám időbeni esetmaximumai szerinti klaszterekben azonban némileg eltér az (mutációs óra meredeksége, megvitatandó, hogy ennek oka talán az adott időben /területen elterjedő (al)törzsek változó aránya lehet? A 11-12 hétben maximumot mutató országok klasztere esetében eltérő trend látszik, ezt érdemes lesz több adat birtokában tovább vizsgálni. Egy-egy országban egyszerre számos altörzs van jelen és fertőz, ezt jól mutatja a 3. ábra – az idő előrehaladtával az diverzitás is valamelyest növekvő tendenciát mutat. A 4 ábra „kutyafeje” megmutatja, hogy bár 2020. 12-13 hetében szinte a világ összes országában a találkozások, és így a megfertőzések számát csökkentő erőteljes kormányzati intézkedések születtek, ezek mégis jelentősen szórtak, és a teljes szigor csak az országok viszonylag kis számában és csak átmenetileg volt érvényben. Kérdéses az intézkedések sikere? Véleményünk szerint az 5. ábra jól mutatja, hogy az intézkedések bevezetése (12-13.hét) az első hullámban

lényegében sikeresnek volt tekinthető, hiszen a 15-16 hétre az esetszámok jelentősen csökkenni kezdtek. A 6. ábra meggyőzően mutatja, hogy az intézkedések nem csak esetszámokat, hanem a járvány súlyosságát (az esetszámokra és populációra normalizált, kumulált) halálozás értékeket is jelentősen csökkenteni tudták. A 7. ábrán megpróbáltuk elemezni a genetikai divergencia mutató és a súlyosság változását az idő előrehaladása mentén. Meggyőző, esetleges természetes attenuációra vonatkozó változást nem észleltünk, vélhetően ezt még korai is lett volna várnunk - tervezzük a 2. hullám adatainak folytatólagos elemzését ebből a szempontból is. A 8. ábra érdekessége, hogy jól mutatja az első nagy világ-hullámokban a területileg is megoszló, egymást követő, részben átfedő rész-hullámok súlyosságának különbözőségeit és annak összefüggését a kormányzati intézkedésekkel. Ugyanakkor ebben az időtávban a genetikai divergencia nem mutat kapcsolatot a járvány más jellemzőivel.

Köszönetnyilvánítás

Külön köszönet Dorkó Baláznak (DSS) az adatfeldolgozásban nyújtott segítségért!

Hivatkozások

- [1] Jones, Sarah, & Grootveld, Marjan. (2017, November). How FAIR are your data?. Zenodo. <http://doi.org/10.5281/zenodo.1065991>
- [2] Hasell, J., Mathieu, E., Beltekian, D. et al. A cross-country database of COVID-19 testing. *Sci Data* 7, 345 (2020). <https://doi.org/10.1038/s41597-020-00688-8>
- [3] James Hadfield, Colin Megill, Sidney M Bell, John Huddleston, Barney Potter, Charlton Callender, Pavel Sagulenko, Trevor Bedford, Richard A Neher, Nextstrain: real-time tracking of pathogen evolution, *Bioinformatics*, Volume 34, Issue 23, 01 December 2018, Pages 4121–4123, <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/bty407>
- [4] Guevarra E (2020). oxcgrt: An Interface to the Oxford COVID-19 Government Response Tracker API. R package version 0.1.0, <https://como-ph.github.io/oxcgrt/>.

Artificial Intelligence Based Insulin Sensitivity Prediction for Personalized Glycaemic Control in Intensive Care

Szabó Bálint¹, Paláncz Béla¹, Szlávecz Ákos¹, Katalin Kovács²,
Chase J. Geoffrey³, Benyó Balázs¹

¹Budapest University of Technology and Economics, Budapest, Hungary,
szabobalint@edu.bme.hu, {szlavecz, bbenyo}@iit.bme.hu

²Széchenyi István University, Győr, Hungary,
kovacs@sze.hu, 9026 Győr, Egyetem tér 1.

³University of Canterbury, 8041 Christchurch, New Zealand

Abstract: Stress-induced hyperglycaemia is a frequent complication in intensive therapy that can be safely and efficiently treated using the recently developed model-based tight glycaemic control (TGC) protocols. The most widely applied TGC protocol is the STAR (Stochastic-TARgeted) protocol, which uses the patient's insulin sensitivity (SI) to assess the patient's state. The patient-specific metabolic variability is managed by the so-called stochastic model allowing the prediction of the 90% confidence interval of the patients' future SI value. In this paper, a deep neural network based method is suggested to implement the patient state prediction. The deep neural network is trained by using three years of STAR treatment data. The method is validated by comparing the prediction statistics with the reference data set. The prediction accuracy was also compared with the stochastic model currently used in the clinical practice. The presented results proved the applicability of the neural network based methods for the patient state prediction in the model-based clinical treatment. Results suggest that the method's prediction accuracy was the same or better than the currently used stochastic model. These results are the initial successful step in the proposed methods' validation procedure and will be further validated by in-silico simulation trials.

Introduction

Stress-induced hyperglycaemia is a frequent complication in intensive therapy [1,2]. Forcing the blood glucose (BG) level of these hyperglycaemic patients into the normoglycaemic range shows definite clinical benefits. This therapy is called tight glycaemic control (TGC), which includes insulin therapy and occasionally moderation of the nutrition intake of the patient.

The recently developed model-based TGC protocols successfully implement safe and efficient patient treatment [3]. The STAR (Stochastic-TARgeted) TGC protocol is the most widely applied among them; it is used in four different countries [4]. STAR uses the patient-specific insulin

sensitivity (SI) as a key parameter [5] to define the patient's state. SI describes the patient metabolic response to insulin. SI is identified from the clinical treatment data during the treatment of the patients.

In the so-called 2D stochastic model of insulin sensitivity, the conditional density function defining the conditional probability distribution of $SI(t+1)$ for a given $SI(t)$ is used to determine the 90% confidence interval of SI in the future [6]. This is a crucial step in the STAR protocol to handle the patient's state's future variability directly. The 2D stochastic model was created based on the treatment data of the SPRINT protocol using kernel fitting.

In this paper, an Artificial Intelligence (AI), especially the Neural Network (NN) based method [7] is presented to create an alternative model for the STAR protocol.

The potential benefits of using an NN based solution are the flexibility of the method to involve additional patient parameters into the prediction and the opportunity to incrementally modify the stochastic model based on recent patient treatments.

The benefits of involving additional patient parameters in the SI prediction have already been shown by developing the so-called 3D stochastic model [8]. The AI-based method allows to easily apply different patient parameters, like BG measurements, into the prediction method.

Methods and Data

SI Prediction Problem

During the patient's STAR treatment, the SI value, representing the patient's actual state, is identified every hour. The stepwise time function is used to create the $\{SI(t); SI(t+1)\}$ data pairs. The $SI(t+1)$ prediction from $SI(t)$ was achieved by using a stochastic model. The stochastic model will be defined in the current research by a Neural Network-based Artificial Intelligence method. Thus, our problem is to define the function giving $SI(t+1)$ for given $SI(t)$ based on this data set.

Deep neural networks as supervised machine learning will be suggested to learn the mapping between the input $SI(t)$ and the output $SI(t+1)$ values. The NN based classification models are used to predict the class of a given input, and the NN based regression models are used to predict continuous output values, often the most likely value of a distribution.

The core of the problem is that the STAR protocol needs an interval instead of a concrete $SI(t+1)$ value. Therefore a classic regression method hardly usable to predict the two limits of the interval due to the lack of direct training data. Instead, a classification model was created and used with additional post-process steps to calculate and learn the conditional distribution of $SI(t+1)$.

Patient Selection and SI Data Set Used

All the patients treated by STAR between June 2016 and August 2019 in Christchurch Hospital, New Zealand, were included in the study cohort. The following exclusion criteria were applied:

- patients treated less than 10 hours by STAR;
- sections of treatments where the higher border of the BG target band was above 9 mmol/L;
- sections of treatments where the lower border of the BG target band was above 6 mmol/L.

Data points used for the creation of the prediction models are created for each real BG measurements. The actual $SI(t)$ and $SI(t+1)$ values are identified based on the treatment data. The total number of data points was 62 433.

SI Prediction Based on Deep Neural Network

To apply the classification deep neural network (CDN) for the prediction of the $SI(t+1)$ distribution based on $SI(t)$, the codomain of $SI(t)$ was divided into 128 equal-size intervals. Each interval was associated with one output class. The input of the CDN is the $SI(t)$ value. The output layer of the CDN consists of 128 nodes related to the classes defined above. The CDN nodes will define for each output class the probability that the SI domain associated with the given class includes the predicted $SI(t+1)$ value. Thus, the output can be considered as the discrete distribution of $SI(t+1)$.

A classical multi-class classification architecture was used. The activation functions in the hidden dense layers were tangent-hyperbolic functions. In the output layer the softmax function was used. The loss function was the categorical crossentropy function.

The training data set contains $SI(t)$ pairs and the one-hot encoded class number of $SI(t+1)$.

The deep neural network used for SI prediction was implemented in Python using TensorFlow and Keras. 80% of the input data set was used for training. The training consisted of 20 epochs.

The final result of the SI prediction is calculated by fitting a Gaussian distribution to the output of the deep neural network, which is considered in this case as a histogram. The STAR protocol needs a 90% confidence interval over the $SI(t+1)$ conditional distribution. Therefore the 5th and 95th percentile value of the fitted Gaussian distribution was used. 90% of the possible SI values are between those two border values, and the width of the interval is minimal. Figure 1 shows a prediction output example.

Results

The $SI(t+1)$ prediction accuracy of the proposed NN based prediction method was evaluated by comparing the mean value, the standard deviation, and the 5% and 95% percentile values with the reference data in the interval of $SI(t)$ values, including the majority (97%) of the data points.

The output of the CDN network prediction in the function of input $SI(t)$ values showed that the mean value's dependency is closed to linear from the $SI(t)$ value. The standard deviation also grows proportionally with the $SI(t)$. 5% and 95% percentile values show similar behavior to the standard deviation as well.

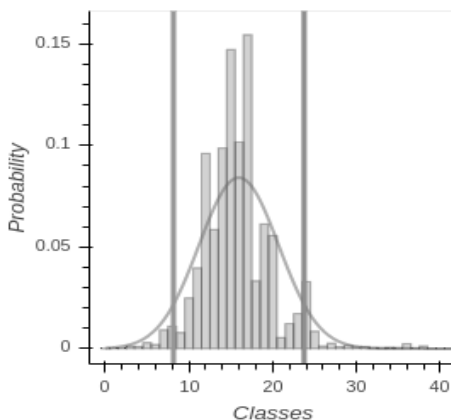
The accuracy of the CDN based prediction was compared with the currently used stochastic model of the STAR protocol.

1. Table: True/False prediction rate table (STAR vs. CDN network)

		STAR	
		True	False
CDN	True	0.885279	0.053680
	False	0.015954	0.045087

In Table 1 the 90% confidence interval of the $SI(t+1)$ prediction was compared with the real $SI(t+1)$ value extracted from the treatment records. The True rate in the first row of the table shows the proportion of the cases when the neural network 90% confidence interval includes the real $SI(t+1)$ value. Similarly, the table's first column shows the proportion of the cases when the STAR stochastic model 90% confidence interval includes the real $SI(t+1)$ value.

1. Figure: Output of the CDN network. The histogram is the raw output, the curve is the fitted normal distribution, the two vertical lines are the 5th and 95th percentiles.



Discussion

Considering the comparison of the proposed prediction method's statistical parameters and the reference data set, it can be clearly seen that the CDN

method met the main criteria. The predicted intervals contain the corresponding $SI(t+1)$ values in more than 90% of the cases. The study was limited to the statistical evaluation of the prediction results on the given data set. Prior to the clinical application of the results, extensive validation will be necessary.

The neural network based method was also compared with the STAR stochastic model currently used in clinical treatment. It can be seen in this table that the total true rate – i.e., the proportion of cases when the 90% confidence interval defined by the given method – of the neural network is almost 4% higher (93.90% vs. 90.12%) than the true rate of the current STAR prediction. In 5.3% of the cases, the classification deep neural network suggests an appropriate confidence interval so that the STAR prediction was not accurate in the given case, and only 1.59% of the cases happen in a reverse way. These numbers suggest that the classification deep neural network is somewhat better in prediction accuracy from the STAR clinical application aspect. However, the quantitative differences are relatively small, so in-silico trials should further investigate the accuracy differences.

Conclusion

A neural network based insulin sensitivity prediction method was presented that can be used in the STAR tight glycaemic control protocol. The suggested method prediction accuracy was the same or better than the currently used stochastic model accuracy. These results are the initial successful step in the proposed methods' validation procedure and will be further validated by in-silico simulation trials.

The presented results proved the applicability of the neural network based method for the patients' state prediction in the model-based clinical treatment. This method allows more flexible inclusion of further patient parameters into the patient state prediction process, which promises better clinical therapy in the future.

Acknowledgment

Grants supporting the research presented: National Research Development and Innovation Fund, OTKA K116574; TKP2020 BME-Biotechnology FIKP grant of EMMI (BME FIKP-BIO); EU H2020 MSCA-RISE: DCPM (#872488) grant.

References

- [1] Naeem A Ali, James M OBrien Jr, Kathleen Dungan, Gary Phillips, Clay B Marsh, Stanley Lemeshow, Alfred F Connors Jr, and Jean-Charles Preiser. Glucose variability and mortality in patients with sepsis. *Critical care medicine*, 36(8):2316, 2008.
- [2] Karen C McCowen, Atul Malhotra, and Bruce R Bistrian. Stress-induced hyperglycemia. *Critical care clinics*, 17(1):107–124, 2001.
- [3] Benyó, Balázs ; Szlávecz, Ákos ; Homlok, József ; Anane, Yahia ; Kovács, Katalin ; Illyés, Attila ; Chase, J. Geoffrey Személyre szabható inzulin terápia az intenzív ápolásban In: Bari, Ferenc; Ráosi, Ferenc (eds.) Orvosi Informatika 2018. A XXXI. Neumann Kollokvium konferencia-kiadványa Szeged, Hungary : Neumann János Számítógép-tudományi Társaság (NJSZT), (2018) pp. 86-92. , 7 p. Publication:30343176 Admin approved Core Chapter in Book (Conference paper)
- [4] Kent W Stewart, Christopher G Pretty, Hamish Tomlinson, Felicity L Thomas, József Homlok, Szabó Némédi Noémi, Attila Illyés, Geoffrey M Shaw, Balázs Benyó, and J Geoffrey Chase. Safety, efficacy and clinical generalization of the STAR protocol: a retrospective analysis. *Annals of intensive care*, 6(1):24, 2016.
- [5] J Geoffrey Chase, Aaron J Le Compte, Fatanah Suhaimi, Geoffrey M Shaw, Adrienne Lynn, Jessica Lin, Christopher G Pretty, Normy Razak, Jacquelyn D Parente, Christopher E Hann, et al. Tight glycemic control in critical care—the leading role of insulin sensitivity and patient variability: a review and model-based analysis. *Computer methods and programs in biomedicine*, 102(2):156–171, 2011.
- [6] Aaron Le Compte, J Geoffrey Chase, Glynn Russell, Adrienne Lynn, Chris Hann, Geoffrey Shaw, Xing-Wei Wong, Amy Blakemore, and Jessica Lin. Modeling the glucose regulatory system in extreme preterm infants. *Computer methods and programs in biomedicine*, 102(3):253–266, 2011.
- [7] Benyó, B. ; Paláncz, B. ; Szlávecz, Á. ; Szabó, B. ; Anane, Y. ; Kovács, K. ; Chase, J. G. *Artificial Intelligence Based Insulin Sensitivity Prediction for Personalized Glycaemic Control in Intensive Care* IFAC PAPERSONLINE , 6 p. (2020) Journal Article/Conference paper in journal (Journal Article)
- [8] Vincent Uyttendaele, Jennifer L. Knopp, Shaun Davidson, Thomas Desai, Balazs Benyo, Geoffrey M. Shaw, and J. Geoffrey Chase. 3D kernel-density stochastic model for more personalized glycaemic control: development and in-silico validation. *BioMedical Engineering OnLine*, 18(1):102, 2019.

A cochleáris implantátum elektródasor visszafordulásának azonosítása egy új szoftverrel, a Trans-Impedance Matrix (TIM) segítségével

Nagy Roland¹, Dimák Balázs², Perényi Ádám², Molnár Fiona²,
Csanády Miklós², Kiss József Géza², Rovó László²

¹ SZTE Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ Fül-orr-gégészeti és Fejnyaksebészeti Klinika, nagy.roland@med.u-szeged.hu

6725 Szeged, Tisza Lajos krt.111.

² SZTE Szent-Györgyi Albert Klinikai Központ Fül-orr-gégészeti és Fejnyaksebészeti Klinika, office.ori@med.u-szeged.hu

6725 Szeged, Tisza Lajos krt.111.

Összefoglaló: A cochleáris implantátum (CI) az első mesterséges érzékszerv protézis, amely a belső fül funkciójának helyettesítésével képes átalakítani az akusztikus jelet az agy elektromos ingerévé. Számos tényező módosíthatja a műtét utáni hallásrehabilitációt és a posztoperatív beszédértés eredményét. Ezek egyike a CI perimodioláris elektródasor nem megfelelő térfoglalása, vagyis a csúcsi elektródák visszafordulása a cochleán belül. Ezt a jelenséget, a „Tip-fold over” rendellenes elektródasor pozíciót általában műtét után, röntgenfelvétel segítségével detektálják, ami szükségessé teszi a lehetséges további beavatkozást. Vizsgálatunk célja egy olyan szoftveres felismerés beépítése a műtét során keletkező „Tip-fold over” állapothoz, amely lehetővé teszi a korai detektálást és azonnali korrekciót tesz lehetővé.

A transzimpedancia mátrix (TIM) vizsgálatot 24 cochleárisan implantált esetben végeztük el. A metodika alapján a szoftver által rögzített értékekből létrejön egy kezdeti feszültségmátrix, amelyből Ohm törvénye alapján konverzió történik Transz impedancia mátrixszá (TIM) úgy, hogy az egyes feszültségértékeket elosztjuk a stimuláló konstans árammal. A TIM eredményeket úgynevezett „Heatmap” ábrázolásban jelöltük. Az ábrázolás oly módon történt, hogy az impedancia érték nagyságától függően különböző színeket rendeltünk egyes mátrix pontokhoz, hogy jelezzék az elektródasor stimuláló és regisztráló pontjainak relatív helyzetét.

A TIM használatával 34 elektródasor (24 eset, 14 uni-, 10 bilaterális implantáció) megfelelő helyzetét igazoltuk. Azonban 2 esetben az elektródasorok drasztikusan eltérő mintázatot mutattak a műtét után. Ezen esetekben röntgenfelvétel állt rendelkezésre az elektródasor csúcsi visszatekeredésének megerősítésére.

Eredményeink azt mutatják, hogy a TIM módszere hatékonyan észleli a CI műtét alatt és után az elektródasor visszatekeredést anélkül, hogy

komplex posztoperatív képpalkotásra lenne szükség, így lehetőséget kínál a műtét alatti korrekcióra.

Bevezető

A cochleáris implantátum (CI) az utóbbi években rutinszerű és hatékony kezelési eszközévé vált a súlyos fokú halláskárosodás vagy a teljes siketség állapotának esetén. Műtéti úton beültetett szörsejtprotézisként tekinthetünk rá, amely a belső fül funkciójának helyettesítésével képes átalakítani az akusztikus jelet az idegelemek elektromos ingerévé. Ezen koncepció az első implantáció óta igen sokat fejlődött, mind a belső, mind a külső egységét tekintve. Korunk egyik legjelentősebb és legnépszerűbb fejlesztését az elektródasor vastagságának csökkentése és perimodiolaritása, az az előgörbítettsége jelenti. Az új fejlesztés hatékony előnyeit számos tanulmány igazolja [1-5], ám kevesebb közlemény jelent meg az újonnan kialakított tulajdonságok adta elektródasor visszatekeredési („Tip-fold over”) problémáról. Az elektródasor atraumatikus jellege miatt igen lágy, így perimodiolaris kialakítása miatt akadályba ütközve a belső fülbe, a behelyezés során képes visszahurkolódni. Ezen rendellenes térfoglalás a műtét utáni hallásrehabilitációra és a posztoperatív beszédértés eredményre negatív hatással lehet, így szükségessé teszi a lehetséges további beavatkozást a visszatekeredés helyes pozicionálásához. [6,7] Korábban a probléma felismerésére csak műtét után elkészített röntgenfelvétel volt segítségünkre.

A posztoperatív probléma felismerésével vizsgálatunk célja egy olyan szoftveres eszköz beépítése rutin elektrofiziológiai vizsgálatink közé, amely a műtét során keletkező „Tip-fold over” állapot azonosítására alkalmas, így lehetővé teszi az azonnali korrekciót.

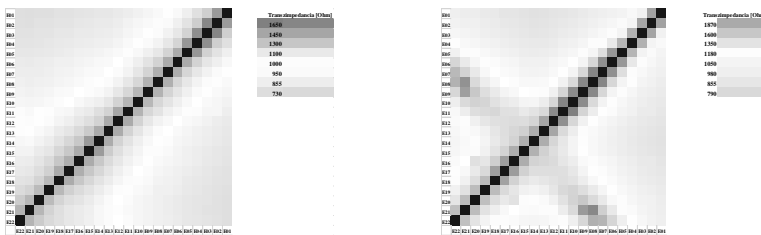
Módszer

A transzimpedancia mátrix (TIM) vizsgálatot 24 cochleárisan implantált esetben végeztük el. A vizsgálat elvégezhető műtét közben a rutin elektrofiziológias mérések mellett vagy későbbi kontrollvizsgálat során a külső egység programozásakor. A gyártó által kiadott szoftver vezérlésével a behelyezett elektródasor stimuláló 22 végpontja használható jel rögzítésére is. 22 mérés történik egymást követően, amikor is egy stimuláló és 21 regisztráló elektróda váltja szerepét. Minden elektródán előre meghatározott azonos, konstans áramerősség (váltakozó áram) mellett stimulálunk adott cochlea régiót. A regisztráló elektródák rögzítik az elektródasor környezetében mérhető feszültség értékeket, amelyből létrejön egy kezdeti feszültségmátrix. A feszültség értékekből Ohm törvénye alapján konverzió történik transzimpedancia mátrixszá (TIM) úgy, hogy az egyes regisztrált

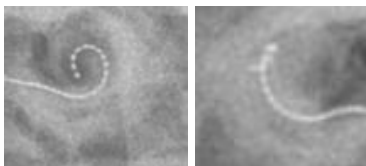
feszültségértékeket elosztjuk a stimuláló konstans áramintenzitással. [8-11] A TIM eredményeket úgynevezett „Heatmap” ábrázolásban jelöltük. Az ábrázolás oly módon történt, hogy az impedancia érték nagyságától függően különböző színeket rendeltünk egyes mátrix pontokhoz, hogy jelezzék az elektródasor stimuláló és regisztráló pontjainak relatív helyzetét.

Eredmények

A TIM használatával 34 elektródasor helyzetét vizsgáltuk meg intra- és posztoperatív környezetben. A 34 mérést 24 cochleáris implantáció ítésetett páciens vizsgálati eredményeként rögzítettük, melyből 14-en egyoldali-, míg 10-en kétoldali implantátumot kaptak. 32 esetben megfelelő elektródasor pozíciót igazoltunk, azonban két esetben az elektródasor TIM Heatmap képei eltérő mintázatot mutattak a műtét után. (1.ábra) Minden esetben röntgenfelvétel állt rendelkezésre az elektródasor valós helyzetének megállapítására és a TIM értékek validálására, így a két esetben a csúcsi visszatekeredés megerősítésére. (2.ábra)



1.ábra: Transzimpedancia Mátrix (TIM) „Heatmap” ábrázolása. Jobb oldalon helyes pozícióban helyezkedő elektródasor TIM képe, míg a bal oldalon egy visszatekeredett elektródasor képe látható. Látható, hogy normál esetben a fekete átlóhoz sűrűsödnek a nagyobb impedancia értékek, míg rendellenes helyzetben tőle távolabb is.



2.ábra: Röntgenfelvétel normál és visszatekeredett elektródasor pozíciójáról. Jobb oldalon helyes pozíciót vett fel az elektródasor, míg a bal oldali visszatekeredett.

Megbeszélés

Az eredményeink azt mutatják, hogy a TIM módszerrel hatékonyan azonosíthatjuk a CI műtét alatt és után az elektródasor visszatekeredését anélkül, hogy komplex intra- vagy posztoperatív képalkotásra lenne szükség, így lehetőséget kínál a beavatkozás alatti helyreigazításra. Újabb korrekciós műtét szükséglete mind finansiális, mind a beteg egészségének megőrzése szempontjából igen megterhelő lehet, így a rutin elektrofiziológiai méréseket kiegészítve hatékony lehetőségként tekintünk a TIM vizsgálati módszerre.

Hivatkozások

- [1] Perenyi A, Toth F, Nagy AA, et al. Early experience on a modern, thin cochlear implant family. A retrospective, international multicenter study. *J Med Life*. 2018; 11: 146-152.
- [2] Perenyi A, Toth F, Dimak B, et al. Electrophysiological measurements with electrode types of different perimodiolar properties and the same cochlear implant electronics - a retrospective comparison study. *J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2019; 48: 46.
- [3] Ramos-Macias A, O'Leary S, Ramos-deMiguel A, et al. Intraoperative intracochlear electrocochleography and residual hearing preservation outcomes when using two types of slim electrode arrays in cochlear implantation. *Otol Neurotol*. 2019; 40: S29-S37.
- [4] Nagy R, Jarabin JA, Dimák B, et al. Possibilities for residual hearing preservation with Nucleus CI532 Slim Modiolar electrode array. Case report. [A maradványhallás megőrzésének lehetőségei cochleáris implantáció során Nucleus CI532 Slim Modiolar elektródasorral.] *Orv Hetil*. 2018; 159: 1680-1688. [Hungarian]
- [5] Nagy R, Jarabin JA, Perényi Á, et al. Long-term hearing preservation with slim perimodiolar ci532® cochlear implant array. *Am J Otolaryngol Head Neck Surg*. 2018; 1: 1019.
- [6] Dimak B, Nagy R, Perenyi A, et al. Review of electrode placement with the slim modiolar electrode: identification and management. *Ideggyogy Sz*. 2020; 73: 53-59.
- [7] Dhanasingh A, Jolly C. Review on cochlear implant electrode array tip fold-over and scalar deviation. *J Otol*. 2019; 14: 94-100.
- [8] Cohen LT, Saunders E, Richardson LM. Spatial spread of neural excitation: comparison of compound action potential and forward-masking data in cochlear implant recipients. *Int J Audiol*. 2004; 43: 346-355.
- [9] Vanpoucke FJ, Boermans PP, Frijns JH. Assessing the placement of a cochlear electrode array by multidimensional scaling. *IEEE Trans Biomed Eng*. 2012; 59: 307-310.
- [10] de Rijk SR, Tam YC, Carlyon RP, et al. Detection of extracochlear electrodes in cochlear implants with electric field imaging/transimpedance measurements: a human cadaver study. *Ear Hear*. 2020; 41: 1196-1207.
- [11] Grolman W, Maat A, Verdam F, et al. Spread of excitation measurements for the detection of electrode array foldovers: a prospective study comparing 3-dimensional rotational x-ray and intraoperative spread of excitation measurements. *Otol Neurotol*. 2009; 30: 27-33.

A depresszió környezeti faktorainak vizsgálata oksági elemzési módszerekkel

Vetró Mihály¹, Hullám Gábor¹, Juhász Gabriella², Antal Péter¹

¹BME, Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék,

hullam.gabor@mit.bme.hu

1117 Budapest, Magyar Tudósok Körútja 2.

²Semmelweis Egyetem, Gyógyszerhatástani Intézet,

juhasz.gabriella@pharma.semmelweis-univ.hu

1089 Budapest, Nagyvárad tér 4.

Összefoglaló: Kutatómunkánk során globális és lokális oksági feltáró algoritmusokat alkalmazunk a depresszióhoz kapcsolódó környezeti és egyéb tényezőket közötti oksági kapcsolatok azonosítására.

Bevezető

A depresszió nagyszámú genetikai és környezeti tényező komplex kölcsönhatásának eredménye. Ebből adódóan a mai napig kihívást jelent a hozzájáruló környezeti és egyéb tényezők, úgymint a stressz, a negatív életesemények, a szocioökonómiai és életmódbeli tényezők, a testmozgás, a mentális egészségi állapot leírók együttes elemzése, különösen a jelenségek mögött meghúzódó mechanizmusok megértése, új oksági összefüggések feltárása. Ennek elsődleges oka, hogy a megfigyelési adatokon alapuló vizsgálatoknál a változók közötti függőségi mintázatok oksági értelmezése korlátozott, legtöbbször csak megfelelő háttértudás, például időbeliséget meghatározó információ birtokában lehetséges. Más esetekben az oksági kapcsolatok egy részének azonosítására van csak lehetőség.

Célkitűzés

Az itt bemutatott munka célja összehasonlítani különböző oksági-függőségi struktúra tanuló algoritmusok eredményeit a depresszióhoz kapcsolódó környezeti faktorok oksági kapcsolatainak elemzése során. Az oksági kapcsolatok feltárásának célja a depresszió és más multifaktoriális betegségek elemzése során az, hogy a betegséget direkt módon befolyásoló faktorokat azonosíthassuk.

Módszer

A probléma kezelésére számos módszert hoztak létre, melyeket csoportosíthatunk megközelítés szerint globális vagy lokális szemléletű algoritmusokra. Az előbbieket a teljes oksági-függőségi struktúrát kívánják rekonstruálni a rendelkezésre álló adatok alapján, míg az utóbbiak az oksági-függőségi struktúra kisméretű lokális egységeit vizsgálják, és ezek együtteséből következtetnek a függőségek rendszerére.

A **lokális módszerek** közül a *lokális oksági feltárás* algoritmus (*local causal discovery - LCD*) [1] egy módosított változatát implementáltuk, amely hatékonyan alkalmazható nagy dimenziójú adatok esetén is, ami orvosbiológiai tárgyterületeken gyakori. Ugyanakkor lokális jellege miatt a többváltozós feltételes függőségek egy kis részét veszi csak figyelembe, emiatt csak közelíteni képes a valós függőségi mintázatokat. A módszer alapját egy függőségi (függetlenségi) teszt adja, amely diszkrét változókból álló adathalmaz esetén lehet a Khí-négyzet (χ^2) próba [2]; esetünkben egy empirikusan választott $\alpha = 0,001$ szignifikancia küszöb és Bonferroni korrekció [3] alkalmazása mellett. Ennek segítségével meghatároztuk az összes változó páronkénti függetlenségét, majd a nem-független változóknak megfelelő csomópontpárokat összekötve kialakítottuk a reprezentációs modellként szolgáló Bayes-háló vázát [4]. Ezt követően e váz tripletein, azaz három csomópontból és a köztük futó két élből álló alstruktúráin végig iterálva azonosítottuk az ezekben található két él orientációját, ahol ez lehetséges volt. Ahogyan az **Error! Reference source not found.**-ban is látható, ha az adott triplet (X, Z, Y) két legtávolabb eső csomópontjához tartozó változója $(X$ és $Y)$ marginálisan független $(X \perp Y)$, és a közbülső változó (Z) ismeretében feltételes függőséget mutat $\neg(X \perp Y | Z)$, akkor a három változó egyértelműen „V-struktúrát” alkot [4]. Ettől eltérő esetben azonban a másik három lehetséges él-elrendezés bármelyike előfordulhat feltéve, hogy a két szélső változó feltétel nélküli függést mutat $\neg(X \perp Y)$, a köztes változó ismeretében azonban feltételesen függetlenek $(X \perp Y | Z)$ (tehát a közbülső változó „D-szeparálja” a két szélsőt [4]).

3. táblázat: Lehetséges háromelemű irányított struktúrák a változók függetlenségének ismeretében.

Feltétel	Struktúra
$(X \perp Y), \neg(X \perp Y Z),$ $\neg(X \perp Z), \neg(Y \perp Z)$	<pre> graph LR X((X)) --> Z((Z)) Y((Y)) --> Z </pre>
$\neg(X \perp Y), (X \perp Y Z),$ $\neg(X \perp Z), \neg(Y \perp Z)$	<pre> graph LR subgraph D1 X1((X)) --> Z1((Z)) Y1((Y)) --> Z1 end subgraph D2 X2((X)) --> Z2((Z)) Z2 --> Y2((Y)) end subgraph D3 X3((X)) --> Z3((Z)) Y3((Y)) --> Z3 end </pre>

Emiatt a „közös szülő” és a két lehetséges irányú „lánc” struktúra egymáshoz képest megfigyelési ekvivalensek. Ebből kiindulva az LCD módszernél első lépésként detektáljuk az összes lehetséges V-struktúrát $(X \rightarrow Z \leftarrow Y)$, majd megkeressük az olyan háromelemű láncokat $(X \rightarrow Z \rightarrow W)$, amelyek sorrend szerinti első éle $(X \rightarrow Z)$ része egy V-struktúrának, amelyből a másik él is egyértelműen irányítható $(Z \rightarrow W)$. Ezen lánc keresést ismételtlen futtatjuk addig, amíg a legutóbbi futtatás új beillesztett élt eredményez. A megmaradt irányítatlan éleknél, melyek egyik csomópontjából egy irányított él vezet tovább $(U \leftarrow Z \rightarrow W)$, „közös szülő” struktúra meglétét vizsgáljuk $(U \leftarrow Z \rightarrow W)$, feltéve, hogy ezáltal nem hoz létre új V-struktúrát. Végül a hamis pozitív találatok szűrése érdekében töröljük a háromelemű lánc struktúrák $(X \rightarrow Z \rightarrow Y)$ első és utolsó elemeit összekötő tranzitív éleket $(X \rightarrow Y)$ feltéve, hogy az X és Y csomópontot a lánc középső változója (Z) D-szeparálja.

A **globális** oksági-függőségi struktúra tanuló **algoritmusok** közül egy olyan bayesi modellátlagoláson alapuló módszert alkalmaztunk [5], amely a lehetséges struktúrák terében történő véletlen bolyongást végez egy Markov-lánc Monte Carlo (MCMC) technikára épülő módszerrel [6]. Ennek a folyamatnak az eredménye egy irányított körmentes gráf (DAG) struktúra halmaz (az MCMC mintavételezés által nyert minták), amely felhasználható különféle egyszerűbb strukturális tulajdonságok, például irányított élek meglétének, vagy összetettebb tulajdonságok, például Markov-takarók kiértékelésére. Ezek az összegyűjtött minták használhatók fel az egyes tulajdonságok a *posteriori* valószínűségeinek becsléséhez. Az ezen az elven alapuló rendszer alapú módszertant - melynek fejlesztése a *BME Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszékén*, a *Számítógépes Biomedicina és Bioinformatika Munkacsoportban* zajlott - bayesi többszintű relevancia analízisnek (*Bayesian Multi-Level Analysis of relevance – BMLA*) nevezzük [7]. Ezt a módszert korábban több kutatás vizsgálatában

alkalmaztuk a *Semmelweis Egyetem Gyógyszerhatástani Intézetében* működő *Új Antidepresszív Gyógyszercélpont Kutatócsoporttal* együttműködésben a depressziót befolyásoló genetikai variánsok [8], illetve a környezeti-életviteli faktorok relevanciájának, oksági-függőségi mintázatainak vizsgálatára [9].

Mindezek mellett lényeges, hogy bár mind a lokális, mind a globális módszerek a legtöbb esetben elfogadható eredményt adnak a függőségi struktúrát illetően, oksági értelmezésük feltételekhez kötött. Ezek alapja többek közt az oksági Markov-feltétel [10], az oksági hűség (faithfulness), a szükségesség (sufficiency), a stabilitási feltétel, torzításmentességi feltétel és az elégséges minta. Ezek teljesülésekor kijelenthetjük, hogy minden függőségi gráfból kiolvasható függőséget az együttes valószínűség-eloszlásnak megfelelő valós függőséget reprezentál és nem szerepel benne más.

Eredmények

A lokális módszer (LCD) hatékonyságát megvizsgáltuk 10.000, 20.000, 50.000, 100.000 és 150.000 mintapontból álló mesterséges mintahalmazokon, melyek mindegyikéből 25 darabot állítottunk elő, mindegyiket egy-egy önálló, 60 csomópontos, véletlenszerűen kialakított Bayes-hálóból mintavételezve. Ezek alapján megállapítottuk, hogy a módszer alacsony mintaszám (10.000) mellett átlagosan az élek 55%-át találta meg, viszont a jósolt élek 85%-a helyes. Magasabb mintaszám mellett az eredeti modell éleinek 60%-át képes megtalálni, emellett azonban az összes jósolt él mindössze 60-70%-a lesz helyes. Végül fontos megfigyelésnek bizonyult, hogy mintaszámtól függetlenül a jósolt élek mindössze 10%-a fordított (tehát az él helye az eredeti modellel konzisztens, iránya viszont helytelen), így a függőségek irányát elfogadható megbízhatósággal képes detektálni a módszer.

Korábbi kutatómunkánk folyamán a depresszió kialakulásával kapcsolatos faktorok összefüggésrendszerét tártuk fel egy bayesi függőségi térkép segítségével, amely egy több mint 110 000 mintát tartalmazó adathalmazon alapult [9]. Az ezen az adathalmazon – bayesi relevancia analízissel [7] – azonosított többváltozós modelleket vetjük össze a lokális oksági kapcsolatokat feltáró módszer hasonló eredményeivel. Ahogyan a 2. táblázat: *A lokális feltáráson alapuló módszer (LCD) eredményeinek összehasonlítása a globális bayesi módszerrel (BMLA) a vizsgált adaton.*-ban is látható, az LCD módszernél a tranzitív függőséget reprezentáló élek utólagos törlése jelentősen csökkenti a hamis pozitív találatok (FP) számát, és ezáltal növeli a módszer specifikusságát (TNR - True Negative Rate) a globális bayesi módszer eredményét referenciaként alkalmazva.

2. táblázat: A lokális feltáráson alapuló módszer (LCD) eredményeinek összehasonlítása a globális bayesi módszerrel (BMLA) a vizsgált adaton.

Küszöb	Alapeset				Tranzitív élek szűrése			
	TP	TPR	TN	TNR	TP	TPR	TN	TNR
0.5	118	0,544	1911	0.669	114	0,525	2302	0.806
0.2	226	0,483	1768	0.679	218	0,466	2155	0.828
0.1	230	0,481	1762	0.679	220	0,46	2147	0.828

A 3. táblázat: A lokális feltáráson alapuló módszer (LCD) eredményeinek összehasonlítása a globális, rendszeralapú, bayesi módszer (BMLA) által becsült élvalószínűségekkel, a depresszióhoz kötődő 10 legvalószínűbb élre. mutatja a lokális oksági feltárás révén előálló, depresszió leíró változóhoz kapcsolódó élek azon halmazát, melyek a globális, bayesi módszer szerint a legvalószínűbbek. Az eredmények szerint a neuroticizmus személyiségjegy (*neuroticism*), a jelenlegi depresszív tünetek (*current depression*) és a testzsír-arány (*body fat*) áll közvetlen oksági kapcsolatban a depresszióval, mely kapcsolatokat mind a lokális, mind a globális módszerek alátámasztják. A negatív életesemények (*life stress*) depresszióval való kapcsolatát szintén detektálja mindkét módszer, bár a globális szerint kisebb valószínűséggel van jelen közvetlen oksági él. A táblázatban található további hat él azonban csak az LCD szerint közvetlen kapcsolat.

3. táblázat: A lokális feltáráson alapuló módszer (LCD) eredményeinek összehasonlítása a globális, rendszeralapú, bayesi módszer (BMLA) által becsült élvalószínűségekkel, a depresszióhoz kötődő 10 legvalószínűbb élre.

Feltárt él (LCD)	Élvaló-színőség (BMLA)	Feltárt él (LCD)	Élvaló-színőség (BMLA)
Neuroticism → depression	9.99E-01	Back pain → depression	1.88E-04
Current depression → depression	9.99E-01	Vigorous physical activity → depression	1.73E-04
Body fat → depression	8.00E-01	Headache → depression	1.73E-04
Life stress → depression	2.00E-01	Alcohol intake → depression	8.97E-05
Falls → depression	3.50E-04	Insomnia → depression	6.81E-05

Következtetések

A kiértékelés folyamán három lényeges szempontot kell figyelembe venni. (1) A megfigyelési ekvivalencia miatt egyes ok-okozati kapcsolatok egyértelműen nem azonosíthatóak, így irányítottáguk esetleges. Ezek az esetleges irányítású élek hatékonyan megkereshetőek [11], és ennek figyelembevételével a bayesi modellátlagolás során a globális módszer

pontosabbá válik. (2) A bayesi függőségi térkép modellátlagolás révén jött létre, tehát nem egy lehetséges modellt ír le, hanem számos modellt. Az egyes élek előfordulási gyakoriságát a lehetséges modellekben egy a posteriori valószínűség reprezentálja, amihez nincs rögzített elfogadási küszöb. Egy él akár mindkét irányban előfordulhat a modellekben valamekkora valószínűséggel. Ezzel szemben a lokális oksági feltárás egy lehetséges modellt azonosít a függetlenségi/függőségi vizsgálathoz kapcsolódó küszöbnek megfelelően. (3) A lokális módszerek nem vesznek figyelembe magasabb rendű függőségi viszonyokat, így sűrűn összekötött oksági-függőségi struktúrák esetén a kapcsolatok egy részét nem képesek azonosítani. Mindezek ismeretében elfogadható a különbség a lokális és globális módszerek eredményei között, különösen, hogy az eredeti munka legrelevánsabb eredményeit megerősíti.

Köszönetnyilvánítás

A kutatómunka az Innovációs és Technológiai Minisztérium Tématerületi Kiválósági Programjának (TKP2020, BME), valamint az ÚNKP-20-5 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programjának a Nemzeti Kutatási, Fejlesztési és Innovációs Alapból finanszírozott szakmai támogatásával, továbbá az Országos Tudományos Kutatási Alapprogramok (OTKA-119866) támogatásával és a Bolyai János Kutatási Ösztöndíj segítségével valósult meg.

Hivatkozások

- [1] S. Mani és G. F. Cooper, *A Study in Causal Discovery from Population-Based Infant Birth and Death Records*, Pittsburgh, 1999.
- [2] A. Agresti, *An Introduction to Categorical Data Analysis*, Wiley, 2007.
- [3] „Bonferroni Correction,” [Online]. Available: <https://mathworld.wolfram.com/BonferroniCorrection.html>.
- [4] J. Pearl, *Causality: Models, Reasoning and Inference*, C. U. P., 2000.
- [5] D. Madigan, S. A. Andersson, M. Perlman és C. T. Volinsky, „Bayesian model averaging and model selection for Markov equivalence classes of acyclic digraphs,” in *Comm. Statist. Theory Methods*, 1996, p. 2493–2520.
- [6] N. Friedman és D. Koller, „Being Bayesian about network structure,” in *Mach. Learn.*, 2003, p. 95–125.
- [7] P. Antal, A. Millinghoffer, G. Hullám, C. Szalai és A. Falus, „A bayesian view of challenges in feature selection: feature aggregation, multiple targets, redundancy and interaction,” *FSDM*, pp. 74-89, 2008.
- [8] G. Juhasz, *Brain galanin system genes interact with life stresses in depression-related phenotypes*, 2014.
- [9] G. Hullám, P. Antal és P. Petschner, „The UKB envirome of depression: from interactions to synergistic effects,” *Sci Rep*, 2019.
- [10] J. Pearl, „Causal inference in statistics: An overview,” *Statistics Surveys*, pp. 96-146, 2009.

- [11] M. C. David és M. Christopher, „Selective Greedy Equivalence Search: Finding Optimal Bayesian Networks Using a Polynomial Number of Score Evaluations,” 2015.

Egészségfejlesztő applikáció terve általános iskolásoknak

Vályi Adél Anna^{1,2}, Szűcs Mónika¹, Barabás Katalin²

¹SZTE ÁOK Orvosi Fizikai és Informatikai Intézet
6720, Szeged, Korányi fasor 9.

² SZTE ÁOK Magatartástudományi Intézet
6722, Szeged Szentháromság utca 5.
vadel97@t-online.hu

Összefoglaló: A gyermekek egészségfejlesztése egy olyan probléma, amely nem csak Magyarországon, de világszerte is fejlesztésre szorul. Az informatika exponenciális fejlődésével és az okoseszközök egyre széleskörűbb megjelenésével lehetőség adódik arra, hogy ezeket is bevonjuk a gyermekek egészségnevelésébe. Jelen munka egy olyan egészségfejlesztő program/applikáció terve, mely számos egészséges életmóddal kapcsolatos témakört felölelne a használat során, és mind az oktatási intézményekben, mind otthoni környezetben használható lehetne.

Bevezető

Már kisgyermekkortól kezdve a legalább napi 1 óra testmozgás, valamint az egészséges táplálkozás elengedhetetlen részei az egészséges életmódnak és protektív szerepet játszanak számos népbetegség, főképpen a metabolikus szindróma és annak következményei – a magasvérnyomásbetegség, a diszlipidémia és a 2-es típusú cukorbetegség – kialakulásának megelőzésében. Az Egészségügyi Világszervezet (WHO) adatai alapján 2016-ban világszerte több, mint 340 millió 5-19 éves gyermek volt túlsúlyos vagy elhízott, és 2019-es adatok alapján pedig nagyjából 38 millió 5 év alatti gyermek volt túlsúlyos vagy elhízott [1]. Mindez azért fontos, mert a gyermekkori elhízás magas rizikófaktort jelent a felnőttkori elhízás tekintetében, utóbbi pedig a fent említettek mellett számos egyéb magas mortalitású civilizációs megbetegedés rizikófaktora [2]. Az elhízás viszont megelőzhető, az ideális, káros szenvedélyektől mentes életmód pedig könnyen elsajátítható.

Fontos megemlítenünk, hogy egészségünk követésére a mai, informatikailag jól felszerelt világunkban számos applikáció létezik, valamint az ezekben tárolt adatokat akár orvosainkkal is megoszthatjuk, ez adja a telemedicina alapját. Annak ellenére viszont, hogy a felnőtteknek készült egészség témájú applikációk tárháza széles, a gyermekek számára kevés olyan tartalom van jelen az alkalmazások között, mely egészségfejlesztést céloz.

Célkitűzés

Jelen munka célja az, hogy kidolgozásra kerüljön egy olyan, gyermekeknek szánt egészségfejlesztő applikáció, melyet mind az iskolákban, mind otthon egyszerűen, felhasználóbarátan lehet alkalmazni játékos tanulásra. Szeretnénk egy olyan, tudományos alapokon nyugvó, kész tervet elkészíteni, amely alapján informatikus segítségével kifejlesztésre kerülhetne az alkalmazás.

Az egészségfejlesztés jelene

Egészségfejlesztés az oktatási intézményekben

Az egészségfejlesztő és -nevelő tevékenység mind az óvodákban, mind az iskolákban jogszabályi keretek közt meghatározott módon zajlik. Az óvodák számára az Óvodai nevelés alapprogramja című kormányrendelet nyújt útmutatást, míg az iskolák számára a Nemzeti Alaptanterv (NAT) adja az alapot. 2003-ban az iskolák számára elkészült a „Segédlet az iskolai egészségnevelési program elkészítéséhez” című kiadvány is [3].

A 2018/19-es tanév NETFIT felmérés eredményei azt mutatták, hogy az első, 2014/15-ös időszakhoz képest a tanulók legtöbb fittségi paramétere javulást mutatott. Ennek ellenére viszont csak 33,6% volt azon hallgatók aránya, akik a 8-ból legalább 7 paraméternél az egészségzónában teljesítettek. Számos tanulmány alátámasztja, hogy a szocioökónómiai háttér (SES) és a fittség összefügg, ennek megfelelően ebben a felmérésben is a regionális átlagok azokban a régiókban lettek a legkedvezőtlenebbek, ahol a SES is a legalacsonyabb [4].

Mindezek mellett a Magyar Orvostanhallgatók Egyesületének négy tagja, a négy magyarországi orvostudományi egyetem ingyenesen biztosít az óvodák és az iskolák számára egészségnevelési és -fejlesztési lehetőségeket. Az óvodások számára a Teddy Maci Kórház programja áll rendelkezésre, míg az iskolás korú gyermekek több szekciótól, több témában – például szexuális egészség, egészséges táplálkozás, személyes higiéné, védőoltások – tanulhatnak a közreműködő orvostanhallgatóktól.

Egészségfejlesztés otthon

Mivel azt, hogy a gyermek otthon milyen (egészség)nevelésben részesül alapvetően a szülő vagy a gondozó határozza meg, ezért a gyermek egészségtudatosságának kialakulása egyéb tényezők mellett függ attól, hogy a szülő/gondozó maga milyen ismeretekkel rendelkezik az alapvető egészséggel összefüggő kérdésekben. Kiemelendő, hogy egészségünket már a fogantatás előtti tényezők is meghatározzák, valamint rendkívül fontos az anyaméhben töltött időszak – a kevésbé edukált édesanyák hajlamosabbak az

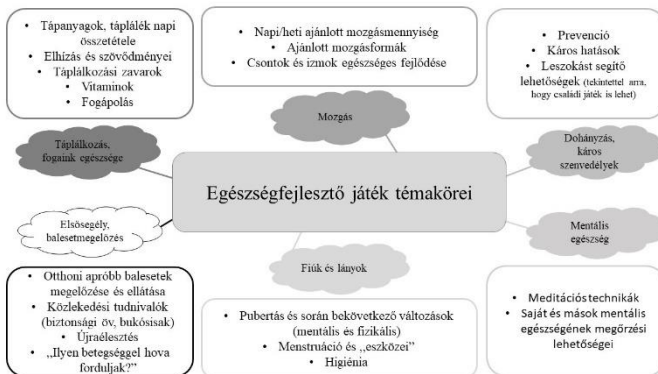
egészségüket, így a magzat egészségét is károsító szereket fogyasztani a terhesség alatt [5]. Alapvetően viszont érvényes az, hogy ha a szülő nem rendelkezik a kellő ismeretekkel az egészségét illetően, akkor a gyermekének sem fogja továbbadni azt.

Az egészségfejlesztés jövője – játékos egészségfejlesztés társasjátékkal, applikációval

Mind az Android, mind az iOS applikációi között kevés az olyan tartalom, mely gyermekek egészségének követését, vagy egészségfejlesztését célozza, illetve ezek között a magyar nyelvű applikációk rendkívül alulreprezentáltak. A magyar nyelvű alkalmazások közül példaként említendő az Okostányér nevű alkalmazás, mely az egészséges táplálkozást segíti, valamint a munkáltatók számára elérhető, startup-ként indult Fitpuli nevű alkalmazás, mely egy komplex egészségkövetést magába foglaló applikáció, ám sajnos magánemberek számára egyelőre nem elérhető. Ezen alkalmazások viszont nem kifejezetten gyermekek számára készültek – sem az információanyaguk, sem az adatok regisztrációja nem az ő életkoruknak megfelelő.

Jelen munkában az egészségfejlesztő játék- illetve applikációtervünket szeretnénk bemutatni, mely a tervek szerint mind az iskolákban, mind az otthoni környezetben egyszerűen, széles körűen felhasználható lehetne, a teljes általános iskolás korosztály részére.

A játék alapvetően hat nagyobb témát járna körbe (1. ábra), melyek segítségével lefedhetnénk az összes, egészségünkkel kapcsolatos kérdést.



1. ábra A saját fejlesztésű játékba foglalt témakörök

A karaktereket mind az iskolai, mind az otthoni játékban gyermek figurák alkotnák, melyek egészségi állapota a gyermek által megtett cselekedetek által változna. A képernyő oldalán megjelenne egy „egészségmér” (mint

egy hőmérő), mely piros, ha változtatni kell a szokásokon és zöld, ha megfelelően végzi a gyermek a napi tevékenységét.

Az alkalmazás alkalmas lehetne a szülő által a gyermek antropometriai mutatóinak követésére is, valamint ha valamilyen krónikus betegségben szenved (pl. diabétesz, asztma), az azzal összefüggő kérdések gyakrabban megjelenhetnének, hogy a gyermekben a betegségével kapcsolatos speciális tudnivalókat tovább erősítse.

Ha a gyermek egészséges életmódot folytat – naponta elvégzi a megfelelő mennyiségű mozgást, változatosan táplálkozik – a karakter is egészséges marad általa. Mivel ezek az adatok önbevalláson alapulnak, valamint a szülő tudja ellenőrizni, ezért az életmódi tényezők mellé a karakter egészségének megőrzéséhez a bizonyos témakörökhöz tartozó kérdések helyes megválaszolása is feltétel lenne, amik által a karakter „pénzhez” juthat, így pedig bizonyos termékeket vásárolhat, melyet a gyermek választhat ki. A virtuális boltban a sportszerek, egészséges ételek mellett az „egészségtelen” életmódhoz tartozó cikkek, mivel gyermekekről van szó ezért a gyorsételek, nassolnivalók (pl. chips, csokoládé), cukros-szénsavas üdítők, TV és egyéb informatikai eszközök is megjelenének. Ez kettős eszközt szolgálna: egyrészt, a gyermekek számára az egyensúlyt hivatott bemutatni, mivel az egészséges életmód nem csupán arról szól, hogy minden egészségtelent megvonunk magunktól, hanem arról, hogy ezeket mérsékelten alkalmazzuk – erre jó vizuális szemléltető eszköz az „ételpiramis”[6]. Másrészt, ha a gyermekek ezeket túl sokat alkalmazzák, a káros hatások (pl. elhízás, a szem romlása) bemutathatóak lennének velük.

Az alkalmazás kialakítása során a kérdéseket, valamint a táplálkozásra, mozgásra és informatikai eszközök alkalmazására vonatkozó ajánlásokat a vonatkozó legfrissebb ajánlások, továbbá szakemberek bevonásával fejlesztենék ki.

Egészségfejlesztés az oktatási intézményekben

Számos iskolában jelen van az okostábla, illetve a hozzá tartozó infrastruktúra, az alkalmazás iskolákba juttatásához ezt használnánk ki.

A gyermekek csoportokban dolgoznának, mellyel a közösség pozitívan ható erejét használnánk ki. A csoportok egy-egy karaktert választanának, melynek „egészségéhez” az egy-egy ember által elvégzett tevékenységük összeadódásával járulhatnának hozzá. Az egyes csoportok karakterei heti kihívások teljesítésével is versenyeznének egymással és azok alapján kaphatnának díjakat a játékban (pl. „legtöbbet mozgó karakter”, „legtöbb zöldség elfogyasztása egy hét alatt”), melyeket a tanárok általuk választott módon, az osztályban szokásosan megjelenő módszerekkel jutalmazhatnának (pl. ötös, pirospon). A csoportos munkán kívül lennének az egész osztálynak

szóló feladatok, melyeket az órán végeznének el a gyerekek, és a tanárok órai kiegészítéséhez nyújtanak segítséget. Ezekre példát az alábbi táblázatban láthatnak az egyes kategóriákhoz kapcsolódóan:

1. táblázat Az iskolai applikációval történő egészségfejlesztés "színterei"

<i>Témakör</i>	<i>Feladattípus</i>	<i>Tanóra</i>
Táplálkozás, fogaink egészsége	Kérdések, játékos feladatok	Egészségtan, osztályfőnöki óra
Mozgás	Komplex, játékos feladatsor a gyermekek életkorának megfelelően	Testnevelés
Dohányzás, káros szenvedélyek	Kérdések, játékos feladatok	Egészségtan, osztályfőnöki óra
Mentális egészség	Meditáció, jóga a gyermekek életkorához igazítva	Testnevelés, egészségtan
Fiúk és lányok	Kérdések, játékos feladatok	Egészségtan, osztályfőnöki óra
Elsősegély, balesetmegelőzés	Kérdések, szituációs játékok	Osztályfőnöki óra, egészségtan

Egészségfejlesztés otthon

Az „otthoni” applikációt a fentebb említettek alapján terveznénk meg. A nagyobb gyermekeknek már általában van telefonja, így kevés szülői interakciót igényelne a használat, ami szabadabb felhasználáshoz vezethetne.

Az alkalmazás használatának kezdetén a szülő beállíthatná a gyermeke antropometriai adatait, életkorát, nemét és az esetleges betegségeit, amely alapján a program a gyermekekre szabott egészségfejlesztést tehetne lehetővé azáltal, hogy a gyermek testtömegindexét (BMI) kiszámolva és az egyéb adatainak ismeretében milyen kérdéseket, „kihívásokat” jelenítsen meg a felhasználó gyermek számára.

A kérdéseket, kihívásokat természetesen a gyermek életkorának megfelelően jelenítené meg az applikáció, ám szerepelniük benne olyanok is, melyeket a családdal közösen beszélhet meg annak érdekében, hogy a gyermek környezetét is bevonjuk az egészségfejlesztésbe, ezáltal is láthasson egy pozitív példát. Ehhez lehetséges „kihívás” lehetne például, hogy „Menjete el sétálni a családdal!”, „Beszélgetsetek a dohányzás káros hatásairól!”.

A gyermek karaktere összekapcsolható lenne barátainak, iskolatársainak karakterével – mint az okosórákon az „aktivitásmegosztás” -, ezáltal motiválhatnánk egymást az egészséges életmód folytatására a versenyzés révén. Emellett, amennyiben a gyermek oktatási intézményében is

használatos lenne a program, a gyermek által a saját eszközén elvégzett tevékenységek oda is feltölthetnének.

További javaslatként, mivel az egyik legnépszerűbb okosóra már gyermekek számára is elérhetővé vált akár saját telefon használata nélkül, okosórára fejlesztett applikációként az aktivitásmérés, a folyadékbevitel, meditáció könnyedén megvalósulhatna, amelyet a szülő a telefonján keresztül kapcsolhatna össze az alkalmazással.

Az applikáció egyetlen limitációja az, hogy okoseszközhöz kötött, mely az alacsony SES-sel rendelkező társadalmi rétegekben nem, vagy csak kevésbé hozzáférhető, ám az iskolai program az alacsony jövedelmű területeken jelenlevő iskolákban is alkalmazható lehetne, a megfelelő infrastruktúra kormányzati biztosítása által.

Konklúzió

Habár jelen munkában leírt applikáció egyelőre csak egy terv, azt gondoljuk, hogy kifejlesztése és jövőbeli alkalmazása széles körben hozzájárulhatna az általános iskolás korú gyermekek egészségneveléséhez és -fejlesztéséhez az okoseszközök felhasználása által. Az applikáció továbbá lehetőséget nyújtana a családok számára arra, hogy együtt gondolkodhassanak az egészségükről és cselekedhessenek annak megőrzése érdekében.

Hivatkozások

- [1] WHO (<https://www.who.int/>)
- [2] Serdula MK, Ivery D, Coates RJ, Freedman DS, Williamson DF, Byers T. Do obese children become obese adults? A review of the literature. *Prev Med.* 1993, 22 (2):167-77.
- [3] Simonyi, I. Az egészségfejlesztés helyzete a hazai nevelési-oktatási intézményekben. Tanulmányok a gyermekkori egészségfejlesztés témaköréből - Az ELTE Tanító- és Óvóképző Kar Természettudományi Tanszék Egészségfejlesztés Kutatóműhelyének tanulmánykötete 2012; 9-21
- [4] Kaj M, Király A, Hernádi Á, Kálbli K, Csányi T. NETFIT A magyar 10-18 éves tanulók egészségközpontú fizikai fittségi állapota (2019) – Kutatási jelentés a Nemzeti Egységes Tanulói Fittségi Teszt (NETFIT) 2018/2019. tanévi országos eredményeiről. (<https://www.mdsz.hu/wp-content/uploads/2020/02/Netfit-2020-kutatas-jelentes.pdf>)
- [5] Mistry KB, Minkovitz CS, Riley AW, Johnson SB, Grason HA, Dubay LC, et al. A new framework for childhood health promotion: the role of policies and programs in building capacity and foundations of early childhood health. *Am J Public Health.* 2012, 102 (9): 1688-96
- [6] Skerrett PJ, Willett WC. Essentials of healthy eating: A guide. *J Midwifery Womens Health.* 2010; 55: 492–501.

Agyhullámok mérésére alkalmas szoftver fejlesztése Android környezetben

Bársony Georgina Eszter¹, Szlávecz Ákos², Márton Gergely^{3,4}

¹ELKH-TTK Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet
Összehasonlító Pszichofiziológiai Kutatócsoport, brsgina@gmail.com, 1117
Budapest, Magyar tudósok körútja 2.

²BME-IIT Orvosi Informatika Csoport, szlavecz@iit.bme.hu, 1117
Budapest, Magyar tudósok körútja 2.

³ELKH-TTK Kognitív Idegtudományi és Pszichológiai Intézet
Összehasonlító Pszichofiziológiai Kutatócsoport, marton.gergely@ttk.hu,
1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.

⁴MindRove Kft., gergely.marton@mindrove.com, 1016 Budapest, Mészáros
utca 60/C

Összefoglaló: A MindRove neuro-fejpánt non-invazív módon a fejbőrre helyezett elektródok segítségével méri az elektromos potenciálváltozásokat. Általa közvetlen kapcsolat alakítható ki az agy és a mobiltelefon között. A cikkben bemutatásra kerül egy olyan szoftver fejlesztése Android környezetben, amely megvalósítja az adatkommunikációt az applikáció és a speciális hardver között. Ezen kívül a jelfeldolgozó szoftvermodul többek között az EEG jelek esetében releváns, különböző frekvenciasávokban domináns agyhullámok (alfa, béta, gamma, delta, théta) valós idejű mérését teszi lehetővé.

Bevezető

A fejbőrre helyezett non-invazív agyi érzékelők és a jeleket feldolgozó mesterséges intelligencia alapú szoftverek alkalmasak lehetnek a felhasználók mentális állapotának visszajelzésére [1], illetve elektronikus eszközök gondolatlan történő irányítására [2][3], utóbbi különösen mozgássérült felhasználók számára előnyös.

Az Eötvös Loránd Kutatóhálózat Természettudományi Kutatóközpontja és a MindRove Kft. együttműködésével fejlesztés alatt álló neuro-fejpánt non-invazív módon, a fejbőrre helyezett vezető szövet elektródok segítségével méri a felhasználók agyának elektromos aktivitását. A fejlesztés célja egy olyan agy-gép interfész, amelynek használata bárki számára, mérnöki, vagy orvosi szakképzettség nélkül is elsajátítható, emellett a motoros funkciókhoz tartozó elektromos potenciálváltozások mérésében kimagasló teljesítményt nyújt. Az elektroencefalográfiai (EEG) szenzorrendszer elsősorban az agykéreg centrális és parietális területeiről származó potenciálváltozásokat méri. Lehetséges felhasználási területeihez tartoznak az elektronikus

eszközök gondolatlanul, például elképzelt mozgásokkal történő irányítása, vagy a neurológiai visszacsatolás (NeuroFeedback) [4].

Célkitűzés

Előnyös lenne, ha a MindRove neuro-fejpánt asztali, vagy hordozható számítógép nélkül, mobil eszközökön tudna futni, lehetővé téve ezzel, hogy a felhasználók sokkal szélesebb körben alkalmazhassák azt. Ezen kívül amennyiben a fejpánt mobiltelefonokkal, táblagépekkel is használható, úgy mozgássérülteket segítő eszközökhöz is könnyebben integrálható lesz. Elsődleges cél egy olyan szoftveres infrastruktúra kialakítása Android környezetben, amely a MindRove neuro-fejpánt által mért agyi jelek Wifi kapcsolaton keresztül történő fogadására, tárolására, feldolgozására és megjelenítésére alkalmas. A megjelenítést több módon is megvalósítja, ilyen a nyers jelek időalapú megjelenítése, illetve a frekvenciaosztályok vonaldiagramos és hisztogramos megjelenítése. Felhasználható továbbá a felhasználó agytevékenységének visszajelzésére, azaz neurológiai visszacsatolásra és alapként szolgálhat összetettebb mobil alkalmazások és offline adatelemzést igénylő kutatások fejlesztéséhez.

Eszközök és módszerek

A MindRove neuro-fejpánt két referencia- és hat mérőelektrodót tartalmaz a 64 csatornás kiosztás szerinti C5, C3, C1, C2, C4 és C6 helyeken. A mintavételi frekvenciája 500Hz. Jelenleg úgy működik, hogy amennyiben egy eszköz rácsatlakozik, az azonnal megkezdí az adatcsomagok küldését Wifi UDP csatornán. Egy adatcsomag mérete 216 byte, ez többek között két EEG mérés 6 csatornán mért jeleit, az EEG méréshez tartozó sorszámot és egy jelölőt tartalmaz. A jelölő értéke alapesetben mindig 0, azonban, ha a fejpánt egy speciális adatcsomagot fogad, akkor a fogadástól számított első kimenő csomagban a jelölő értéke 1 lesz. Ez lehetővé teszi a felhasználói tevékenység és az agyi jel keletkezésének szinkronizálását.

A szoftverrendszer az Android Studio fejlesztői környezetben készült, Java és XML nyelven. Az jelfeldolgozáshoz és az adatok diagramos megjelenítéséhez két külső könyvtárat használtam, előbbihez az OpenCV-t, utóbbihoz pedig az MP Android Chart-ot. Az applikáción belül az osztályok közti kommunikáció a Megfigyelő Programtervezési Minta szerint történik. Az applikáció tesztelését a forráskód kiegészítésével, illetve MATLAB segítségével végeztem.

Jelfeldolgozás

Az UDP csomagok fogadása és dekódolása után a nyers jeleken mozgóablakos Fast Fourier transzformációt végeztem. Az ablakhossz 2 szekundum, a lépésköz 100 milliszekundum. A kapott komplex számok abszolút értékét vettem. A transzformált adatsor értékeihez frekvenciaértékeket rendeltem, majd kiválasztottam az adott frekvenciaosztályokhoz tartozó jelértékeket és átlagoltam azokat. Ekkor mind a hat csatornára kaptam egy átlagot, így a 6 érték átlagát is kiszámolva kaptam 100 milliszekundumonként egy-egy átlagértéket az alfa, béta, gamma, delta és théta hullámokhoz.

Eredmények

Munkám eredményeképpen létrejött a MindRove App mobilalkalmazás, amely az alábbi menüpontokat (Lásd 1. Ábra) tartalmazza:

Nyers jelek időalapú megjelenítése

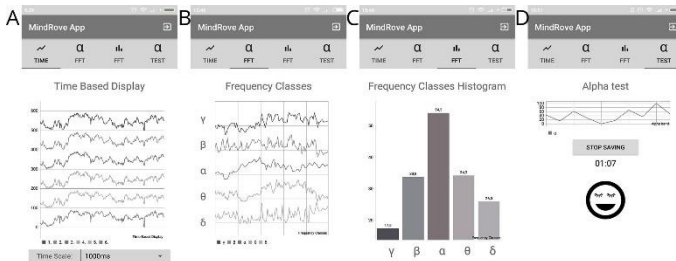
Ez az első menüpont, amelynek kiválasztásakor a 6 csatorna adatai láthatók az idő függvényében, vonaldiagramon. Az egyes hullámok y tengely szerint skálázva kerültek ábrázolásra, tehát azok egymás alatt, egymástól eltolva helyezkednek el. Egy beállítási lehetőség is található a felhasználó felületen, melynek segítségével kiválasztható a megjelenített adattartomány felbontása.

Frekvenciaosztályokhoz tartozó hullámok megjelenítése

A második és harmadik menüpontra kattintva az alfa, béta, gamma, delta és théta hullámok tekinthetők meg, előbbi esetén, vonaldiagramon, az idő függvényében, utóbbinál pedig az adott frekvenciaosztályhoz tartozó amplitúdó értékek oszlopdiagramon.

Alfa teszt

Az alfa teszt lényege, hogy az alfa aktivitás csukott szem esetén megnő, nyitott szem esetében pedig csökken [5]. A teszt úgy működik, hogy a felhasználó megnyomja a tesztet elkezdő gombot, ezt követően 1 percig nyitott, majd 1 percig csukott szemmel végzi a mérést. Eközben a nyers agyi jelek és a számított alfa értékek mentésre kerülnek a külső állományba, egy szöveges fájlba, 1-1 mátrixba. A mátrix utolsó oszlopában 1-es érték áll, ha a felhasználónak nyitva, és 0, ha a felhasználónak csukva van a szeme az adott sor értékeinek mintavételekor. A mentés lényege, hogy az adatok offline adatelemzésre alkalmazhatók.

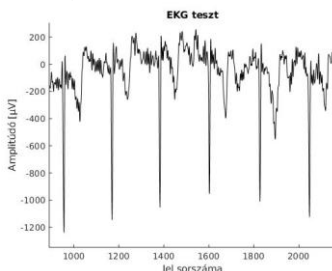


10. Ábra A mobilalkalmazás felhasználói felülete A) Nyers jelek időalapú megjelenítése B) Frekvenciaosztályok vonaldiagramos megjelenítése C) Frekvenciaosztályok oszlopdiaagramos megjelenítése D) Alfa teszt

Teszteredmények és azok értékelése

Az elkészült szoftvert több szempontból is teszteltem. Először azt vizsgáltam, hogy van-e adatvesztés vagy torlódás az átvitelben. A mérésekhez tartozó - mintavételkor generált - sorszámokat ellenőriztem az idő függvényében és azt tapasztaltam, hogy minden sorszám beérkezik és 2 adatsomag fogadása között eltelt idő átlagosan 4ms. Az UDP protokoll nem garantálja ugyan a csomagok átvitelét és sorrendjét, azonban a méréseim során nem tapasztaltam adatvesztést vagy sorrendváltozást, illetve jelenleg 500Hz a mintavételezés, de 160Hz is elég lenne, hogy az egyes frekvenciasávokról visszajelzést adjon a felhasználónak.

A beérkező jelek validálásához EKG mérést végeztem. Amennyiben a MindRove neuro-fejpántot nem helyezzük a fejünkre, hanem az ujjbegyeinket érintjük az elektródokhoz, az eszköz alkalmas EKG mérésre. A kapott ábrán (Lásd 2. Ábra) láthatók az EKG komplexek, tehát valóban azok az adatok érkeznek be, amiket várunk.



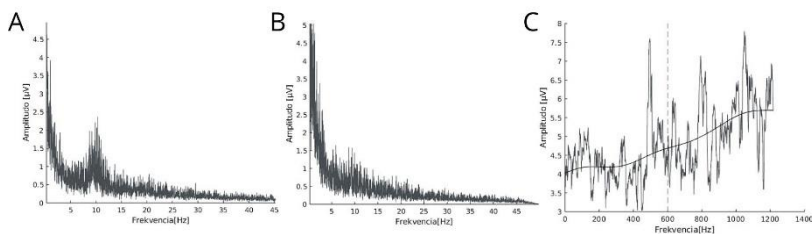
11. Ábra Az EKG mérés eredménye (MATLAB diagram)

4. Táblázat Az adatkésleltetés tesztelésének eredménye a különböző paraméterekkel rendelkező eszközökön

Eszköz típusa	Lenovo tb-7104f	Xiaomi Redmi 3s	Google Pixel 3a
CPU	4core 1,3GHz	8core 1,4GHz	2core 2,0GHz & 6core 1,7GHz
Memória	1GB	3GB	4GB
100ms	✓	✓	✓
Legkisebb lépés	40ms	24ms	20ms

Az adatkésleltetéseket is teszteltem több eszközön. Célom azt volt, hogy megtaláljam azt a legkisebb lépésközt, amellyel még fut az applikáció. A felhasználó visszajelzéshez a 100ms-os lépés megfelelő, és az mindegyik eszköznél kifogástalanul működik. A legkisebb futtatható lépésköz azonban eszközönként, az eszköz adottságaitól függően eltérő (Lásd 1. Táblázat).

Az alfa teszt menüpontban mentésre került adatokat két módon is megvizsgáltam. A nyers jeleken a MATLAB `fft()` függvényének használatával végzett transzformáció eredményét illetve az applikáció által számított alfa hullámot is megjelenítettem 1-1 ábrán (Lásd 3. Ábra). A csukott szemmel mért nyers adatokon végzett transzformáció eredményén az alfa tartományban, azaz 8-13Hz között megfigyelhető a csúcsondás, ami nyitott szemű mérésnél nincs ott. Az applikáció által számított alfa hullám esetében pedig csukott szemnél látható az alapvonal emelkedés.



12. Ábra Az alfa teszt eredménye A) FFT a nyers jeleken - csukott szem B) FFT a nyers jeleken - nyitott szem C) az applikáció által számított alfa hullám

Következtetések

Az Android operációs rendszeren futó mobilalkalmazás adatkapcsolatot valósít meg a neuro-fejpánttal, emellett feldolgozza, tárolja és több módon is megjeleníti az agyi jeleket valós idejű diagram formájában. A tesztekre alapozva kijelenthető, hogy a mintavételezés, az adatátvitel és a jelfeldolgozás is megfelelően működik. A mobilalkalmazás ebben a formában is képet ad az agy funkcionális állapotáról, de több továbbfejlesztési lehetőség rejlik benne. Erre példa lehet akár más jelfeldolgozó algoritmusok használata és az eredményekkel összehasonlító elemzések készítése, de megjeleníthető a P300 hullám is. Elkészíthető továbbá egy olyan alkalmazás, amely neurális parancsok alkalmazásával lehetővé teszi objektumok gondolattal való mozgatását a képernyőn, vagy a telefon és más eszközök ilyen módú vezérlését is. Emellett a tárolt adatok felhasználásával végezhető többek között alvásmonitorozás vagy stressz faktor detektálás.

Hivatkozások

- [1] D. Kaiser, „What is Quantitive EEG,” *Journal of Neurotherapy: Investigations in Neuromodulation, Neurofeedback and Applied Neuroscience*, pp. 37-52, 2007.
- [2] J. Katona, A. Kövári és T. Ujbányi, „Agyhullám alapú irányítás alkalmazási lehetőségeinek vizsgálata,” *Dunakavics - A Dunaujvárosi Főiskola online folyóirata*, pp. 47-58, 2013.
- [3] M. A. Lebedev és M. A. Nicolelis, „Brain-machine interfaces - past, present and future,” *TRENDS in Neurosciences*, pp. 536-546, 2006.
- [4] D. Hammond, „What is Neurofeedback?,” *Jornal of Neurotherapy: Investigations of Neuromodulation, Neurofeedback and Applied Neuroscience* , pp. 25-36, 2008.
- [5] D. P. X. Kan, P. E. Croakin, C. K. Phang és P. F. Lee, „EEG Differences Between Eyes-Closed and Eyes-Open Conditions at the Resting Stage for Euthymic Participants,” *Neurophysiology*, pp. 432-438, 2017.

„Diabokosodó” játék tervezése óvodás korú 1-es típusú cukorbeteg gyermekeknek

Sikné Lányi Cecília¹, Erdős György², Henn Dóra³,
Mesterházi-Kövecses Anna⁴, Molnár-Nemes Márta⁵

^{1,2}Pannon Egyetem, Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék,

¹lanyi@almos.uni-pannon.hu, ²mortail80@gmail.com,

8200 Veszprém Egyetem u. 10.

^{3,4,5}Csolnoky Ferenc Kórház, ^{3,4,5}dietszolg@vmkorhaz.hu

8200 Veszprém, Kórház u. 1.

Összefoglaló: „Diabokosodó” névvel újonnan diagnosztizált óvodás korú 1-es típusú cukorbeteg gyermekeknek fejlesztettünk okos eszközön futtatható oktató játékot. A „Diabokosodó” szoftver két részből áll. A szerkesztő felület a szülőknek, gondviselőknak, vagy gyermek dietetikus szakembereknek szól. Ebben be lehet állítani egy-egy gyermek napi étkezéseinek szénhidrát mennyiségét. Új ételek adatait lehet felvinni fényképeikkel együtt. A játékokat is itt lehet szerkeszteni. A gyermekeknek szóló rész négy játékot tartalmaz. „Igaz/hamis” játék, melyben egy-egy állításról el kell dönteni, hogy igaz vagy hamis. „Melyik tartalmaz kevesebb/ több szénhidrátot?” játék, ahol az ételek képei alapján kell válaszolni a kérdésre. A „Tálca” játékban a napi aktuális étkezéshez kell a gyermeknek a megfelelő szénhidrát mennyiségű ételt a virtuális tálcára pakolnia. Míg a „Kígyós” játékban, ami a hagyományos „snake” játék klónja, a gyermeknek el kell dönteni, hogy amit a kígyónak ad, az adható-e az egészséges étkezés alapján. Ez a cikk bemutatja a játék tervezését, fejlesztését és tesztelését. A tesztelést a System Usability Scale értékelési rendszer alapján végeztük. A „Diabokosodó” egy innovatív játék, mert hasznos olyan gyermekek számára is, akiknek több betegségük van pl. cukorbetegség és glutén- vagy laktózérzékenység.

Bevezető

Az Egyesült Államokban is a cukorbetegség egyre növekszik és ez a hetedik halálozási ok. Ha a mai tendenciák folytatódnak, akkor 2050-re az Egyesült Államokban 48,3 millió főre becsülik az 1-es vagy a 2-es típusú cukorbetegséget - ez majdnem a duplája a jelenlegi számnak. [1]

Az 1-es típusú cukorbetegség gyermekkorban alakul ki, és a betegek száma megháromszorozódott az elmúlt harminc évben. Jelenleg az 1-es típusú cukorbetegségben szenvedő gyermekek becsült száma a világon megközelíti a 601 000-et [2], és 15 éves kor alatt évente hozzávetőlegesen 80 000 új esetet regisztrálnak. [3].

Magyarországon minden hatszázadik 15 éven aluli gyermek érintett. Különösen aggasztó jelenség, hogy a legfiatalabb (6 év alatti) korcsoportban a betegség előfordulási aránya aránytalanul nagyobb, mint az idősebb gyermekeknél. Az 1-es típusú cukorbetegség napjaink egyik leggyakoribb krónikus gyermekbetegségévé vált.

Az életmódbeli tényezők nem játszanak szerepet az 1-es típusú cukorbetegség kialakulásában, ellentétben a 2-es típusú cukorbetegségben szenvedőkkel, ami a rossz étkezési szokások miatt alakul ki. Az 1-es típusú cukorbetegség egy autoimmun betegség, amelyet az immunrendszer zavara okoz. Az 1-es típusú cukorbetegség okát az orvostudomány az elmúlt évtizedekben még nem tárta fel, csak hajlamosító tényezők ismertek, mint például a családi halmozódás, a terhétej fogyasztása egy éves alatti életkorban és néhány vírusfertőzés. A diagnózis rendkívül fontos lenne a lehető legkorábbi szakaszban.

A terápiás lehetőségek óriási ütemben fejlődtek az elmúlt 30 évben, vannak inzulinpumpák és szenzorok, amelyek nemcsak jelentősen javították a betegek életminőségét, de minimalizálták a szövődmények kockázatát. 2027-re az előrejelzések szerint csak az inzulinadagoló PEN piaca körülbelül 8,3 milliárd amerikai dollár lesz.

A modern eszközök ellenére az 1-es típusú cukorbetegség esetében a gyermekek életét rendkívül szigorú napirend szerint kell megszervezni. Nincs külön diéta, az ajánlások összhangban vannak az egészséges táplálkozás elveivel, csak bizonyos gyorsan felszívódó szénhidrátok szerepelnek a tiltólistán, de az étkezés ideje, száma és mennyisége előre meghatározott.

A cukorbetegség kezelése igazi csapatmunka, a gyermekgyógyász, az ápolónő, a dietetikus, a gyermekdiabetológus és a pszichológus együttműködésével, de a civil társadalomnak is kiemelt szerepe van. [3]

Azok a betegek, akiknek 1-es vagy 2-es típusú cukorbetegségük van, napi „önkezelési” felelősséggel tartoznak, amelyek elengedhetetlenek a vércukorszint szabályozásához - ilyen például a vércukorszint mérése, szükség esetén gyógyszerek szedése vagy inzulin adagolása, megfelelő ételek fogyasztása, tudatosság a tünetekben, pl. gyors reagálás, ha a vércukorszint túl magasra emelkedik vagy túl alacsonyra esik. Ha ez a napi fegyelem és az önkontroll hiányzik és más módon ragaszkodnak egyéni rossz szokásaikhoz, amelyek nem képesek megfelelően szabályozni a vércukorszintet, ami sok cukorbeteg páciens számára súlyos probléma, súlyos szövődményekhez vagy korai halálhoz is vezethet. [4]

A cukorbeteg gyermekek és családjaik életmódja a diagnózis után egy pillanat alatt drasztikusan, mondhatni drámaian megváltozik. Nemcsak a szülőknek, hanem a gyerekeknek is sokat kell tanulniuk.

Összefoglalva: egyre több gyermek él 1-es típusú cukorbetegséggel. Ezeknek a gyermekeknek útmutatásra és ismeretekre van szükségük a diagnózist követően a változó életmódjukban, hogy megbirkózzanak állapotukkal. Az volt a motivációnk, hogy fejlesszünk egy játékot okos eszközre, amely segít az 1-es típusú cukorbetegségben szenvedő óvodás gyerekeknek játékosan megtanulni a szükséges új ismereteket.

Módszer

Először áttekintettük az irodalmat, hogy megtudjuk, milyen hasonló játékok érhetőek el. Találtunk néhány videójátékot, pl.:

Lieberman [4] 14 videójátékot elemezett, melyeket 1992 és 2011 között adott ki, de egyikük sem óvodáskorú gyermekek számára készült.

Pouw [5] a Twentei Egyetemen készült dolgozatában szereplő játék általános iskolások számára készült [5].

Lazem és munkatársai [6] cikkükben 18, a témával kapcsolatos cikket tekintettek át, amelyek technikai, módszertani és elméleti szempontból ismertették a cukorbetegség oktatására szánt játékok tervezését és értékelését. Vizsgálatuk 2010 és 2015 májusa közötti időszakra terjedt ki. A vizsgált játékok közül keveset fejlesztettek gyermekek számára (nem kisgyermekek számára), és néhányuk nem volt elérhető angol nyelven.

Carb Counting with LennySM [7] játék letölthető az AppStore-ból. Annak ellenére, hogy a fejlesztők a 4+ korosztály számára ajánlják, a képernyők több szöveges információt tartalmaznak, és csak angol nyelven érhetőek el, ráadásul az általános értékelés 2,9 a maximálisan adható 5 pontból.

A MyDiabetic játék [8] egy jó játék, de nagyon összetett, ez a bonyolultság hátrányt jelenthet a célközönség számára. A játék a cukorbetegség lehető legtöbb aspektusát próbálja lefedni. A játék egy három éves kutatás eredménye. Sajnos ez a játék sem érhető el magyarul.

Azután rájöttünk, hogy a szakirodalomban alig található az 1-es típusú cukorbetegségben szenvedő fiatalabb gyermekek életkorának megfelelő oktatásáról szóló cikk, vagy játék. A mi játékunk tervezésénél a „Felhasználó-központú” tervezési módszert alkalmaztuk. Ezért többször konzultáltunk szakemberekkel, hogyan lehet oktatni az újonnan diagnosztizált 1-es típusú cukorbetegségben szenvedő gyermekeket. A konzultációk segítettek a célok megfogalmazásában, és meghatároztuk a funkcionális követelményeket, amelyek az alábbiakban foglalhatók össze:

- A játék vezérlésének világosnak és egyszerűnek kell lennie, hogy bárki, aki használja, minden nehézség nélkül kezelhesse.
- A korcsoport olyan óvodáskorú gyermekek, akik még nem tudnak olvasni, és így nem értik az írásos információt.
- A játék tervezése a klinikai környezetben zajlik, annak érdekében, hogy a dietetikusok és a szülők is részt vegyenek a folyamatban.
- A szoftver négy gyerekjátékból és a szülőknek és dietetikusoknak szánt szerkesztőprogramból álljon, amely a játék adatbázisának bővítésére szolgál.

Mivel az óvodáskorú kisgyermekek nem képesek meghatározni saját tanulási céljaikat, nagyon fontos a visszacsatolás azoktól, akik oktatják őket. Ennélfogva interjút készítettünk gondozó szakemberekkel, szülőkkel és az egészségügyi személyzettel. A résztvevők ismeretei és tapasztalatai feltárták számunkra a cukorbeteg gyermekek egészségügyi, oktatási és életmódbeli igényeit. Ezeket az igényeket ezután a játék követelményeivé alakítottuk át. Ezek a követelmények az összes nem funkcionális célt tartalmazzák, amelyek a betegséggel kapcsolatos oktatáshoz kapcsolódnak. Ezenkívül:

- A program futtatható legyen Android-os és a Windows-os rendszeren is.
- A játékot úgy kell megtervezni, hogy könnyen frissíthető legyen más platformokra.

Eredmények

Ebben a részben röviden bemutatjuk a játékokat és a szerkesztő modult.

A gyermekeknek szánt játékok

Ez a játékrész négy játékot tartalmaz: „Igaz / hamis”, „Melyik”, „Tálca” és a jitalom, „Snake” játék.

„Igaz / hamis” játék

Az "Igaz / hamis" játékban a gyermek feladata egy-egy kérdésre megfelelő válasz kiválasztása. Ez azt jelenti, hogy a kérdés állítása igaz vagy hamis. Például.:

- Fontos, hogy sokat mozogjak, igyak elegendő vizet. (Igaz)
- A vércukorszintem sok mozgás hatására emelkedhet. (Hamis)
- A sok mozgás csökkentheti a vércukorszintemet. (Igaz)
- Minden reggel legalább 2 dl tejet kell innom. (Hamis)
- Tejet akkor ihatok, ha étkezés van és anya/apa kiszámolja a szénhidrát tartalmát. (Igaz)
- Mézet nem szabad enni. (Igaz)

Ezeket a mondatokat és utasításokat előre felvett gyermek narrátor hangján lehet meghallgatni a játékban.

„Melyik” játék

A játékban két étel fényképe látható a képernyőn a „Melyik ételben van több / kevesebb szénhidrát” kérdésre adott megfelelő válasz alapján kell a gyermeknek kiválasztania a jó választú étel képét.

„Tálca” játék

A gyermekeknek ételeket kell választaniuk egy-egy étkezéshez (reggeli, tízórai, ebéd, uzsonna, vacsora, pótvacsora) a képernyőn látható virtuális tálcára a játék képes adatbázisából a megengedett szénhidrát mennyiségnek megfelelően. A program a megengedett szénhidrát mennyiséget a szülők által a szerkesztő módban feltöltött értékek alapján számolja ki. Ez egy nagyon nehéz játék a kisgyermek számára.

„Snake” játék

A negyedik jutalomjáték az „Snake” játék. Ez egy hagyományos kígyós játék. Ha a gyermek egy adag jó ételt ad a kígyónak, a kígyó hosszabb lesz. Ha a gyermek rossz ételt ad a kígyónak, akkor az rövidebb és beteg lesz.

A szülők szerkesztő modulja

A szülők képeket és ételeket tölthetnek fel a játék adatbázisába. Ezek az adatok:

- Az étel neve,
- az élelmiszer kategóriája (gyümölcs, hús, zöldség, pékáru stb.),
- az étel szénhidrátartalma,
- az ételeket általában (reggeli, ebéd, uzsonna, vacsora, stb) adható,
- gyorsan vagy lassan felszívódó szénhidrátot tartalmaz,
- bármikor szabad enni / tilos enni / a gyerekek ehetik, de a szülőknek ki kell számolniuk a szénhidrát tartalmát.
- Glutént vagy laktózt tartalmaz-e?

A szülők feltölthetnek kérdéseket az „Igaz / hamis” játékhoz.

A szülők feltölthetnek képeket az adatbázisba, amik használható a „Melyik ételben van kevesebb / több szénhidrát” és a „Tálca” játékokhoz. A szükséges és fogyasztható szénhidrát mennyiséget is a szülők állítják be a gyermekek igényei alapján a szerkesztő módban.

Összefoglalás

Elkészítettük a „Diabokosodó” játékot óvodáskorú 1-es típusú cukorbeteg gyermekeknek. A játékot 10 felhasználó tesztelte (7 felnőtt és 3 gyermek).

Őket megkértük, hogy egy módosított (15 kérdésből álló) System Usability Scale (SUS) [9] kérdőívet töltsenek ki. Az eredmények értékelése a SUS Interpreting Scores alapján a maximális pontszám 100. Esetünkben a szülők pontszáma 81,25; a gyermekeké pedig 80,5 volt. A gyermekek kritikusabban értékelték. Kijelenthetjük, hogy a SUS [9] értékelése alapján mind a szülők, mind a gyerekek pontszáma "kiváló". (A SUS kiértékelése alapján 80,3 pontszám felett adható „kiváló” értékelés.) A játékunk nemcsak azért innovatív játék, mert óvodáskorú gyermekek számára készült, hanem allergiás információkat tartalmaz glutén- vagy laktóz-intoleranciában szenvedő gyermekek számára. A konferencián részletesen bemutatjuk a játék tervezését, működését és kiértékelését.

Köszönetnyilvánítás

A TKP2020-IKA-07 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással a Tématerületi Kiválósági Program 2020 Intézményi Kiválóság alprogram pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Hivatkozások

- [1] B.B. Hayes, and W. Aspray Eds. Health Informatics: A Patient-Centered Approach, Cambridge (MA), MIT press 2010: https://books.google.hu/books?hl=hu&lr=&id=GCd5qpAVxLMC&oi=fnd&pg=PR5&ots=VwHnBqS18O&sig=I2GofPWP0gUD4GE3Z FbA8wFj2ts&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- [2] J. Elflein “Children and type 1 diabetes worldwide – key facts” 2019.: <https://www.statista.com/statistics/241818/key-facts-on-children-and-type-1-diabetes-worldwide/#statisticContainer>
- [3] Semmelweis hírek: <http://semmelweis.hu/hirek/2019/01/09/evrol-evre-tobb-az-ovodaskoru-1-es-tipusu-diabeteszes/>
- [4] D.A. Lieberman “Video Games for Diabetes Self-Management: Examples and Design Strategies,” J Diabetes Sci Technol. 6(4) 802–806 (2012) DOI: 10.1177/193229681200600410.
- [5] I.H. Pouw “You are what you eat: serious gaming for type 1 diabetic persons,” Student thesis at the University of Twente (2015): <https://essay.utwente.nl/68139/>
- [6] [6] S. Lazem, M. Webster, W. Holmes, M. “Wolf Games and Diabetes: A Review Investigating Theoretical Frameworks, Evaluation Methodologies, and Opportunities for Design Grounded in Learning Theories,” Journal of Diabetes Science and Technology 10(2) 447–452 (2016) DOI: 10.1177/1932296815604634.
- [7] Carb Counting with LennySM: <https://apps.apple.com/us/app/carb-counting-with-lenny/id516080517>
- [8] MyDiabetic game: <http://my-diabetic.cz/en/index.html>
- [9] System Usability Scale: <https://www.usability.gov/how-to-and-tools/methods/system-usability-scale.html>

Mozgásra ösztönző játék tervezése csontvelő átültetésen átesett rákos betegek motiválására

Sikné Lányi Cecília¹, Árvai Adrián², Proszenyák Gergő³,
Arpad Kelemen⁴, Shannon Cerbas⁵, Barbara van De Castle⁶, Yulan Liang⁷,
^{1,2,3} Pannon Egyetem, Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék,
¹lanyi@almos.uni-pannon.hu,
²adrianarvai94@gmail.com, ³proszenyak.gergo@gmail.com
8200 Veszprém Egyetem u. 10.
^{4,5,6,7} University of Maryland, Baltimore, ⁴kelemen@umaryland.edu,
⁵scerbas@umaryland.edu, ⁶vandecastle@umaryland.edu,
⁷liang@umaryland.edu
655 W. Lombard St., Baltimore, MD, 21201
^{5,6} Sidney Kimmel Comprehensive Cancer Center at Johns Hopkins
Hospital, ⁵swolfe12@jhmi.edu, ⁶bvandel1@jhmi.edu
1800 Orleans St, Baltimore, MD 21287

Összefoglaló: Fejlesztésünk célja egy ösztönző, okos eszközön futó játék létrehozása, amely a „komoly játék” kategóriába tartozik. Komoly játékokban a cél nem csak a szórakoztatás, hanem a képességek, a tanulás, az egészséges viselkedés, valamint a játékosok társadalmi és környezeti sikereinek fejlesztése. Játékunk elsődleges célja a csontvelő-átültetésen átesett rákos betegek sétára ösztönzése. A páciensek több gyaloglással több zsetont gyűjthetnek, amelyek lehetővé teszik számukra a játékban magasabb szintre való jutást. A játékot páciensek és az ápoló személyzet tesztelte a baltimori Johns Hopkins kórház Sidney Kimmel Comprehensive Cancer Központban.

Bevezető

A projekt célja egy mobil alkalmazás tervezése és fejlesztése a csontvelő-átültetett rákos betegek számára, hogy elviselhetőbbé váljon a gyógyulásuk. A kezeléseket után javaslatot kapnak arra vonatkozóan, hogy próbáljanak többet felkelni és sétálni ezzel is elősegítve a felépülésüket.

A rákkezeléseknek számos típusa létezik. A betegek kezelésének típusai a rák típusától és annak előrehaladtától függ. Néhány páciensnek csak egyféle kezelése van. De a legtöbb ember kombinált kezelést kap, például műtét kemoterápiával és / vagy sugárterápiával.

A fáradtság a betegek által az egyik leggyakrabban jelentett tünet a hematopoietic stem cell transplant (HSCT) (össejt transzplantációs) folyamaton áteső betegek körében [1]. Nem szabad megfélemednünk arról, hogy ezeknek a betegeknek, akik ilyen jellegű kezelést kapnak, továbbra is

fizikailag aktívaknak kell lenniük, még akkor is, ha ez nagyon nehéz számukra. A fizikai aktivitás az egészségük és az életminőségük javításának a kulcsa. Nehéz, de fontos, hogy bizonyos tevékenységeket elvégezzenek, különösen, hogy sétáljanak. Az aerob tevékenység ajánlott szintje napi 30 perc [2], hetente ötször, azaz öt napon. Sajnos a rákos betegeknél a fizikai aktivitás javasolt szintjének betartása gyakran alacsony. A mobilalkalmazások több okból is hasznosak lehetnek ezeknél a betegeknél: manapság szinte mindenkinek van okostelefonja, könnyű meggyőzni a betegeket, hogy használják okostelefonjaikat, mert szabadidejükben úgyis használják azokat. Mobilitást ösztönző egészségügyi alkalmazások ugyan léteznek a piacon, de nem alkalmasak rákos betegek számára, mivel egyedülálló akadályokkal néznek szembe a fizikai aktivitás ajánlott szintjein, például fáradtság, fájdalom és hányinger. [3]

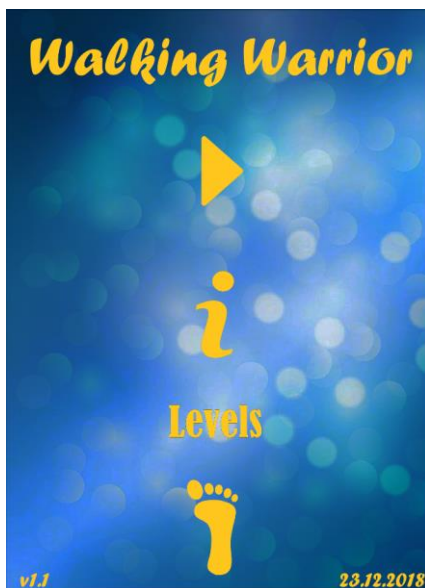
A Sidney Kimmel Comprehensive Cancer Központban a legtöbb HSCT-átültetést ambulánsan végzik, de némelyiket kórházban hajtják végre előrehaladott életkor vagy már meglévő szövődmények miatt.

Módszer

Játékunk ötletét a Candy Crash népszerű játék inspirálta. A Candy Crush legyőzte az Angry Birds és a Pokémon Go játékot, amikor minden idők legnépszerűbb játékaikról beszélünk az Android platformon. 2018-ban 230 millió játékos volt a Candy Crush-nak, ami 17 százalékos növekedést jelent 2017-hez képest. [4] A játék lényege tulajdonképpen, hogy legalább hármasával rakjuk össze az egyszínű cukorkákat, de extra dolgokat is lehet kapni, ha több cukrot rakunk egybe, mint három. Sokféleképpen lehet játszani, több játékmódja is van.

Tehát az ötlet az volt, ha ezt a játékot ennyien játszáik újból és újból, akkor a cukorkák helyett összerakhatunk, vérelemekket, vörösvértesteket, fehérvérsejteket, őssejteket, idegsejteket stb. A játéknak a „Walking Warrior” nevet adtuk, mondván, hogy a pácienseknek sokszor tényleg egy igazi hőstett sétálni. Az eredeti játékhoz képest itt akkor kapunk jutalmat, illetve akkor léphetünk a játék következő szintjére, ha minél többet sétálunk. Ezért egy lépésszámlálót is be kellett építeni a játékba. Minden nehézségi szint korlátozott számú „mozdulattal” rendelkezik, amelyet a játékos el tud érni a cél elérése érdekében. Minden szintnek más és más célja is van, amelyet a játékosnak el kell érnie, hogy a következő szintre jussanak. A játék bónuszokat tartalmaz a további pontokért és az akadályokért a kihívások és a játékélmény sokfélesége érdekében.

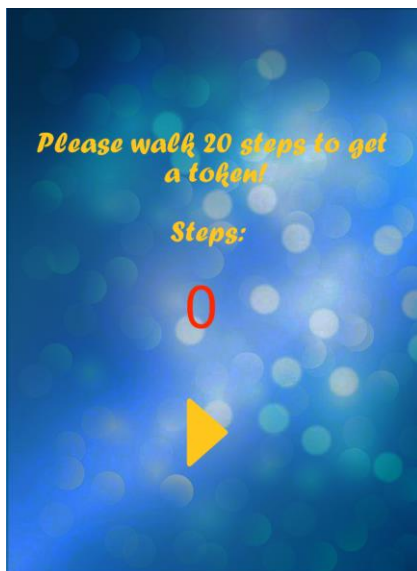
Az 1. ábrán a Walking Warrior játék főmenüje látható. A háromszög ikonra kattintva lehet elindítani a játékot. Az „i” információt, használati utasítást tartalmaz a játékról. A „Levels” az összes játékszintet megjeleníti, míg a „talp” ikon elindítja a lépésszámlálót.



1. ábra: A játék főmenüje

A 2. ábra a lépésszámlálót mutatja. A lejátszás gombbal indítható. Induláskor, ahogy a képen is látható pirosan azt írja, hogy nulla lépés történt. A játékosra arra kéri, hogy kezdetben tegyen 20 lépést, ekkor visszatér a főmenübe a játékhoz.

A 3. ábra mutatja a játék egy tipikus képernyőjét amikor a Candy Crash játékhoz hasonlóan három azonos figurát kell egymás mellé vagy fölé pakolni.



2. ábra: Lépésszámláló a játékban



3. ábra: A játék első szintje

A játék lényege, hogy a pácienseket rávegye valamilyen tornára, jelen esetben sétálásra. De nem az a jellemző módszer, ahogyan a többi alkalmazás működik. Az első 3 nehézségi szint oktató szintnek számít, ez megmutatja, hogyan kell játszani a játékot. A harmadik szinten a zsetonok bevezetése után, a zsetonok alternatívát jelentenek a tipikus „életek” játékkonceptióval. Ha a játékosnak nem sikerül legyőznie a szintet az adott mozdulatokkal, akkor elveszít egy zsetont. Ha a játékosok elvesztik az összes zsetonjaikat, akkor többet kereshetnek a játék lépésszámláló funkciójának használatával.

A mobil eszközök beépített gyorsulásmérőt használnak egy további nyílt forráskódú HTML-kóddal, amelyet módosítottunk a megtett lépések számlálásához. Amikor a játékos elérte a szükséges számú lépést, a játék egy jelzést ad, és folytathatják a játékot. Kidolgoztunk egy admin oldalt MySQL adatbázissal, és egy szerveren tároltuk a játékosok szintjét, megtett lépéseit stb. A rendszergazdák és a jogosult felhasználók ellenőrizhetik, hogy a felhasználónak hány zsetonja van, és hány lépést tett meg.

Ideális esetben minden mobileszközzel rendelkező felhasználónak képesnek kell lennie a játék használatára. Ezért döntöttünk úgy, hogy a játékot bármely modern internetes böngészőn keresztül játszhatjuk. A játék animációkat és mozgásokat tartalmaz. Manapság az egyik legjobb és legnépszerűbb módszer egy ilyen alkalmazás megvalósítására a JavaScript-be történő kódolás.

A JavaScript (gyakran rövidítve JS) egy értelmezett, objektum-orientált nyelv, különböző funkciókkal, és leginkább weblapok szkriptnyelveként ismert. [5] Az összes adatátvitel az AJAX-hoz érkezik, mert előnye, hogy nem szükséges frissíteni a weboldalt az adatok PHP-n keresztül történő küldéséhez, így a felhasználói élmény meglehetősen zökkenőmentes. [6]

Eredmények

A játék használhatóságának értékelése elengedhetetlen lépés a játék tervezésében és fejlesztésében. A játék tesztelésére informatikus mérnököket, pácienseket és egészségügyi személyzetet kértünk fel. A tesztelésnél a felhasznált heurisztikus kérdőív megállapításai arra utalnak, hogy a játék egyértelműsége, könnyű kezelhetősége, megfelelősége, minősége, motivációja és szellemi erőfeszítései mérsékeltén kedvezőek voltak. Az informatikus mérnökök észrevételei azt javasolták, hogy a játék ok-okozati szempontból szórakoztató, alkalmas a célközönség számára, és hogy a játék általános koncepciója jó, nagy potenciállal rendelkezik. A negatív megjegyzések azt sugallják, hogy javítani kell a játék sebességén, a figurák mozgásán, a megjelenésén és a lépésszámláló pontosságán.

Összefoglalás

Összefoglalva, ez a játék sok embernek segíthet, akik nemcsak a rákkal, hanem bármely olyan betegséggel küzdenek, ahol a fizikai aktivitás a felépülésük egyik kulcsa. Ennek ellenére a kezelés nagyon kimerítő lehet a betegek számára. Valódi harcosokként kell folytatniuk a harcot, ezért is lett a játék neve „Walking Warrior”. Ezt a játékot bárki használhatja, aki élvezzi a kirakós játékokat, vagy motivációra van szüksége a sétáláshoz.

Köszönetnyilvánítás

A TKP2020-IKA-07 számú projekt a Nemzeti Kutatási Fejlesztési és Innovációs Alapból biztosított támogatással a Tématerületi Kiválósági Program 2020 Intézményi Kiválóság alprogram pályázati program finanszírozásában valósult meg.

Hivatkozások

- [1] <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23715701>
- [2] https://www.nccn.org/patients/resources/life_with_cancer/exercise.aspx
- [3] <http://www.cancer.ca/en/cancer-information/diagnosis-and-treatment/chemotherapy-and-other-drug-therapies/chemotherapy/?region=on>
- [4] <https://gamingshift.com/why-candy-crush-is-so-popular/>
- [5] <https://developer.mozilla.org/hu/docs/Web/JavaScript>
- [6] https://www.w3schools.com/js/js_ajax_intro.asp

General geometrical model of the human vertebral body

Bazsó Sándor¹, Viola Árpád², Szlávecz Ákos¹, Benyó Balázs¹

¹Budapest University of Technology and Economics, Budapest, Hungary,
sanyi12b@gmail.com, szlavec, bbenyo@iit.bme.hu

1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

²Péterfy Hospital and Jenő Manning National Institute of Traumatology,
Budapest, Hungary, 1081 Budapest, Fiumei út 17.

arpadviola@gmail.com

Abstract: Compression vertebral fracture is becoming increasingly frequent injury due to the aging European society. Elderly people frequently suffer from osteoporosis in which bone weakening increases the risk of vertebral injuries. There are several procedures to treat the fractured vertebra, that can be refined. The quantitative comparison of these interventions requires accurate geometric modelling of the vertebra, especially the vertebral body. A geometrical model customized to the individual patient could be used to improve the treatment procedure, as well. An accurate model would allow to measure complex parameters of the vertebral body, that is infeasible or impractical with traditional medical image visualization systems. A geometrical model could even simplify and automate basic distance and angle measurements.

The goal of this study was to create a precise geometrical model which can be co-registered with a medical image (e.g. CT) and meet all the clinical requirements. The geometrical model have to be suitable to represent every vertebra in the spinal column from the first cervical to the fifth lumbar vertebra. For ease of use the model is suggested by marking anatomical points of the vertebral body's end plate on the medical image. The challenge was to determine the appropriate geometry of the model and the minimum number of required anatomical points. Increasing the count of these markers will improve the precision of the model, but in exchange the process of marking these points will become time consuming. To simplify the subsequent analysis steps, a standard representation of the geometrical model of the vertebral body was introduced. The model and processing workflow was verified in a study on the lumbar section of healthy spinal column.

Introduction

The goal of our research presented in this study, was to create a patient specific geometric model of the vertebral body and develop optimization

methods to increase its accuracy. This would enable complex measurements and calculations on the specific patient's vertebrae and spinal column. The model has to be sufficiently robust to accurately represent healthy vertebrae in any section of the human spinal column. One of the key requirements was the capability to co-register the model with a 3D medical image, i.e. CT (Computer Tomography) or MRI (Magnetic Resonance Imaging). The benefit of this is an easier process of model creation as the model can be visualized simultaneously with the 3D medical image, thus making the whole process more user friendly. In this paper healthy vertebrae were modelled and analysed in order to verify the model, however with minor modifications the model can be adapted to injured or fractured vertebrae. It is important to note that our aim was not to create the most accurate model of the vertebral body, rather, we aimed for a model that is easily and quickly applicable in exchange for some minor loss of accuracy. [11]

Motivation

The shape and size of the vertebra varies between each part of the spine, but the main structure remains the same. The vertebral body is found in a ventral position. It is the main weight bearing component in the vertebra. Between two adjacent vertebral body there is a joint called intervertebral disc, which allows slight movements of the vertebrae.

In Fig. 1 a comparison between the cervical, thoracic and lumbar vertebra is shown demonstrating the highly variable structure of the vertebra causing challenges in geometric modelling. From cervical toward lumbar part the size of the vertebral body increases as the load on the structure become greater. Compression fracture [1][2] is a type of injury when the vertebral body collapses and therefore decreasing its height. It is often accompanied by heavy pain.

There are several treatment options for compressed vertebra, some does not require surgical intervention. In this paper our goal was to demonstrate a method for modelling the vertebral body which is relevant for the surgical treatment. During the procedure the vertebral body is filled with bone cement thus stabilizing the fractured vertebra.

An observation shows that more bone cement can be injected into the vertebral body if the vertebra is filled with saline solution before injecting the cement, thus increasing the chance for successful therapy. However, there is no easy and quantitative method to test this theory and quantitatively prove this observation. Moreover, there is a huge variety in size of the vertebral body between different patients and various parts of the spinal column.



Figure 2: Cervical (left), thoracic (middle), lumbar (right) vertebra (by Anatomy Standard[9] can be reused under the CC BY-NC 4.0[10])

Therefore, in order to quantitatively compare the two procedures it is necessary to create a geometrical model of the vertebral body which would allow the estimation of the vertebral body's original volume by calculating the two neighbouring vertebral body's volume and extrapolating from those.

Methods

B-spline is an approximating type of curve. The control points, knots and the degree of the spline unambiguously identifies it. The curve runs inside the convex shell of the polygon defined by the control points, which means the control points will determinate the path of the curve. A B-spline is a piecewise polynomial with a given degree. The parts are separated with knots on the curve. In case of a first- or higher-degree B-spline the curve is approximated between neighbouring control points, therefore creating a continuous line. One of the advantage of B-spline is the local control over the curve, which means changing one control point will only modify the surrounding part of the curve while leaving the rest in place. Increasing the degree of the curve means that more control points take place in the definition of a single point on the curve.

The base plate of the vertebral body has a smooth outline without sharp edges, thus making it suitable to track with a B-spline. This feature of the vertebra and the versatility of B-splines makes this type of spline is suitable for vertebra modelling.

The vertebra body modelling requires a closed curve, a loop to represent the base plate of a vertebral body. In order to create a closed curve from an open B-spline the knots have to be wrapped around and another control point in the same position as the first one has to be added. The closed curve's has C^{p-1} continuity at the joining point.

A. *Analysed dataset*

We have used a segmented lumbar vertebra CT database from the University of Ljubljana, Faculty of Electrical Engineering, Laboratory of Imaging Technologies [3][4] to validate the accuracy of the proposed model. This database contains 10 CT image of patients' lumbar section of the vertebral column, together with the hand segmented vertebra. The average voxel size in the database is $0.412 \times 0.412 \times 1.043$ mm (0.177 mm³). 4 out of 10 patients have a healthy lumbar spine, we selected those for the modelling and analysis.

Results

After a thorough discussion with doctors, we decided that the model's form would be defined entirely by curves given by markers. In predefined planes the outline of the vertebral body was marked with landmarks. Consulting with doctors we determined that 3 is the minimum necessary number of plates. The vertebral body's 2 base plates and a third one that is parallel with them. Marking the base plates are necessary to correctly represent the height of the vertebral body, while the middle plane is essential for modelling the dent of the vertebral body. Fig. 2 shows these planes.

Doctors proposed to mark 18 points in each planes. The final implementation allows to use less than 18 points, however, the 3 planes are enforced. Fig. 3 shows the recommended position of these points. After placing these landmarks, they have to be ordered. There is no constraint toward the user to mark them in clockwise or any predefined series, but the curve fitting algorithm requires the points to be in order. Thus, we have defined and implemented an ordering method achieving the ordered set of points.

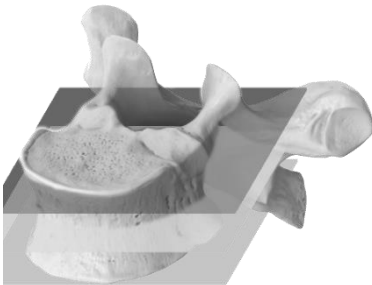


Figure 3: 3 planes on the vertebra (by Anatomy Standard[9] can be reused under the CC BY-NC 4.0[10])

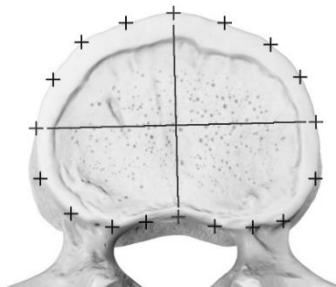


Figure 4: Landmark position on the vertebral body (by Anatomy Standard[9] can be reused under the CC BY-NC 4.0[10])

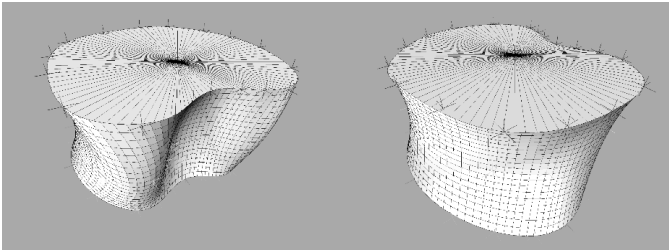


Figure 5: Final model (L1 vertebra of Subject01)

A curve fitting algorithm defines a closed B-spline curve with a given degree of freedom [5]. The algorithm defines a least square error cost function and in an iterative process the residual calculated based on this weighted cost function is reduced. In our analysis we used 12th degree splines, as it resulted in an accurate approximation of the landmarks, while eliminating any wiggles caused by the uneven placement of the landmarks. The fitting algorithm can give weights to the landmark points and those weighted markers will be approximated with negligible error. In the 18 point design the two axis of the elliptic shaped base plate are given higher value, thus approximating them with significantly lower error.

After testing this method with several data sets an optimisation step was added, because the fitting algorithm yielded different results based on which marker was the initial landmark. An optimisation method is defined which calculates each marker's distance from the curve used the well known Newton method [6].

Model validation results

The modelling was done with a framework that was originally developed for cardiac simulation and modelling [8]. To better match the purpose of this research some features were added to it.

The modelling of these 20 vertebrae was done using the model introduced above. After that a comparison was done using 3D Slicer with SlicerRT[7] extension. Dice coefficient and Hausdorff distance metrics were used in the evaluation.

Table 2: Volume of vertebrae calculated from the model

Subject	L1 [cm3]	L2 [cm3]	L3 [cm3]	L4 [cm3]	L5 [cm3]
Subject01	37.13	40.52	43.03	44.27	38.79
Subject06	27.25	29.11	31.20	27.80	27.99
Subject08	30.60	33.34	35.32	38.56	35.25
Subject10	29.78	31.95	33.95	30.69	27.08
Average	31.19	33.73	35.88	35.33	32.28
Std. dev.	4.21	4.86	5.07	7.50	5.68

The Hausdorff metric achieved 2.8 ± 0.69 mm on the 95% of the model and the Dice coefficient reached an average of $88.7 \pm 3.8\%$.

Other key criteria towards the model is an efficient and fast model fitting process. The average time to define the patient specific geometric model of a vertebra is around 12 minutes.

Validation of the model for solving medical problems

This paper's goal is not to provide a detailed medical analysis, rather to demonstrate the possible use cases of the suggested geometrical model. **Error! Reference source not found.** Table 1 shows the volume of the individual vertebrae which is a parameter that cannot be measured with a typical medical image visualization system obtained from the model. However, the amount of data is not adequate to make detailed statistical analysis, the data at hand shows great variability between the size of the vertebrae.

Discussion

Our goal in this paper was to develop an accurate geometric model of the vertebra body that can be easily fitted and simple to use. An iterative and agile development process was utilized where we frequently discussed the achieved results with medical experts. The accuracy of the model can be measured with high degree of precision when a reference mask is available. In case of Hausdorff distance the best achievable result is limited by the voxel spacing.

One major limiting factor in the validation process were originated from the fact that the reference mask contained the entire vertebra, while the modelling covered only the vertebral body. To overcome this issue the processes were cropped from the reference mask, but since it is hard to unambiguously differentiate the vertebral body from its other parts, an error was introduced to the validation process at this stage, causing lower scores than possible. Another potential error was introduced into the validation process since these excess parts of the vertebra were cut of with a vertical plane. This inaccuracy could slightly reduce the measured precision of the model.

On top of this there are lots of limiting factors which slightly degrades the model's precision. Small details on the surface are lost due to the fact that the landmarks are placed only in 3 planes. The model assumes that the base plate is completely flat, however, in reality it has some imperfections. Worth taking into consideration the B-splines as limiting factors too, as the shape of the

vertebra not necessarily follows the B-spline. The quadratic function defining the side of the model falls into the same category, since the vertebral body's side can only be approximated with a second degree polynomial. These limitations are inherently coming from the model, but the final model's accuracy depends on the user's precision too. Error could be introduced if the rotation of the planes are not perfectly lined up with the base plate of the vertebral body, the markers are not placed consistently enough or perfectly at the edge of the vertebra.

The final model is well suited for clinical analysis and research. Not only the individual vertebra can be analysed with this model, but the entire spinal column too, including the intervertebral space. Moreover, complex parameters, such as area and volume of the vertebra can be calculated as well.

Acknowledgement

I would like to express my gratitude to Dr. Tamás Umenhoffer for helping me in the setup of the framework, assisting and giving advices for its usage. I am grateful for Prof. Tamás László Várady and Dr. Péter Salvi for their help in the design of the model and for so kindly supporting me in the creation of the model fitting algorithm.

Bibliography

- [1] Babb, A., & Carlson, W. (2006, 9). Vertebral compression fractures: Treatment and evaluation. *South Dakota medicine: the journal of the South Dakota State Medical Association*, 59, 343-5, 347.
- [2] Chen, X.-D., Yong, J.-H., Wang, G., Paul, J.-C., & Xu, G. (2008, 10). Computing the minimum distance between a point and a NURBS curve. *Computer-Aided Design*, 1051-1054. doi:10.1016/j.cad.2008.06.008
- [3] Ibragimov, B., Likar, B., Pernus, F., & Vrtovec, T. (2014, 4). Shape Representation for Efficient Landmark-Based Segmentation in 3-D. *Medical Imaging, IEEE Transactions on*, 33, 861-874. doi:10.1109/TMI.2013.2296976
- [4] Korez, R., Ibragimov, B., Likar, B., Pernus, F., & Vrtovec, T. (2015, 1). A Framework for Automated Spine and Vertebrae Interpolation-Based Detection and Model-Based Segmentation. *IEEE transactions on medical imaging*, 34. doi:10.1109/TMI.2015.2389334
- [5] Langdon, J., Way, A., Heaton, S., Bernard, J., & Molloy, S. (2009, 12). Vertebral compression fractures - New clinical signs to aid diagnosis. *Annals of the Royal College of Surgeons of England*, 92, 163-6. doi:10.1308/003588410X12518836440162
- [6] Piegl, L., & Tiller, W. (1997). *The NURBS Book* (2nd Ed.). Berlin, Heidelberg: Springer-Verlag.
- [7] Pinter, C., Lasso, A., Wang, A., Jaffray, D., & Fichtinger, G. (2012). SlicerRT – Radiation therapy research toolkit for 3D Slicer. *Med. Phys.*, 39, 6332-6338.
- [8] Umenhoffer, T., Tóth, M., Kacsó, Á., Szécsi, L., Szlávecz, Á., Somogyi, P., . . . et al. (2018). Modeling and simulation framework of aortic valve for hemodynamic evaluation of aortic root replacement surgery outcomes. *IFAC-PapersOnLine*, 51, 258–263.
- [9] Website: Anatomy standard. <https://www.anatomystandard.com/>. Accessed: 2020-10-28.
- [10] Website: CC BY-NC 4.0 licence. <https://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>. Accessed: 2020-10-28.
- [11] Bazsó, S. (2020). Geometric modelling of the human vertebral body for diagnostics purposes. *Scientific Students' Association Report*.

Analysis and design of aortic valve-sparing surgeries with modelling and simulation environment support

Somogyi Péter¹

¹BME IIT, somogyi kukac iit bme hu
H-1117 Budapest, Magyar tudósok körútja 2.

Summary: The method presented here allows the comparison of different aortic valve leaflet configurations sewn back at different angles to create the most favourable surgical outcome. We determine the patient's anatomy using CT (computed tomography) images by marking the given anatomical points, and constructing a personalised 3D geometric model of the patient's aortic valves using our modelling and simulation environment. Based on individual, patient-specific models, it is possible to simulate the outcome of the surgery performed in different ways and to estimate the patient's resulting haemodynamic parameters. The keeping of healthy cardiac tissue allows the avoidance of side effects from potential lifelong anticoagulant treatment necessitated by other mainstream treatments.

Goal

When the valve is still healthy, aortic valve maintaining surgeries begin to become routine among heart surgeries when only the part above the aorta is replaced. Experience shows that if the aortic valves are sutured back to their original angles, as opposed to the geometrically symmetric configuration, the haemodynamic stability of the formed valve will be greater. The following methodology should provide theoretical support for such procedures, allowing for potential further angle optimisation.

Method

Software to facilitate surgical preparations is now widely available to quickly and accurately determine the size of the cardiac device to be implanted. The methodology presented relies on an environment similar to the ones used in the planning of open heart surgeries, which can help cardiac surgeons plan aortic valve retention surgeries when suturing the valves back, as well as allowing for quantitative comparisons of different surgical alternatives by examining different valve angle distributions. The application designed does not require special computing resources. It runs on both Windows and Linux operating systems and is perfect for use on a simple or

even portable personal computer. By streamlining the workflow, the tool can be widely used and be accessible to both healthcare institutions and universities.

Data acquisition and segmentation

Data required for heart segmentation were obtained from CT angiographic images [1]. To examine the beating heart, we need a diagnostic CT with the right detector, the right speed and slice number. Devices with slices larger than 16 are capable of true isotropic spatial resolution (same in 3 spatial directions), while rapid tube rotation (270-330 ms) ensures that data acquisition can be timed to the diastolic phase with ECG (electrocardiogram) control, with pulsation being least prevalent. For cardiac CT scans, the use of prospective ECG induction (axial) as opposed to retrospective ECG-gated (spiral) data recording is important. This gives an image that is easier to segment. High concentrations (≥ 350 mg / ml) of iodinated contrast agents are recommended for the CCTA (Coronary CT Angiography) study. Cardiac CT was performed with 400 mM Iomeron contrast medium. High intra-coronal attenuation, improved signal-to-noise ratio allows the use of lower tube voltage and tube current. We recommend reconstructing the recordings using the thinnest possible slice thickness. The patient's heart rate should be around 50-60 beats per minute to avoid the formation of step artefacts that the program cannot eliminate. If the patient arrives with a higher heart rate, the use of a drug is recommended. The mitral and aortic valves are accurately depicted on CT images taken after contrast administration, but functional examinations are not possible. The acquired CT also provides an opportunity to determine the degree of valve calcification, which can be used to predict the consequences of aortic valve sclerosis.

Comparing the images taken in this way with images obtained by various other imaging procedures, we found that the images obtained during the CCTA examination are the most suitable for determining the angular position and parameters of the aortic valve, because these images have the highest resolution.

One of the main tasks of the environment designed is to visually fit the CT data to the geometric model. Our AvaSim environment reads standard DICOM files. After scanning the images, the patient's material must be adjusted to the correct orientation, as CT images are taken from a projection direction perpendicular to the body surface. Depending on the position and size of the patient's heart, they are located in different places and positions in the image.

To fit our model to the actual aortic root, the raw CT image must be tilted to the plane of the annulus. These can be done from different directions (axial, sagittal, coronal, and 3D). Once we have found the most appropriate orientation, the model should be overlapped with the CT images. This can be done by matching several anatomical points.

In patients with calcareous aorta and valve, it was difficult to separate contrast material and calcium deposit, so different transfer functions were implemented to display CT volume data. The transfer functions assign colour and transparency information to density values. Eleven transfer functions have been made, that highlight different anatomical features.

Three of these features proved to be the most useful. A transfer function called “AorticRootEdges” can highlight vessel walls. It can efficiently show anatomical shapes as a clear contour, especially in slice views. A transfer function called “AorticRootContrastMaterial” separates the blood flowing in the root of the aorta well, making it the most effective in a three-dimensional view. This allows to remove efficiently the junction of the ascending aorta, the sinuses of valsalva (SV), the aortic valve annulus (AVA) and left ventricle. The third efficient transfer function is called “BasicLinear” and as its name suggests, implements a simple linear grayscale colouring. It is extremely efficient in slice view, with its use we can be sure that important functions do not disappear.

The usability of the software has been significantly increased by the introduction of flags. These points are the preferred three-dimensional coordinates in the CT data coordinate system. Marking points indicate anatomical features: the Annulus Centre, sinus-tube junction (STJ) Centre, left coronary cusp (LCC), right coronary cusp (RCC), and the bottom of the non-coronary cusp (NCC), the lowest point of the third pouch. These points appear as small crosses in both the slice view and the three-dimensional view. Each point has its own colour, and we also draw the corresponding cross with that colour. In slice view, it is still possible to position the cursor (purple cross) and the position of the cursor can be taken by a marker point by pressing the corresponding “position application” button. We also allow for the exact coordinates of the signal points to be also be entered manually. Markers can be hidden or displayed separately in both slice and 3D views.

Anatomical model

During data processing, it became clear, that we need to refine the anatomical model [2]. One important change was that the suspension of the valve points were brought below the STJ at a user-definable height. This was definitely needed, because the suspension points typically never reach the STJ, being located at two-thirds of its height. The other important change was the introduction of a gap between the valves. An earlier model could not handle the case where the valves are not able to close completely. We introduced the radius of the gap visible at the Leaflet Tip Point as a new parameter. The improved model using the parameters introduced can be seen below. As shown on the image on the left of Fig. 1, we used the default parameter values. On the right we increased the gap between the valves, and the point of suspension of the valves is placed closer to the height of the STJ.

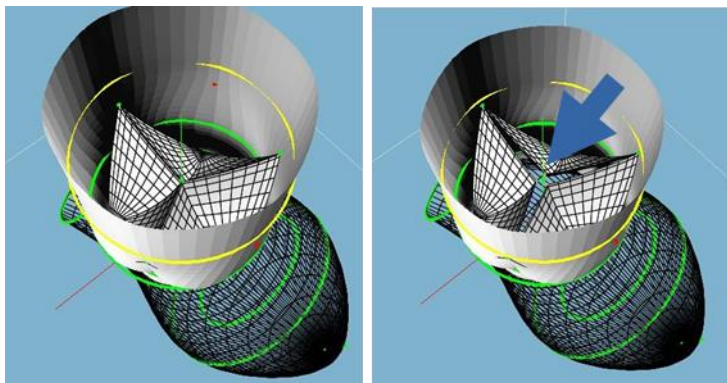


Fig. 1. Anatomical model: notice the gap between the valves on the right model

Modelling software user interface

During CT data processing, we tested not only our anatomical model but we also gained important experience with the usability of the application. Our modelling software is a simple graphical interface based on floating panels. This interface is very space efficient and gives controls that fit well with three-dimensional data. However, this interface is completely different from the usual, classic user interfaces that are commonly used in professional modelling software. With the growth of the application, a full workflow support was needed, breaking the modelling session into several major phases. The different phases have appropriate control panels and surface layouts. The figure below shows the interface associated with the session.

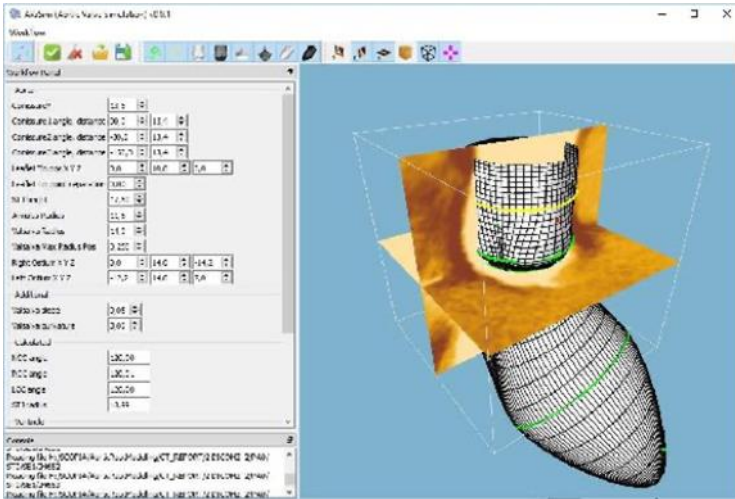


Fig. 2. Modelling session with workflow panel (left).

Fig. 2. shows the modelling session. On the left is the control panel to set the anatomical parameters of the aortic root. Below the menu toolbar tools can be found to recalculate the geometry, the model management control buttons for setting up, saving, and loading model files.

Matching patient-specific points to the 3D anatomical valve model

First, we need to look for the deepest point of the aortic valve, i.e., the bottom of the sacs. The bottom of the sac of the three (or occasionally two) aortic valves defines a plane, this plane is the plane of the annulus. That is, if the points are chosen correctly, it gives a round picture: this is the annulus as seen in Fig. 3. After this, it is worth determining the centre of the annulus and the centre of the sinotubular node to get the axis around which the model is built.

Our abstract default 3D model assumes that its centre is at the centre of the annulus and that the y-direction of its modelling coordinate system coincides with the longitudinal axis of the aortic root. During customisation, the root of the CT aorta is moved and rotated into the same coordinate system as the 3D model. Determining this transformation requires experience and knowledge of the anatomy of the aortic root. The parameters of the default 3D model were determined based on the parameters of a person with an average dimension, so we need to increase these dimensions for our patients. The size of the annulus, the radius and height of the sinus valsalva can be adjusted

manually. This is followed by the most important parameters for us, the valve settings. The locations of the aortic valves are very diverse. It is worth looking at their angular distribution first. Aortic valves can be anatomically of two types: they can have three points, i.e., tricuspid valve, or in rare cases they can have two points, i.e., bicuspid. So far, we have only processed admissions of patients with the anatomically more common tricuspid valve. We can also adjust the height and closing point of the valves.

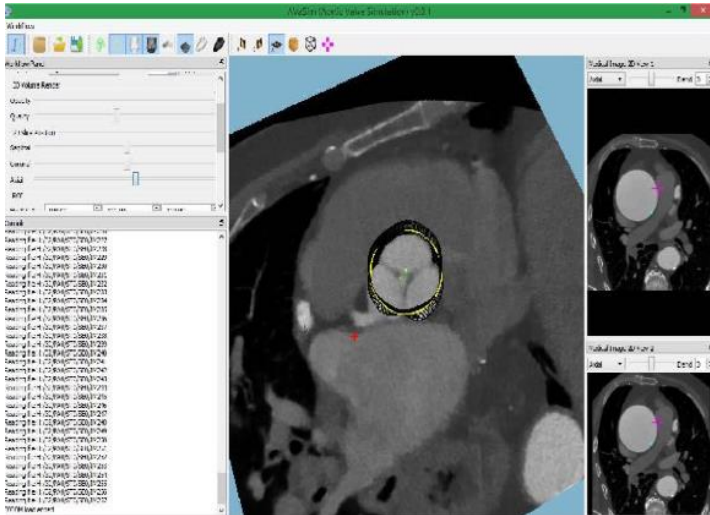


Fig. 3.: Model fitting

Results

3D model for simulation

After the default baseline model has been personalized for a given patient, with all the parameters fitted according to the CT data, the corresponding 3D model can be built using N-sided patch models. We opted for the computationally efficient quadrilateral representation shown in Fig. 4. for

straight forward tessellation, as this representation is sufficient for our purposes.

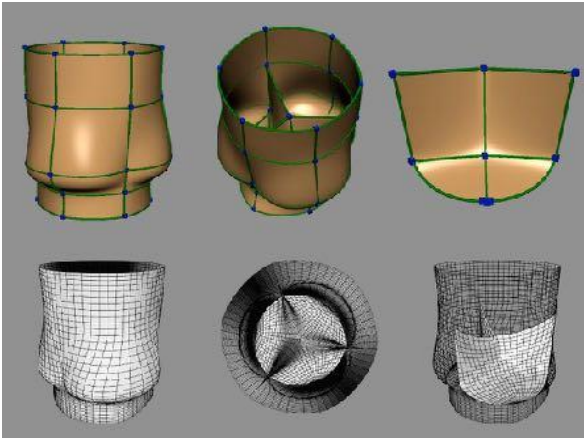


Fig. 4.: Quadrilateral representation of a model: as a patch model (top) and as a wireframe tessellation (bottom)

Numerical simulation

Given a precise geometry of the aortic root and aortic valves anatomy combined with textbook values for blood and tissue properties such as elasticity, viscosity, etc., we can finely vary the parameters to see their effects on blood flow using finite element simulation. By postulating that good blood flow arises from efficient valves which can close tightly, we look for a geometry where the leaflets overlap as efficiently as possible. By analysing different angle distributions of the aortic valves shown in Fig.5., we can potentially predict the outcome of different surgical scenarios concerning different angles applied. As an example, if we vary the angle (α_2) of the second valve leaflet between 101 and 139 degrees, when suturing the valves back, besides the standard 120 degrees, we can calculate the resulting prospective corresponding contact areas in mm^2 . Over the course of the simulation, all the three leaflet pairs are examined (dashed lines with numbers indicting the corresponding commissures). The average contact area is shown by the black solid line. It can be observed, that it is theoretically possible to

have a better patient specific valve leaflet overlap by foregoing a standard, 120 degree surgical procedure.

Conclusions

We presented a method via a step-by-step demonstration of a workflow that allows for the design of aortic valve-sparing surgeries. By keeping as much of the patient's heart tissue possible allows for better life prospects by omitting the lifelong use of anticoagulant. We do not introduce any new protocols during surgery, therefore complications are comparable to current standards. We provide a theoretical framework to account for the valve leaflet angle distributions. This allows us to potentially further optimise the

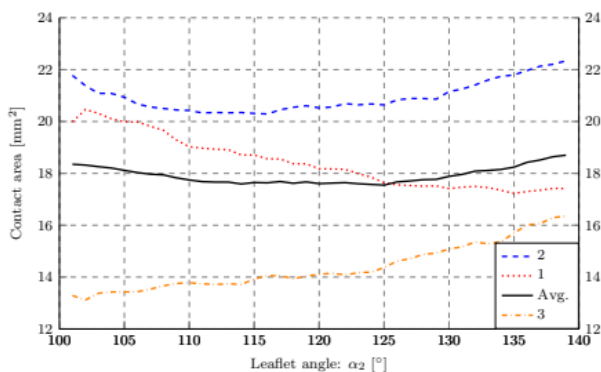


Fig. 5.: Valve leaflet angle influencing contact area

functioning of possibly damaged valves by slightly increasing their contact area.

References

- [1] Kubovje Anikó Anna: Az aorta billentyű diagnosztikai célú elemzését támogató módszerek kidolgozása, Budapest 2019.
- [2] Nagy, R., Umenhoffer, T., Somogyi, P., Szlávecz, Á., Kubovje, A., Laufer, B., Szerafin, T., Benyó, B. Finite Element Simulation Based Analysis of Valve-sparing Aortic Root Surgery IFAC PAPERSONLINE, 2020.

Tooth Root Canal Segmentation Using Convolutional Neural Networks

Kiss Benedek Gábor¹, Szabó Bálint¹, Szlávecz Ákos¹, Somogyi Péter¹,
Benyó Balázs¹

¹Budapest University of Technology and Economics, Budapest, Hungary,
kissbenedekgabor@edu.bme.hu, szabobalint@edu.bme.hu, {szlavecz,
psomogyi, bbenyo}@it.bme.hu
1111 Budapest, Műegyetem rkp. 3.

Abstract: Loss functions play an essential role in neural network training, with several loss functions being used to express different training requirements quantitatively. Creating a new loss function is an excellent opportunity to increase the predictive performance of a network and fit it to unique, problem-specific requirements. In this research we choose the tooth root canal segmentation problem as a representation of the medical image processing problem class, segmenting a tube-like physiological structure. A convolutional neural network has been created and based on the evaluation of different loss functions a novel loss function is suggested. In the study the results of our experiments, the benefits and shortcomings of different loss functions and topology configurations, and their applicability in the medical image segmentation are discussed.

Introduction

In medical image processing convolutional neural networks often appear as a more effective, and more accurate solution for image segmentation.[5] During learning the used cost function is crucial, choosing the best one for a given task can be a strenuous job to undertake.

Goals

In the current paper our goal is to evaluate the existing cost functions and define a more effective one for tubular branching structures, our chosen problem class. We test our methods on an example dataset, in which we train our neural network to segment tooth root canals, using the dataset kindly provided to us by Semmelweis University.

Methods

The convolutional neural network architecture we used was the U-Net [1], on which we assess the performance of loss functions from multiple domains. We evaluated Cross-Entropy (BCE)[2] and Focal loss[3], which are probability-based, and the Dice and Tversky index-based loss functions [4], which are region-based.

The used dataset consists of cone-beam Computed Tomography (CBCT) images. CBCT records consist of single-channel intensity images, representing parallel cross-sections of the imaged volume with a single tooth inside it. The planes are scanned horizontally and distributed linearly along a vertical axis. The resolution of these records is quite low, the size of a voxel is equal in all directions and is situated between 100 and 300 μm . An imaged volume has 501 slices, each of them have a 501px x 501px resolution.

The dataset has images of multiple kind of tooth from different patients. There are also some treated and damaged teeth in the dataset. Each tooth has a training mask for the dentine part that was created by semimanual segmentation. This segmentation was assisted by a histogram-based thresholding algorithm. As our chosen architecture is 2D based, we sliced these teeth perpendicular to their length, resized the resulting images to 256x256 and split them randomly into training, validation, and test batches, in 85%-10%-5% proportion.

We trained all networks for 60 epochs, and compared the best result achieved during these 60 epochs and note if the quality of the results showed growing tendency.

We checked the results based on Jaccard, and Dice indices, on the pvJaccard metric, which was defined by us, and based on the feedback given by our medica experts.

$$PvJaccard(A, B) = \frac{|A' \cap B| + |A \cap B'|}{|A \cup B|} = \frac{|A' \cap B| + |A \cap B'|}{2|A \cup B|}$$

where PvJaccard is the suggested metric, A is the expected mask image as pixel set, B is the predicted mask image as pixel set, A' is the dilated version of A as pixel set and B' is the dilated version of B as pixel set.

PvJaccard is a modified version of the Jaccard index, which uses dilated input images, punishing off-by-one-pixel errors less, as these kinds of errors plague the end of the teeth, and has no medical significance. Its properties resemble that of the original. It takes a value between 0 and 1, with higher

being better, symmetric, and it is intolerant if both the output, and the mask is empty.

Furthermore, we propose a new loss function inspired by the Distance Map loss function, the Generalized Distance Map loss (WH).

$$L(a, b)_{ij} = dmap(a)_{ij} * loss(a, b)_{ij}$$

where $L(a, b)_{ij}$ is the loss function value at the i, j coordinate, $dmap(a)_{ij}$ is the distance map of the training mask at the i, j coordinate, $loss(a, b)_{ij}$ is the value of the embedded, pixel-wise loss function at the i, j coordinate, a is the training (ground truth) mask, and b is the output mask.

It penalizes or rewards the wrapped loss function with the use of weight maps. With this method it is not only possible to use a multitude of loss functions, but it also gives us the possibility to use absolutely custom loss functions. As weight maps are calculated based on a mask per mask basis, there can be special care taken to address the wildly varying class imbalance issue in this concrete dataset with proper weighting. It is especially important for our use case to have a well-defined, and high-certainty boundary, and we hypothesize, that we can achieve this with this loss function. This paper's results are achieved with configuring the weight maps between 0.9 to 1.1, setting the mean, and class balance to 1.0 and 0.5 respectively.

Results

As seen in Table 1, all the chosen loss functions were appropriate for training neural networks in this domain. It was true for all the used loss functions that their respective neural network's performance got worse as we got further from the top of the tooth. As expected, there were substantial differences between loss functions, with two outstanding examples, the Focal and Tversky loss. While Focal loss with its probabilistic nature excelled in the True Positive, and True Negative metrics, Tversky loss performed better in the region-based metrics, for example Dice and Jaccard indexes. Based on these findings we choose these two loss functions to augment using our weighting algorithm. The result of this can be seen in the last two columns of Table 1. As we can see, our loss functions perform marginally better than their non-modified counterparts. If we check the distribution of the results, there can be an even more obvious improvement be seen, as the standard deviation of the results decreased by as much as 10% in some cases.

The suggested PV Jaccard metric can be used in the evaluation of results on this problem domain. The proposed metric showed similar behaviors to IOU (Jaccard index) during the training and final evaluation. It reflects the improving segmentation performance of the network in training by higher output values. It also has a higher absolute value than the traditional Jaccard index because of its insensitivity to the partial volume effects, which is also the main reason besides its usage in the image based medical diagnostics.

Table 3 The results of training the network with multiple loss functions

	Dice Loss	Tversky Loss	BCE	Focal loss	WH Tversky	WH Focal
True Positive	0,9842	0,9417	0,9848	0,9943	0,9428	0,9945
True Negative	0,9994	0,9996	0,9995	0,9993	0,9996	0,9993
Binary Dice	0,7549	0,8025	0,7818	0,7231	0,8025	0,7294
Jaccard	0,6063	0,6701	0,6417	0,5666	0,6701	0,5740
PvJaccard	0,7790	0,8099	0,7990	0,7537	0,8107	0,7553

Table 4 Distribution of achieved results

	Focal Loss	WH Focal loss	Tversky loss	WH Tversky loss
Dice STD	0.0281	0.0271	0.0296	0.0273
Jaccard STD	0.0291	0.0289	0.0314	0.0295
PvJaccard STD	0.0260	0.0258	0.0291	0.0272

Conclusions

In this research the root canal segmentation was selected as a representative problem in the tube-like physiological structure segmentation problem class. Several loss functions were selected to train multiple networks that were based on the U-Net architecture. The networks were extensively evaluated with several metrics to analyze and compare their applicability in this problem domain. On top of the loss functions and metrics, suggested in the literature, novel, weighted loss functions and novel metric were defined for the experiment. All the used loss functions showed promising segmentation

results (See figure 1.). Based on the metrics and the opinion of the medical

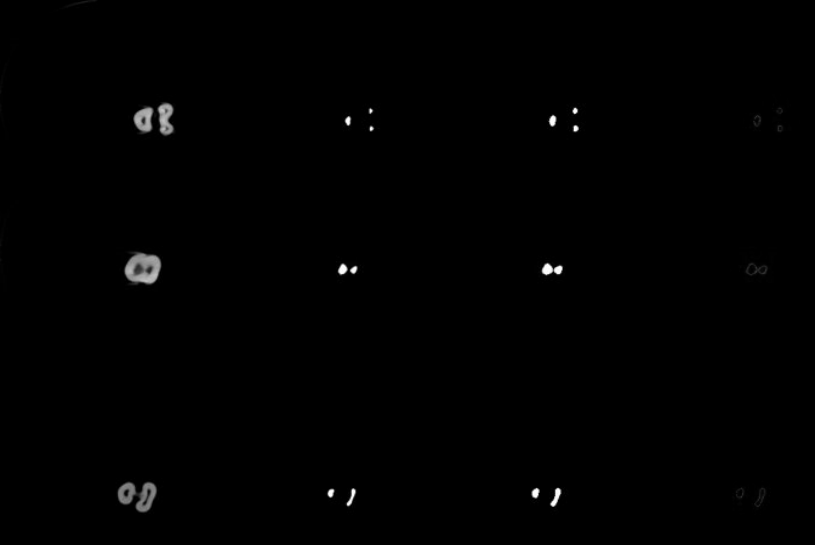


Fig. 1 Example of results (In order: Input, Output, Result, Difference)

experts, the Tversky and Focal loss were selected as loss functions resulting in better segmentation in the root canal identification, thus, with reasonable certainty these metrics should give better results in the tube-like physiological structure segmentation problem classes well. The novel loss functions showed some performance improvement in the experiments. The manual evaluation by the experts also judged these results better. The suggested, novel metric was found to be applicable at handling the partial volume effect involved error that is a very common artifact of the medical imaging and makes the manual segmentation harder as well.

Citations

- [1] Olaf Ronneberger, Philipp Fischer, and Thomas Brox. U-net: Convolutional networks for biomedical image segmentation, 2015
- [2] Jason Brownlee. A gentle introduction to cross-entropy for machine learning. 2020.
- [3] Tsung-Yi Lin, Priya Goyal, Ross Girshick, Kaiming He, and Piotr Dollár. Focal loss for dense object detection, 2018.
- [4] Seyed Sadegh Mohseni Salehi, Deniz Erdogmus, and Ali Gholipour. Tversky loss function for image segmentation using 3d fully convolutional deep networks, 2017.
- [5] Rikiya Yamashita, Mizuho Nishio, Richard Kinh Gian Do, Kaori Togashi. Convolutional neural networks: an overview and application in radiology Insights Imaging. 2018 Aug

Insulin sensitivity and blood glucose level analysis of critically ill patients in their early phase of ICU treatment

Anane Yahia¹, Balazs Benyo¹, J. Geoffrey Chase²

¹Budapest University of Technology and Economics, Department of Control Engineering and Information Technology, Budapest, Hungary; yahiaanane@iit.bme.hu, bbenyo@iit.bme.hu

²Mechanical Engineering, Centre of Bio-Engineering, University of Canterbury, Christchurch, NZ; geoff.chase@canterbury.ac.nz

Abstract: Critically ill intensive care unit (ICU) patients frequently experience acute insulin resistance (low insulin sensitivity) manifesting as stress-induced hyperglycemia and hyperinsulinemia, especially in the early stages of the treatment. High inter/intra-patient variability makes glycemic control difficult. Stochastic TARgeted (STAR) a model-based glycemic control, directly manages this variability using model-based insulin sensitivity (SI) and a second model of its variability. Early occurrence of insulin resistance and hyperglycemia may need a special (customized) model-based control designed only for the early phase of patient treatment. This study analyses insulin sensitivity and blood glucose levels of ICU patients from 3 different cohorts and compares the first 24h of the treatment and the rest of the treatment in order to assess the differences. Using clinical data from 717 patients treated with STAR in three independent cohorts (Hungary, New Zealand, and Malaysia), insulin sensitivity and blood glucose are compared at first between the first 24h and the rest of the treatment, then the first 24h and the successive treatment days. Results show that insulin sensitivity is lower in the first 24h compared to the rest of the treatment and in the first 24h compared to the five successive days. The differences were noticeable in the Hungarian and New Zealand cohort but not for the Malaysian cohort. Blood glucose levels were higher in all cohorts in the first 24h compared to the rest of the treatment time and in the first 24h compared to the five successive days. Patients in the early stages of ICU have low insulin sensitivity and high blood glucose levels, as expected, given the stress response physiology. Given the results, this study initiates the idea of Implementing a customized model-based control designed only for the early phase of patient treatment that can effectively handle patients' hyperglycemia and insulin resistance and create a space for further development.

Keywords: Blood glucose; Glycemic control; STAR; Insulin resistance; Insulin sensitivity; ICU.

Introduction

Effective glycemic control showed a promising improvement in the outcomes in critically ill patients. However, it was always hard to achieve consistent results [1] due to patients' intra-and-inter variability.

Patients in their early stage of treatment after ICU admission due to stress often experience insulin resistance (low insulin sensitivity), resulting in high blood glucose levels (hyperglycemia), making glycemic control very sensitive in the intensive care unit [2].

In this paper, we used patient data of 717 patients from 3 different Hospitals' ICUs: New Zealand, Malaysia, and Hungary treated by STAR protocol. Stochastic TARGeted (STAR) is a Glycemic control protocol that models patient-specific intra-and-inter variability [3]. STAR is driven by a model-based, insulin sensitivity (SI) used as a key parameter to assess the patient variability. It is built on the clinically validated Intensive Control Insulin- Nutrition-Glucose (ICING) model used to characterize the fundamental Glucose-Insulin system dynamics.

We analyzed patients insulin sensitivity and blood glucose levels across the different cohorts, and the aim of this work is to examine the inter/intra differences in insulin sensitivity and hyperglycemia in the early stages of the treatment (first 24h hours of patient ICU admission) compared to the rest of the treatment time and its potential impact on model-based glycemic control.

This study initiates the idea of implementing a customized model-based control explicitly designed for the early phase of patient treatment that can effectively handle patients' hyperglycemia and insulin resistance.

Methods

STAR protocol

STAR utilizes the Intensive Care Insulin-Nutrition-Glucose (ICING) model to simulate the fundamental metabolic dynamics of the glucose/insulin system of the human body [4]. The main 3 of 7 total equations are defined:

$$\dot{G} = -p_G G(t) - SI * G(t) \frac{Q(t)}{1 + a_G Q(t)} + \frac{P(t) + EGP - CNS}{V_G} \quad (1)$$

$$\begin{aligned} \dot{I} = & -n_k I(t) - n_L \frac{I(t)}{1 + a_I I(t)} - n_I (I(t) - Q(t)) + \\ & \frac{u_{ex}(t)}{V_I} + (1 - x_L) \frac{u_{en}(G)}{V_I} \quad (2) \end{aligned}$$

$$\dot{Q} = n_I (I(t) - Q(t)) - n_C \frac{Q(t)}{1 + a_G Q(t)} \quad (3)$$

The model parameters, the inputs variables, and their detailed description can be found in [4].

Patient data

Clinical data that contains a patient's personal information, blood glucose measurements, and insulin/nutrition treatment was collected from 3 different cohorts of 717 ICU patients.

216 from the International Islamic University Malaysia Medical Centre, Malaysia, 408 from Christchurch Hospital, New Zealand, 93 patients from Kalman Pandy Hospital, Gyula, Hungary [5].

Insulin sensitivity

Insulin sensitivity (SI), the primary key parameters uniquely identified from clinical data on an hourly basis and patient variability is assessed by the hour-to-hour change in SI levels. Low values of SI indicate insulin resistance and the need to either add insulin or reduce nutrition to achieve lower glycemic levels.

Clinical data including two last BG measurements, insulin/nutrition inputs, and ICING model Equations (1)-(7) is utilized to identify SI on hourly bases using the integral-based method [6].

Analysis

We analyzed the patient's inter-intra cohort insulin sensitivity identified by STAR and the measured blood glucose levels during the treatment across the different cohorts. First, we compared values between the first 24h and the rest of the treatment time. Second, we compared values between the first 24h and the next four successive treatment days. We also analyzed Episodes of Insulin resistance ($SI < 10^{-5}$ L/mU/min) and Episodes of hyperglycemia ($BG > 10$ mmol/l). For the second part, we exclude patients with a treatment time record of less than 120 hours.

Results

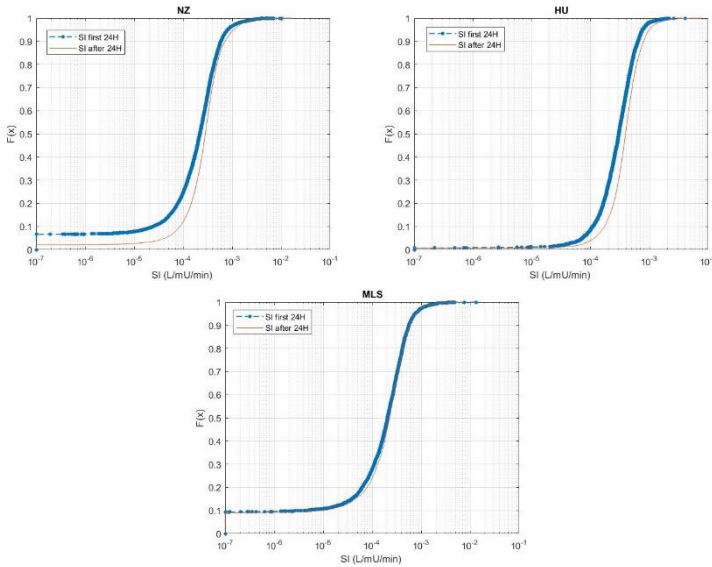
Insulin sensitivity

SI in the first 24h vs. the rest of the treatment

Figure 1 shows the cumulative distribution function of insulin sensitivity (SI) of all patients under the New Zealand, Hungarian and Malaysian cohort in the first 24h compared to the SI in the rest of the treatment time. Inter-cohort SI values are lower in the first 24h compared to the rest of the treatment. The differences were noticeable in the Hungarian and New Zealand cohort with mean values of $3.06 \cdot 10^{-4}$ and $3.51 \cdot 10^{-4}$ in the first 24h

compared to 3.84 and 4.64 after, but not for the Malaysian cohort where the difference is small ($2.04 \cdot 10^{-4}$ and $2.25 \cdot 10^{-4}$) as seen in Table 1.

Intra-cohort Si values also vary, with the Malaysian cohort having the lowest SI values and the Hungarian cohort being the highest. The Min value of SI is 10^{-7} in all cohorts, which is the minimum physiological allowed value in the STAR protocol during the SI identification phase.



1. Figure: Cdf of SI values in the first 24h compared to SI in the rest of the treatment for the 3 cohorts.

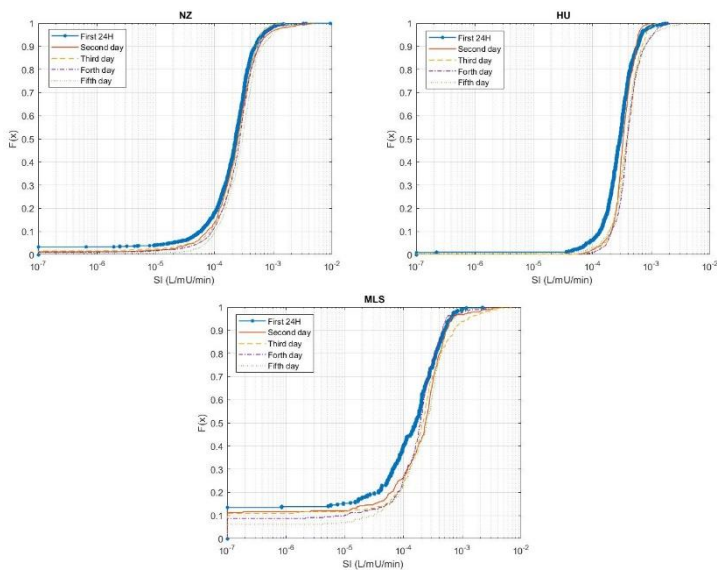
1. Table: SI values comparison in the first 24h vs. rest of the treatment for the 3 cohorts

Stats	Cohorts					
	NZ		HU		MLS	
	First 24h	After 24h	First 24h	After 24h	First 24h	After 24h
MIN	10^{-7}	10^{-7}	10^{-7}	10^{-7}	10^{-7}	10^{-7}
MAX	$1.03 \cdot 10^{-2}$	$1.63 \cdot 10^{-2}$	$0.41 \cdot 10^{-2}$	$0.76 \cdot 10^{-2}$	$1.34 \cdot 10^{-2}$	$0.37 \cdot 10^{-2}$
MEAN	$3.06 \cdot 10^{-4}$	$3.84 \cdot 10^{-4}$	$3.51 \cdot 10^{-4}$	$4.64 \cdot 10^{-4}$	$2.83 \cdot 10^{-4}$	$2.97 \cdot 10^{-4}$
MEDIAN	$2.17 \cdot 10^{-4}$	$2.82 \cdot 10^{-4}$	$3.01 \cdot 10^{-4}$	$3.91 \cdot 10^{-4}$	$2.04 \cdot 10^{-4}$	$2.25 \cdot 10^{-4}$

SI in the first 24h vs. next four days

Figure 2 shows the cumulative distribution function of insulin sensitivity (SI) of all patients under the New Zealand, Hungarian and Malaysian cohorts in the first 24h compared to SI in the four successive treatment days. Based on SI mean values reported in Table 2, the lowest value was at the first 24h compared to the next four days of the treatment in all the three different cohorts, as low as $2.13 \cdot 10^{-4}$ in the MLS cohort, $2.73 \cdot 10^{-4}$ in the NZ cohort and $3.29 \cdot 10^{-4}$ in the HU cohort. The mean values go up on the 2nd day in all cohorts.

Episodes of Insulin resistance (%IR) are higher in the first 24h compared to the four successive days. The Hungarian cohort has the lowest insulin resistance episodes of 1.07%, and the Malaysian cohort has the highest of 15.27%



2. Figure: Cdf SI values in the first 24h compared to the next four days for all cohorts.

2. Table: SI values comparison between the first five days of treatment for the 3 cohorts

Time period /Stats	Cohorts					
	NZ		HU		MLS	
	Mean	% IR	Mean	% IR	Mean	% IR
First 24h	2.73 10^{-4}	4.16	3.29 10^{-4}	1.07	2.13 10^{-4}	15.27
24-48h	3.33 10^{-4}	1.92	3.56 10^{-4}	0	3.04 10^{-4}	12.00
48-72h	2.84 10^{-4}	2.40	4.16 10^{-4}	0.15	3.72 10^{-4}	11.63
72-96h	3.20 10^{-4}	1.60	3.62 10^{-4}	0	2.48 10^{-4}	10.18
96-120h	3.65 10^{-4}	0.72	4.71 10^{-4}	0.61	2.79 10^{-4}	6.90

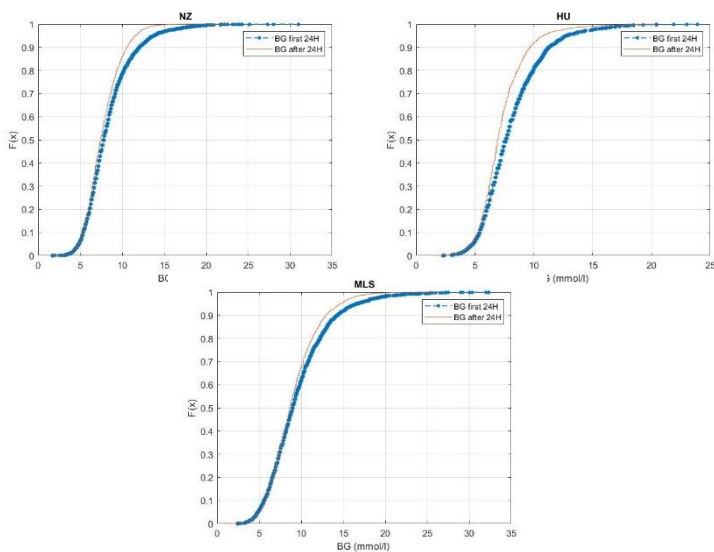
Blood glucose**BG in the first 24h vs. rest of the treatment**

Figure 3 shows the cumulative distribution function of blood glucose measurements (BG) of all patients under the New Zealand, Hungarian and Malaysian cohort in the first 24h compared to the BG in the rest of the treatment time. Inter-cohort BG values are higher in the first 24h compared to the rest of the treatment. The differences were not significant in terms of mean values, which is 0.54-0.81 mmol/l difference between the first 24h and after. However, there is a noticeable difference in the maximum BG values recorded, in which the difference is up to 8.4 mmol/l, as seen in Table 3.

Intra-cohort BG values also vary, with the Malaysian cohort having the highest BG values and the Hungarian cohort being the lowest.

3. Table: BG values comparison in the first 24h vs. rest of the treatment for the 3 cohorts

Stats	Cohorts					
	NZ		HU		MLS	
	First 24h	After 24h	First 24h	After 24h	First 24h	After 24h
MIN	1.7	1.3	2.3	1.7	2.4	1
MAX	31	22.6	23.9	20.4	32.30	26.30
MEAN	8.34	7.72	8.09	7.28	9.61	9.07
MEDIAN	7.80	7.40	7.60	6.90	9	8.70

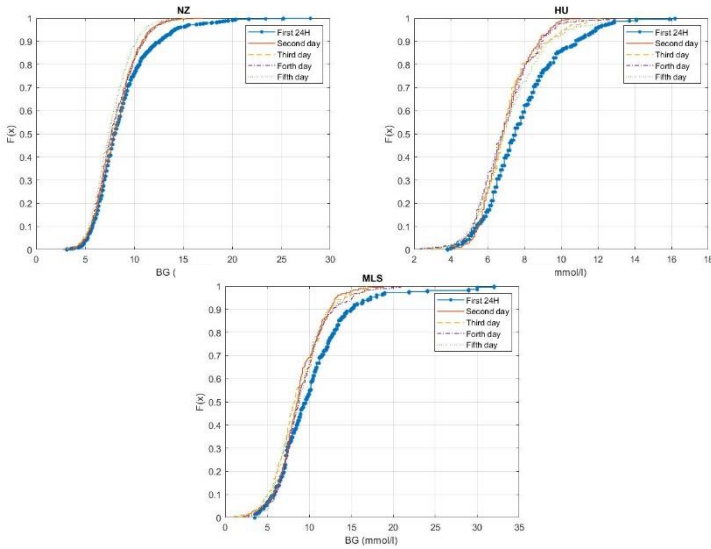


3. Figure: Cdf of BG values in the first 24h compared to the rest of the treatment for the 3 cohorts.

BG in the first 24h vs. next four days

Figure 4 shows the cumulative distribution function of Blood glucose (BG) of all patients under the New Zealand, Hungarian and Malaysian cohorts in the first 24h compared to SI in the four successive treatment days. Based on BG mean values reported in Table 4, the highest BG mean value was at the first 24h compared to the next four days of the treatment in all the three different cohorts, as high as 10.20 in the MLS cohort. BG values drop on the 2nd day in all cohorts.

Episodes of hyperglycemia (%HG) are higher in the first 24h compared to the four successive days. The Malaysian cohort has the highest hyperglycemia episodes of almost half of the measurements (45.23%), and the Hungarian cohort has the lowest episodes.



4. Figure: Cfd of BG in the first 24h compared to next 4 days of treatment

4. Table: BG values comparison between the first 5 days of treatment for the 3 cohorts

Time period /Stats	Cohorts					
	NZ		HU		MLS	
	Mean	%HG	Mean	%HG	Mean	%HG
First 24h	8.68	23.52	7.80	13.85	10.20	45.23
24-48h	8.11	16.68	6.70	1.03	8.82	30.76
48-72h	7.99	16.83	7.00	5.16	8.72	34.92
72-96h	8.00	17.66	6.90	2.28	8.80	33.87
96-120h	7.64	12.00	7.16	7.02	8.60	31.92

DISCUSSION

From the distribution of identified SI values and BG measurements for all 3 cohorts, there were noticeable differences between the first 24h and the successive days until the end of the treatment where the lowest Si values and the highest BG values were always in the first 24h also the proportion of hours of insulin resistance and hyperglycemia. The Hungarian cohort had the highest SI and lowest BG but also had far fewer hours, and thus there may be a bias [7]. However, considering the analysis of the treatment difference, the CHO intake of the Hungarian cohort was significantly higher. On the other hand, the Malaysian cohort had the lowest SI and highest BG levels. These

differences may also reflect cohort differences in the incidence of greater complexity and level of critical illness, such as incidence of severe sepsis, in some cohorts, which can occur from the areas and types of patients treated, as well as from treatment selection or treatment failure bias.

Early occurrence of hyperglycemia episodes is likely due to the surge in EGP seen particularly in severe sepsis and septic shock patients in the first 12-24 hours of the stay [8,9]

This behavior matches clinical expectations and is due to stress [10], often seen in the first 24 hours of stay, particularly in severe sepsis and septic shock patients, all of which match the metabolic variability seen in the first 24h of stay. Thus, this phenomenon occurs qualitatively matches broad clinical expectations.

CONCLUSIONS

Patients in the early stages of ICU have low insulin sensitivity and high blood glucose levels, as expected, given the stress response physiology. Results align with the clinical expectations were the lowest insulin sensitivity values and the highest blood glucose levels tend to be in the first 24h in all cohorts. Given the results, this study initiates the idea of implementing a customized model-based control designed explicitly for the early phase of patient treatment, exactly the first 24h that can effectively handle patients' hyperglycemia and insulin resistance. These beneficial impacts may arise for STAR or any other model-based protocol from improved predictions and thus more accurate GC during treatment for early-stage treatments.

ACKNOWLEDGMENTS

Grants supporting the research presented: National Research Development and Innovation Fund, OTKA K116574; TKP2020 BME-Biotechnology FIKP grant of EMMI (BME FIKP-BIO); EU H2020 MSCA-RISE: DCPM (#872488) grant.

REFERENCES

- [1] Bagshaw, S. M., R. Bellomo, M. J. Jacka, M. Egi, G. K. Hart and C. George (2009). The impact of early hypoglycemia and blood glucose variability on outcome in critical illness. *Crit Care* **13**(3): R91.
- [2] Krinsley, J. S. (2003). Association between hyperglycemia and increased hospital mortality in a heterogeneous population of critically ill patients. *Mayo Clin Proc* **78**(12): 1471-1478.
- [3] Evans, A., A. Le Compte, C. S. Tan, L. Ward, J. Steel, C. G. Pretty, S. Penning, F. Suhaimi, G. M. Shaw and T. Desai (2012). Stochastic Targeted (STAR) Glycemic Control: Design, Safety, and Performance. *Journal of Diabetes Science and Technology* **6**(1): 102-115.
- [4] Lin, J., N. N. Razak, C. G. Pretty, A. Le Compte, P. Docherty, J. D. Parente, G. M. Shaw, C. E. Hann and J. Geoffrey Chase (2011). A physiological Intensive Control Insulin-Nutrition-

- Glucose (ICING) model validated in critically ill patients. *Comput Methods Programs Biomed* **102**(2): 192-205.
- [5] Stewart, K.W., et al., *Safety, efficacy and clinical generalization of the STAR protocol: a retrospective analysis*. *Ann Intensive Care*, 2016. **6**(1): p. 24.
- [6] Chase, J.G., et al., *Next-generation, personalised, model-based critical care medicine: a state-of-the art review of in silico virtual patient models, methods, and cohorts, and how to validation them*. *Biomed Eng Online*, 2018. **17**(1): p. 24.
- [7] Shaw, G.M. and J.G. Chase (2012). Does "treatment failure bias" impact comparisons of ICUs? *Intensive Care Med*, **38**(8): p. 1412.
- [8] Anane, Y., B. Benyo, A. Szlavecz, C. Pretty and J. G. Chase (2019). Endogenous glucose production parameter estimation for intensive care patients. *2019 Scientific Meeting on Electrical-Electronics & Biomedical Engineering and Computer Science (Ebbt): IEEE*, pp. 1-4.
- [9] Thorell, A., O. Rooyackers, P. Myrenfors, M. Soop, J. Nygren and O. H. Ljungqvist (2004). Intensive insulin treatment in critically ill trauma patients normalizes glucose by reducing endogenous glucose production. *J Clin Endocrinol Metab* **89**(11): 5382-5386.
- [10] McCowen, K. C., A. Malhotra and B. R. Bistrian (2001). Stress-induced hyperglycemia. *Crit Care Clin* **17**(1): 107-124.

A praxisközösségek szerepe a COVID időszakban

Paulikné Varga Barbara

Debreceni Egyetem Egészségügyi Kar, paulikne.barbara@foh.unideb.hu
Nyíregyháza Sóstói u. 2-4.

Bevezetés

Az egészségügyi ágazat korszerűsítésének alrendszerei elengedhetetlen részét képezik más társadalmi rendszerek ide kapcsolódó részeinek, mint az oktatás, a kutatás intézményei, a népegészségügyi szolgálatok működése, és nem utolsósorban az egyre inkább egészségiparnak tekintett gyógyszergyártás, segédeszközök gyártása és forgalmazása. Az utóbbi évtizedekben egyre erősödött az informatikai rendszerek térhódítása az egészségügyben is, amely nemcsak tájékoztatja, hanem lehetőséget ad az háziorvosoknak az egészségügyi rendszeren belüli együttműködésre, hatékonyabb munkavégzésre.

Módszer

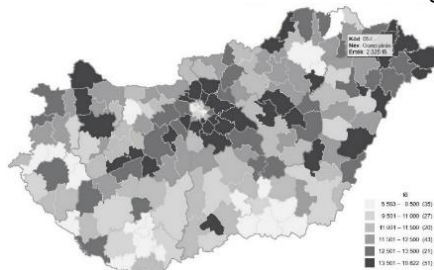
A témaválasztásom után a legnehezebb feladatomban az volt, hogy megértsem ennek a szerteágazó ágazatnak a kapcsolódási rendszerét, megtaláljam azt a területet, ahonnan hitelesen feltárhatom a mondandóm megfogalmazásához szükséges információkat. Az anyaggyűjtést a jogszabályokkal, a statisztikákkal, a nemzetközi szervezetek kiadott jelentéseivel kezdtem. A szakirodalom megválasztásánál azonban már rádöbbentem, hogy az egészségügyi tematikájú munkák hatalmas mennyiségében elmerülhetek, mégis a működés szervezetfejlesztéséhez, a szintetizáláshoz más szakterületről kell segítséget kapnom. Az egészségügyi informatikai rendszerek, adatbázisok logikája ebben részben segített, de szükségem volt az ágazat működésének értékeléséhez menedzsment módszerekre is.

Ezek közül a STEEP, illetve a PEST analízis kínált olyan makrokörnyezeti szemléletet, amelyek alkalmazásával jobban kiemelhettem az aktuális problémákat. A munkám első fázisában gyakorlatilag az egészségügyhöz igazított–PEST analízis szerint igyekeztem az egészségügyi rendszert bemutatni, például kibővítettem a politikai faktort a jogi, a nemzetközi szervezetek, rendszerek jellemzőivel. Ezzel a szemlélettel a hosszabb távú tendenciákat vettem számba, és igyekeztem úgy gyűjteni az adatokat, hogy kiemelhetővé váljanak azok a fontosabb tényezők, amelyek nemcsak bemutatják a jelen helyzetet, hanem elősegíthetik a stratégiai döntések meghozatalát is.

Az egészségügyi ellátás első szintje: a körzeti-, a háziiorvosi rendszer

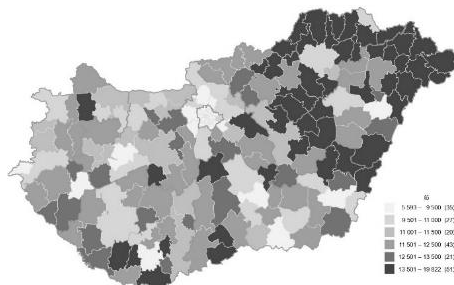
Az 1876. évi XIV. törvénycikk - a közegészségügy rendezéséről a községek lakosságának rendszeres orvosi szolgálattal való ellátását határozza meg, ezt nevezték el körorvosi intézménynek. A körök szervezésével és betöltésével kapcsolatos intézkedés jogát a községekre és a törvényhatóságra ruházta. A községek nehézkesen tudták kiegyenlíteni az orvostartás költségeit, ennek következtében a körorvosi állásokra csekély illetményt állapítottak meg. 1885-ben megvizsgálták, hogy milyen eredményeket sikerült elérni 1876 és 1885 között. A törvény előírta, hogy 10000 lakosra egy körorvost kellett jutatni, de sok helyen a földrajzi elhelyezkedés, a települési és népesedési viszonyok következtében nem tudták ezt megoldani. [1]

Hazánkban jelenleg a felnőtt háziiorvosi körzetekben 1200-1500 fő, gyermekkörzet esetében 600-800 fő az ideális bejelentkezett pácienslétszám, akikkel a megelőzés, gyógyítás érdekében a háziiorvosnak foglalkoznia kell. Az 1. ábra a körzet típusától függetlenül az egy háziiorvosra jutó lakosok számát szemlélteti a KSH honlapján megtalálható 2016-os adatok alapján. Az orvosok létszáma alapján nagyok területi különbségek, a sötétebb árnyalatú színek azon járásokat mutatják, ahol számarányaiban rendkívül magas ez az érték, és ez az eltérés a háziiorvosok túlterheléséhez és kiégéséhez vezethet.



13. ábra Egy háziiorvosra jutó lakosok száma 2016 Forrás: KSH, saját szerkesztés

Az egészségügyi szolgáltatásokhoz való egyenlőtlen hozzáféréssel: a magyarok 6%-a nem fér hozzá az alapszintű orvosi ellátáshoz. Ha a lakosságszámhoz viszonyítjuk, akkor 1000 lakosra átlagosan 3,3 orvos és 6,5 nővér jut. Ez kicsivel alacsonyabb az OECD átlagnál [2]. A KSH adataira hivatkozva a városokban majdnem 2,5-szer több az ezer főre jutó orvos, mint a falvakban. Az egy háziiorvosra jutó betegforgalmat szemlélteti a 2. ábra, amelyről megállapítható, hogy az ország más területeihez viszonyítva az Észak-magyarországi és Észak-alföldi régióban lényegesen magasabb a háziiorvosi szolgáltatások igénybevétele.



14. ábra Egy háziorvos és egy gyermekorvosra jutó betegforgalom 2016, Forrás: www.ksh.hu, saját szerkesztés

A számadatok mellett az egészségzociológiai vizsgálatok is azt mutatják, hogy a társadalmi-gazdasági helyzet jelentősen befolyásolja az egészségi állapotot [3].

Emelkedett a lakosok rizikótényezőknek való nagyobb kitettsége. Az egészségi állapotra ható legkockázatosabb tényezőket figyelembe véve a következő megállapításokat fogalmazták meg: a 15 évesnél idősebb magyarok 25,8%-a minimum napi szinten dohányzik, illetve 62,3%-a túlsúlyos vagy elhízott. A jelentés alapján az 5-9 éves gyerekek 31,4%-a túlsúlyos. A krónikus betegségek aránya a halálokok között 7,6%-os [2].

Praxisközösség kialakulása és működésének jellemzői

A 2000. évi II. törvény az önálló orvosi tevékenységről (Ötv.) teremtette meg a praxisjog intézményét Magyarországon, majd a 2015. évi CXXXIII. törvény 2. §-a definiálta a praxisközösség és a csoportpraxis fogalmát, feltételezzük, hogy praxisközösség olyan új szervezeti és működési forma lehet, amely a lakossági szűrések és az állapotfelméréseken túl az egészségügyi ellátás reformjához hozzá járulhat.

A praxisközösség: a háziorvosi, házi gyermekorvosi, alapellátást nyújtó fogorvosi, védőnői szolgáltatók feladatainak ellátására létrejött működési forma.

A praxis az egészségügyi szolgáltató azon szervezeti formája, ahol az ellátó és a szolgáltató azonos, a praxis működtetője/tulajdonosa személyes közreműködőként részt vesz az ellátás nyújtásában, a praxis esetében – ellentétben más szervezeti formával (pl. intézmény) – szervezetében és személyi körében nem különül el a működtető, a management és az ellátói kör. A 43/1999. (III.3.) „Az egészségügyi szolgáltatások Egészségbiztosítási Alapból történő finanszírozásának részletes szabályairól” szóló kormányrendelet alapján, Magyarországon csoportos praxis –

praxisközösség néven – az azonos telephelyen működő, és/vagy a területileg egymás mellett levő házi orvosi szolgálatokat működtethetnek. A csoportos praxis a területi ellátási kötelezettséggel létrejött egészségügyi társas vállalkozás. Ez a szervezeti forma – ellentétben a csoportpraxissal – horizontális orvosi együttműködés: kompetenciája, tudása nem terjed túl egy praxis kompetenciáján. Ezért ez elsősorban feladatszervezési, gazdálkodási előnyökkel jár, de ezen keresztül javítja az ellátás hozzáféréseinek, rendelkezésre állásának minőségét. A praxis, mint önálló szervezeti forma az alapellátásban jellemző, de a járóbeteg-szakellátás területén is értelmezhető működési mód.

A praxisközösségek eredményességének vizsgálatát az események és tevékenységek kronológiájában igyekszem feltárni.

A praxisközösség kialakításával kapcsolatban létrehozott Svájci- Magyar Alapellátás-fejlesztési Modellprogram megvalósítására létrehozott EFOP 1.8.0 VEKOP 17 pályázat keretei között 4 praxisközösség alakult meg 16 településen, összesen 24 praxis közreműködésével. A modellprogram teljes ideje alatt (2013. júliusa és 2016 márciusa között) 162 munkavállaló dolgozott a projektben (Sinkó, és mtsai., 2017). Az első modellprogram végrehajtására az Állami Egészségügyi Ellátó Központ (ÁEEK) partnerségi megállapodással konzorciumot hozott létre. A projekt összes, elszámolható költségének 85%-át a Svájci Hozzájárulási Alap fedezte, emellett a fennmaradó 15% saját erőt a Magyar Költségvetés biztosította. A program célja a megelőzésre és a krónikus betegségben szenvedők gondozására összpontosító, közösségi orientációjú, a helyi közösségeket - különösen a roma lakosságot - bevonó egészségügyi alapellátási modell kidolgozása és tesztelése volt, a helyi kisebbségi önkormányzatokkal, helyi egészségügyi és szociális szolgálatokkal és orvosi karokkal együttműködésben, továbbá a tapasztalatok alapján ajánlások kidolgozása az országos egészségpolitika számára [4]. A kísérleti modell kiállta a próbát, sok embert megvizsgáltak, felvilágosítottak, új szemléletet terjesztettek, ami a megelőzésben sokat segíthet, de a fenntarthatóságot nem garantálta. A praxisközösség ebben a formában tematikailag nem elégséges az egészségügyi rendszer reformjához, mert a pályázat célja nem teljeskörű, csupán a népegészségügy fejlesztése a felvilágosítás, a prevenció eszközeivel tevékenység elindítása volt.

Az első pályázati lehetőség folytatásaként kiírt Három generációval az egészségért I. pályázat keretében 2018. nyarán 81 praxisközösség ért el sikeres pályázatot, és 2019-ben megjelent a Három generációval az egészségért II. pályázat kiírása is.

A pályázatot nyert praxisközösségek tagjai nem váltak önálló jogi személylé, hanem egyetemleges felelősség mellett külön-külön szerződő félként vettek részt a teljesítésben. A szerződést is így írták alá. A praxisközösségek a projekt időszakára a háziorvosok kiválasztanak egy konzorciumvezetőt maguk közül, aki a pályázat ideje alatt összefogja és irányítja a praxisközösség munkáját.

A praxisközösség lehetséges továbbfejlesztése

Kincses Gyula a Magyar Orvosi Kamara elnöke más aspektusból közelíti meg az egészségügyi ellátás átalakítását, Véleménye szerint a reformot a legszélesebb, a legtöbb személyt érintő alapellátás korszerűsítésével kezdené. Írásai évek óta ezt az utat népszerűsítik. Koncepciójának lényege a következő:

A praxisközösség a jelenlegi formában nem tekinthető hosszútávon működőképesnek, de kiválóan alkalmas egy új munkakultúra megteremtésére, amelyet a gyakorlatban megfogalmazódó igények módosíthatnak, és ez egy alulról induló új működési koordinációt eredményezhet. A finanszírozás korlátai mellett ennek más okai is vannak. Kincses Gyula szerint a háziorvosok korösszetétele, a vidéki, elsősorban a kisfalvak ellátása komoly működési anomáliákat mutat. A szükséges korszerű orvos-technika nem működtethető költség-hatékonyan egy orvos által. A megnövekedett feladatokat csak teamek tudják ellátni, különben nem teremthető meg az ellátás hatékonysága. Ráadásul az alapellátási és a szakellátási munka integrálására lenne szükség, amely mind a szakmai tudást, mind a megfelelő eszközök beszerzését hatékonyabbá, az ellátás színvonalát pedig magasabbá tehetné.

Az elsődleges továbblépési lehetőség az egészségházak kialakítása és működtetése lenne, ahol az alapellátás tevékenységén túl egyes szakorvosi ellátások is elérhetővé válnának, ezáltal hatékonyabban működhetne a betegmenedzselés. Javulna a háziorvosi teljesítményértékelés. A krónikus betegségek gondozása a beteg megítélése alapján is mérhetően jobb irányba mozdulna el. Az időtényezőn kívül az egészségbiztosítási hasznáról sem szabad elfelejtkezni, csökken a betegszállításra fordított idő és költség.

Az ilyen csoportpraxisok állami támogatással nagyban javítanák a magyar egészségügyi ellátást, különösen azok számára, akik a magánfinanszírozású ellátást nem tudják igénybe venni. A csoportpraxis kialakításával hosszabb távon egy olyan szervezeti struktúra alakulhatna ki, amelyre egy komplex egészségügyi reform épülhet.

„A csoportpraxisban egy közösségi egészségháiban eltérő szakképesítésű orvosok, nővérek, diplomásnővérek együtt, teamként nyújtanak emelt szintű alapellátást és erre épülő egészségügyi szolgáltatásokat egy 15-20.000 fős közösségnek. A praxistagok között kötelezően van háziorvosi képzésű és különböző szakorvos: nőgyógyász és gyermekgyógyász, de lehet akár fül-orr-gégész, allergológus, vagy belgyógyász is. A csoport kompetenciája (tudásszintje) így magasabb, mint egy háziorvosé, hiszen különböző szakképesítésű emberek dolgoznak együtt. Közös használatuk a műszereket, így a műszerezettség is lehet korszerűbb, mint egy „normál” praxisban, és a drágább műszerek kihasználása, megtérülése is jobb így.” [5]
A két szervezeti forma között jelentős különbség van.

A praxisközösségek homogén praxisok közössége, ahol az orvosoknak kötelező ugyan továbbképzéseken részt venni, de nincs további szakosodási elvárás. A csoportpraxis esetében egy helyen többféle szakellátás valósítható meg. Megfelelő szervezéssel a rendelési idők összehangolása lehetővé tenné, hogy akár a háziorvosok újabb szakorvosi képzés szerzésével, megfelelő technológiai felszereltség esetén a két ellátási szint kiegészíthetné egymást, a hagyományos alapellátási orvosi feladatok így beépülnek a csoportpraxisba, de a csoportpraxis átveszi a szakrendelések rutineseteinek jelentős részét is. Így értelmesebb, rugalmasabb, fenntarthatóbb lesz az egészségügyi szerkezete, és az ellátások összességében közelebb kerülnek a lakosokhoz. [5] Egy ilyen komplex megoldással költséghatékonyabbá válhatna a közfinanszírozású szakorvosi ellátás, csökkenne a kórházak terhelése, és hosszabb távon kialakulhat egy olyan szervezeti kultúra, amelyre egy komplex egészségügyi reform épülhet. Ráadásul az egészségügy morális felelősségét, a szolidaritást is javítaná. Számos tisztázatlan kérdés van még, így: Az esélyegyenlőséget a csoportos praxisközösségek megteremthetnék, de kérdés, hogy a járóbeteg-szakellátás körébe tartozó ellátások finanszírozása és működési költségei hogyan lennének elszámolhatóak? A fejlesztéshez kell az önkormányzat vagy más egészségügyi szakfelügyelet hozzájárulása, vagy a szükséges feltételek megteremtésére a vállalkozó orvosok szabad kezét, esetleg támogatást is kapnak?

Az új rendszer alapjainak a megvalósítása viszont megnövelné az egészségügyi alapellátásban dolgozók presztízsét és jövedelmét, valamint hozzájárulhatna ahhoz, hogy az alapoktól induló egészségügyi reform stratégiája megvalósuljon.

A kutatás

Szekunder forrásokat felhasználó kutatásom alapja a Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében dolgozó háziorvosok szakorvosi képzésének vizsgálatát

választottam. A felhasznált forrásokból azonban az országos adatokat is figyelembe vettem, hogy arányosítani tudjam a megyeiekkel. Mintavételi keretem az ÁEEK honlapján egyértelműen beazonosítható házi orvosok és a NEAK honlapján elérhető házi orvosok listája.

Magyarország területén 6511 házi orvos körzet kialakítására adott engedélyt a Nemzeti Népegészségügyi Központ. 2020. májusában országosan a praxisok 7%-a betöltetlen. Ezekben a praxisokban helyettesítő orvosok dolgoznak rövidített munkarendben. Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében 334 házi orvos szolgáltatnak van a Nemzeti Népegészségügyi Központtól (jogelődje ÁNTSz) működési engedélye. A házi orvos praxisok közül jelenleg, 2020. májusában 16 betöltetlen, amelyből 14 vidéki falvakban működne. A betöltött 318 házi orvos körzet 55%-ban férfi a házi orvos, amit értékelhetünk úgy, hogy a nemek szerinti eloszlás lényeges eltérést nem mutat.

Működési formák	Magyarország	Szabolcs-Szatmár-Bereg megye
Bt	2738 (42 %)	111 (33 %)
Egyéni vállalkozó	960 (15 %)	79 (24 %)
Kft.	2151 (33 %)	116 (35 %)
Önkormányzat	81 (1 %)	5 (1 %)
Egyéb	99 (2 %)	7 (2 %)
Betöltetlen praxis	482 (7 %)	16 (5 %)
Összesen	6511 (100 %)	334 (100 %)

1. táblázat: A házi orvos szolgáltatások működési forma szerinti megoszlása, Saját szerkesztés

Amennyiben a megyei és az országos adatokat összevetjük, megállapítható, hogy a működésben dominálnak a gazdasági társaságok, a Bt. és a Kft. összegzett aránya országosan 75%, Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében pedig 68%, azaz háromnegyed, illetve kétharmada a praxisoknak vállalkozási formában működik. De ide sorolhatjuk lényegében az egyéni vállalkozást is, ami az országos adatokban 15%, a megyében 24%, így kiderül, hogy a megyében a házi orvosok anyagi felelősségvállalása 92 %-os, két százalékkal magasabb az országosnál, ami egy új struktúra kialakításánál komoly jogi-gazdasági érdekegyeztetést kívánna. Az alap- és csoportpraxis kialakításának mégis lehetnének kompromisszumai, elsősorban a strukturális feltételek megteremtésében. Már van arra angol példa, hogy a házi orvos rész vesz a szakellátási tevékenység koordinálásában (KIDD, 2020).

Tervezett hipotéziseimet látszanak igazolni a házi orvosok praxisainak működési formái, hiszen kiderült az adatokból, hogy a házi orvosok többsége vállalkozási formában működteti a praxisát.

További fontos tényezői, lehetőségei az átalakításnak a házi orvosok további szakképesítései. Azt vártam, hogy a fiatalabb korosztályba tartozó házi orvosok egynél több szakvizsgával rendelkeznek. Állításomat GYÖRFFY et al., (2016) kutatására alapozom, akik kimutatták, hogy a kutatásban részt vevő, válaszadó nyugdíjas orvosok (n=2112) 38,5%-a két szakvizsgával, 47%-a egy szakvizsgával rendelkezett. Hasonló eredményeket mutatnak a Szabolcs-Szatmár-Bereg megyei adatok is. Az új működési formához szükséges szakmai felkészültséget a további szakképesítések garantálhatják. Ennek felmérése azonban csak egyéni egyeztetésekkel lehetséges, hiszen az adatbázisból az azonos nevéek szétválasztása nehézséget okoz. Jelenleg a megyei házi orvosok közül 213-at sikerült még besorolni, de a hipotézis megfogalmazását ez is alátámaszthatja.

A kutatásba bevont házi orvosok 46%-a egy szakvizsgával rendelkezik, de vannak néhányan, akik többel is, így a legtöbb szakvizsgája egy vegyes körzetben dolgozó házi orvosnak van, 11 szakvizsgával vezeti a megyei listát.

Azt a tervezett hipotézisemet, hogy a szervezetfejlesztést az alap- és a járóbeteg ellátás strukturális átszervezésénél lenne érdemes kezdeni, nemcsak a fenti szubjektív tényezők támasztják alá, hanem azok a kezdeményezések, amelyek már most az átalakulás csíráit mutatják.

Három praxistípus kialakítására van lehetőség: a gyermek pácienseket ellátó gyermekkörzet, a 18 év feletti lakosság ellátására szorítóknó felnőtt körzet, illetve a gyermek és felnőtt életkorú lakosságot egyaránt ellátó vegyes körzet. Szakorvosi képzés szempontjából a felnőtt házi orvosok körzetében a házi orvosok számára házi orvosostan, míg a gyermekorvosok számára csecsemő- és gyermekgyógyász szakvizsga megléte van előírva.

Annak becslésére, hogy vannak-e már vegyes profilú praxisok, a vizsgálati eredményeim szinte a szakvégzettséggel rendelkezők az arányát mutatták.

	Szakvizsgák száma					
Körzet típusa	1	2	3	4	9	Végösszeg
Vegyes	49	36	8		1	94
Felnőtt	31	37	12	3		83
Gyermek	19	13	4			36
Végösszeg	99	86	24	3	1	213

2. táblázat: A Szabolcs-Szatmár-Bereg megyében dolgozó, szakvizsgával rendelkező orvosok és praxisaik típusai, Saját szerkesztés

Úgy vélem, az a feltételezésem, hogy esetleg lehetne a szervezetfejlesztést alulról indítani, megalapozott, annak ellenére, hogy pillanatnyilag csak három praxisközösség adataival rendelkezek, amelyek közül egyik sem önkormányzati.

Jelen helyzet kihasználatlan szakmai tudást hagy a házi orvosok birtokában. Ezen tudás hasznosítására többféle lehetőség körvonalazódik:

1. az eszközigenyes szakorvosi képesítések esetén a járóbeteg szakellátó rendelési idején túl a házi orvosok nyújthatnának extra rendelési időket, ez lehetne közfinanszírozott formában, amiért díjazást kaphatna a házi orvos,
2. lehetne a fent megjelölt plusz időszak magánfinanszírozott formában. Ez plusz bevételt jelentene a járóbeteg szakellátónak a bérleti díjak miatt, illetve a magánfinanszírozott bevételt a házi orvos számára,
3. a nem eszközigenyes, vagy kis anyagi beruházást igénylő szakorvosi képesítéseket a házi orvos saját rendelőjében, saját eszközeit felhasználva, de extra díjazásban részesülve látná el.

Várható előnyei: nő a betegelégedettség, csökken a betegek szakorvosi ellátására vonatkozó várakozási ideje, plusz bevételt szerezne a házi orvos praxis a Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelőtől, nőne a házi orvosok presztízse és jövedelem.

Az egészségügyi informatikai jelentősége napjainkban

A 21. században az egészségügyi rendszer értelmezése kiszélesedett. Az elmúlt évszázadban az ellátási rendszerek struktúrája és a finanszírozás kérdése jelentette a központi rendezési és értékelési szempontot, és ehhez társult a képzési szintek, formák kialakítása, az oktatás és a kutatás nemzetközi színvonalához való igazodása. Mindezek folyamatos korszerűsítése is nagy feladat, azonban mára az egészségügy rendszere jelentős átalakuláson ment át, hiszen az internet globalizáló hatásának, a digitális adatbázisok gyakorlati jelentőségének, a gyógyszeripar óriási fejlődésének, a képalkotó diagnosztikai módszerek elterjedésének köszönhetően ma már egészségügyi iparról is beszélhetünk. Nefiodow, Leo írásaiban, a gazdaságban elfogadottá vált hosszú ciklusok, hullámok korábbi megfogalmazójának, Kondratieff-nek a munkásságát folytatva, azt fogalmazta meg, hogy a 21. században a hatodik ciklus indult el. Abból az aspektusból is különleges ez, mert párhuzamosan mozog az előzővel, az infokommunikáció technológia (IT) forradalmával az a pszichoszociális egészség megvédése érdekében fejlődő egészségipar. Az új fél évszázad korszakát meghatározó innovációnak az összetevőit tehát a technológiai, a gazdasági, a társadalmi és az adott idő elemzésével kezdte, de sikerét nem a

technológiától, az innovációtól tette függővé, hanem az emberek lelki és testi egészségétől. Mondandójának a jelentőségét több szempontból vizsgálhatjuk, hiszen az információrobbanás következményeivel és az életkor meghosszabbodásával már a mai kor embere komoly megfelelési kényszerbe került, és az aktivitását is kénytelen tovább megőrizni [6].

A WHO 2005. évi Bangkoki Charta néven ismertté vált dokumentuma szerint „Az egészség minden ember egyik alapvető joga, és magában foglalja a mentális és szellemi jólétet”. Nefiodow is ebből indult ki, szerinte az egészség nem csupán a betegség vagy a fogyatékoság hiánya, hanem a teljes fizikai, mentális, társadalmi és szellemi jólét állapota. Ennek megteremtéséhez és megőrzéséhez a hagyományos egészségügyi rendszer mellett egy második egészségügyi ellátási ágazat alakul ki rövid időn belül, és ebben a biotechnológiai értékláncban for- és a nonprofit szolgáltatások lesznek, amelyek elsősorban az emberre koncentrálnak. Ezzel egy globális kihívás kezdődik, amelyben új kapcsolódó vagy épp alapozó szolgáltatások születnek meg. Ezekből az egészségügyi szervezetfejlesztés szempontjából különösen jelentős az a különféle adatbázisokkal rendelkező, azt bővíteni tudó informatikai hálózat, amelyre valamennyi részterületnek szüksége van, és ezáltal mintegy gerincoszlopa, tartó pillére lehet a megújuló egészségügyi hálózatnak (képalkotó diagnosztika, labortechnológia, azonosító és archiváló rendszerek, e-szolgáltatások, stb).

A gyógyításban mára már nélkülözhetetlen a korszerű orvosi diagnosztikai műszerek megléte, információk gyűjtése és feldolgozása, ami az egészségügyi intézmények alapvető feladatainak az ellátása során keletkezett. Utóbbi feladat miatt az információtechnológia kiemelt környezeti tényezőnek minősül az egészségügyi intézmények életében, de a lehetőségek még messze nincsenek kihasználva a közszolgálati szervezetekben. A számítógépek megjelenése alapvetően megváltoztatta az addig egyszerűnek tekinthető egészségügyi ellátást. A betegkartonok egyszerű szerkezete és vezetése össze sem hasonlítható azzal az adatmennyiséggel, amely a mai rendszerben jelentendő adatnak tekintendő. A digitalizáció térnyerésének látványos eredménye, hogy ez alapján a mai Elektronikus Egészségügyi Szolgáltatási Térben a beteg ellátása érdekében bárhol elérhetővé váltak az adataink. Letölthetőek az egészségügyi dokumentumaink, személyi azonosítást követően – recept nélkül – kiválthatóak gyógyszereink. Az egészségügyi dokumentumok, adatok elérhetősége megrémíti az egészségügyi dolgozókat, egy részük nehezen éli meg ezt a fajta változást és az ebből adódó ismeretek megszerzésének a kényszerét. Másrészt az informatikai rendszerek egyfajta minőségi munkára kényszerítik a

dolgozókat, hiszen az elvégzett tevékenység hatása és hatékonysága ellenőrizhetővé válik. Az adatok kereshetővé válásával egy új szemlélet jelent meg.

Praxisközösségek és az információáramlás jelentősége a COVID időszak alatt

20 évvel ezelőtt, de még az Elektronikus Egészségügyi Szolgáltatási Tér (EESZT) bevezetésekor is csak negatív dolgokat lehetett az egészségügyi informatikával kapcsolatban hallani. Az Intézményközi Információs Rendszer (IKIR) 2008 és 2013 közötti időszaka nem hozta meg a tőle elvárható eredményt. Alacsony kihasználtság jellemezte a lakosság és a szakma részéről is. A kötelező használat elírásának elmaradása nem segítette elő még az informatika iránt érdeklődő orvosokban sem a papíralapú dokumentáció mellőzését és beteginformáció megszerzése iránti kíváncsiságot. A COVID időszak alatt megváltozott a társadalom és az egészségügyi dolgozók véleménye az egészségügyi informatikával kapcsolatban. Jelenleg már nem az egészségügyi informatikát jelenti a negatívumot, hanem a rengeteg adminisztráció, ami az egészségügyi dolgozók mindennapjait terheli. Az adminisztráció megváltoztatása azonban ismét az egészségügyi informatikával foglalkozó szakemberek számára jelent feladatot. A társadalom elfogadta a papíralapú recept nélküli gyógyszerkiváltást. A 2020. március óta eltelt időszak alatt elfogadták, hogy nem szükséges a laborleletért személyesen megjelenni. Változik a társadalmi elvárás és elfogadás. Ezt az időszakot kell kihasználni a következő változás elindításához, a kevesebb adminisztrációval járó egészségügyi megteremtéséhez. Az EESZT következő vívmánya az e-Beutaló. Az e-Recept nem jelentett problémát a betegek számára, mert bármely patikában kiválthatóvá vált a gyógyszer. Azt is könnyedén elfogadták, hogy meghatalmazás szükséges egyes esetekben. Az e-Beutaló más. Betegirányítási rendszernek kell működnie. A praxisközösségeknek nagyobb feladata lesz ebben, mint gondolnák.

Az emelkedő COVID fertőzötti szám magával vonja a szigorító intézkedéseket. A tavaszi intézkedések alapján várható az elektív, halasztható műtétek szüneteltetése, valamint a járóbeteg ellátások felfüggesztése. Erre az esetre jelenthetne megoldást a praxisközösségi háziorvosok szakorvosi képezéseinek kihasználása. A praxisközösség háziorvosai elláthatnák az érvényes szakorvosi képezésük alapján az ellátásra szoruló betegeket.

Összefoglaló

A magyar egészségügyi rendszerre is hatnak a fentebb felsorolt változások, miközben olyan problémák sorozatával is meg kell küzdenie, amelyek a jelenben tapasztalható strukturális, tartalmi, pénzügyi, menedzsment és szakember ellátási reformokat kívánják.

Talán a legszembetűnőbb probléma, hogy az ellátási rendszer fejlesztését jelenleg elsősorban gazdasági kérdésként kezeli a politika. A társadalmi esélyegyenlőség, az ellátáshoz való hozzáférés területi eltérései miatt egyre fokozottabban jelennek meg más rendezendő kérdések is, így a finanszírozás átalakításának az igénye, a közfinanszírozás-magánfinanszírozás problematikája, a szakember ellátottság, a strukturális változások szükségessége.

Hivatkozások

- [1] I. Simonovits, Társadalomegészségügy és egészségügyi szervezéstudomány, Budapest: Medicina könyvkiadó, 1975.
- [2] j. OECD, 2019. [Online]. Available: https://read.oecd-ilibrary.org/social-issues-migration-health/magyarorszag-egeszseguyi-oroszagprofil-2017_9789264285231-hu#page3. [Hozzáférés dátuma: 12 11 2019].
- [3] A. F. Rusinné, „A szubjektív egészségi állapot egészségpszichológiai aspektusai,” Egészségfejlesztés, pp. 99-110, 2019.
- [4] R. Ádány, „Az Alapellátás-fejlesztési Modellprogram koncepcionális megalapozása, illesztése a Svájci-Magyar Keretmegállapodási Egyezmény prioritásaihoz,” Népegészségügy, pp. 14-22, 2017.
- [5] G. Kincses, „A köz- és a magánszféra szerepe az egészségügyben,” Magyar Tudomány, pp. 1510-1522, 2019.
- [6] L. A. Nefiodow, „Health: The Economic Growth Engine of the 21st Century,” HealthManagement, 2014.
- [7] Z. Vokó, „Egészségbarát kormányzás,” Magyar Tudomány, pp. 1496-1499, 2019.

Névmutató

- Anane Yahia, 156
Antal Péter, 106
Arpad Kelemen, 130
Árvai Adrián, 130
Balázs Benyo, 156
Balkányi Péter, 78
Balkányi, László, 87
Bánfai Balázs, 45
Barabás Katalin, 112
Barbara van De Castle, 130
Bársony Georgina Eszter, 118
Bazsó Sándor, 136
Benyó Balázs, 96, 136, 151
Bilicki Vilmos, 51, 56
Chase J. Geoffrey, 96
Csanády Miklós, 102
Csontos Balázs, 62
Dimák Balázs, 102
Erdős György, 124
Gál Kinga Henrietta, 68
Guzsvinecz Tibor, 22
Heckl István, 62
Henn Dóra, 124
Horváth Lajos, 40
Hullám Gábor, 106
J. Geoffrey Chase, 156
Jánki Zoltán Richárd, 51
Juhász Csaba, 28
Juhász Gabriella, 106
Katalin Kovác, 96
Kiss Benedek Gábor, 151
Kiss József Géza, 102
Kiss Orsolya, 18
Kováts Tamás, 12
Kozlovszky Miklós, 40
Kozmann György, 18
Kujbus Melinda, 81
Lukács Lajos, 87
Makara Mihály, 7, 80
Márton Gergely, 118
Merkely Béla, 18
Mesterházi-Kövecses Anna, 124
Mészáros Tamás, 45
Mézes István³, 78
Molnár Fiona, 102
Molnár Laura, 45
Molnár-Nemes Márta, 124
Nagy Roland, 102
Nagy Sára, 40
Nagy Zoltán, 12
Paláncz Béla, 96
Paulikné Varga Barbara, 166
Perényi Ádám, 102
Proszenyák Gergő, 130
Rovó László, 102
Sándor Zoltán, 68, 81
Shannon Cerbas, 130
Sikné Lányi Cecília, 22, 124, 130
Somogyi Péter, 143, 151
Surján György, 12, 74
Szabó Bálint, 96, 151
Szabó Máté, 22
Szabó Zoltán, 56
Szakonyi Benedek, 34
Szlávecz Ákos, 96, 118, 136, 151
Szűcs Mónika, 112
Tuboly Gergely, 18
Vályi Adél Anna, 112
Vassányi István, 12, 28, 34
Vassy Zsolt, 28
Vettró Mihály, 106
Viola Árpád, 136
Yulan Liang, 130