

Szerkesztők: Bari Ferenc, Rárosi Ferenc

Borítóterv: Eckert László

Kiadta a Neumann János Számítógép-tudományi
Társaság

Szeged, 2018.

ISBN 978-615-5036-14-9

Orvosi Informatika 2018.

A XXXI. Neumann Kollokvium

Szeged, 2018. november 30 - december 1.

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

„Számítástechnikai és kibernetikai módszerek alkalmazása az orvostudományban és a biológiában” címmel 1970-ben indította útjára a Neumann-kollokvium rendezvénysorozatot Kalmár László akadémikus a szegedi József Attila Tudománytem Kibernetikai Laboratóriumából. A Neumann János Számítógép-tudományi Társaság Orvos-biológiai Szakosztálya néhány éves szünet után 2012 óta ismét rendszeresen, évente rendezi meg a Kollokviumot.

A XXXI., idén kétnapos konferencia újfent lehetőséget teremt arra, hogy a különböző tudományos műhelyek képviselői bemutatkozzanak, közzé tegyék legújabb eredményeiket. 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.

A Kollokvium, a szó eredetileg párbeszédet, beszélgetést jelent. A családias légkör, a kötetlenség bizonyára ebben az évben is jellemzője lesz a szegedi rendezvénynek. Így nem lesz akadálya a beszélgetéseknek, a párbeszédnek. Kívánom, hogy ebben az esztendőben se legyenek fel nem tett és megválaszolatlan kérdések.

A szervezők nevében köszöntöm a Kollokvium résztvevőit, eredményes tudományos munkát és termékeny, tartalmas beszélgetéseket kívánok mindannyiunknak.

Szeged, 2018. november

Bari Ferenc

Tudományos bizottság

Elnök: Surján György, ÁEEK, Budapest

Tagok: Bertalan Lóránt, Semmelweis Egyetem

Kósa István, Pannon Egyetem

Nagy István, Országos Kardiológiai Intézet

Nyári Tibor, Szegedi Tudományegyetem

Szanyiné Forczek Erzsébet, Szegedi Tudományegyetem

Tolnai József, Szegedi Tudományegyetem

Vassányi István, Pannon Egyetem

2018. november 30. Péntek	
A szekció	
10.00-13.00	telemedicina workshop
Kósa István	A telemedicinális klinikai programok az AEEK EFOP 1.9.6.B és az SZTE GINOP 2.2.1 projektjében
Biliczki Vilmos	Nyitott telemedicinális platform az SZTE GINOP 2.2.1 projektjében
Vass Dezső	Telemedicina alkalmazása az IONIS AAL projekben
Próhle Orsolya	BabyCTG - Biztonságos magzati szívhangfigyelés orvosi távfelügyelettel
Forstner Bertalan	Innováció az ambuláns kardiológiai prevencióban és rehabilitációban
B szekció	
10.00-13.00	idősorelemzés, tutoriál (Ferenci Tamás)
13.00-13.30	Ebédszünet
13.30-13.45	Megnyitó
A szekció	
13.45-15.15	S1 előadások
Kobzos László	Az EKG parametrizálásának egy biztató kísérlete IV.
Fogarassyné Vathy Ágnes, Machalik Károly, Vassányi István, Fogarassy György	Szövegesen rögzített echokardiográfia leletek numerikus értékeinek strukturálása
M. Kozlovsky, A. Benhamida, Z. Garaguly, A. Banati, E.Kail, K. Karóczkai	A szív működés paramétereinek távoli monitorozása és tárolása

Jobbágy Ákos, Nagy Péter	Több szenzort alkalmazva növelhető az indirekt vérnyomásmérés pontossága
Szabolcs Szekér, Fogarassyné Vathy Ágnes	Látens változók hatása dichotom kimenetű vizsgálatok kiértékelésére
Tolnai József, Fodor Gergely, Südy Roberta, Borbás János, Bari Ferenc, Peták Ferenc	Teleauszkultáció: hallgatózás telemedicinás eszközökkel
15.15-15.30	Kávészünet

A szekció	
15.30-17.00	S2 előadások
Tóth László, Kovács György, Ivaskó Livia, Tóth Alinka, Jakab Katalin, Vécsei László	Stroke-on átesett dysarthriás betegek beszédének gépi elemzése – kezdeti eredmények
Kováts Tamás, Surján György, Nagy Zoltán, Vassányi István	Betegségek beazonosítása a NEAK forgalmi adataiból
Vassányi István, Kováts Tamás, Surján György, Nagy Zoltán	Akut stroke ellátási betegutak elemzése 2010-2017 között
Vassy Zsolt, Vassányi István, Kósa István	Új ellátóhelyek létrehozásának hatása az ellátórendszerre
Surján György, Ferenci Tamás, Kováts Tamás, Nagy Zoltán	Ischaemiás stroke magyarországi túlélési adatainak vizsgálata
Makra Péter, Menyhárt Ákos, Bari Ferenc és Farkas Eszter	Az öregedés hatása az agykérgi terjedő depolarizáció spektrális és multifraktál-mintázatára
17.00-17.15	Kávészünet
17.15-17.45	Vezetőségválasztó közgyűlés
A szekció	
17.45-18.30	S3 Előadások
Csontos Balázs	A magyar közsférabeli weboldalak használhatóságának, akadálymentesítésének és biztonságának vizsgálata

Orvosi Informatika 2018 – XXIX. Neumann Kollokvium

Sikné Lányi Cecília	Magyarországi egészségügygel foglalkozó weblapok akadálymentességi tesztelése
Benyó Balázs, Szlávecz Ákos, Homlok József, Anane Yahia, Kovács Katalin, Chase J. Geoffrey	Személyre szabható inzulin terápia az intenzív ápolásban

2018. december 1. Szombat

A szekció

- 9.00-10.30 S4 Előadások
- Horváth Bence Az emberi hibátényező vizsgálatát felvételek manuális kiértékelésekor
- Merth Gabriella, Rumszauer Ágnes, Mokrai Dávid, Rózsa Péter, Gerencsér Zsolt, Lantos Tamás, Nyári Tibor Metasztatikus kolorektális daganatos betegek terápiás mintázatának meghatározása Öngyilkosság általi halálozások szezonális változása 1995 és 2014 között Magyarországon
- Sándor Zoltán, Ráthonyi Gábor, Dinya Elek A gerinc ágyéki deformitásának vizsgálata egy új fejlesztésű szoftverrel
- Rárosi Ferenc, Nyári Tibor A magzati halálozások alakulása Magyarországon

B szekció

- 9.30-10.30 S4 Előadások
- Nagy Erzsébet, Surján György Magyarország gyógyszerfogyasztásának előrejelzése a demográfiai viszonyok változásának alapján
- Bertalan Lóránd, Héja Gergely (20 perc) Magyar eRecept bevezetés 1 éves tapasztalatai és továbbfejlesztése

- 10.30-10.45 Kávészünet

A szekció

- 10.45-12.15 S5 előadások
- Farkas Kitti, Czirják Attila, Nagy Attila, Tóth Ferenc, Szakács László, Rovó László, Kiss József Géza A légáramlás paramétereinek vizsgálata végeelem analízis segítségével, számítógéppel generált 3 dimenziós

gégemodellekben

Guzsvinecz Tibor , Jandás Bence, Szücs Veronika, Sik-Lányi Cecília Jánki Zoltán Richárd, Bilicki Vilmos	Development of a Wingsuit-style gamified application
Szabó Zoltán, Bilicki Vilmos	Full-stack felhő-alapú mobil backend offline képes WebDAO-val Felhőben tárolt egészségügyi adatok védelme ABAC modellel
Boda Krisztina, Finta Regina	Ismételt mérések figyelembe vétele a statisztikai elemzés során
Vassy Zsolt	A Mesterséges Intelligencia Egészségügyi Alkalmazásai

B szekció

10.45-
12.15

S6 előadások	
Daiki Tennó, Barna István, Dankovics Gergely, Kékes Ede	Alkalmazott egészségügyi informatika a Magyarország Átfogó Egészségvédelmi Programja 2010-2020 projektben
Vecsernyés Endre, Nagy Attila, Tóth Ferenc, Rovó László, Kiss József Géza	Több szabadsági fokú beviteli eszköz továbbfejlesztése transzformációs mátrixok segítségével
Nagy-Pál Anita, Nagy Roland, Enreiter Ádám, Jarabin János András, Dimák Balázs, Schulcz Rebeka Anna, Rovó László, Kiss József Géza	Beszédfelismerés objektívizálása pupillometriás vizsgálatok segítségével
Szabó Zsolt Mihály	Egészségügyi informatikai rendszerek biztonsági kérdései
Nagy Roland, Dimák Balázs, Tóth Ferenc, Jarabin János András, Matievics Vera, Perényi Ádám, Bere Zsófia, Posta Nagy Attila, Rovó László, Kiss József Géza Bálint, Szabó Linda, Schulcz Rebeka Anna,	Implantálható hallókészülékkel rendelkező pácienseket nyilvántartó rendszer újabb fejlesztései

Szamosközi Alice

12.15-
12.30 Konferencia zárás

Tartalomjegyzék (rövid közlemények)

Az EKG parametrizálásának egy biztató kísérlete IV	13
Szövegesen rögzített echokardiográfia leletek numerikus értékeinek strukturálása	20
A szív működés paramétereinek távoli monitorozása és tárolása.....	26
Több szenzort alkalmazva növelhető az indirekt vérnyomásmérés pontossága	32
Látens változók hatása dichotom kimenetű vizsgálatok kiértékelésére.....	37
Stroke-on átesett dysarthriás betegek beszédének gépi elemzése – kezdeti eredmények	43
Betegségek beazonosítása a NEAK forgalmi adataiból	50
Betegutak elemzése az akut stroke ellátásban	54
Új ellátóhelyek létrehozásának hatása az ellátórendszerre	59
Ischaemiás stroke magyarországi túlélési adatainak vizsgálata	64
Az öregedés hatása az agykérgi terjedő depolari-záció spektrális és multifraktál-mintázatára	68
A magyar közsférabeli weboldalak használhatóságának, akadálymentesítésének és biztonságának vizsgálata	74
Magyarországi egészségüggyel foglalkozó weblapok akadálymentességi tesztelése	80
Személyre szabható inzulin terápia az intenzív ápolásban	86
Az emberi hibátényező vizsgálata CT felvételek manuális kiértékelésekor	93
Magyarország gyógyszerfogyasztásának előrejelzése a demográfiai viszonyok változásának alapján	98
Metasztatikus kolorektális daganatos betegek terápiás mintázatának meghatározása	102

Öngyilkosság általi halálozások szezonális változása 1995 és 2014 között Magyarországon.....	108
A magzati halálozások alakulása Magyarországon.....	114
A légáramlás paramétereinek vizsgálata végeelem analízis segítségével, számítógéppel generált 3 dimenziós gégemodellekben	118
Development of a Wingsuit-style gamified application.....	122
Full-stack felhő alapú mobil backend offline képes WebDAO-val	128
Felhőben tárolt egészségügyi adatok védelme ABAC modellel	134
Ismételt mérések figyelembe vétele a statisztikai elemzés során	140
A mesterséges intelligencia egészségügyi alkalmazásai	144
Természetesebb irányítást biztosító eszköz számítógépes műtéttervezéshez.....	150
Beszéd felismerés objektív vizsgálása pupillometriás vizsgálatok segítségével	153
Egészségügyi informatikai rendszerek biztonsági kérdései	158
Implantálható hallókészülékkel rendelkező pácienseket nyilvántartó rendszer újabb fejlesztései.....	164
Névmutató.....	169

Az EKG parametrizálásának egy biztató kísérlete IV.

Kobzos László
kobzos.laszlo@upcmail.hu
1131 Budapest, Futár u. 15.

Összefoglaló: Az EKG jelet racionális törtfüggvénnyel közelítjük. A jelen fázisban a célunk az volt, hogy minél több alakváltozatról belássuk, hogy "jól" közelíthetőek. Leírjuk, hogy a közelítő függvényt milyen alakban kerestük, illetve ennek előnyeit. Ábrákon bemutatjuk az általunk vizsgált 5 jeltípust. A következő cél minél több EKG jel közelítése.

Bevezető

A 70-es években a Távközlési Kutató Intézetben EKG-jelek feldolgozásával is foglalkoztunk. Ehhez az orvosi szakértelmet az Országos Kardiológiai Intézet nyújtotta. A munka fázisairól a Neumann-kollokviumokon rendszeresen beszámoltunk [1]. Ezen munkák egyikének késői folytatásáról négy éve [2] és két éve [3] írtunk.

Célkitűzés

Az EKG jel egy periódusát racionális törtfüggvénnyel közelítjük. A jelen fázisban a célunk az volt, hogy minél több alakváltozatról belássuk, hogy "jól" közelíthetőek. Vizsgálataink jelenleg "alap kutatás jellegűek".

Jelek függvénnyel való közelítésének előnyei:

- az analitikus forma könnyebben kezelhető,
- zajszűrés (ami után például az orvosilag hasznos adatok is pontosabban és könnyebben mérhetőek le),
- hasonlítás-eltérés vizsgálat a paraméterek alapján,
- feature extraction, Computer Assisted Cardiology, szűrővizsgálat,
- az adatmennyiség csökkentése, tömörítése (tárolás, adatátvitel).

Módszer

Az EKG jel egy periódusát valós együtthatós racionális törtfüggvénnyel közelítjük. A három hullámot három valódi tört összegével. Az egyes törtek alakja:

számláló polinom

$$\overline{\left[(t+h_1)^2 + a_1^2 \right] \cdot \left[(t+h_2)^2 + a_2^2 \right] \cdot \left[\dots \right]}$$

Ahol t az idő, h a konjugált komplex póluspár helye, az a pedig a képzetes része. A számlálót általában a hullámok zérushelyei határozzák meg, a fokszáma 0,1,2. A nevező tényezőinek száma 1,2,3,4 lehet, ezt próbákkal határozzuk meg. A nemlineáris közelítés induló értékeit hasonlóan.

A racionális törtfüggvények választásának **előnyei**:

- a jel hullámaihoz hasonlóan, egy rövid szakaszon kívül, közel nullák,
- a processzorok alap utasításkészletét használják.

A fentebbi alakban felírt racionális törtfüggvény **további előnyei**:

- **nincs valós pólusa** (ha egyik a sem 0),
- a paraméterek **azonos nagyságrendű**, idődimenziójú változók (kivéve a számláló főegyütthatóját).

Az adatok forrása a [4]-ben leírt adatbázisok közül a PTB. Gfortran-t használunk (MinGW környezetben). A közelítést, a legkisebb négyzetek alapján, a MINPACK csomag "lmdif" rutinja végzi.

Eredmények

Az általunk vizsgált jeltípusok közelítéseinek bemutatásához kiválasztott jeleket az alábbi, 1. tábl. tartalmazza. Az ábrákon a vonalháló a hagyományos "kiskockáknak" felel meg. Az ábrák felső részén az eredeti, majd vastagabb vonallal a közelítő görbe, valamint az alapvonal (BL) látható. Lentebb az ERR: a zaj és a közelítés hibájának összege. Legalul a közelítő függvény három hulláma van. Itt feltüntettük a pólusok adatait is. A pontok helyének függőleges értékét a képzetes rész reciproka adta, de csak a póluspár egyik, jel irányú részét rajzoltuk fel.

Az 1. ábrán "jelentős" U hullám látható (bár ez csak kb. 0,2mm lenne papíron). Az 5. ábrán nincs P hullám pitvarfibrilláció miatt. Egyes ábrákon a P hullámmal egybe rajzolva a P repolarizációja (Ta) is látható.

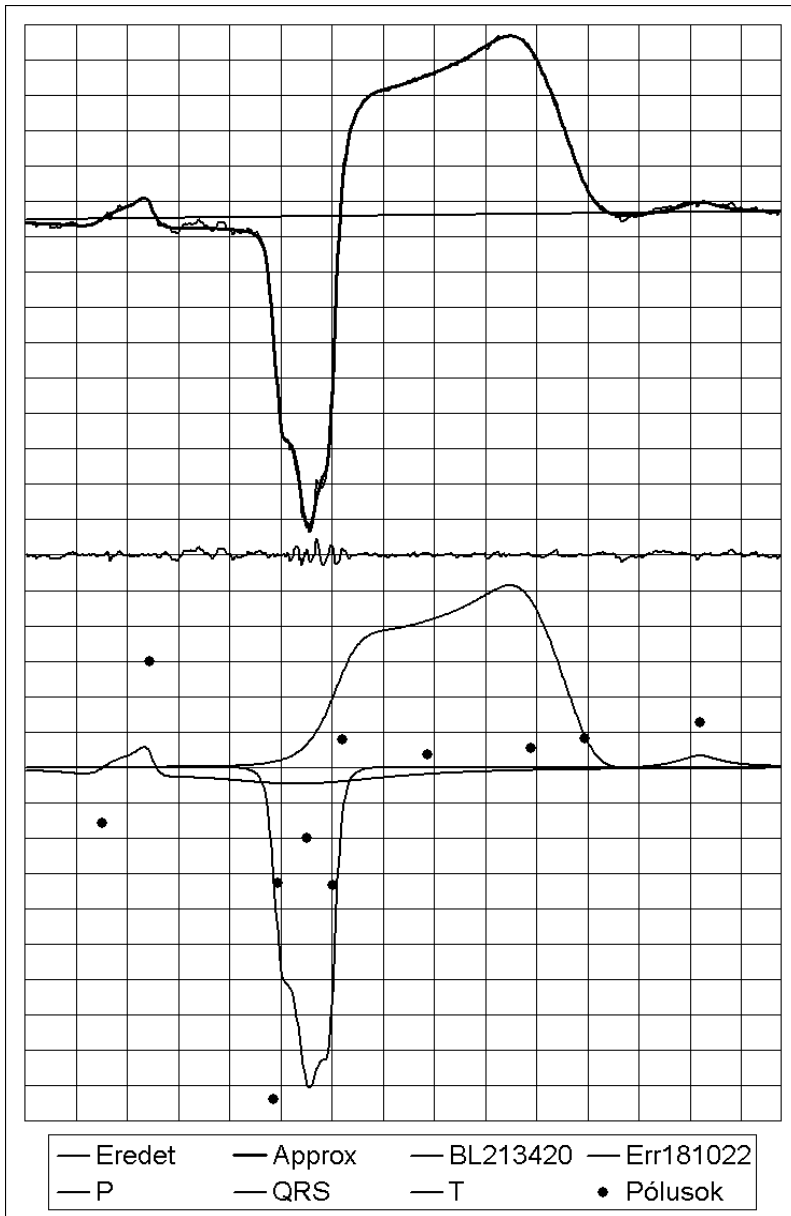
A 3 hullám általában függetlenül közelíthető, de előfordul, hogy a QRS és a T (ST) "egymásba csúszik", például az 1. és 4. ábrán. Ilyenkor a jel ezen szakaszán csak a két hullám összegét ismerjük. Néhány - többé-kevésbé nyilvánvaló - megfontolással az összeg görbe szétbontható, azaz kirajzolható a két hullám "nemlátható" görberészeinek valószínű alakja is:

- a két közelítő görbe összege az eredeti görbe,
- a QRS repolarizációja nem kezdődhet a QRS előtt,

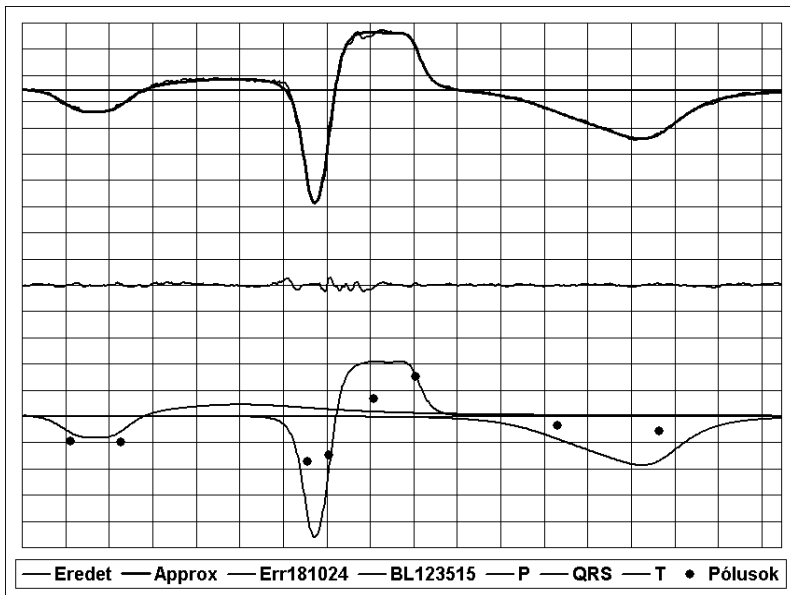
- a közelítő függvények megfelelőek, a különálló szakaszokat jól közelítik,

- "Az egyszerűbb valószínűbb".

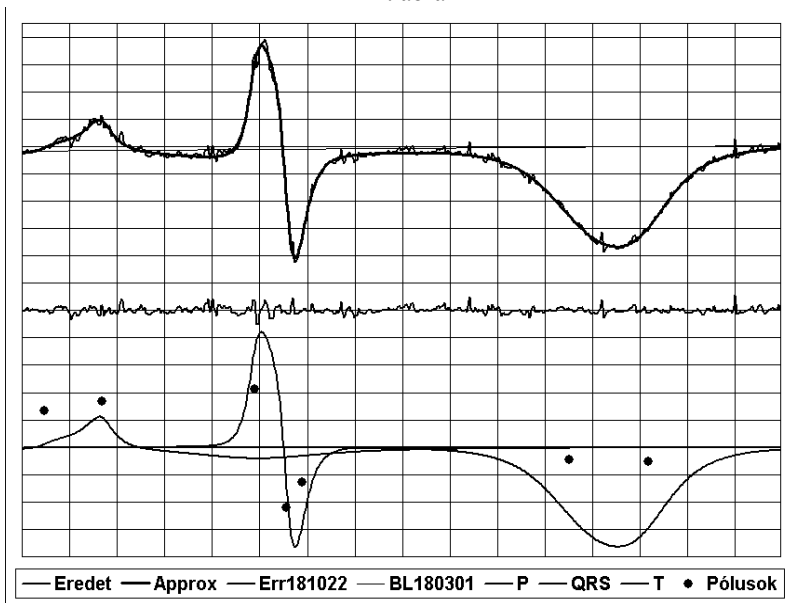
(A 4. ábrán így tudtuk ábrázolni a "sajka" másik oldalát is.)



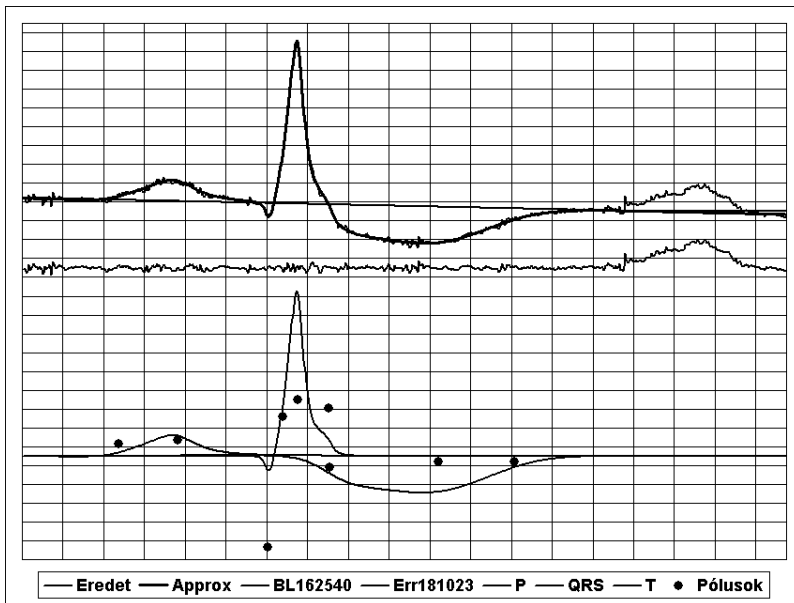
1. ábra



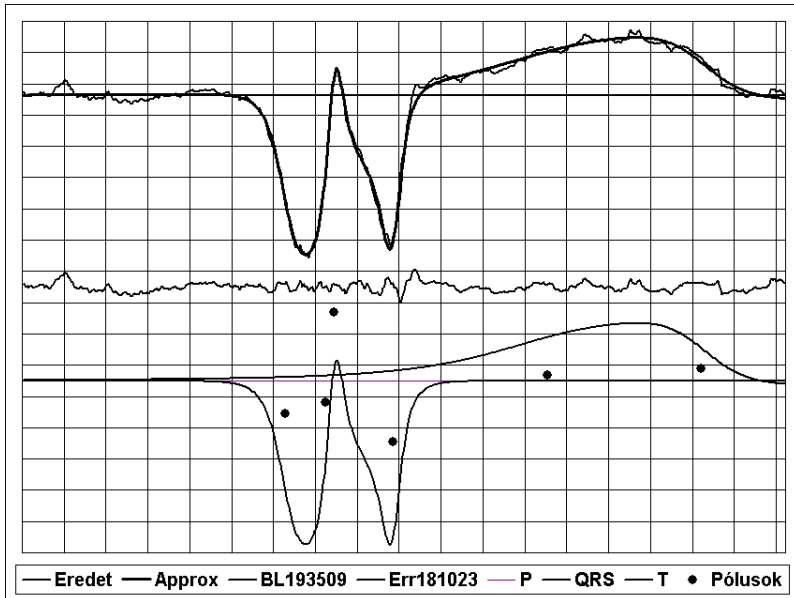
2. ábra



3. ábra



4. ábra



5. ábra

1. táblázat

Ábra	Jel típus	Páciens	Felvétel	Elvz.	QRS
1	Dómszerű ST-eleváció	p005	s0025	V3	7009
2	Bundle branch block	p269	s0508	aVR	5019
3	Coronaria T	p044	s0146	V4	3725
4	Sajkaszerű ST (digitális)	p015	s0047	II	2758
5	W alakú QRS	p283	s0542	vz	2581

A QRS szokásos momentánvektoraihoz 8 pont adatai szükségesek. A fent vázolt közelítésnél a paraméterek száma a QRS-nél általában 9 és 11 között van. Ez kissé több mint az előző, viszont ezekkel a paraméterekkel a **teljes hullám kirajzolható**, nemcsak a pontok.

Következtetések

Eddig nem találtunk olyan EKG jelet, amelyet nem tudtunk racionális törtfüggvénnyel közelíteni. Viszont az eddigi csekély számú minta alapján nem lehet ebből túl sok következtetést levonni. Ezért a következő cél minél több EKG jel közelítése.

Jelenleg szinte minden előkészítő lépést manuálisan végzünk. Így például a jelek kiválasztása az adatbázisból, a jel alapvonalának megtalálása, a hullámok határainak megkeresése, a nemlineáris közelítések kiinduló paramétereinek beállítása. Néhány részfeladatról már látjuk, hogy programmal is megoldhatóak.

Köszönetnyilvánítás

Amikor az IMED kft.-től speciális EKG adatokat kértünk, (mivel ők fejlesztették ki a Cardiaxot), akkor tájékoztattak, hogy nekik ilyenek sajnos nem állnak rendelkezésükre, viszont szívesen adnak kölcsön egy készüléket, mellyel felvételeket készíthetünk.

Hivatkozások

- [1] Kobzos László, TKI. "Az EKG parametrizálásának egy biztató kísérlete". Számítástechnikai és kibernetikai módszerek... 6. kollokvium, Szeged, 1975, pp. 181-183
- [2] dr. Kobzos László, "Az EKG parametrizálásának egy biztató kísérlete II". Orvosi Informatika, A XXVII. Neumann Kollokvium konferencia-kiadványa, 2014, pp. 25-28
- [3] dr. Kobzos László, "Az EKG parametrizálásának egy biztató kísérlete III". Orvosi Informatika, A XXIX. Neumann Kollokvium konferencia-kiadványa, 2016, pp. 103-106
- [4] Goldberger AL, Amaral LAN, Glass L, Hausdorff JM, Ivanov PCh, Mark RG, et al. "PhysioBank, PhysioToolkit, and PhysioNet: Components of a New Research Resource for Complex Physiologic Signals" *Circulation* 101(23):e215-e220 [Circulation Electronic Pages; <http://circ.ahajournals.org/cgi/content/full/101/23/e215>]; 2000 (June 13). PMID: 10851218; doi: 10.1161/01.CIR.101.23.e215

Szövegesen rögzített echokardiográfia leletek numerikus értékeinek strukturálása

Fogarassyné Vathy Ágnes¹, Machalik Károly², Vassányi István³, Fogarassy György⁴

¹:Pannon Egyetem, Rendszer- és Számítástudományi Tanszék,
vathy@dcs.uni-pannon.hu

8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

²:Pannon Egyetem, Rendszer- és Számítástudományi Tanszék,
machalik@dcs.uni-pannon.hu

8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

³ Pannon Egyetem, Villamosmérnöki és Információs Rendszerek Tanszék
vassanyi.istvan@virt.uni-pannon.hu

8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

⁴.Állami Szívkórház

fogarassy@mail.bfkor.hu

8230 Balatonfüred, Gyógy tér 2.

Összefoglaló: A szívultrahang leletek rögzítése a kórházi információs rendszerekben többnyire szöveges formában történik. Ezen okból kifolyólag a leletek utólagos feldolgozása és kiértékelése jellemzően humán intelligenciát igényel. Kutatásaink során olyan gépi tanulási algoritmust fejlesztünk, amely képes a szabad szöveges és félig strukturált echokardiográfias orvosszakmai leletekből a releváns információkat strukturált formában kinyerni és tárolni. A javasolt módszertan szótávolság alapján automatikusan gyűjti ki az orvosszakmai szövegekből kinyerhető kifejezéseket, majd távolságmérték segítségével egységesített szakkifejezéseké képezi le azokat. A módszertan alkalmazásának eredményeképpen az ultrahang leletekben tárolt mérési eredmények strukturált formában feldolgozhatóvá válnak a későbbi adatelemzések számára.

Bevezető

A diagnosztikus kardiológia vizsgálatok fontos része a szívultrahang vizsgálat. Hazánkban a vizsgálati eredmények rögzítése jellemzően szabad szöveges formában történik, melyből fakadóan a vizsgálati eredmények későbbi felhasználása és elemzése többnyire kizárólag humán intelligencia bevonásával valósul meg. Jelen kutatásban célunk egy olyan gépi tanulási módszerrel alapuló módszertan kidolgozása, amely lehetővé teszi a félig strukturált és szabad szöveges formában rögzített, magyar nyelvű

echokardiográfiás leletek numerikus mérési eredményeinek utólagos strukturálását és feldolgozását.

A szívultrahang leletekben tárolt mérési értékek elemzésének nehézsége abból fakad, hogy nem létezik olyan egységes szakmódszertani ajánlás, amely az adatrögzítést szabályozná. Ennek eredményeképpen a leletek rögzítése nagymértékben a vizsgálatban résztvevő személyek (orvosok, adminisztrátorok) és a vizsgálóhelyek szokásjogán alapszik. Mindemellett a szakterülethez kapcsolódó terminológia sem egységes, így a szabadszöveges formában rögzített leletek nagyon nagy változatosságot mutatnak.

Mivel a szívultrahang mérési eredmények szabadszöveges formában történő rögzítése nem csupán hazánkban terjedt el, ezért számos nemzetközi tanulmány is foglalkozik ezen kérdéskörrel. A nemzetközi szakirodalom részben egy-egy mérési eredmény (pl. ejekciós frakció) szabad szöveges leletekből történő feltárásának eredményességéről számol be, illetve ehhez kapcsolódóan ad módszertani ajánlást [1-3], részben pedig előre definiált mérési paraméterek halmazának feltárását célozza meg a természetes szövegfeldolgozás eszköztárával [4]. Jelen kutatásainkban ezen módszerektől eltérően olyan általános érvényű adatvezérelt gépi tanulási módszertan [5] kialakítását tűztük ki célul, amely nem csupán egy előre meghatározott mérési paraméterhalmaz, hanem tetszőleges mérési eredmény feltárását lehetővé teszi.

Módszer

A javasolt módszertan fejlesztése során folyamatosan szem előtt tartottuk, hogy olyan gépi tanuláson alapuló megoldást dolgozzunk ki, amely általános érvényű és nem illeszkedik túlságosan a kutatáshoz használt korpusz sajátosságaihoz. A javasolt módszer első lépése a *feldolgozandó leletek előkészítése*, majd ezt követi a *szakkifejezések azonosítása és finomítása*, valamint a *szakkifejezések leképezése* [6].

Az ultrahang leletek feldolgozásának alapja a mért értékek mérési paraméterekhez történő rendelése. A leletek előkészítése során olyan szöveg tisztítási műveleteket hajtunk végre, amelyek hatékonyabbá teszik a „szakkifejezés – mérési eredmény” párok szövegbányászati feltárását. A szöveg előkészítés során töröljük a leletekből a stop-karakterként értelmezett karaktereket (pl. kettőspont, pontosvessző, zárójel), azonosítjuk a mérési eredményekhez tartozó mértékegységeket és összekapcsoljuk őket a mérési eredménnyel, valamint javítjuk a „white space” karakterekkel kapcsolatos

gyakori hibákat (többes szóközök használata, illetve szóközök hiánya). Mindezen szöveg tisztítási és szöveg előkészítési lépések általános irányelvek alapján hajtódnak végre, függetlenül a feldolgozás alatt álló leletek sajátosságaitól.

A következő lépés a *szakkifejezések azonosítása*. A szakkifejezések azonosítását szótávolság alapú szövegbányászati módszerrel végezzük. Első lépésként azonosítjuk a szövegben található numerikus értékeket, majd ezen értékek pozícióját. Szakkifejezésnek tekintjük azon szabadszöveges leírásokat, amelyek a numerikus értékek előtt fordulnak elő, s legfeljebb 4 szóból állnak. A numerikus értékek távolságánál használt szótávolsági határérték tapasztalati úton került meghatározásra, illetve azon feltételezésen alapul, hogy az ultrahang leletek jellemzően 2 fő szerkezeti egységre tagolódnak. A leletek első része félig strukturált szövegegység, amely mérési paraméter – mérési eredmény alakú párosokból épül fel, a második rész pedig szabadszöveges eredményleírás. Jelen kutatási fázisban célunk elsősorban az első egység feldolgozása, de az alkalmazott módszer lehetővé teszi a második egység részleges feldolgozását is. Elképzeléseink szerint ezen második szövegegység szélesebb körű feldolgozása a későbbiekben neurális hálózatok segítségével fog majd megvalósulni.

A szakkifejezések azonosítását egy utófeldolgozási fázis követi, amelyben az összetartozó értékpárok (pl. „Hátsófal végdiast. 7 mm syst: 11 mm”) pontosítása történik meg oly módon, hogy az egyes kifejezések önállóan is értelmezhetők legyenek (pl. „Hátsófal végdiast. 7 mm Hátsófal syst: 11 mm”), illetve az utófeldolgozás részét képezi az olyan összetett kifejezések szétbontása is, amelyek esetében egy összetett szakmai leírást 2 mérési eredmény követ (pl.: „septum ill. hátsófal diast: 12 mm 10 mm”). Ezen utófeldolgozási fázist dinamikusan bővülő, deduktív szabályrendszer alapján végezzük.

A szakkifejezések azonosítását követően a következő lépés a leletekben talált és szakkifejezéseként azonosított változatos szövegegységek leképezése egységes szakkifejezésekké. A *szakkifejezések leképezése* egy általános érvényű szakmai szótár segítségével történik, amely minden numerikus értéként rögzítésre kerülő mérésre vonatkoztatva tartalmazza az adott mérés leírására gyakran használt szakmai kifejezések felsorolását. Ezen szakmai szótárt általános szívultrahang szótárnak (General Echocardiography Dictionary, GEchoD) neveztük el, és az echokardiográfiában jártas szakértő segítségével alkottuk meg. A GEchoD által tartalmazott szószedetekre a Unified Medical Language Systemhez (UMLS) hasonlóan jellemző, hogy egy alap lexikonnak tekinthető, melynek

kifejezőkészlete korlátozott [7]. A standardizált lexikonokon alapuló tudástárolókra – így a GEchoD-re is – jellemző ugyanis, hogy az ellátási helyekre jellemző rövidítések, speciális betűszavak, helyesírási variációk, szórendváltozatok és elgépelések jellemzően hiányoznak belőlük. Ezen hiányosságok áthidalását szöveg hasonlósági alapon végezzük. Minden, a szívultrahang leletekben szakkifejezőként azonosított szöveg és a GEchoD-ben található szakkifejező párosát szöveg hasonlósági mértékkel jellemezzük, s a szívultrahang leletben talált szabadszöveges szakkifejezőt azon GEchoD-beli kategóriához rendeljük, amely kategória szinonima kifejezéséhez leghasonlóbb és ezen hasonlósági mérték egy adott küszöbszámot meghalad. A leletekben talált szabadszöveges kifejezések és a GEchoD kifejezések távolságát a Jaro-Winkler távolsági mérték [8] alapján határozzuk meg, s két szöveg hasonlósága a $d(t_1, t_2) = 1 - \text{sim}(t_1, t_2)$ képlet alapján kerül kiszámításra.

A leletekben talált szabadszöveges kifejezések standardizált szakkifejezőkké történő leképezését követően kialakulnak azon szakkifejező – mérési eredmény értékpárosok, amelyek már lehetővé teszik a szívultrahang leletekből feltárt numerikus mérési eredmények strukturált tárolását és utólagos elemzését, feldolgozását.

Eredmények

Az előző fejezetben ismertetett módszert egy 20089 anonimizált szívultrahang leletet tartalmazó korpuszon teszteltük. A kutatáshoz rendelkezésünkre álló leletek egyetlen HIS rendszerből származnak és az orvosszakmai eredményeken kívül nem tartalmaznak semmilyen információt sem a betegre, sem az orvosra vonatkozóan. Az elemzést végző scriptet Python 3.6 nyelven implementáltuk, s az eredményeket a Python által biztosított eszközökkel értékeltük ki.

A szöveg-előkészítési fázist követően az algoritmus az első fázisban 267490 kifejezőt azonosított lehetséges szakkifejezőként, melyek 1992 különböző alakban fordultak elő eltérő gyakorisággal. Az algoritmus által feltárt kifejezések finomításának fázisában 34762 összetartozó értékpár kifejezésének finomítása történt meg, valamint az algoritmus 3789 összetett kifejezőt bontott fel atomi kifejező – mérési eredmény párokra. A finomítási fázist követően 275068 szabadszöveges szakkifejező – mérési eredmény értékpár azonosítása valósult meg.

A szabadszöveges kifejezések leképezéséhez használt GEchoD jelen kutatási fázisban 38 kategóriát és ezen kategóriákhoz kapcsolódóan 178

bejegyzést tartalmazott. Az egy-egy kategóriához tartozó szinonimák száma 1 és 12 között változott, s a kategóriákhoz tartozó bejegyzések mediánja 4. A GEchoD segítségével 0,9-es minimális hasonlósági küszöbszám paraméterbeállítás mellett 252703 szakkifejezést sikerült leképezni a GEchoD által tartalmazott egységes szakkifejezésekre. A legalább 10000 leletben azonosított gyakori echokardiográfiás paramétereket gyakoriság szerinti csökkenő sorrendben az 1. Tábl. mutatja be.

Az eredmények értékelését jelen fázisban véletlen mintavételezéssel végeztük azon leletekre vonatkozóan, amelyek a szövegbányászati eredmény alapján nem tartalmaztak valamely mérési paramétert. Az ellenőrzés során a leletek jelentős százalékában tapasztaltuk, hogy ezen leletekből vagy valóban hiányoznak a keresett mérési paraméterek, vagy a paraméter megnevezése megtalálható, de mérési eredményt a lelet nem tartalmaz. A leletek kis százalékában (<1%) a mért paraméter és a hozzá tartozó érték oly formában volt jelen, hogy annak értelmezése jelen fázisban továbbra is humán intelligenciát igényel.

1. sz. táblázat

Azonosított mérési paraméter	Leletek száma	Leletek százalékos aránya
Aorta gyök	19 620	97,66%
Bal pitvar (M-mode)	19 595	97,54%
Septum végdiast	19 552	97,33%
Bal kamra syst. átmérő	19 548	97,31%
Bal kamra diast. átm.	19 541	97,27%
Hátsófal végdiast	19 505	97,09%
E	18 935	94,26%
EF	18 865	93,91%
A	17 533	87,28%
Septum syst.	14 419	71,78%
Hátsófal syst.	14 398	71,67%
Jobb kamra (M-mode)	10 448	52,01%
2D jobb pitvar	10 302	51,28%

Összegzés

A munkánk során olyan adatvezérelt gépi tanulási algoritmust fejlesztünk, amely alkalmas a félig strukturált és szabadszöveges formában rögzített szívultrahang leletek numerikus értékeinek strukturálására. Az echokardiográfiás mérési eredmények azonosítását szövegtávolság alapon végzett szövegbányászati módszerrel végezzük el, s a szabadszöveges

leletekben azonosított szakkifejezések egységesítése a szakkifejezések tartalmazó szinonimaszótár segítségével szöveg hasonlósági mérték kiszámítása alapján történik. A kutatás első (jelen) fázisában az általános érvényű szövegbányászati algoritmusok fejlesztése történt meg. A következő fázisban az ellátóhely dokumentálására jellemző speciális tudásbázis felépítését tervezzük, amely segítségével 1-1 ellátóhely eredményeinek strukturálása várhatóan még tovább finomítható.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet az EFOP-3.6.1-16-2016-00015 projekt anyagi támogatásáért.

Hivatkozások

- [1] Garvin JH, DuVall SL, South BR, Bray BE, et al. Automated extraction of ejection fraction for quality measurement using regular expressions in Unstructured Information Management Architecture (UIMA) for heart failure. *J Am Med Inform Assoc.* 2012;19(5):859–66.
- [2] Kim Y, Garvin JH, Goldstein MK, Hwang TS, et al. Extraction of left ventricular ejection fraction information from various types of clinical reports. *J Biomed Inform.* 2017;67:42–8.
- [3] Xie F, Zheng C, Yuh-Jer Shen A, Chen W. Extracting and analyzing ejection fraction values from electronic echocardiography reports in a large health maintenance organization. *Health Inform J.* 2017;23(4):319–28.
- [4] Wells QS, Farber-Eger E, Crawford DC. Extraction of echocardiographic data from the electronic medical record is a rapid and efficient method for study of cardiac structure and function. *J Clin Bioinforma.* 2014;4(1):12.
- [5] Nath C, Albaghdadi MS, Jonnalagadda SR. A Natural Language Processing Tool for Large-Scale Data Extraction from Echocardiography Reports. *PLoS ONE.* 2016;11(4):0153749
- [6] Krauthammer M, Nenadic G. Term identification in the biomedical literature. *J Biomed Inform.* 2004;37(6):512–26.
- [7] Friedman C, Liu H, Shagina L, Johnson S, Hripcsak G. Evaluating the UMLS as a source of lexical knowledge for medical language processing. In: *AMIA Annual Symposium Proceedings*; 2001 Nov 3- 7; Washington; pp. 189–193. 2001.
- [8] Winkler, W. E. String Comparator Metrics and Enhanced Decision Rules in the Fellegi-Sunter Model of Record Linkage. *Proceedings of the Section on Survey Research Methods. American Statistical Association*: pp. 354–359. 1990.

A szív működés paramétereinek távoli monitorozása és tárolása

Kozlovsky M.¹, Benhamida A.¹, Garaguly Z.¹, Banati A.¹, Kail E.¹,
Karóczkai K.¹

¹BioTech Kutatóközpont, EKIK, Óbudai Egyetem,
kozlovsky.miklos@nik.uni-obuda.hu, benhamida.abdallah@biotech.uni-obuda.hu, garaguly.zoltan@biotech.uni-obuda.hu, banati.anna@nik.uni-obuda.hu, kail.eszter@nik.uni-obuda.hu, karoczcai.krisztian@nik.uni-obuda.hu Budapest, Bécsi út 96/b

Összefoglaló: Az élettani paraméterek távoli monitorozása során olyan objektív adatokat tudunk gyűjteni a páciensről, melyek hatékonyan képesek támogatni az orvos munkáját, mind a diagnózis felállításában, mind pedig a terápia követése során. Napjaink monitorozó eszközei - ezen cikkünkben elsősorban az EKG berendezésekre fókuszálunk - egyre kisebbek és egyre több adatot képesek szolgáltatni. Használatuk egyre széleskörűbb, mindamellett a keletkező adatoknak az orvosi gyakorlatban csak töredéke kerül feldolgozásra, illetve felhasználásra. A szív működés paramétereinek távoli monitorozása, digitalizált formában történő tárolása, populáció szinten hazánkban jelenleg még nem megoldott. Jelen cikkünkben a szív működés távoli (otthoni) monitorozásával, az ehhez alkalmazható mérőberendezésekkel, valamint a mért EKG adatok tárolásához használható főbb szabványokkal és az ezekhez kapcsolódó problémákkal foglalkozunk.

Bevezető

Az EKG berendezések történelme egészen az 1800-as évek legvégéig, a holland Willem Einthoven közel 600 font tömegű, szoba méretű berendezéséig nyúlik vissza. A 90-es években a mikroelektronika térhódításával, sorra megjelentek a 6, illetve 12 csatornás EKG berendezések, melyek célhardverként kerültek be az orvosi rendelőkben és kórházakba. A regisztrátumokat leginkább papírra rögzítették. A számítógépek és digitális tárolási módszerek előretörésével már lehetőség adódott file alapú tárolásra is és szép lassan elkezdtek kialakulni az első fontosabb EKG adatok tárolására alkalmas adatformátumok is. (pl.: SCP-ECG, DICOM-ECG, és HL7 aECG). Megjelentek a nyílt adatstruktúrákat támogató projektek és megindult a törekvés a formátumok átjárhatóságára az adatok egyfajta homogenizációjára is [1]. Az utóbbi években sorra jelennek meg a mobil, viselhető, otthoni páciensmonitorozásra is alkalmas EKG funkcionalitással rendelkező eszközök. Ezekre általánosságban

jellemző, hogy a hagyományosan 6/12 csatornás EKG berendezésektől sokban különböznek. Nem csak kisebbek és csatornaszámuk is kevesebb, de a korábbi néhány perces regisztrátum készítéssel ellentétben folyamatos, akár heteken át tartó EKG mérésre is képesek lehetnek. Egyes berendezések önálló célberendezésként kerülnek a piacra (pl.: Meditech CardioBlue, Savvy Pcard), mások kiegészítő funkcionalitásai egy komplex mérőberendezésnek (pl.: Apple iWatch4, Sanatmetal WIWE, Beurer BM 95). [2] A cikk első felében röviden bemutatjuk az összehasonlító elemzésünk során vizsgált berendezéseket, és az elemzéshez definiált elemzési paramétercsoportokat. Ezt követően főbb vonalakban sorba vesszük és elemezzük a rendelkezésre álló fontosabb EKG adattárolási szabványokat. Cikkünk végén összefoglaljuk tapasztalatainkat.

Szenzorok

A piacon orvosi gyakorlatban használható, viselhető EKG berendezésből még nincs túl nagy kínálat. A jelenlegi berendezések többsége nem képes orvosi gyakorlatban használható pontosságú EKG mérésekre. Ez a közeljövőben bizonyosan változni fog. Számos a piacon fellelhető berendezést megvizsgáltunk, és a vizsgálathoz kialakítottunk egy belső döntési protokollt, melyben elemzési paraméter csoportokat hoztunk létre kvantitatív és kvalitatív vizsgálati szempontok alapján és az egyes berendezéseket ezek alapján vizsgáltuk, illetve szűrtük.

- Mérési képességek (mérnöki szempontból)
 - Üzemidő, energiaellátási paraméterek, stb.
- Kommunikációs és adattárolási képességek
 - Adattárolás helye, formátum, adatküldés módja
- Mérési képességek (orvosi szempontból)
- IT biztonsági szempontok
 - Berendezés/Páciens azonosítás, adat titkosítás, stb.
- Kezelhetőség/Felhasználó barát paraméterek
 - Méretek, tömeg, stb.
- Üzemeltethetőségi paraméterek
 - Vizuális, audio, taktilis visszajelzés, stb.
- Adatelemzési képességek
 - Annotációs algoritmusok, felismert problémák, stb.

Az általunk elemzett és a különböző projektjeink (pl.: Virtuális Rendelő) szempontjából legfontosabbnak tartott, orvosi gyakorlatban alkalmazható, nagy pontosságú EKG szenzorok az alábbiak lettek (lásd 1. Ábra).



1. Ábra: Balra fent Savvy PCARD, balra lent Sanatmetal WIWE, középen Meditech CardioBlue, jobbra Beurer BM 95

Apple iWatch4: Egy csatornás, FDA által jóváhagyott EKG szenzorral rendelkező karóra formájú mérőberendezés. [3] A berendezés rengeteg szenzort tartalmaz (9DOF IMU szenzor, pánik gomb, stb.). Az EKG mérés funkciója azonban jelenleg (2018. nov) szoftveresen nincs aktiválva és csak akkor lesz M.o-n elérhető, ha a magyar orvosi gyakorlatban használhatónak minősítik. Két kezes mérést képes végezni. A viselhetősége és üzemeltethetősége egyaránt igen jó. Perces időtartamú méréseket végez és okostelefonon keresztül (iOS alapú) továbbítja az adatokat a központ felé.

Sanatmetal WIWE: Egy csatornás klinikai minőségű, orvosi EKG berendezés [4]. A bankkártya méretekkel rendelkező berendezés kétkezes mérést tesz lehetővé. Kombinált szenzor infrastruktúra SpO2 méréssel. Figyelemmel kíséri a P hullámot és az RR változást, képes felismerni a ritmuszavart, pitvarfibrillációt, stroke-ot, hirtelen szívmegállást.

Savvy PCARD: Egy csatornás klinikai minőségű, viselhető, orvosi EKG berendezés [5]. Öntapadós, a mellkasra helyezett két elektródája folyamatos (8 napos) kézérítésmentes mérést tesz lehetővé, a berendezés IP54-el rendelkezik. A fél órás akkumulátor újratöltéssel lehetőség van egy teljes hónapig tartó folyamatos páciens figyelésre. Figyelemmel kíséri a P hullámot és az RR változást, képes felismerni a ritmuszavart, pitvarfibrillációt, stroke-ot, hirtelen szívmegállást.

Beurer BM 95: Egy csatornás vérnyomásmérővel kombinált, klinikai minőségű orvosi EKG berendezés. [6] Asztali mérőberendezésként jól használható.

Meditech CardioBlue: 5 csatornás klinikai minőségű, orvosi EKG berendezés [7]. Öntapadós, többnyire a mellkasra helyezett érzékelővel kézérítésmentes mérést tesz lehetővé. Jelzett pillanat előtti, alatti és utáni perc mérési adatainak rögzítése. Teljes értékű, viselhető, mobil EKG berendezés, a sok elektróda miatt bonyolultabb felhelyezni.

QardioCore: Egy csatornás, vezeték nélküli (BT4.0), IP65-el rendelkező, EKG mellkas öv. Üzemideje viszonylag kevés: 1 nap. Légzés frekvenciát és testhőmérsékletet is mér [8].

EKG Adattárolási szabványok

Az EKG adatok digitális tárolásának problémája korántsem újkeletű, és az idők során számos szabványos megoldás (pl.: bináris, XML alapú, stb.) jött létre. Ezen szabványok már kialakulásuk pillanatában életre hívták a különböző formátumok (HL7 aECG, SCP-ECG, DICOM, stb.) közötti átjárhatóság problémáját. Az elterjedtebb EKG adattárolási szabványok az alábbiak:

HL7 aECG – annotated ECG

XML alapú EKG adattárolást és megjelenítést támogató szabvány. Kialakult 2001-ben, ANSI elfogadta 2004-ben. A formátum tartalmaz egy, vagy több időhöz kapcsolt EKG hullámforma adatsort, valamint az ehhez az időponthoz tartozó annotációkat. Az üzenet modellje a HL7 RIM (Reference Information Model)-ből származtatott. Az aECG R-MIM (Refined Information Model) képezi az alapját az üzenetek és XML sémák definiálásának [9]. Különböző EKG annotációkat lehet vele definiálni (pl.: QRS hullám, T-offset, P-hullám, R-csúcs idő, R-csúcs amplitúdó, QT intervallum, QTc intervallum annotáció, stb.). 12 csatornás EKG-t támogat, maximum mintavételi idő 30 másodperc. Nincs adatfolyam típusú EKG adat támogatása.

DICOM-ECG

A DICOM-ECG (DICOM-WS 30) bináris formátumban definiálja az adatot, mely IOD sémákban (Information Object Definition) vannak struktúrálva. [10] Adott IOD kötelező paramétereinek feltöltését követően az információs objektum példányokra UID-k (Unique Identifier) segítségével lehet hivatkozni. Támogatja a 30 másodperces nyers adat tárolását. Nincs adatfolyam típusú EKG adat támogatása. Támogatja a QRS jelölést, klasszifikációs adatok tárolását, és a ritmus identifikációt.

ISHNE

Eredetileg digitális Holter adatok tárolására lett kialakítva. A fájl elején specifikálásra kerül a szabvány neve és az adott verziója, ezt követi a fejlécre számolt CRC. A rögzített blokk tartalmazza a változó hosszúságú rész méretét. A változó hosszúságú rész ASCII karaktereket tartalmaz. A

fejlécben tehát minden járulékos információ rögzítésre kerül. A fejléct egy adatblokk követi, mely tartalmazza az egyes EKG mintákat. [11] Az EKG mintavételi frekvencia szinte tetszőleges, a csatornaszám maximum 6 lehet. A szabvány csatornánként 24 órás mintavételi időt támogat. Nem támogatja a QRS jelölést, ritmus identifikációt, és a klasszifikációs adatok tárolását. Nincs adatfolyam típusú EKG adat támogatása.

SCP-ECG

Bináris adattárolási formátum. 2005 óta az EU-n belül hivatalos szabvány EKG adatok tárolására és továbbítására. 2-byte-os ellenőrzőösszeggel kezdődik (adatintegritás ellenőrzéshez). Ezt követi a 4 byte-os file méret leíró, és 11 független szekció, melyek az EKG hullámformákhoz tartozó adatokat tárolják. Lehetőség van további szekciók definiálására, melynek számozása a 128-1023 tartományból történhet. Minden szekció saját fejléccel rendelkezik. A 0. szekció kötelező és a következő szekciók helyét tartalmazza a fájlban, az 1. szekció (kötelező) a páciens adatokat tartalmazza. A 2. szekció az EKG adatkódolási információkat tartalmazza. A 3. szekció az elmentett EKG adatokat tartalmazza a kezdő és vég minta számokkal. A 4. szekció a QRS annotációkat tartalmazza. Az 5. szekció tartalmazza a referencia adatokat (P hullám hely T hullámig). A 6. szekció a maradék adatokat tartalmazza, illetve tartalmazhat max. 10 másodperces nyers adatot is. A 7. szekció további információkat tartalmaz QRS-ről és P-ről. A 8. szekció szöveges információkat tartalmaz (klasszifikáló algoritmus). A 9. szekció gyártóspecifikus információkat tartalmaz. A 10. szekció időtartalmakat, és amplitúdókat tartalmaz. Végül a 11. szekció leginkább állapot kódokat tartalmaz. [12] Nincs adatfolyam típusú EKG adat támogatása. Támogatja a QRS jelölést, klasszifikációs adatok tárolását, és a ritmus identifikációt.

Összefoglalás

Az utóbbi évtizedekben számos szabványosítási törekvés történt az EKG adatok kapcsán. A sok EKG szabvány mellett megfigyelhetünk még napjainkban is számos berendezésgyártó által használt (főként bináris) saját formátumot. A sokféle formátum megakadályozza, hogy egységesíteni lehessen a páciensekről származó EKG adatokat, sőt a különböző felhasználási területek sokszor maguk is saját formátumot használnak (pl.: nyugalmi EKG, ambuláns EKG, klinikai vizsgálatok EKG-ja, távoli/mobil páciensmonitorozó eszközök EKG formátumai). A napjainkban elterjedtebben használt szabványok 12 csatornás EKG-t támogatnak, és a csatornák kb. 30 másodperces-1 perces időtartamot rögzítenek. A távoli

páciensmonitorozás során használható berendezések jó része, egyetlen csatornát használ, és nem ritkán nem másodperces, hanem órás, illetve napos időtartamú méréseket képesek rögzíteni. A fenti problémákat látva a jelenlegi szabványok kibővítésével, egy olyan adatformátum kialakításán dolgozunk, mely lehetővé teszi viselhető EKG berendezések mérési adatainak integrált tárolását és kezelését. A távoli páciensmonitorozásra alkalmas viselhető EKG berendezések száma jelenleg még erősen limitált, de növekvő tendenciát mutat. Kiválasztásuk nehézkes, mivel számos nagyságrendű paraméterhalmazt kell figyelembe venni. Munkánk során a mérőberendezések kiválasztásának gyorsításához definiáltunk egy folyamatot, valamint a vizsgálandó paramétercsoportokat, illetve ezekbe tartozó paramétereket.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők ezúton mondanak köszönetet a GINOP-2.2.1-15-2017-00073 „Telemedicina alapú ellátási formák fenntartható megvalósítását támogató keretrendszer kialakítása és tesztelése” projektnek a kutatásokhoz biztosított anyagi támogatásért.

Hivatkozások

- [2] Lees, P., Chronaki, C. Chiarugi, F.; Standards and interoperability in digital electrocardiography. The OpenECG project. Hellenic Journal of Cardiology. 45. 2004.,pp. 364-369.
- [1] A. Bánhalmi, J. Borbás, M. Fidrich, V. Bilicki, Z. Gingl, L. Rudas; Analysis of a Pulse Rate Variability Measurement Using a Smartphone Camera; Journal of Healthcare Engineering Volume 2018, Article ID 4038034, <https://doi.org/10.1155/2018/4038034>
- [3] iWatch 4 - <https://www.apple.com/watch/>
- [4] Tuboly G.,Kozmann Gy., Kiss O., Merkely B.; Pitvarfibrilláció detektálása szívritmus és EKG hullámforma alapján; IME – Interdiszciplináris Magyar Egészségügy xvi. évfolyam 6. szám 2017. június
- [5] Savvy Pcard - http://www.savvy.si/en/Savvy_1/
- [6] Beurer BM 95 - https://pim.beurer.com/images/attribut/658.34_bm95_2018-02-02_01_im1_beu.pdf
- [7] CardioBlue - <http://www.abpmart.hu/cardioblue>
- [8] Quadiocore - <https://de.store-eu.getqardio.com/collections/qardio-offers-includingqardiocore/products/qardiocore>
- [9] Barry D. Brown, Fabio Badilini; HL7 aECG Implementation Guide 2005
- [10] T. Hilbel, B. Brown, J. De Bie, R. Lux, and H. Katus, “Innovation and advantage of the dicom ecg standard for viewing, interchange and permanent archiving of the diagnostic electrocardiogram,” in Computers in Cardiology, 2007. IEEE, 2007, pp. 633–636.
- [11] F. Badilini, “The ishne holter standard output file format,” Annals of noninvasive electrocardiology, vol. 3, no. 3, pp. 263–266, 1998.
- [12] R. R. Bond, D. D. Finlay, C. D. Nugent, and G. Moore, “A review of ecg storage formats,” International journal of medical informatics, vol. 80, no. 10, pp. 681–697, 2011.

Több szenzort alkalmazva növelhető az indirekt vérnyomásmérés pontossága

Jobbágy Ákos¹, Nagy Péter¹

¹Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem,

(jobbagy, nagy)@mit.bme.hu

1117 Budapest, Magyar Tudósok krt. 2.

Összefoglaló: A széles körben alkalmazott, a felkari artériát mandzsettával elszorító indirekt vérnyomásmérési módszer mind a szisztolés (SBP) mind a diasztolés (DBP) vérnyomás pillanatértékét méri. A pillanatérték akkor segíti a diagnózist és a terápiát, ha a mérés nyugalmi állapotban történik. A Műegyetem Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszékén kifejlesztett otthoni monitorozó készülék (home health monitoring device, HHMD) a mandzsettanyomáson felül Einthoven I-es elvezetésben EKG-t és ujjbegyen fotopletizmográfias jelet (PPG) is mér. A két extra szenzor lehetővé teszi a vizsgált személy stressz állapotának becslését a szívfrekvencia változás és a felkari artéria merevségének mérésére alapozva.

Bevezetés

A vérnyomás non-invazív mérésére széles körben alkalmazott módszer a felkari artéria mandzsettával történő elszorításán alapul. A mandzsettanyomást (cuff pressure, CP) mérve történik a szisztolés (SBP) és a diasztolés (DBP) nyomás megállapítása [1], [2]. A ma elterjedten használt vérnyomásmérők az oszcillometriás mérési módszert alkalmazzák, mert ez a CP mérésén kívül nem igényel további szenzort. Az indirekt mérési módszer csak korlátozott pontosságú mérést tesz lehetővé, az oszcillometriás mérés ezen felül további hibaforrást jelent [3], [4]. Az SBP és a DBP pontosabb mérése segítené a vérnyomásproblémák diagnosztizálását és az alkalmazott terápia és gyógyszerelés hatékonyságának növelését

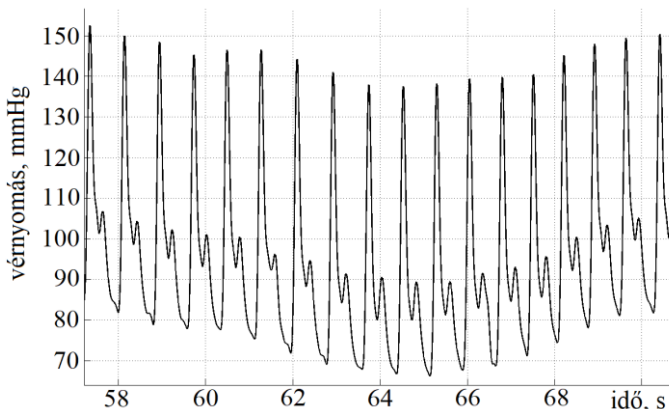
A mandzsettát alkalmazó indirekt vérnyomásmérési módszerek döntő többsége mind az SBP mind a DBP pillanatértékét határozza meg. Ráadásul a meghatározott SBP és DBP nem azonos szív ciklushoz tartozik, a jellemzően 5 - 6 mmHg/s mandzsetta leeresztési sebesség miatt a két érték egymástól 6 - 8 másodpercre van. Az 1. ábrán mutatjuk be, miért okoz ez problémát. A felvétel COLIN CBM7000 csukló tonométerrel készült egy

fiatal, 25 éves, egészséges férfiről. Látszik, hogy nyolc másodpercen belül a vérnyomás 153/82 mmHg-ről 138/66 mmHg-re csökkent, majd hat másodperc múlva újra 150/82 mmHg-re emelkedett. A bemutatott 14 másodpercre vonatkozóan félvezető lenne egyetlen SBP/DBP értékkel jellemezni a vérnyomást. Még nagyobb torzítást jelent, ha az SBP és a DBP meghatározott pillanatértéke nem azonos szív ciklushoz tartozik. Az 1. ábrán bemutatott esetben a kijelzett érték lehetne akár 153/66 mmHg vagy 138/82 mmHg is, ezzel jelentősen eltorzítva a felvételen jó közelítéssel állandó pulzusnyomás (SBP – DBP) értékét.

Célkitűzés

Az SBP és a DBP pillanatértéke a nyugalomban levő tesztelt személy vérnyomását jellemzi jól. A kereskedelmi forgalomban kapható vérnyomásmérők a tesztelt személy stressz szintjének jellemzésére kijelzik a mérés során fennálló átlag pulzusfrekvenciát, az egyes szívütéseket a mandzsettanyomásban megjelenő oszcillometriás pulzusok alapján detektálva. Az átlag pulzusfrekvenciánál több információt ad, ha ismerjük az egyes szív ciklusok hosszát is. Ezek az oszcillometriás pulzusok alapján csak jelentős hibával határozhatók meg, mivel akár szívütésenként változik, hogy a pulzushullám mennyi idő alatt jut el a szívtől a mandzsettáig. A PPG alapján számolt szív ciklus hossz eltérését az RR távolságtól [5] elemzi.

A kutatómunka célja, hogy a mérés során EKG és ujjbegyen PPG (fotopletizmográfias) jeleket is rögzítve meghatározzuk a tesztelt személy stressz állapotát.



1. ábra COLIN CBM 7000 csukló tonométerrel 25 éves egészséges férfiről non-invazív módon rögzített vérnyomás-idő függvény.

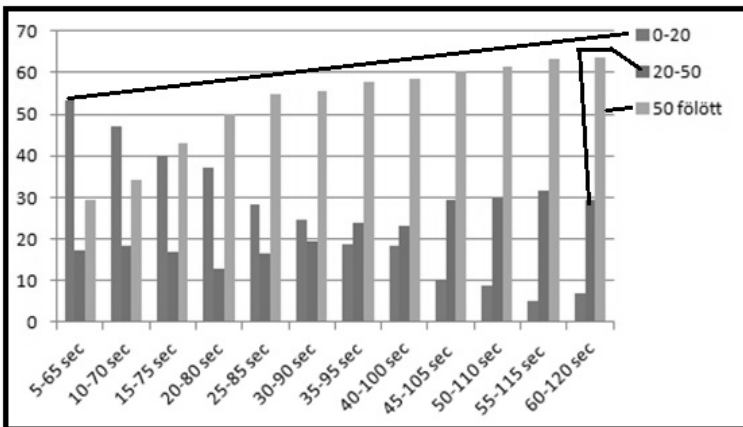
Módszer

A Műegyetem Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszéken kifejlesztettünk egy otthoni monitorozó készüléket (home health monitoring device, HHMD) [6]. Az eszköz a mandzsettanyomáson kívül Einthoven I. elvezetésben EKG jelet, a mutatóujjon PPG jelet rögzít.

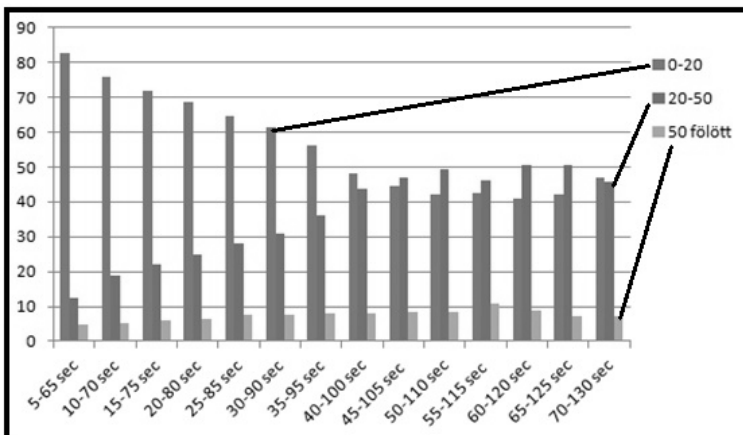
Több mint ezer felvételt készített magáról otthonában nyolc, a mellkas megnyitása mellett végzett szívűtéten átesett paciens. Mintegy száz egészséges kontrol személyről készült szintén több mint ezer felvétel.

Eredmények

A stressz szint jellemezhető a szomszédos szív ciklushosszak közti különbségekkel. A leggyakrabban használt jellemző az 50 ms-nál nagyobb távolságok aránya (pNN50) az összes távolságon belül. Méréseink azt mutatják, hogy a pNN50 paraméter időseknél (60 év fölöttieknél) nagyon kicsi, nyugalmi állapotban is legfeljebb 5% körüli. Így ennek megváltozása (csökkenése) nem képes a stressz szint növekedését kimutatni. A szomszédos szív ciklus hosszakat három kategóriába soroltuk: pNN20 (a 20 ms-nál kisebb különbségek aránya), pNN20_50 (a 20 ms-nál nagyobb, de 50 ms-nál kisebb különbségek aránya) és pNN50. Ez a paraméter-hármas alkalmas idős személyek esetében is annak kimutatására, ha a szomszédos szív ciklushosszak közti különbségek lecsökkennek, a stressz szint emelkedését jelezve [5]. Rövid fizikai terhelést (három emelet lépcsőn le és fel) követően a pNN értékek változását mutatja be a 2. és 3. ábra.

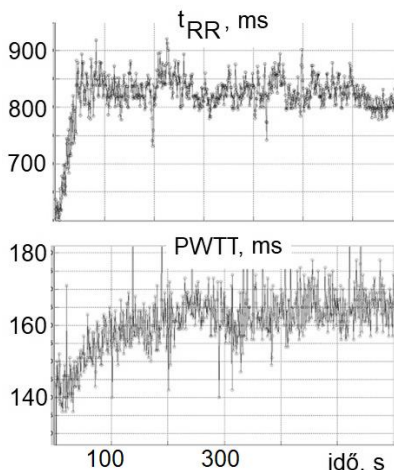


2. ábra 23 éves férfi egy percre átlagolt pNN értékei fizikai terhelést követően (mozgó átlagolás, százalékos eloszlások).



3. ábra 65 éves férfi egy percre átlagolt pNN értékei fizikai terhelést követően (mozgó átlagolás, százalékos eloszlások).

Az ábrák egy percre átlagolt értékeket mutatnak, az átlagolási időtartományt öt másodpercenként léptetve. A fiatal férfinél a pNN50 növekszik 30 %-ról 60 % fölé, a pNN20 csökken 50 % fölötti értékről 10 % alá. A 65 éves férfinél a pNN50 végig 10 % alatt marad, a pNN20_50 növekszik 10 % körüli értékről 40 % fölé, a pNN20 pedig csökken 80 % fölötti értékről 40 % körüli értékre.



4. ábra A szív ciklushossz (fent) és a PWTT (lent) visszaállása a normál értékre rövid fizikai igénybevételt követően (67 éves egészséges férfi).

Ugyancsak a stressz szint változását lehet jelezni a QRS időpontjától az ujjbegyen mért PPG jel felfutásáig tartó pulzushullám terjedési idő (pulse wave transit time, PWTT) alapján. A stressz hatására az érfal merevsége megnő, így a pulzushullám terjedési idő lecsökken.

Fizikai terhelés hatására a pulzusfrekvencia megnő, a PWTT lecsökken. Enyhe terhelés (egy emelet lépcsőn le és fel) eredményét mutatja a 4. ábra (67 éves egészséges férfi). Látható, hogy a pulzusfrekvencia sokkal rövidebb idő alatt (kb. 1 perc) visszaáll a nyugalmi értékre, mint a PWTT (kb. 5 perc).

Következtetések

A mandzsettát használó indirekt vérnyomásmérés pontossága növelhető az EKG és PPG jelek rögzítésével és megfelelő feldolgozásával. Ezt támogatja, ha a tesztelt személyről előzetesen felvételek készülnek, amelyek alapján megtörténik a rutin mérési eljárás személyre szabása. Az aktuális stressz állapotról adott információ segíti a nyugalmi állapot elérését, ezzel egy lényeges vérnyomást befolyásoló tényező kiiktatását. A cikkben leírt kiértékelési eljárások pontosítása a HHMD készülék új, klinikai alkalmazásra továbbfejlesztett változatának elkészülte után, orvosi-mérnöki felügyelet mellett történő használatát követően fog megtörténni.

Köszönetnyilvánítás

A publikációban bemutatott kutatás részben az Európai Unió támogatásával, az Európai Regionális Fejlesztési Alap társfinanszírozásával valósult meg (EFOP-3.6.2-16-2017-00013). A cikk megírását támogatta a TÉT_16-1-2016-0038 pályázat.

Hivatkozások

- [1] Riva-Rocci S; Zanchetti A; Mancina G (1996). A new sphygmomanometer. Sphygmomanometric technique. *Journal of Hypertension*, 14(1), 1-12.
- [2] O'Brian E; Fitzgerald D: The history of BP measurement. *J Hum Hypertens* 1994, 8: 73-84.
- [3] Jobbágy Á, Csordás P, Mersich A: **Accurate Blood Pressure Measurement at Home**. Conf. Proc. of MEDICON 2004, X. Mediterranean Conf. on Med. and Biol. Eng. and Comput. 1-5 Aug. 2004, Ischia, Italy. 4 pages. (paper no. 40. on CD-ROM. ISBN: 88-7780-308-8.
- [4] Bur A; Herknel H; Viecek M; Woiceschlägel C; Derhaschnig U; Delle Karth G; Lagner A; Hirschl M: Factors influencing the accuracy of oscillometric blood pressure measurement in critically ill patients *Critical Care Medicine*, March 2003 Vol 31: 3 793-799.
- [5] Jobbágy Á; Majnár M; K. Tóth L; Nagy P: HRV-based Stress Level Assessment Using Very Short Recordings. *Periodica Polytechnica Electrical Engineering and Computer Science*, 61 (3), 238-245.
- [6] Jobbágy Á; Csordás P; Mersich A: Blood Pressure Measurement at Home. In: Magjarevic R., Nagel J.H. (eds) *World Congress on Medical Physics and Biomedical Engineering 2006. IFMBE Proceedings*, vol 14. Springer, Berlin, Heidelberg pp. 3453-3456.

Látens változók hatása dichotom kimenetű vizsgálatok kiértékelésére

Szekér Szabolcs¹, Fogarassyné Vathy Ágnes²

¹Pannon Egyetem, Rendszer- és Számítástudományi Tanszék, Egészségügyi Üzleti Analitikai Kutató-Fejlesztő Központ, szeker@dcs.uni-pannon.hu
8200 Veszprém, Egyetem utca 10.

²Pannon Egyetem, Rendszer- és Számítástudományi Tanszék, Egészségügyi Üzleti Analitikai Kutató-Fejlesztő Központ, vathy@dcs.uni-pannon.hu
8200 Veszprém, Egyetem utca 10.

Összefoglaló: A logisztikus regresszió alapuló propensity score matching széles körben alkalmazott kontrollcsoport-kiválasztó módszer az egészségügyi kutatások során. Amennyiben a vizsgálati alanyok tekintetében minden olyan jellemző változó ismert, amely szignifikáns hatással bír a kimeneti változóra, akkor a módszer által kiválasztott kontrollcsoport megfelelő minőségű. Azonban, ha léteznek olyan, a logisztikus regressziós modell építése során nem ismert változók, amelyek szintén szignifikáns hatással bírnak a vizsgálat kimenetére, akkor a regressziós modell alapján végrehajtott kontrollcsoport-kiválasztás minősége jelentősen romlik. Kutatásaink során azt vizsgáltuk, hogy egyes változók értékeinek figyelmen kívül hagyása milyen torzítást eredményez a dichotom típusú kimeneti változók kiértékelésében. Kutatási eredményeink azt mutatják, hogy 1-1 szignifikáns hatással bíró független változó figyelmen kívül hagyása szélsőséges esetben akár 70%-os torzítást is eredményezhet a kimeneti változó értékében.

Bevezető

A retrospektív egészségügyi elemzésekben a kontrollcsoportok kialakítása leggyakrabban propensity score matching (PSM) [1-3] alapján történik. Ezen statisztikai mintaillesztési módszer alkalmas arra, hogy a csökkentse a zavaró tényezők hatását a vizsgált paraméter tekintetében [4-5].

Az elemzést végző szakemberek a vizsgált paramétert befolyásoló változók paraméterre gyakorolt hatását leggyakrabban logisztikus regressziós (LR) [6] modell segítségével határozzák meg. Azonban maga az LR modell is egy becslés, így némi bizonytalanságot tartalmaz. Ezen bizonytalanság mérésére és kifejezésére a modell R^2 mértéke használatos. Az R^2 mérték azt mondja meg, hogy a befolyásoló változók alapján milyen pontossággal becsüli meg a modell a vizsgált változót [7]. Minél

alacsonyabb ez az érték, annál kevésbé megbízható maga a modell. Felmerül tehát a kérdés: hogyan befolyásolják a látens, a LR modell kialakításakor figyelembe nem vett változók a kialakított LR modellt, illetve az ezen LR modell alapján végrehajtott mintaillesztést, valamint mérhető-e a látens változók mintaillesztésre gyakorolt hatása a modell bizonytalanságából?

Cikkünk statisztikai-alapú megközelítés segítségével határozza meg a logisztikus regressziós modell pontossága és a vizsgálati változó becslésének pontossága közti kapcsolatot. A cikk felépítése a következő: először röviden ismertetjük a vizsgálat során alkalmazott módszerek legfontosabb jellemzőit, majd bemutatjuk a vizsgálat metodikáját. A metodika ismertetése után felvázoljuk a vizsgálati eredményeket és ismertetjük az azokból levont következtetéseinket. Legvégül az összefoglalás részben röviden összegezzük a fő eredményeket.

Elméleti háttér

A logisztikus regresszió (LR) széles körben alkalmazott regressziós modell. Alkalmazási területei közé tartozik a gépi tanulás, az egészségügy, vagy akár a társadalomtudományok. Minden olyan területen kiválóan alkalmazható, ahol a kimeneti változó kategorikus – ez kifejezetten igazi az egészségügyre, ahol a kimenet gyakorta dichotom (kétértékű, bináris) változó, amely egy diagnózis vagy állapot meglétét és/vagy hiányát hivatott leírni. A logisztikus regresszió a prediktív változókra és a kimeneti változóra leginkább illeszkedő modellt állítja elő [8].

Az illesztett modell egy valószínűségi modell, így nem garantált, hogy tökéletes. A modell hibáját a Pearson-féle korrelációs együttható négyzetével, az R^2 (coefficient of determination) értékkel határozhatjuk meg, amely értékeit a $[0,1]$ tartományon veszi fel. Minél közelebb van ez az érték az 1-hez, annál jobban becsüli a modellt a kimenetet. Az R^2 legnagyobb hátránya, hogy semmilyen addicionális információt nem hordoz arról, hogy az illesztett modell tartalmaz-e látens változók által okozott torzítást. Kutatásunk fő célja meghatározni, hogy létezik-e mérhető numerikus kapcsolat a logisztikus modell R^2 értéke és a látens változók kimenetre gyakorolt hatása között.

Metodika

Kutatásaink során azzal a feltételezéssel élve végeztük el az elemzéseket, hogy ha a leíró prediktív változók halmaza teljes, akkor a logisztikus regressziós modell megfelelően írja le a leíró változók és a kimeneti változó

között fennálló kapcsolatot. Ha ezen modellt alkalmazva propensity score matching segítségével (PSM) választjuk ki a kontrollcsoportunkat, akkor az esetscsoport és a kiválasztott kontrollcsoport kimeneti változója közötti eltérés marginális.

A kimeneti változóban mérhető eltérések kiértékelését Monte Carlo szimulációkkal végeztük, melyek során eltérő méretű és típusú adathalmazokkal szimuláltuk a látens változók hatását. A kvantitatív kiértékelés során a látens változók által okozott torzítást a logisztikus regressziós modell R^2 hibaértékével jellemeztük, majd ezt a hibát a kimeneti változóban mérhető eltéréssel vetettük össze.

A kutatáshoz benchmark adathalmazokat hoztunk létre a következőképpen: 100 független benchmark adathalmazt generáltunk, amelyek mindegyike 1000 egyedet tartalmazott. Minden egyed 8 független bináris változóval (Bernoulli véletlen változók, 0.5-ös kimeneti valószínűséggel) jellemeztünk. A független változók a következő súlyokkal hatottak a kimenetre: 1.0, 1.2, 1.4, 1.6, 1.8, 2.0, 2.5, 3.0.

A kimeneti változó értékét a prediktív paraméterek súlyozott lineáris kombinációjaként állítottuk elő (1. Egyenlet). Azon egyedek esetén állapítottunk meg 1-es kimeneti értéket, amelyeknél az előzőekben leírt súlyok alapján számolt segédérték a teljes adathalmazra számolt medián feletti értéket ért el (2. Egyenlet). Ez a módszer garantálta, hogy a 1-es értékű bináris kimenet valószínűsége 0.5 körüli érték legyen.

$$y' = 1.0x_1 + 1.2x_2 + 1.4x_3 + 1.6x_4 + 1.8x_5 + 2.0x_6 + 2.5x_7 + 3.0x_8 \quad (1)$$

$$y = \begin{cases} 1 & \text{ha } y' > \bar{y} \\ 0 & \text{egyébként} \end{cases} \quad (2)$$

A vizsgálat során a prediktív paraméterek közül 1-1 változót elhagytunk, s azt vizsgáltuk, hogy az elhagyott prediktív paraméter által szimulált látens változó milyen hatással van a két csoport (vizsgálati és kontroll) kimenete közötti eltérése. Ehhez első lépésben a generált adathalmazokból vak, véletlen mintavételezéssel meghatároztunk egy esetscsoportot, majd a maradék egyedekből 50 lehetséges kontrollcsoportot alakítottunk ki PSM segítségével. Az egyes R^2 differencia értékeket a 3. Egyenlet alapján számoltuk ki.

$$d_{R^2i} = abs(R_{teljes}^2 - R_{x_i}^2), i \in \{1, \dots, 8\} \quad (3)$$

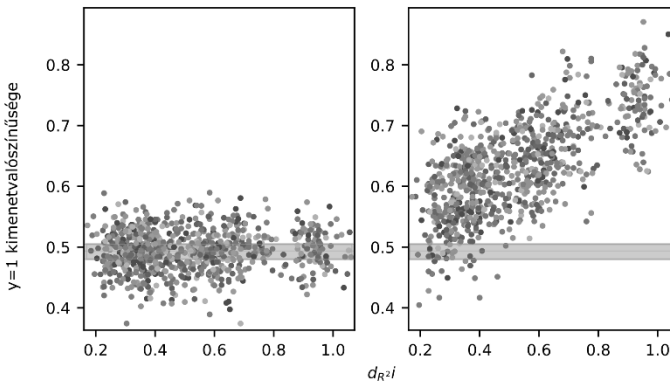
ahol R_{teljes}^2 a teljes adathalmazra illesztett modell R^2 értéke, $R_{x_i}^2$ pedig a redukált adathalmazokra illesztett modellek R^2 értékei.

Végül, az így kapott $d_{R^2_i}$ értékeket vetettük össze az egyes adathalmazok kimenetén mérhető eltéréssel.

Eredmények

Kutatásunk során két lehetséges esetet vettünk figyelembe. Az első egy realista esetnek tekinthető, amikor az elhagyott változó mindkét lehetséges értékét (0 és 1) felvette. A második egy pesszimista scenárió, amikor az elhagyott változó értéke uniform 1-es volt. Vagyis a realista esetben olyan bináris változót hagytunk figyelmen kívül a kontrollcsoport kialakításakor, amely változó mindkét értékét felveszi a vizsgálati populációban (pl. a populáció tartalmaz dohányos és nem dohányos egyedeket is), míg pesszimista esetben olyan bináris változót nem vettünk figyelembe a kontrollcsoport kialakításakor, amely változó csak 1 értéket vesz fel (pl. a populáció csak dohányos személyeket tartalmaz).

Az **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.** ábra a bináris kimeneti változó 1-es értékének valószínűsége és a $d_{R^2_i}$ értékek közötti kapcsolatot szemlélteti.



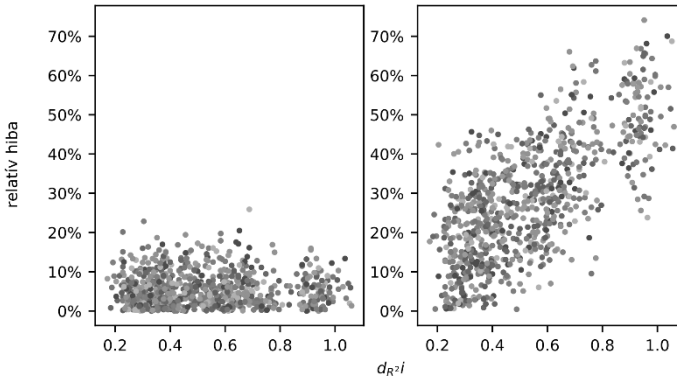
1. ábra A bináris kimeneti változó 1-es értékének valószínűsége és a $d_{R^2_i}$ értékek közötti kapcsolatot realista (bal) és pesszimista (jobb) scenáriók esetén.

Az 1. ábra bal oldalán a realista, míg jobb oldalán a pesszimista scenárió eredményei láthatók. Láthatjuk, hogy realista eset eredményei nem mutatnak semmilyen látható összefüggést a bináris kimeneti változó 1-es értékű kimeneti valószínűsége és az illesztett modell hibáját leíró $d_{R^2_i}$ érték között. A kiválasztott kontrollcsoport minősége hasonló minden elhagyott változó esetén. A kimeneti valószínűség várt értéktől (az ábrán látható vízszintes sáv, mely az esetscsoportokban mért kimeneti változó 1-es

értékének valószínűségi minimumát, átlagát és maximumát jelzi) való eltérése 10%-on belül mozog. Ebben az esetben megállapíthatjuk, hogy a kiválasztott kontrollcsoport minőségét nem befolyásolja a modell minősége. Azonban, ha az ábra jobb oldalát, a pesszimista esetet tekintjük, láthatjuk, hogy lineáris kapcsolat alakul ki a kimeneti bináris változó 1-es értékének valószínűsége és a modell hibája között. A prediktív változó elhagyása jelentősen befolyásolja a kimeneti változót. Minél nagyobb az elhagyott változó modellpontosságra gyakorolt hatása, annál nagyobb az eltérés a kimeneti változóban. Vagyis a kontrollcsoport kialakításakor minél jelentősebb prediktív változót hagyunk figyelmen kívül, annál inkább torzul a kontrollcsoport hasonlósága az esetscsoporthoz képest.

A kimeneten tapasztalt relatív hiba és a $d_{R^2_i}$ érték kapcsolatát mutatja. A relatív hibát a 4. Egyenlet alapján határoztuk meg.

$$hiba = \frac{a \text{ kontrollcsoportban } y=1 \text{ kimenettel rendelkező egyedek száma}}{az \text{ esetscsoportban } y=1 \text{ kimenettel rendelkező egyedek száma}} \quad (4)$$



2. ábra A bináris kimeneti változó 1-es értékű valószínűségének a $d_{R^2_i}$ érték függvényében vett relatív hibája realista (bal oldal) és pesszimista (jobb oldal) scenáriók esetén.

A relatív hiba esetében hasonló összefüggés figyelhető meg a realista eset és a pesszimista eset vonatkozásában is, mint a 2. Ábrán. Az ábra bal oldalán látható realista scenárió esetén nem látható semmilyen számottevő kapcsolat az elhagyott prediktív paraméter és a kontrollcsoport kimeneti változójának helyessége között, a kontrollcsoport relatív hibája nem haladja meg a 20%-ot. Az ábra jobb oldalán látható pesszimista scenárió esetén

azonban ismét fennáll a lineáris kapcsolat és a kontrollcsoport kimeneti változójában mérhető relatív hiba eléri akár a 70%-ot is.

Összefoglalás

Kutatásaink során azt vizsgáltuk, hogy a propensity score matching alapú kontrollcsoport-kiválasztás minőségét milyen mértékben befolyásolják a látens változók. Eredményeink azt mutatják, hogy amennyiben a kontrollcsoport kiválasztását megalapozó logisztikus modell hibája nagy (R^2 lényegesen kisebb, mint 1), akkor a kiválasztott kontrollcsoport jelentős mértékben tartalmazhat torzításokat a kimeneti változó tekintetében. Munkánk azon fontos tényre hívja fel a kutatók figyelmét, hogy a vizsgált populációt jellemző tulajdonságtér kiválasztása kiemelt jelentőségű az eset-kontroll vizsgálatokban a kontrollcsoportok kiválasztása során, ezért a vizsgálati eredmények kiértékelése során nem szabad figyelmen kívül hagyni a kontrollcsoport kiválasztását megalapozó statisztikai modell hibáját sem.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet az EFOP-3.6.1-16-2016-00015 projekt és az ÚNKP-18-3 Új Nemzeti Kiválóság Program anyagi támogatásáért.

Hivatkozások

- [1.] Austin PC: Comparing paired vs non-paired statistical methods of analyses when making inferences about absolute risk reductions in propensity-score matched samples, *Statistics in Medicine*, 2011 May 20;30(11):1292-301. doi: 10.1002/sim.4200
- [2.] Austin, PC: Propensity-score matching in the cardiovascular surgery literature from 2004 to 2006: A systematic review and suggestions for improvement. *Journal of Thoracic and Cardiovascular Surgery*, 134, 1128–1135. doi:10.1016/j.jtcvs.2007.07.021
- [3.] Austin, PC: The performance of different propensity score methods for estimating marginal odds ratios. *Statistics in Medicine*, 26, 3078–3094. doi:10.1002/sim.2781
- [4.] Austin PC: An Introduction to Propensity Score Methods for Reducing the Effects of Confounding in Observational Studies. *Multivariate Behavioral Research*. 2011;46(3):399-424. doi:10.1080/00273171.2011.568786.
- [5.] Austin, PC: Grootendorst, P., & Anderson, G. M. (2007). A comparison of the ability of different propensity score models to balance measured variables between treated and untreated subjects: A Monte Carlo study. *Statistics in Medicine*, 26, 734–753. doi:10.1002/sim.2580
- [6.] Tolles J, Meurer WJ. Logistic Regression Relating Patient Characteristics to Outcomes. *JAMA*. 2016;316(5):533–534. doi:10.1001/jama.2016.7653
- [7.] Philip H. Young (2000) Generalized Coefficient of Determination, *The Journal of Cost Analysis & Management*, 2:1, 59-68, DOI: 10.1080/15411656.2000.10462406
- [8.] (2014). Understanding logistic regression analysis. *Biochemia medica*, 24(1), 12-8. doi:10.11613/BM.2014.003

Stroke-on átesett dysarthriás betegek beszédének gépi elemzése – kezdeti eredmények

Tóth László¹, Kovács György², Ivaskó Livia^{3,4}, Tóth Alinka^{3,5},
Jakab Katalin⁵, Vécsei László^{5,6}

¹Számítógépes Algoritmusok és Mesterséges Intelligencia Tanszék, SZTE

²MTA-SZTE Mesterséges Intelligencia Kutatócsoport

³Fejlődéses és Neuropragmatikai Kutatócsoport, Általános Nyelvészeti Tanszék, BTK, SZTE

⁴MTA-SZTE-DE Elméleti Nyelvészeti Kutatócsoport

⁵Neurorehabilitációs Osztály, Neurológia Klinika, ÁOK, SZTE

⁶MTA Idegtudományi Kutatócsoport

Összefoglaló: A stroke okozta kortikális dysarthria jelentősen megnehezítheti a stroke-on átesett páciensek érthető artikulációját. Munkánk hosszú távú célja olyan műszaki megoldások kialakítása, amelyek segítik ezen betegek beszédkommunikációját. Jelen cikkben egy kézen hozzáférhető, de eredetileg más célra készített beszédfelismerő rendszer dysarthriás beszédre való alkalmazhatóságát vizsgáltuk. Mivel alacsony felismerési pontosságot kaptunk, így második lépésben objektív beszédelemzési lépéseket végeztük annak megértése céljából, hogy a dysarthriás beszéd milyen akusztikai sajátosságokban tér el a normál beszédétől.

Bevezető

A kortikális sérülésből eredő dysarthriás beszédfolyamatok elsősorban úgy jellemezhetők, mint a beszéd primer motoros tervezésének és kivitelezésének nem megfelelő működéséből eredő specifikus mintázatok [4]. A stroke eredetű dysarthria a motoros funkciók érintettségéből eredő beszédzavar, mely (a stroke kiterjedésétől függően) nem érinti a nyelvi tervezési folyamatokat, a legtöbb esetben nem kíséri afázia. A klinikai differenciáldiagnosztika során az ilyen területek érintettségéből eredő hangzókülönbségek auditív úton is elkülöníthetők a hangképzőszerveket érintő más atípusos formáktól [1]. A stroke okozta kortikális dysarthriák általában jelentős kommunikációs hátrányt jelentenek azon személyek számára, akik megváltozott artikulációs folyamataik miatt nehezen érthető, nem könnyen feldolgozható formában tudják verbálisan megfogalmazott gondolataikat közvetíteni. A humán jelfeldolgozás számára is nehézséget jelent ezekben az esetekben az újonnan keletkező hangzók, a normától

eltérő formánsok azonosítása. Ezen betegek életvitelét nagyban segítené bármilyen, a kommunikációjukat támogató technológia.

Célkitűzés

Munkánk célja olyan műszaki eljárások vizsgálata, amelyek segítik a stroke eredetű, (elsősorban) cortikális dysarthria jeleit mutató betegek beszédkommunikációját. A beszédtechnológia ehhez kétféle megközelítést kínál. Az egyik a gépi beszédfelismerés alkalmazása [14, 15, 20], a másik pedig a dysarthriás beszédjel konverziója, érthetőségének feljavítása [5, 16]. A gépi felismeréssel leírt beszédet írott vagy hangzó formában (beszédszintézissel [19]) lehetne eljuttatni a kommunikációs partnerhez. Sajnos azonban a jelenlegi beszédfelismerők nagyon érzékenyek az átlagostól eltérő ejtésmódokra, így dysarthriás beszéd esetén pontosságuk drasztikusan leromlik [6, 14, 15, 20]. A Scientific American cikke szerint az USA-ban népszerű Siri nevű rendszer sem boldogul a dysarthriás beszélőkkel [11]. Pozitív beszámolókat inkább csak a beszédfelismerők rehabilitációs terápiában való alkalmazásáról találhatunk [3], valamint az aktuális kiejtés érthetőségének objektív kiértékelésében használják még őket sikeresen [7].

Munkánknak ebben az első fázisában egy alapvetően más célra készített beszédfelismerő rendszer dysarthriás beszédre való alkalmazhatóságát vizsgáltuk meg – magyar nyelven, hiszen betegeink is magyarok. Az egyetemünkön fejlesztett felismerő rendszer híradók feliratozására készült, így várható volt, hogy a jelentősen eltérő akusztikai és artikulációs viszonyok miatt elég rossz eredményeket fogunk kapni. Második lépésben ezért különféle beszédlemzési méréseket végeztük annak megértése céljából, hogy a dysarthriás beszéd milyen akusztikai sajátosságokban tér el a normál beszédétől. Mivel az emberi beszédkeltés rendkívül összetett folyamat, a beszédjel a stroke helyétől és kiterjedésétől függően eltérő módokon torzulhat. A motoros funkciók érintettségéből eredő beszédzavarok közül artikulációs szervek vezérlésének zavara a hangképzési folyamatot befolyásolja, például hibás formáns szerkezetű magánhangzókat eredményezhet. Ha az artikulációs szervek összehangolása sérül, akkor időben elkent hangzókat kapunk. A hangok adott ideig és hangmagasságon való kitartásának nehézsége a beszéd szupraszegmentális szintjének, a prozódiaé a torzulásaként jelentkezik. Végül, a hangszalagok vezérlésének zavara a hangminőség romlását okozza, ez az ún. diszfónia [8] gyakran van jelen a dysarthriával egyidejűleg [2].

Módszer

A dysarthriás hangfelvételeket az SZTE Neurológiai Klinikájának Neurorehabilitációs osztályán gyűjtöttük. A betegeket először spontán beszédre (képleírás) készítettük, a WAB-teszt magyar változatának [13] alkalmazásával. Másrészt, a Meixner-féle [9] olvasólapok segítségével az izoláltan vagy hangkapcsolatban kiejtett hangok differenciálását vizsgáltuk. Harmadrészt, egy fonológiailag kiegyenlített szöveg (A szél és a Nap című mese) felolvastatása révén olvasott hanganyagot is gyűjtöttünk.

A vizsgálatban az SZTE Informatikai Intézeténél készült, magyar nyelvű hírműsorok feliratozására optimalizált felismerő rendszer pontosságát értékeltük ki a dysarthriás felvételeken, annak is az olvasott részén, ugyanis ezt a szövegrészt éreztük beszédstílusban a híradókhoz leginkább illeszkedőnek.

A második lépésben néhány klasszikus akusztikus paraméter vizsgálatát végeztük el. A jitter, shimmer és harmonicitás-zaj viszony (HNR) standard mérőszámok a diszfónia vizsgálatában [2, 8, 18]. A jitter az alapfrekvencia, a shimmer az amplitúdó ingadozását számszerűsíti, míg a HNR a hangszalagok rezgésének szabálytalanságát méri. Az elemzést az openSMILE szoftverrel, Vicsi és társaihoz hasonlóan [18] a folyamatos, felolvasott szövegen végeztük, mivel a „kontroll” híradós felvételek is ilyen jellegűek voltak.

Az artikuláció pontosságának vizsgálatára elvégeztük a beszélők magánhangzóinak formánselemzését (a Praat szoftverrel), ezáltal a kitarított ejtésű felvételeken. Végetetül, a folyamatos beszéd tulajdonságainak elemzése céljából elvégeztük a beszédsebesség és az artikulációs sebesség becslését.

Eredmények

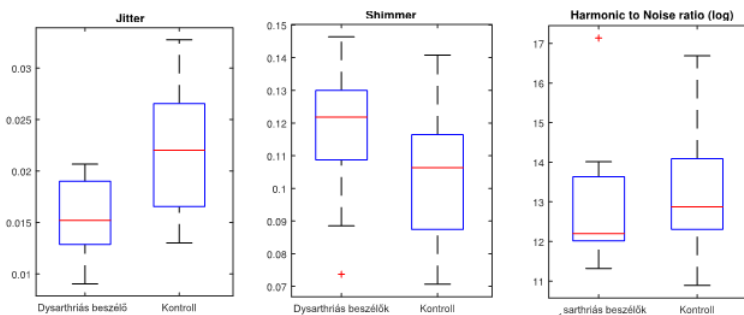
A felismerőrendszer kiértékelését leszűkítettük a legenyhébb dysarthriát mutató nyolc beteg felvételeire. Ezek minimális dysarthriás jegyeket mutattak, főleg a hangkeltés és a prozódia vonatkozásában, de artikulációjuk egészen jól érthető volt. Ennek ellenére a beszédfelismerő gyakorlatilag használhatatlan, 50% alatti szószintű pontosságot adott (hírműsorokon a pontosság 85% fölötti). Egy példa a helyes és a gép által adott átiratra:

Helyes átirat: MINDKETTŐ AZT ÁLLÍTVÁN MAGÁRÓL HOGY ERŐSEBB MINT A MÁSIK VÉGÜL MEGEGYEZTEK HOGY KIPRÓBÁLJÁK EREJÜKET EGY VÁNDORON

Felismeret kimenet: ÍGY KEDDTŐL LITVÁN MOND LE ARRÓL HOGY ERŐSEBB MINT A MÁÁS VÉGÜL MEGEGYEZTEK HOGY KIPRÓBÁLJÁK EL ŐKET EGY VÁNDOROL

A kimeneteket vizsgálva úgy láttuk, hogy nem a magánhangzók torzulása és tévesztése, inkább a szótagok elvesztése-beszúrása jelentkezt fő hibaként, amit a hangerő és a beszédsebesség ingadozása okozhat.

A felismerő rossz teljesítményének okait kutatva elsőként a felvételek jitter, shimmer, és HNR értékeit vizsgáltuk. Kontroll anyagként a híradófelvételekből vett véletlenszerű minta szolgált. Az 1. ábra mutatja a kapott jitter



1. ábra. A jitter, shimmer és harmonicitás-zaj viszonyértékek eloszlása

és shimmer értékeket, amelyek az irodalom szerint dysarthria esetén gyakran megnövekednek [2]. Mi a dysarthriás betegeink esetén *kisebb* jitter értékeket kaptunk, mint a kontroll felvételekre, a shimmer értékek azonban az irodalomnak megfelelően tényleg rosszabbnak adódtak. Mivel a shimmer a hangerő ingadozását méri, ez egybeesni látszik előzetes benyomásunkkal, miszerint a dysarthriás pácienseknek nehézséget okoz a hangerő egyenletes tartása. Végezetül, a HNR értékek szintén rosszabbak lettek a dysarthriás beszélőknél (ez esetben a *magas* érték jelenti a jobb beszédminőséget), az eltérés azonban elég kicsi.

Következőként formánselemzést végeztünk a betegek kitarítottan ejtett magánhangzóin. Mivel a híradófelvételek nem tartalmaznak ilyen hangokat, ezért összevetés céljából a mért F1-F2 értékeket a Bolla Kálmán közismert fonetikai atlaszából vett formánstérképre montíroztuk rá (2. ábra). A mért eredmények túlnyomórészt egybeesnek a Bolla-féle formánstérképpel, megerősítve benyomásunkat, hogy a felismerési hibákért – legalábbis ilyen enyhe fokú dysarthria esetén – nem a formánsszerkezet durva torzulása a felelős.

egy „donor” hangra lesz szükség a szintézishez. Egy alternatív technológiai lehetőség, ha a felismerés-szintézis lépések kihagyásával a beteg hangját közvetlenül próbáljuk „feljavítani”, jobb minőségűvé konvertálni [5, 16], ún. hangkonverziós technológiával [10, 17]. Sajnos ebben az esetben is szükség lehet egy „donor” hangmintájára, amelyre átkonvertáljuk a betegünk hangját, illetve ez esetben is hosszabb (1-2 órányi) hangminta szükséges egy-egy betegtől, hiszen itt is egy személyre szabott rendszert kell készítenünk. A jövőben ezen megoldások alkalmazhatóságát szeretnénk vizsgálni.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az EFOP-3.6.1-16-2016-00008 azonosítójú, EU társfinanszírozású projekt támogatja. Tóth Lászlót az Emberi Erőforrások Minisztériuma UNKP-18-4 kódszámú Új Nemzeti Kiválóság Programja támogatta.

Hivatkozások

- [1] Aronson, A. E. (1981) Motor Speech Signs of Neurologic Disease In: Darby, J. K. ed. Speech Evaluation in Medicine. Grune and Stratton. New York, 159-180.
- [2] Camillo, L., Ortiz, K.Z. (2007) Vocal Analysis (auditory-perceptual and acoustic) in dysarthrias. Pro-Fono Revista de Atualizacao Cientifica, 19(4), 381-6.
- [3] Fager, K.S. (2017) Speech Recognition as a Practice Tool for Dysarthria, Semin Speech Lang 38(3), 220-228.
- [4] Horváth Szabolcs , Hirschberg Jenő (2013) Diszartria/dyszartrofónia (Dysarthria/dysarthrophonia) In: Hirschberg J. , Hacki T. , Mészáros K. szerk. Foniátria és társtudományok II. Eötvös Kiadó. 80-86.
- [5] Kain, A.B., et al., (2007) Improving the intelligibility of dysarthric speech. Speech Communication 49, 743-759.
- [6] Kim, M.J., Yoo, J., Kim, H. (2013) Dysarthric Speech Recognition using Dysarthria-Severity-Dependent and Speaker-Adaptive Models, Interspeech 2013, pp. 3622-3626.
- [7] Kitzing, P., Mayer, A, Ahlander, VL. (2009) Automatic speech recognition and its use as a tool for assessment or therapy of voice, speech and langugae disorders. Logopedics Phoniatrics Vocology 34(2), 91-96.
- [8] Markó, A., Grácsi, T.E., Bajnócziné Szucsák K. (2012) A diszfónia terápiájának hatékonysága a beteg beszédtechnikai képzettségének függvényében, Alkalmazott nyelvtudomány, 12(1-2), 83-103.
- [9] Meixner Ildikó (1995) A dyslexia prevenció, redukáció módszere. Ranschburg Pál Kollégium, BGGYTF Budapest
- [10] Mohammadi, S.H., Kain, A. (2017) An overview of voice conversion systems. Speech Communication 88, 65-82.
- [11] Mullin, E. (2016) Why Siri won't listen to millions of people with disabilities. <https://www.scientificamerican.com/article/why-siri-won-t-listen-to-millions-of-people-with-disabilities>
- [12] Mustafa et al. (2014) Severity-Based Adaptation with Limited Data for ASR to Aid Dysarthric Speakers. PLoS ONE 9(5): e97665
- [13] Osman - Sági J. (1991) Az afázia klasszifikációja és diagnosztikája. Ideggyógyászati Szemle 8. 339-351, 351-361.
- [14] Raghavendra, P. (2001) An investigation of different degrees of dysarthric speech as

- input to speaker-adaptive and speaker-dependent recognition systems. *Augmentative and Alternative Communication* 17(4),
- [15] Rosen, K., Yampolski, S. (2009) Automatic speech recognition and a review of its functioning with dysarthric speech. *Augmentative and Alternative Communication* 16(1), 48-60.
- [16] Rudzicz, F. (2012) Adjusting dysarthric speech signals to be more intelligible, *Computer Speech and Language*, 27, 1163-1177
- [17] Sun, L., Kang, S., Li, K., Meng, H. (2015) Voice conversion using deep Bidirectional Long Short-Term Memory based Recurrent Neural Networks. *Proceedings of ICASSP 2015*, 4869-4873.
- [18] Vicsi, K., Imre, V., Mészáros, K. (2011) Voice Disorder Detection on the Basis of Continuous Speech, *European Conference of the International Federation for Medical and Biological Engineering*, 86-91
- [19] Yamagishi, J., Veaux, C., King, S., Renals, S. (2012) Speech Synthesis technologies for individuals with vocal disabilities: Voice banking and reconstruction, *Acoust. Sci & Tech*, 33(1), 1-5.
- [20] Young, V., Mihailidis, A. (2010) Difficulties in Automatic Speech Recognition of Dysarthric Speakers and Implications for Speech-Based Applications Used by the Elderly: A Literature Review, *Assitive Technology*, 22(2), 99-112.

Betegségek beazonosítása a NEAK forgalmi adataiból

Kováts Tamás¹, Surján György¹, Nagy Zoltán², Vassányi István³

¹Állami Egészségügyi Ellátó Központ kovats.tamas@aek.hu
1125 Budapest Fogaskerekű utca 10.

²Országos Klinikai Idegtudományi Intézet

³Pannon Egyetem, Eü. Informatikai K+F Közp.

Összefoglaló: A fekvő, a járó és a CTMRI kassza forgalmi adataiból, valamint szükség esetén a kapcsolódó vénnyívtáltások alapján négy betegség tekintetében próbáltuk meghatározni az érintett populáció nagyságát. A betegségek és a kódolás sajátosságai eleve behatárolják az eredmények pontosságát, de az ellátási folyamat ismeretével és az adatbázisok összekapcsolása által közelebb kerülhetünk a valós számokhoz.

Bevezetés

Valamilyen betegség fellépése esetén az állampolgárok többsége megjelenik az egészségügyi ellátórendszer egy vagy több pontján (házi orvosnál, szakrendelőben, kórházban, gyógyszerárban, stb.) és az ott zajló eseményekről az intézmény – leginkább finanszírozási céllal – jelentést küld a NEAK-nak. A folyamat során az információk többsége (így a betegség is) kóddá alakul át.

Kérdés, hogy a jelentésekben szereplő – leginkább BNO, OENO, TTT – kódokból illetve a betegnek az ellátórendszerben tett lépéseinek ismeretéből miként fejthető vissza és mennyire pontosan határozható meg egy-egy betegség?

Célkitűzés

Négy különböző betegséghez illetve beavatkozáshoz kapcsolódó adatokon keresztül mutatunk példát a fenti kérdés lehetséges megoldásaira és buktatóira:

- Hány akut stroke eset van egy évben Magyarországon?
- Mennyi alsóvégtagi amputációt végeznek a kórházakban?
- Kit tekinthetünk SM (sclerosis multiplex) betegnek?
- Hány cukorbeteg él az országban?

Módszer

A 76/2004-es ESZCSM rendelet értelmében a NEAK adatokat küld az ÁEEK-nak. Ezek közül a fekvő, a járó, a CT kassza teljesítményjelentéseit valamint a vénykiváltási adatokat használjuk.

Eredmények

Stroke

A fekvőbeteg ellátás kapcsán, a felvételi dátumot nézve 2017-ben kb. 142 ezer beteg kapott I6-tal (Cerebrovasculáris betegségek) kezdődő BNO kódot. Az érintettek száma jelentősen szűkül, ha csak azokat az eseteket vesszük figyelembe, ahol

- a beteg azonosítása TAJ kártyával történt
- az elszámolás típusa aktív vagy sürgősségi ellátás (krónikus, egynapos, kemo fázis kizárva)
- a BNO típusa 1-es vagy 3-as (ápolást indokló fődiagnózis és ennek alapjául szolgáló betegség)
- a BNO első 3 karaktere I60, I61, I63 vagy I66.

Bár az I66 nem pontosan a stroke jelzésére való, de a vizsgálat közben kiderült, hogy egy-egy kórházban az I63-on és az I66-on jelentett betegek számának aránya 0,4 és 71 között mozog. Mivel nem valószínű, hogy több, jóval ezer feletti beteget ellátó intézményben ennyire eltérne a betegek összetétele, mindkét kód bekerült a fenti listába. A nem valós stroke esetek kiszűrésére viszont bevezettük a CT feltételt: a felvételi dátumhoz képest –1 és +7 nap között, azonos TAJ-hoz koponya CT-ről (vagy MR) felvételtől jelentett rekord is szükséges. Itt az időablak eleje azért lett -1, mert 2017-ben kb. 4000 olyan betege találtunk, akiről már a stroke eset felvételi dátuma előtt egy nappal – ambuláns elszámolással – készült CT felvétel.

Akut esetnek azt tekintve, ahol az előző két évben a beteg nem járt kórházban (a fenti feltételek szerint) kb. 31 ezer főt kaptunk eredményül.

Alsóvégtagi amputáció

Az amputáció – beavatkozás jellege miatt – a vizsgált négy terület közül legmarkánsabban megragadható OENO kódokkal rendelkezik. (58450, 58460, 58470, 58471, 58480, 58490). 2017-ben kb. 7000 betegen végezték el valamelyik fenti beavatkozást fekvőbeteg intézményben és kb. 250 fő kapott 58450 (Amputatio digiti pedis) kódot szakrendelőben. Ha kivesszük azokat a betegeket, akiknél az amputációs esethez tumoros vagy balesetes

diagnózis kapcsolódik, akkor az amputáción átesett betegek száma kb. 6500 fő.

Sclerosis multiplex

A fekvő és a járó kassza adatai szerint 2017-ben kb. 10400 TAJ-jal azonosított beteg kapott G35H0-ás BNO kódot. (A járóban a labor rekordokat nem vettük figyelembe.) Ha megköveteljük, hogy a fekvőben a BNO típusa 1 vagy 3 legyen, illetve a járóban a fődiagnózis = 1, akkor már csak kb. 9400 beteget találunk.

A kiválasztott gyógyszereket (AVONEX, BETAFERON, COPAXONE, EXTAVIA, GILENYA, REBIF, TYSABRI, AUBAGIO, TECFIDERA, LEMTRADA, REMUREL) ugyanebben az évben 4300 beteg, összesen kb. 44 ezer vényen váltotta ki.

A két halmaz metszete 4186 fő. (A további elemzést nehezíti, hogy az AVONEX kiadásakor nem minden esetben kerül rögzítésre a beteg TAJ száma.)

Diabetes

2017-ben több mint 536 ezer TAJ-jal azonosított beteg kapott legalább egyszer E10-E14 diagnózist (járó és fekvő összesen). Ha megköveteljük, hogy a fekvőben a BNO típusa 1 vagy 3 legyen, illetve a járóban a fődiagnózis = 1, akkor már csak kb. 375 ezer beteget találunk.

Ebben az évben HbA1c vizsgálatot pontosan egy alkalommal 660ezer főnél végeztek, 2-3-4 alkalommal 250960, 112762, 27985 betegnél.

A10 kezdetű ATC-s termék kiváltása több mit 640 ezer különböző TAJ-nál található.

A diabetes típusok meghatározását illetve további részleteket lásd [1].

Következtetés

Szaktanként és betegségenként eltérő, hogy a döntően finanszírozási célból gyűjtött adatokból milyen szűrési feltételekkel és mennyire pontosan lehet meghatározni az érintett populációt.

Az egyes feltételek (pl. a fekvő kassza adatait nézve a BNO típusa bármi lehet vagy csak 1 és 3 illetve ha egy-egy fajta esemény kapcsán nem csak egyszeri előfordulást / megjelenést / kiváltást követelünk meg, hanem többször is) lényeges hatással vannak a végeredményre.

A fekvő és a járó kassza valamint a gyógyszerkiváltási adatok megfelelő összekapcsolásával sok kérdésre választ kaphatunk, de növelné a

lehetőségeket, ha további adatkörök (háziorvosi jelentés, regiszterek) is rendelkezésünkre állnának.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Dr. Jakab Gábornak és Dr. Kolossváry Endrének az inspiráló konzultációkat.

Hivatkozások

- [1] Jermendy György dr., Kempler Péter dr., Abonyi-Tóth Zsolt, Rokszin György dr., Wittmann István dr. A cukorbeteg-ellátás mutatóinak alakulása Magyarországon 2001–2014 között, Orvosi Hetilap 2016. 157. évfolyam, 32. szám 1259–1265.

Betegutak elemzése az akut stroke ellátásban

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

Összefoglalás: Az akut stroke ellátó rendszer ellátási gyakorlatát kívánjuk jellemezni elsősorban a Tétéles Egészségügyi Adattár adataira támaszkodva, a 2010-2017 közötti nyolc éves időtartományban. A módszer lényege az ellátási esetek és események tipizálása, ezek alapján epizódok alkotása, az epizódok tipizálása, az ellátók de facto ellátási területének meghatározása és ellátási gyakorlatuk jellemzése az epizód-típusok relatív gyakoriságával.

Az elemzés alapján rámutattunk a területi és ellátóhoz köthető anomáliákra. Egyrészt figyelemre méltó az esettípusok, eseménnytípusok, epizód-típusok gyakorisága közötti olykor 10-szeresnél is nagyobb különbség az egyes régiók között, de még inkább a kiugró értékkel rendelkező területek foltszerű elhelyezkedése.

Az anomáliák egy részét a jelentési rendszer hiányosságai is okozhatják. A konkrét állítások és javaslatok megfogalmazása a felvetett kérdések statisztikai módszerekkel való vizsgálatát követően történhet.

Bevezető

Az egészségügyi ellátás, mint komplex rendszer folyamatai egyre nehezebben láthatók át heurisztikus megközelítéssel, mégis hazánkban az egészségügy területén a más iparágakban már megszokott „intelligens” üzleti módszerek alkalmazása még nem jellemző. Bár az Állami Egészségügyi Ellátó Központ (ÁEEK) adattára minden államilag finanszírozott esetről tartalmaz évtizedekre visszamenő, értékes adatokat, ennek elemzési célokra való felhasználása csak a közelmúltban kezdődött el. Az adatok helyes értelmezéséhez elengedhetetlen a szakterületi klinikai esetködölési gyakorlat ismerete.

Ez a tanulmány az Országos Klinikai Idegtudományi Intézet (OKITI) által koordinált betegút-elemzés első eredményeit ismerteti az akut stroke ellátás területén. Az elemzés célja 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 új stroke-centrumok hatására [2] amellyel a területi ellátási

elveket figyelembe vevő rendszer kialakult. Ilyen jellegű korábbi elemzésről a stroke ellátás területén nincs tudomásunk.

Adatok

A bemeneti adatok forrása az ÁEEK Tétéles Egészségügyi Adattárából származó, anonimizált eset-rekordok, illetve a CT-kassza ezekhez köthető vizsgálat rekordjai, más publikus adatforrásokkal kiegészítve. Az akut stroke-ellátás címén azokat a 2010. jan. 1 – 2017. december 31. közötti eseteket vizsgáltuk, melyek I63 vagy I66 (ischaemiás akut stroke) fődiagnózissal rendelkeznek, és melyek eset felvételi dátuma – 1 nap illetve a felvételi dátum + 7 nap közti időtartam alatt végeztek a betegen koponya CT vizsgálatot. Ez utóbbi feltételt azért alkalmaztuk, hogy kizárjuk azt a (rendkívül sok) esetet, mikor megalapozatlanul (különösen a vizsgált periódus elején esetleg csak finanszírozási okokból) adtak egy esetnek akut stroke fődiagnózist. A feltételeknek megfelelő esetek száma ennek alapján 281,948 volt, melyek 228,751 különböző pszeudo-TAJ számhoz tartoztak. Az évenkénti esetszám 32,000 körül volt. Az elmúlt 10 év kedvező változásaira ebben az elemzésben nem térünk ki.

Az adatokat többféle módon tisztítottuk. Az intézmény-törzset a dokumentálható intézmény-összevonások figyelembe vételével határoztuk meg. Az az intézményt és az azonos telephelyen, ugyanazon településen működő jogelődjeit egynek tekintettük. Az azonosíthatatlan nemű, életkorú vagy irányítószámú betegek eseteit az elemzésből kizártuk. Szintén kizártuk az azonosíthatatlan ellátók által végzett vizsgálatot, beavatkozást tartalmazó eseteket.

Módszer

A betegút-elemzéshez alkalmazott módszertant eredetileg a Pannon Egyetem Egészségügyi Informatikai Kutató-Fejlesztő Központjában fejlesztették ki ischaemiás szívbetegek ellátási betegutainak elemzésére [3]. A módszer lényege az eset-rekordok alapján a számunkra érdekes, tipizált események azonosítása, ezekből pedig *ellátási epizódok* készítése és tipizálása. Először az esetek térbeli eloszlását elemeztük. Az esemény-típusok a koponya CT, thrombolízis (TL), thrombectomia (TE), illetve a CT és beavatkozás nélküli sürgősségi ellátási esemény (EL) voltak. Elemeztük a különböző típusú események térbeli eloszlását. Az epizód hosszát 2-5 (TL/TE) napban maximáltuk, előtte legalább 1 esemény nélküli nappal. Ezután az epizódok térbeli eloszlása alapján meghatároztuk a stroke-centrumok *de facto* domináns ellátási körzeteit, tehát az irányítószám-körzeteket egy-egy centrumhoz rendeltük az alábbiak szerint:

- Az irányítószám-körzetekben minden epizód egy szavazatot ad az epizód fő ellátójára, a körzet ellátója a legtöbb szavazatot kapó centrum;
- Szavazat-egyenlőség és 0 db. epizód esetén a közúton időben mérve legközelebbi centrum lesz a körzet ellátója

Az epizódokat a bennük lezajlott eseménysor alapján tipizáltuk az alábbi típusok valamelyikébe:

- EL: CT nélküli ellátás, nincs továbbküldés, nincs beavatkozás
- CT: CT alapján nincs továbbküldés, nincs beavatkozás
- CT(TL/TE): CT alapján nincs továbbküldés, van beavatkozás
- EL->CT: első szinten nincs CT, második szinten (centrumban) csak CT
- EL->CT(TL/TE): első szinten nincs CT, második szinten van beavatkozás
- CT->CT: első szinten CT, második szinten csak CT
- CT->CT(TL/TE): első szinten CT, második szinten van beavatkozás
- CT->TL/TE: első szinten CT, második szinten CT nélkül beavatkozás

Végül az ellátókat tényleges ellátási gyakorlatát az általuk ellátott epizódok típusainak eloszlás-spektrumával jellemeztük [4].

Eredmények

Az esetek térbeli eloszlása nagy eltéréseket mutat. Csak az 1000 lakosnál nagyobb településeket tekintve a teljes 8 éves időszakra nézve az 1000 lakosra és egy évre vetített esetszám-értékek minimuma 0.96, átlaga 3.76, maximuma 9.97, szórása 1.19. Ez azt jelenti, hogy egyes területeken, más területekhez képest, akár tízszeres is lehet a jelentett esetek száma.

Az esemény-típezálás után 282,229 darab CT, 272,243 EL, 11,743 TL és 708 TE típusú olyan esemény maradt, melyet epizódba lehetett sorolni.

Az epizódok alkotása után az egyes típusok száma EL: 21,983, CT: 218,861, CT(TL/TE): 10,636, EL->CT: 16,970, EL->CT(TL/TE): 67, CT->CT: 1625, CT->CT(TL/TE): 569, CT->TL/TE: 194. Látható, hogy az epizódok legnagyobb része CT vizsgálattal, de beavatkozás nélkül zajlik le. A beavatkozás hiányát okozhatja a stroke típusa, de az időbeli késés is.

Az epizód-típusok térbeli eloszlása erősen egyenetlen, foltszerű. Ezt mutatja példaként a lenti ábra az ország keleti sarkán, az 1000 lakosnál kisebb irányítószám-foltok kihagyásával, a bal oldalon a CT típusú, a jobb oldalon az EL->CT típusú epizódok relatív gyakoriságával: Látható, hogy

erre a területre kevésbé jellemző az eset ellátójánál elvégzett CT vizsgálat vagy beavatkozás, viszont kiugró mértékben jellemző a beteg átszállítása



másik ellátóhoz CT végzése céljából. A sötét árnyalat magas, a világos alacsony gyakoriságot jelöl. A térképről hiányzó irányítószám-foltok lélekszáma nem éri el az 1000 főt.

Mivel elsősorban a TL/TE beavatkozásra is feljogosított stroke-centrumok ellátási gyakorlatát szeretnénk összehasonlítani és tipizálni az ellátó-hálózat kiépülése *után*, ezért a de facto ellátási körzetek meghatározásához csak azokat a 2012-08-12 utáni egy vagy két ellátós epizódokat vettük figyelembe, melyekben legalább egy eseménynek az ellátója a 36 centrum egyike. Így 139,091 epizód felhasználásával dolgoztunk. Az egyes centrumok körül kialakuló foltszerű területek jól jelzik a centrum tényleges működési területét.

Az ellátókhoz kiszámítottuk a területükön a 8 különböző epizód-típus relatív gyakoriságát, és ezekkel, mint 8 attribútummal csoportosítást végeztünk. Az eredmény az, hogy bár az egyes ellátók között jelentős eltérések vannak a gyakoriságok tekintetében, nem lehet őket könnyen értelmezhető homogén csoportokra bontani.

A kutatás egyéb részletes eredményeit lásd [5].

Diskusszió

A kutatás legfontosabb eredménye a területi különbségek (anomáliák) kimutatása. Egyrészt figyelemre méltó az esettípusok, eseménytípusok, epizódtípusok gyakorisága közötti olykor 10-szeresnél is nagyobb különbség az egyes régiók között, de még inkább a kiugró értékkel rendelkező területek foltszerű elhelyezkedése; ugyanis, mivel a fenti típusok meghatározásához nem használtunk fel földrajzi jellemzőt, ezért ha a térképeken kiugró értékű nagyobb foltok keletkeznek, az mindenképpen az ellátó rendszer regionális anomáliájára utal. Ilyen foltok pedig szinte minden elemzett térképen előfordulnak.

Szintén jelentős eredmény az egyes ellátó centrumok karakterizálása az epizódgyakoriságok, mint ellátási spektrum alapján. Az itt feltárt anomáliák okainak tisztázása további kutatást, esetleg egyes esetek egyedi ellenőrzését igényli.

Jelen vizsgálat célja elsősorban az adatok feltárása volt, a konkrét állítások megfogalmazásához a felvetett kérdések statisztikai módszerekkel való vizsgálata után juthatunk majd el.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben bemutatott munkát a Széchenyi 2020 program EFOP-3.6.1-16-2016-00015 számú 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] 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*
- [4] Vassy Zs, Kósa I, Vassányi I. Changes in the spatial distribution of dominant IHD care providers over a 10 year period in Hungary. In F. Bari, L. Almási (eds) *Proc. XXIX Neumann Kollokvium, Szeged, Hungary, 2-3 December 2016*, pp. 17-20..
- [5] Nagy Zoltán (szerk). A stroke-ellátó rendszer elemzése. OKITI kutatási-jelentés, várható megjelenés: 2018 december.

Új ellátóhelyek létrehozásának hatása az ellátórendszerre

Vassy Zsolt¹, Vassányi István¹, Kósa István^{1,2}
zsolt.vassy@gmail.com

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

²SZTE ÁOK, Orvosi Rehabilitáció és Fizikális Medicina Tanszék,
6720 Szeged, Korányi Fásor 8-10

Összefoglaló: Az egészségügy egy folyamatosan változó, fejlődő összetett rendszer. Az egészségügyi rendszer fejlesztése során új ellátóhelyek megjelenésével teszik kényelmesebben elérhetővé az ellátást, illetve tehermentesítik a meglévő kapacitásokat. Ebben a tanulmányban az új terciális ellátóhelyek megjelenéséhez való adaptációs folyamatot tanulmányoztuk hálózat-tudományos eszközök segítségével. Az analízisből kiderül, hogy a nagyobb számú populációt érintő ellátóhely változásokhoz a rendszer lassabban alkalmazkodik.

Bevezető

Az egészségügyi ellátó rendszer fejlesztése során az iszkémiás szívbetegségekkel kapcsolatos diagnosztikai eljárások elvégzésére új terciális centrumokat (invazív képalkotó) létesítettek az általunk vizsgált 2003-2013 közötti 10 évet átölelő időszakban.

Vizsgálatunk célja elemezni, hogyan zajlott le az új centrumok beilleszkedése az ellátási rendszerbe, milyen időtávot igényelt az alkalmazkodás.

Korábbi munkánkban megvizsgáltuk, hogyan változtak terciális ellátóhelyek ebben a 10 éves időszakban [1]. A terciális ellátóhelyek száma 10-ről 18-ra növekedett ebben az időszakban, az átlagos lakosságszám ellátóhelyenként $911,552 \pm 496,300$ -ról $545,392 \pm 347,968$ -ra. Ha a minimum és maximum lakosságszámot vizsgáljuk $267,536$ és $1,895,439$ -ről $108,301$ és $1,452,544$ -re csökkent az ellátóhelyekhez tartozó populáció. Szintén sokat elárul a változások mibenlétéről, hogy a megfigyelt időintervallum kezdetén a 10 terciális ellátóhelyből 6 lefedte a lakosság 79,96%-át, a megfigyelt időintervallum végére ezek a terciális centrumok már csak a lakosság 54,26%-át látták el.

A tercier ellátóhelyek változásai között egyedi volt a Debreceni Egyetemi Korház ellátási körzeteinek alakulása a vizsgált időtartamban, ugyanis a Nyíregyházi Jósa András Kórház tercier ellátóhelyként történő megjelenése

miatt a Debreceni Egyetemi Korháznak a vizsgált intervallum második felében, a 2008-2013 közötti időszakban 112 elkülönült körzete volt a korábbi 2003-2008 közötti 5 éves időszak 43 elkülönített körzetéhez képest. Az elkülönült körzet effektív el van szakítva attól a tercier centrumtól, ahol a populáció nagyrésze ellátásra kerül, vagyis olyan körzetek esnek az elkülönült körzet és a tercier ellátóhely közé, amelyek más tercier centrumhoz tartoznak. Az, hogy tömegesen jöttek létre ilyen elkülönült, leszakadt körzetek Nyíregyháza és az országhatár között arra utal, hogy az új ellátóhely meglétéhez szükséges adaptáció az időszak végére nem zárult le.

Egy korábbi tanulmányunkban [2] a Nyíregyházi Jósa András Korház tercier ellátóhelyként való belépését vizsgáltuk hálózattudományból kölcsönvett módszertannal. Jelen tanulmányban ezt az irányt visszük tovább, a teljes egészségügyi rendszert, komplex rendszerként kezelve [3], próbáljuk megérteni mi befolyásolja az új ellátóhelyek létrejöttéhez való alkalmazkodást, hogyan jelenik meg az új ellátóhelyek hatása a teljes ellátási rendszerben.

Módszer

Adatok

A bemeneti adatok forrása az ÁEEK, az adatok 2003 április 30. és 2013 április 30. közötti időszakra vonatkoznak és 1,256,664 olyan beteg adata szerepel benne, amely iszkémiás szívbetegséggel kapcsolatos diagnosztikai eljárásan esett át.

Az egyes ellátási szinteket a következő beavatkozások alapján azonosítottuk:

- primer centrumok: terheléses EKG-k végzői
- szekunder centrumok: terheléses noninvazív képalkotó vizsgálatok végzői
- tercier centrumok: elektív invazív vizsgálatok végzői

A páciensek elsődlegesen a 136 különböző primer ellátó centrum valamelyikében lettek megvizsgálva.

Hálózatépítés

Az elemzésekhez az ellátóhelyekből hálózatot hoztunk létre, ahol a hálózat nódusai a különböző ellátóhelyek, az éleit pedig a betegutak határozzák meg. Ez egy irányított hálózat, ahol két nódus között több él létezése megengedett.

Az új tercier ellátóhelyek nem jelentenek a hálózaton belül új nódusokat, mivel mint szekunder és primer centrumok már szerepeltek a hálózatban. Az így keletkezett hálózat tartalmaz: **3,157 nódust** és **1,909,363 élet**.

Hálózatelemzés

A hálózatunkon mozgó-ablak analízis módszerrel vizsgáltuk a hálózat dinamikus változásait, egy 180 nap széles idő-ablakot 30 nap szélességű lépésekkel mozgattunk, 180 napnyi hospitalizációt vizsgáltunk az eseménysorok megalkotásánál ezért célszerű választás volt az időablakot is erre a méretre beállítani.

A mozgó ablakos módszerrel két hálózati paraméter változásait vizsgáltuk, egyrészt az átlag-fokszám időbeli változását, másrészt azt, hogy mi az átlag modulszám egy nódusra vetítve, vagyis egy nódus átlagosan hány modulhoz tartozik.

Eredmények

A korábbi munkánk során [2] az Észak-Keleti régióban megfigyelt ciklikusság, a teljes ellátási hálózatra megfigyelhető. Az éves maximuma az átlag fokszámnak tipikusan április környékén jelenik meg, a minimum fokszám pedig novemberben (1. Ábra).



1. Ábra Ellátóhelyek átlagos fokszám változása

Összegyűjtöttük az új terciális ellátóhelyek mikor jelentek meg terciális ellátóhelyként az ellátási rendszerben. A megjelenés évének azt vettük amikor először végeztek az adott ellátóhelyen terciális vizsgálatokat (1. Tábl.).

TERCIÁLIS ELLÁTÁS KEZDETE	KÓRHÁZ NÉV
2006	NYÍREGYHÁZA, JÓSA A. MKH.
2006	VAS MEGYEI MARKUSOVSKY KÓRHÁZ
2007	SZÉKESFEHÉRVÁR, SZT.GYÖRGY MKH
2007	VESZPRÉM, CSOLNOKI F.M.KH.RI.
2008	SZEKSZÁRD, M.KH.RI.
2008	M.ÖNK.KH.SZOTE.OKT.KH.KECKSEMÉ
2011	KISKUNFÉLEGYHÁZA, VKH.RI.
2012	KAPOSVÁR, KAPOSÍ MÓR OKTATÓ KH

1. Táblázat Új terciális ellátóhelyek megjelenésének éve

Az éves ciklikusságon túl egyéb trendek is megfigyelhetők az adatokból. Az átlagos foksám eloszlás egy általános csökkenő trended mutat, ellenben ez a trend megtörik tipikusan amikor a terciális ellátóhelyek megjelennek az ellátási hálózatban (1. Tábl., 2. Tábl.).

Jól látható, hogy a nagyobb populációt lefedő ellátóhely változások, amelyek a 2006-os, 2007-es években indultak el nagyobb különbséget hoztak létre az átlagos foksámváltozás éves dinamikájában.

Év	Minimum foksám	Maximum foksám	Különbség [%]
2003	25.56	26.87	5.12
2004	24.25	27.34	12.74
2005	21.15	26.08	23.30
2006	17.23	23.49	36.33
2007	16.01	22.51	40.59
2008	17.44	20.73	18.86
2009	16.59	19.82	19.46
2010	16.27	19.33	18.80
2011	16.41	18.79	14.50
2012	16.1	19.11	18.69

2. Táblázat Éves átlag foksám változás legkisebb és legnagyobb értéke, illetve ezek arányos különbsége

Következtetés

A hálózattudomány eszközöket adott komplex rendszerek megfigyelésére. Az egészségügy komplex rendszerként viselkedik, ezért tanulmányozható a komplex rendszerek tanulmányozására szolgáló módszerekkel [3].

A hálózatok robusztusságának vizsgálatára a hálózat foksám eloszlását és foksám változás dinamikáját szokták használni [4]. Ez a módszertan a mi esetünkben ez egészségügyi ellátórendszerből képzett hálózat esetében is eredményre vezetett.

A 2006-os és 2007-es évek nagyobb változásaira adott nagyobb hálózati válasz, amely a foksámváltozások alakulásából jól látható, nem illeszkedik az alapvető trendbe. Az átlagos foksám változás dinamikája azt mutatja, hogy a nagyobb mértékű populációt érintő változások lefolyása lassúbb.

Érdekes eredmény, hogy az őszi periódusban rendszeresen ciklikusan növekvő betegszámra az ellátórendszer egyfajta nagyobb szabadsággal, rugalmassággal reagál, azáltal, hogy a betegek átlagosan több ellátóhelyen veszik igénybe az ellátást.

A változások folyamatának tanulmányozása segítséget nyújthat a változtatás hatékonyságának mérésében, a további tervezett ellátóhelyek bevezetésénél pedig tervezhetőbbé teszi az adaptációs folyamatot, amelynek során a betegek és az orvosok alkalmazkodnak az új ellátóhely megjelenéséhez.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben bemutatott munkát a Széchenyi 2020 program EFOP-3.6.1-16-2016-00015 számú projektje támogatta.

Hivatkozások

- [1] Zsolt Vassy, István Vassányi, István Kósa. Changes in the spatial distribution of dominant IHD care providers over a 10 year period in Hungary, XXIX Neumann Kollokvium, 2016
- [2] Zsolt Vassy, István Vassányi, István Kósa. How new tertiary cardiac centers influence care provider network, XXX Neumann Kollokvium, Budapest 2017
- [3] CL, Magee. OL, de Weck, Complex System Classification, Cambridge 2004.
- [4] Albert R., Jeong H. and Barabási A.-L. Error and attack tolerance of complex networks. Nature 406, 378-382 (2000)

Ischaemiás stroke magyarországi túlélési adatainak vizsgálata

Surján György¹, Ferenci Tamás² Kováts Tamás¹, Nagy Zoltán³,
¹ÁEEK, surjan.gyorgy@gmail.com
² Óbudai Egyetem Élettani Szabályozások Kutató Központ
ferenci.tamas@nik.uni-obuda.hu
³ OKITI Módszertani Csoport

Összefoglaló: Dolgozatunkban azt vizsgáltuk, hogy javult-e az akut ischaemiás betegek túlélése 2006-2016 között, ha figyelembe vesszük, hogy ugyenebben az időszakban az általános túlélés is javult. Az általunk kidolgozott módszer kismértékű javulást mutat, azonban más módszerekkel összevetve az eredmények nem egyöntetűek.

Bevezető

Bár számos hazai és nemzetközi publikáció foglalkozik az ischaemiás akut stroke betegség epidemiológiájával, az általunk ismert közlemények nem adnak egyértelmű választ arra a kérdésre, hogy az elmúlt tíz-tizenöt évben javult-e a betegek túlélése Magyarországon [1-4]. A kérdés azért is jelentős, mert a vizsgált időszakban számos, részben kedvező, részben kedvezőtlen átszervezés érintette a hazai stroke ellátást. Jelen munkánk célja, hogy erre a kérdésre olyan statisztikai szempontból megbízható választ adjunk, amely mentes az időközben lezajlott demográfiai változások és az általános várható élettartam növekedés hatásától.

Módszer

Az ÁEEK pszeudonim betegforgalmi adatbázisából az akut stroke eseteket a következők kritériumok szerint válogattuk le: (i) agyi ischaemiás állapotra utaló BNO fődiagnózis, (ii) agyi CT vizsgálat a felvételt megelőző egy, illetve követő 7 napon belül, (iii) az adott betegnek nem volt a felvételt megelőző két évben ilyen esete. A halálozási adatokat ugyanennek az adatbázisnak a pszeudo-TAJ törzséből vettük. Összesen 1397540 esetet azonosítottunk, a megfigyelési időszakban ezek közül 184420-an haltak meg. Ezt követően többváltozós Cox regressziós modellben vizsgáltuk a nem, az életkor, és a betegség fellépésének éve által gyakorolt hatásokat a túlélésre. Problémát jelent azonban, hogy a vizsgált időszakban a várható élettartam nem elhanyagolható mértékben növekedett, illetve, hogy az ilyen típusú adatokra látványosan nem teljesül a Cox regresszió proporcionalitási feltétele: az egyes tényezők hatása a kockázatra időben nem állandó.

Megoldásként a Cox modellbe magyarázó változóként fölveltük a betegre neme és életkora szerint a stroke fellépésekor várható élettartamot. Mivel ez erősen függ az életkortól, ezért azt viszont külön változóként nem vettük figyelembe. A propocionalitási probléma megoldása érdekében a modellt 10, 30, 365 és 720 napos vágásokkal időszakaszokra bontottuk. Ennek külön előnye, hogy láthatóvá teszi, hogy a túlélést érintő változások a betegség mely szakában hogyan jelentkeznek. Végül eredményeinket összehasonlítottuk Pohar-Perme relatív túlélési módszerével

Eredmények

Az 1. táblázat mutatja a többváltozós Cox modellel kapott eredményünket, amelyben az életkort a várható élettartam (ex1) helyettesíti, és amelyben az évek 2006-hoz viszonyított kategóriaként szerepelnek. A hazárdhányados logaritmus 2007 és 2009 között pozitív (de csak 2007-ben szignifikáns $p < 0,05$ feltétel mellett), attól kezdve negatív, de csak 2013-ban, és 2015-2016-ban szignifikáns.

1. táblázat

coxph(formula=Surv(time, status)~ex1+factor(year)+gender)

	log HR	p
ex1	-0,10815	< 2e-16
factor(year)2007	0,02598	0,0061
factor(year)2008	0,006491	0,5076
factor(year)2009	0,00559	0,5664
factor(year)2010	-0,00921	0,3729
factor(year)2011	-0,01025	0,3207
factor(year)2012	-0,01167	0,2593
factor(year)2013	-0,03233	0,0033
factor(year)2014	-0,00283	0,8002
factor(year)2015	-0,02815	0,0163
factor(year)2016	-0,02818	0,026
gender2	0,021082	6,50E-06

A stratifikált modellel kapott eredményt a 2. táblázat mutatja. Itt azt látjuk, hogy a várható élettartam kockázati tényezője minden idősávban (tgroup) negatív, az év (year) tényező az utolsó idősáv (2 év fölött)

kivételével negatív és szignifikáns, az utolsó időszakban az év tényezője pozitív, de nem szignifikáns.

Pohar-Perme módszerrel kapott eredményünk

Amint azt a 3. táblázat mutatja, a Pohar-Perme módszerével [5] kapott eredmény eltér a saját módszerünkkel elért eredménytől: itt a stratifikáció után ugyanis a betegség föllépésének éve nem változtat szignifikáns mértékben a kockázaton.

Következtetés és diszkusszió

Az általunk választott módszer szerint az akut ischémias stroke túlélés akkor is javult a vizsgált időszakban, ha figyelembe vesszük a várható élettartam általános növekedését. Ez a javulás elsősorban az akut szakban (1-10, ill. 11-30 nap) mutatkozik. A relatív túlélés számítása azonban többféle módszerrel történhet, amelyek nem adnak minden esetben konzisztens eredményt.

2. táblázat

coxph(formula = Surv(time, status) ~ ex1:strata(tgroup) + year:strata(tgroup) + gender)

	log HR	p
gender2	0.021000	7.1e-06
ex1:strata(tgroup)tgroup=1	-0,09217	< 2e-16
ex1:strata(tgroup)tgroup=2	-0,12102	< 2e-16
ex1:strata(tgroup)tgroup=3	-0,11426	< 2e-16
ex1:strata(tgroup)tgroup=4	-0,10524	< 2e-16
ex1:strata(tgroup)tgroup=5	-0,10793	< 2e-16
strata(tgroup)tgroup=1:year	-0,02279	< 2e-16
strata(tgroup)tgroup=2:year	-0,00701	0,0022
strata(tgroup)tgroup=3:year	0,003991	0,0061
strata(tgroup)tgroup=4:year	-0,00589	0,0081
strata(tgroup)tgroup=5:year	0,001717	0,3186

3. táblázat
Pohar-Perme módszer

	log HR	p
sex:female	-0,426853	< 2e-16
age	-0,056295	< 2e-16
year:strata(tgroup)tgroup=1	0,006814	< 2e-16
year:strata(tgroup)tgroup=2	0,005972	2,50E-13
year:strata(tgroup)tgroup=3	0,004955	1,20E-09
year:strata(tgroup)tgroup=4	0,004144	3,70E-07
year:strata(tgroup)tgroup=5	0,003934	1,40E-06

Hivatkozások

- [1] Feigin, Valery L., et al. "Stroke epidemiology: a review of population-based studies of incidence, prevalence, and case-fatality in the late 20th century." *The Lancet Neurology* 2.1 (2003): 43-53.
- [2] Malmivaara, A., et al. "Comparing ischaemic stroke in six European countries. The Euro HOPE register study." *European journal of neurology* 22.2 (2015): 284-e26.
- [3] Bereczki, D., and A. Ajtay. "Neurology 2009: a survey of Hungarian neurology capacities, their utilization and of neurologists, based on 2009 institutional reports in Hungary." *Ideggyógyászati szemle* 64.5-6 (2011): 173-185.
- [4] Majláth, Zsófia, et al. "Neurology in Hungary: past, present, and future." *Neurology* 80.16 (2013): 1518-1520.
- [5] Pohar, Maja, and Janez Stare. "Relative survival analysis in R." *Computer methods and programs in biomedicine* 81.3 (2006): 272-278.

Az öregedés hatása az agykérgi terjedő depolarizáció spektrális és multifraktál-mintázatára

Makra Péter¹, Menyhárt Ákos², Bari Ferenc³ és Farkas Eszter⁴
Szegei Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar, Orvosi Fizikai
és Orvosi Informatikai Intézet, 6720, Szeged, Korányi fasor 9.

¹ makra.peter@med.u-szeged.hu

² menyhartakos89@gmail.com

³ bari.ferenc@med.u-szeged.hu

⁴ eszter.farkas.szeged@gmail.com

Összefoglaló: Az agykérgi terjedő depolarizáció (*cortical spreading depolarisation*, CSD) az ionok egyensúlyának tranziens, az agykéreg mentén tovahaladó zavara. Vizsgálatát elsősorban az indokolja, hogy fontos szerepet játszik agykérgi traumák – pl. stroke – során a másodlagos sérülések terjedésében és súlyosbodásában.

Vizsgálatunkban öreg és fiatal patkányok agykérgében kiváltott CSD során rögzített lokális mezőpotenciál (*local field potential*, LFP) elemzését végeztük el korfüggő sajátságok után kutatva. Fiziológiás körülmények, iszkémia és reperfúzió során kiváltott CSD-epizódokat hasonlítottunk össze. Az LFP-jeleken ablakozott Fourier-transzformáció és a trendlevonásos multifraktál-fluktuációanalízis egy ablakozott megvalósításának alkalmazásával követtük nyomon a CSD hatásait. A Fourier-spektrumokban frekvenciasávonkénti összegzéssel jutottunk az α , β , δ és θ tartományok időfüggő teljesítményéhez. A CSD-k mind az időfüggő spektrális profilokban, mind a multifraktál-spektrum szélességében tranziens esésként mutatkoztak meg. Ezeket a hosszukkal, a depresszió és a helyreállítás meredekségével, valamint az esés és az emelkedés mértékével jellemeztük.

Számos paraméter esetén gyöngülési–regenerációs mintázatot figyeltünk meg az iszkémiára és a reperfúzióra adott válaszként, amely az öreg állatokból hiányzott. E mintázattól való korfüggő eltérés kétféle formában jelentkezett: az emelkedés nem mutatott gyöngülést iszkémiás körülmények között öreg állatokban, míg a depresszió meredeksége a legtöbb frekvenciatartományban alacsony szinten maradt és nem regenerálódott ebben a korcsoportban.

Bár a multifraktál-spektrum szélessége megbízhatóan jelezte a CSD és az iszkémia bekövetkeztét, nem találtunk olyan aspektust, ahol a multifraktál-spektrum többletinformációt nyújtott volna a Fourier-spektrumhoz képest.

Bevezető

Az agykérgi terjedő depolarizáció (*cortical spreading depolarisation*, CSD) az agykéreg mentén tovaterjedő, önfenntartó depolarizációs hullám. Jelentőségét az utóbbi években az növelte meg, hogy bebizonyosodott róla, hogy agyi érkatasztrófa (stroke), szubarachnoideális vérzés vagy traumás agysérülés esetén hozzájárul a másodlagos sérülések terjedéséhez és súlyosbodásához [1].

A CSD nemcsak az ún. DC-potenciálban (amely a lokális mezőpotenciál – *local field potential*, LFP – aluláteresztő szűrésével kapott jel), hanem a teljes LFP-ben is tükröződik. A teljes LFP frekvenciatartományonkénti elemzése új információt adhat hozzá a CSD dinamikájának vizsgálatához [2].

A multifraktál-analízist egyre szélesebb körben használják a komplex rendszerek dinamikájának földerítésére [3].

E dolgozatunkban arra keressük a választ, hogyan befolyásolja az öregedés az LFP spektrális teljesítményének időbeli lefolyását CSD során az egyes frekvenciatartományokban (α , β , δ és θ). Spektrális vizsgálatainkat multifraktál-analízissel is kiegészítjük, hogy kiderítsük, ad-e többlet-információt a Fourier-transzformációt használó elemzéshez képest. A kutatás eredményei nemrég referált nemzetközi folyóiratban is megjelentek [4].

Módszerek

Kísérleti eljárás

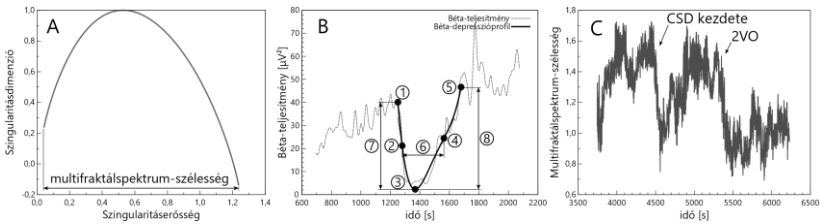
A vizsgálathoz egy korábbi kutatás [5] LFP-adatsorait használtuk föl. A kísérleti állatok izofluránnal altatott fiatal (2 hónapos, $n = 20$) és öreg (18–20 hónapos, $n = 18$) Sprague–Dawley patkányok voltak. A CSD-eket KCl topikális alkalmazásával váltottuk ki 15 perc időközönként, hármat fiziológias körülmények között, hármat a *carotis communis*ok kétoldali elhúzásával kiváltott iszkémiás állapotban, végül hármat az érelzárás feloldása után előálló reperfüzió során. Az LFP-t egy koponyaablakon keresztül egy üvegapilláris elektródával rögzítettük a nyak bőre alá helyezett referenciaelektrodához képest.

Jelföldolgozás

A jelföldolgozás minden lépését saját C# nyelvű rutinjainkkal végeztük .NET környezetben. A Fourier-transzformációhoz az FFTW (*The Fastest Fourier Transform in the West*) nevű C nyelvű könyvtárat alkalmaztuk.

A spektrális vizsgálatok kiindulópontja az LFP-adatsorok ablakozott Fourier-transzformáltja (*short-time Fourier transform, STFT*) volt. Az LFP-adatsoron egy 60 s szélességű Gauss-ablakot csúsztattunk végig 1 s léptetéssel, kiszámoltuk az STFT értékét, majd abból meghatároztuk az időfüggő teljesítménysűrűség-spektrumot. Ennek adott frekvenciatartományban való integrálásával megkaptuk a frekvenciatartomány időfüggő teljesítményét. Az összegzést négy frekvenciatartományra végeztük el: α : 8–13 Hz; β : 13–30 Hz; δ : 1–3 Hz; θ : 3–8 Hz.

A spektrális teljesítmények mellett trendlevonásos multifraktál-fluktuációanalízist (*multifractal detrended fluctuation analysis, MFDFA*) is végeztünk a [6, 7] hivatkozásokban lefektetett módszerekkel. A multifraktál-spektrum tulajdonságait a $\Delta\alpha$ multifraktálspektrum-szélességen keresztül vizsgáltuk (1A. ábra). A Fourier-spektrumhoz hasonlóan az MFDFA számítását is ablakozással valósítottuk meg, egy 60 s szélességű, 1 s-onként léptetett szakaszra számolva mindig a multifraktál-spektrumot.



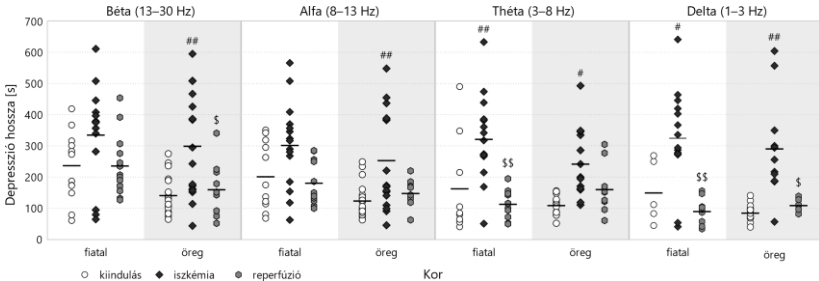
1. ábra. (A) Multifraktál-spektrum és szélessége. (B) Depresszióprofilok: 1–kiindulási érték, 2–depresszió meredeksége, 3–depressziós minimum, 4–visszatérés meredeksége, 5–visszatérési érték, 6–depresszió időtartama, 7–esés, 8–emelkedés. (C) CSD és carotisokklúzió (*two-vessel occlusion, 2VO*) jelei a multifraktálspektrum-szélességben

Az agykérgi terjedő depolarizációs események tranziens amplitúdó-esésként mutatkoztak minden tartomány spektrális teljesítményében és a multifraktál-spektrum szélességében is (1B. és 1C. ábra). Ezekre az árkokra negyedrendű polinomokat illesztve kaptuk azokat a depresszióprofilokat, amelyeknek az 1B. ábrán föltüntetett paramétereit számszerűsítettük. Ezeket standardizálás, azaz a depresszióprofil tartalmazó jelrészlet átlagának levonása és a jelrészlet szórásával való leosztás után határoztuk meg.

A statisztikai elemzést R segítségével hajtottuk végre. Adatainkat 6 alcsoportba osztottuk kor (*öreg* | *fiatal*) és kísérleti szakasz (*kiindulás* | *iszkémia* | *reperfúzió*) szerint, és kétszemponos varianciaanalízist végeztünk, a kísérleti csoportokat pedig Tukey-tesztel hasonlítottuk össze.

Eredmények

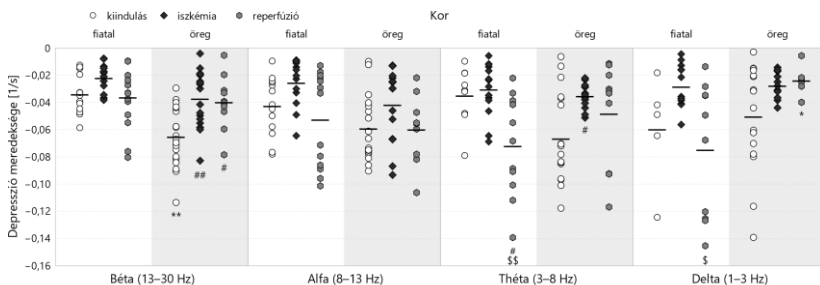
Az iszkémia minden frekvenciatartományban és mindkét korcsoportban megnyújtotta a depressziót (2. ábra). Összességében az öregekben a depresszió szignifikánsan rövidebb volt (*öreg*: $192,14 \pm 10,68$ s | *fiatal*: $246,63 \pm 12,31$ s, $p = 0,049$), ez a korfüggés azonban az egyes kísérleti szakaszok összehasonlításában nem volt kimutatható.



2. ábra. A depresszió hossza. Szignifikanciaszintek: #: $p < 0,5$, ##: $p < 0,01$ v megfelelő *kiindulás*; \$: $p < 0,5$, \$\$: $p < 0,01$ v megfelelő *iszkémia*

Ez az eredmény kiterjeszti egy korábbi tanulmányunkban [4] megfigyelteteket: ott a 30 hetes patkányokban csak δ és θ tartományban volt rövidebb a depresszió, mint a fiatalokban, míg itt a 72–80 hetes állatokban ez minden frekvenciatartományra kiterjedt. Az agyszövet aluláteresztő tulajdonságát [8] figyelembe véve az ott megfigyelt rövidebb depresszió az alacsony frekvenciájú tartományokban azt jelentheti, hogy az öreg állatokban a távolabbi területeken (amelyekből az alacsonyfrekvenciás részek eljutnak az elektródába, míg a magasfrekvenciások már nem) már megtörtént a regeneráció, azaz depresszió térbeli kiterjedése kisebb, míg az, hogy itt minden frekvenciatartományban rövidebb a depresszió öreg állatokban, arra utal, hogy a kor előrehaladtával a CSD térbeli kiterjedése tovább szűkül, és már a magasfrekvenciás tartományokban is észlelhető, mert kisebb, mint a magasfrekvenciás jelek hatótávolsága.

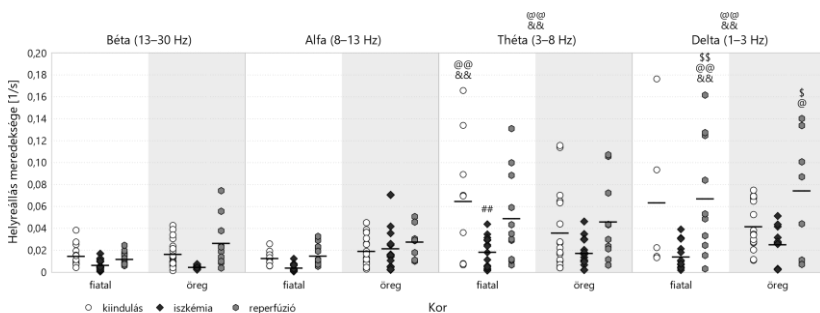
Ahogy a 3. ábrán látható, az öreg egyedekben általánosságban nagyobb a depresszió meredeksége. A fiatal állatokban a kísérleti szakaszok szerint gyöngülési–regenerációs mintázatot figyelhetünk meg (az iszkémia abszolút értékben lecsökkenti a depresszió meredekségét, míg a meredekség a reperfüzió során helyreáll), míg az öreg állatokban az α tartomány kivételével a regeneráció nem valósul meg. Ez a gyöngülési–regenerációs mintázat a helyreállítás meredekségében is megmutatkozik, itt azonban kortól függetlenül megmarad (4. ábra).



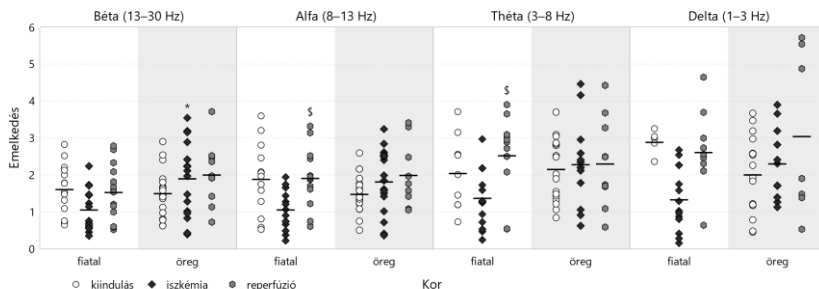
3. ábra. A depresszió meredeksége. Szignifikanciaszintek: *: $p < 0,5$, **: $p < 0,01$ v megfelelő fiatal; #: $p < 0,5$, ##: $p < 0,01$ v megfelelő kiindulás; \$: $p < 0,5$, \$\$: $p < 0,01$ v megfelelő iszkémia

A gyöngülési–regenerációs mintázatnak egy másfajta korfüggő módosulását tapasztaljuk az emelkedés mértékében (5. ábra). Itt az öreg állapotokban – a fiatalokkal ellentétben – nem következik be gyöngülés.

Tudomásunk szerint mi alkalmaztunk először multifraktál-analízist a CSD vizsgálatára (a korábbi kutatások – [9, 10] – monofraktális elemzések voltak). Eredményeink azt mutatták, hogy bár a multifraktál-spektrum szélessége megbízhatóan jelzi az olyan traumák, mint a CSD és a carotisokklúzió bekövetkeztét (lásd 1C. ábra), ez a paraméter nem mutat értelmezhető függést az életkortól vagy a kísérleti fázistól, és nem találtunk olyan esetet, ahol többletinformációt nyújtott volna a Fourier-spektrumhoz képest.



4. ábra. A helyreállítás meredeksége. Szignifikanciaszintek: #: $p < 0,5$, ##: $p < 0,01$ v megfelelő kiindulás; \$: $p < 0,5$, \$\$: $p < 0,01$ v megfelelő iszkémia; @: $p < 0,5$, @@: $p < 0,01$ v megfelelő béta; &&: $p < 0,01$ v megfelelő alfa



5. ábra. Az emelkedés. Szignifikanciaszintek: *: $p < 0,5$ v megfelelő fiatal; \$: $p < 0,5$ v megfelelő iszkémia

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az OTKA-NKFIH K111923 és K120358, a GINOP 1.3.2-15-2016-00048 és EFOP 3.6.1-16- 2016-00008 számú pályázatainak támogatásával valósult meg.

Hivatkozások

- [1] Hartings, J. A., Wilson, J. A., Hinzman, J. M., Pollandt, S., Dreier, J. P., DiNapoli, V., et al. (2014). Spreading depression in continuous electroencephalography of brain trauma. *Annals of Neurology*, **76**, 681–694
- [2] Hertelendy, P., Menyhárt, Á., Makra, P., Süle, Z., Kiss, T., Tóth, G., et al. (2016). Advancing age and ischemia elevate the electric threshold to elicit spreading depolarization in the cerebral cortex of young adult rats. *J. Cereb. Blood Flow Metab.* **37**, 1763–1775.
- [3] Lopes, R. and Betrouni, N. (2009). Fractal and multifractal analysis: a review. *Med. Image Anal.* **13**, 634–649.
- [4] Makra, P., Menyhárt, Á., Bari, F. and Farkas, E. (2018). Spectral and multifractal signature of cortical spreading depolarisation in aged rats. *Front. Physiol.* **9**: 1512
- [5] Menyhárt, Á., Zölei-Szénási, D., Puskás, T., Makra, P., Orsolya, M. T., Szepes, B. É., et al. (2017). Spreading depolarization remarkably exacerbates ischemia-induced tissue acidosis in the young and aged rat brain. *Scientific Reports*, **7** (1).
- [6] Kantelhardt, J. W., Zschiegner, S. A., Koscielny-Bunde, E., Havlin, S., Bunde, A., and Stanley, H. E. (2002). Multifractal detrended fluctuation analysis of nonstationary time series. *Physica A* **316**, 87–114.
- [7] Ihlen, E. A. F. (2012). Introduction to multifractal detrended fluctuation analysis in Matlab. *Front. Physiol.* **3**: 141.
- [8] Buzsáki, G., Anastassiou, C. A., and Koch, C. (2012). The origin of extracellular fields and currents — EEG, ECoG, LFP and spikes. *Nat. Rev. Neurosci.* **13**, 407–420.
- [9] Santos, W., Barbosa, C., Guedes, R., Moraes, R., and Nogueira, R. (2014). Memory in the cortical spreading depression phenomenon in well-nourished and malnourished rats. *Epilepsy Behav.* **38**: 210.
- [10] do Nascimento, R. S., de Araújo, L. H. G., Moraes, R. B., Barbosa, C. T., Guedes, R. C., Nogueira, R. A., et al. (2010). Analysis of signal fluctuations of cortical spreading depression: preliminary findings. *Physi. Statist. Mech. Appl.* **389**, 1869–1873.

A magyar közsférabeli weboldalak használhatóságának, akadálymentesítésének és biztonságának vizsgálata

Csontos Balázs¹, Heckl István²

¹Pannon Egyetem, Rendszer- és Számítástudományi Tanszék,

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

¹8200 Veszprém Egyetem utca 10.

Összefoglaló: A közszolgáltatók weboldalainak akadálymentességét számos jogszabály kimondja. Többek között a 2016. december 22-én az Európai Parlament által hatályba léptetett, „a közsférabeli szervezetek weboldalainak és mobilalkalmazásainak akadálymentesítéséről” szóló direktíva. Ez előírja, hogy a hazai jogszabályi környezetbe történő átültetéstől számított egy év múlva minden új közsférabeli weboldalnak akadálymentesnek kell lennie, valamint a régi weboldaloknak két éven belül akadálymentesnek kell lenniük. A kutatásaink során különböző analitikai eszközök összehasonlításával került kidolgozásra egy vizsgálati módszer, amely segítségével elemeztük, hogy a magyar közsférabeli weboldalak mennyire teljesítik az direktívában megfogalmazott előírásokat, valamint, hogy mennyire tesznek eleget az elvárt használhatósági és biztonsági iránymutatásoknak. A kapott eredmények azt mutatják, hogy a vizsgált magyar közsférabeli szervezetek weboldalak közül szinte egy se teljesíti a direktívában megfogalmazott előírásokat. Javítási ajánlásokat fogalmaztunk meg a problémák kiküszöbölésének érdekében.

Bevezető

Napjainkban az internet egyik alapvető módja az információk és szolgáltatások eléréséhez. Az emberek itt kommunikálnak, itt informálódnak a világ eseményeiről, és ez a folyamatos online jelenlét azt eredményezte, hogy a magánszektor után egyre több kormányzati szolgáltatás vált elérhetővé a világhálón.

A használhatóság a weboldalak egyik legfontosabb követelménye, amely fontos szerepet tölt be a közsférabeli weboldalak esetében is. Ez a mutató azt jeleníti meg, hogy a felhasználók mennyire egyszerűen és hatékonyan tudják használni az adott weboldalt, hogy elérhessék a kívánt szolgáltatást. Ha egy weboldal túl lassú, vagy túl bonyolult a kezelése, akkor az növeli a felhasználói elégedetlenséget, és az elkattintás kockázatát.

Másik nagyon fontos követelmény a közsférabeli weboldalak akadálymentesítése, amely lehetővé teszi mindenki számára, beleértve a fogyatékkal élőket is, hogy észleljék, megértsék és interakcióba léphessenek a weboldalakkal és az azokon lévő szolgáltatásokkal. Ennek eredményeként a közsférabeli szervezetek weboldalainak és mobilalkalmazásainak akadálymentesítéséről szóló Európai Uniósi direktíva arra kötelezi a közsférabeli szervezeteket, hogy weboldalaik megfeleljenek a WCAG 2.0 (AA-szintű) szabványnak, ezzel segítve azt, hogy a fogyatékkal élő emberek jobb hozzáférést kapjanak a közszolgáltatást biztosító weboldalakhoz és mobil alkalmazásokhoz [1, 2, 3].

Az utolsó vizsgált követelmény a biztonság, amely megléte kulcsfontosságú a közsférabeli weboldalak számára, hiszen az egyes szolgáltatások eléréshez a felhasználóknak érzékeny adatokat kell megadniuk. A webes tartalomkezelő rendszerek korában kiemelten fontos, hogy a kommunikáció titkosított csatornán keresztül történjen, valamint, hogy a weboldalon használt rendszer naprakész legyen, és az csak megbízható forrásból származó naprakész kiegészítőket tartalmazzon. Ha ezek az alapvető biztonsági lépések elmaradnak, akkor az nagyban megnöveli az SQL injektálás és az oldalon-keresztüli kérés-hamisítás-alapú támadásokat, amelyek jelentős adatvesztést eredményezhetnek.

Módszer

A kutatás során felmérésre kerültek olyan online eszközök, amelyek segítségével vizsgálni lehet egy weboldal, használhatósági, akadálymentesítési és biztonsági megfelelőségét. A számos vizsgált eszköz közül kiválasztottuk azokat, amelyek legsokoldalúbb méréseket tették lehetővé. Ezekkel az eszközökkel 25 közsférabeli weboldal (23 megyei jogú város és Budapest önkormányzati oldala, valamint a magyar kormányzati portál) teljes vizsgálatát végeztük el, és az eredményeket különböző szempontok alapján osztályoztuk.

Napjainkig számos módszert és eszközt fejlesztettek ki a weboldalak használhatóságának mérésére. Jelen kutatásban a GTmetrix nevű online analízáló eszköz került felhasználásra, amely különböző webes analitikák (pl. Google PageSpeed, Yahoo YSlow), valamint a használhatóságot is befolyásoló paraméterek (pl. betöltési idő, oldal teljes mérete, kérések száma) alapján osztályozza a vizsgált weboldalakat [4]. A PageSpeed és az YSlow megfelelősége egy A-tól F-ig terjedő skálán jelenik meg, amelyek értékelése az adott analitikához tartozó szabály megfelelőségének osztályozása alapján történik. A GTmetrix egy-egy ellenőrzést követően

százalékos formában jeleníti meg, hogy az ellenőrzött weboldal a vizsgált analitikai szabályzatát milyen százalékban teljesíti, valamint ezeket összeveti az utolsó 30 napon vizsgált weboldalak átlag értékeivel.

Egy weboldal akadálymentesítésének ellenőrzéséhez számos eszköz található, ezek közül az egyik legsokoldalúbb az Utah State egyetem Center for Persons with Disabilities központjában kifejlesztett WAVE weboldal ellenőrző [5]. Az eszköz nagy előnye, hogy az ellenőrzött weboldalon grafikus formában jelöli azokat a weblap elemeket, amelyek nem felelnek meg az akadálymentesítési előírásoknak. Ezeket a problémákat különböző kategóriákba csoportosítja, majd a hibára történő kattintás után megjeleníti, hogy az adott elem melyik szabály ellen vétett, végül egy általános tippet ad az esetleges megoldásra. A kutatás során mind a 25 közszolgálati weboldal esetében elvégeztük a teljes WCAG 2.0 AA szintű ellenőrzést, amelyek eredményeit hibákra és figyelmeztetésekre bontva rendszereztük.

Az interneten viszonylag sok weboldal biztonságot ellenőrző szoftvert található. Az egyik legérdekesebb a Sucuri ellenőrző, amely meglátásunk szerint kellő részletességben tudja lekérni az ellenőrizendő kiszolgáló és weboldal adatait, amelyek alapján segít eldönteni, hogy az adott weboldal jelent-e biztonsági kockázatot vagy sem [6].

Eredmények

A használhatósági vizsgálat első szakaszában a PageSpeed eredményeket elemeztük ki. Az 1. táblázatban leolvasható, hogy csak egy weboldalnak sikerült elérnie a legmagasabb osztályzatot, majd az öt követő három átlagon felüli szintet, az utána lévő 3 weboldal pedig átlagos eredményt ért el. A weboldalak több mint fele a legrosszabb megfelelésségi szintet érte el.

1. sz. táblázat

PageSpeed érték (A-F)	Weboldalak száma
A (90-100%)	1
B (80-89%)	3
C (70-79%)	3
D (60-69%)	1
E (50-59%)	3
F (0-49%)	14

A vizsgált weblapok húsz különböző PageSpeed analitikai szabály teljesítését részben, vagy egészben hagyták figyelmen kívül. Ezek közül az öt leggyakoribb hiba, hogy szinte egy weboldalnál sincsenek a képek optimalizálva, valamint nem használják a multimédiás tartalmak gyorsítótárazásához a látogató böngészőjét. A weboldalak közel fele nem

optimalizálja a képeit mobil böngészőkre, nem használja a weboldal betöltésének gyorsításához a GZip tömörítést, valamint nem késlelteti a JavaScriptek betöltését.

A kutatás következő szakaszában a YSlow analízis eredményeit elemeztük ki. A 2. táblázatban látható, hogy egyetlen egy weboldalnak sem sikerült elérnie a legmagasabb osztályzatot. Az öt követő hat weboldal átlagon felüli értékelést ért el, még a többség átlag alatt helyezkedik el.

2. sz. táblázat

YSlow érték (A-F)	Weboldalak száma
A (90-100%)	0
B (80-89%)	1
C (70-79%)	5
D (60-69%)	10
E (50-59%)	7
F (0-49%)	2

A vizsgált huszonöt weblap tíz különböző YSlow analitikai szabály teljesítését részben, vagy egészben hagyta figyelmen kívül, ezek közül az öt leggyakoribb hiba, amely a weboldak mindegyikét érinti, hogy nem használnak a multimédiás tartalmak tárolására tartalomszolgáltató hálózatokat. Majdnem minden weboldalnál csak egy doménról történik a statikus tartalmak kiszolgálása, valamint hiányzik a gyorsítótárazott tartalmak elévülési ideje.

A weblapok több, mint felénél túlságosan gyakoriak a HTTP-lekérések, valamint az elavult kiszolgálókon nem automatikus a gyorsítótárazást elősegítő entitás címkék (ETags) konfigurációja.

A következő analízisben a weboldalak teljes betöltési idejét vizsgáltuk meg. Az eredmények alapján elmondható, hogy a weblapok több mint fele 6 másodpercnél kevesebb idő alatt tölt be. Négy weboldal átlagos 6 és 8,9 másodperc betöltési idővel rendelkezik, míg a maradék három weboldal teljes betöltésére pedig 9 másodpercnél hosszabb időt kell várnia az oldalakat böngésző felhasználóknak.

A használhatósági vizsgálat következő szakaszában a weboldalak teljes méretét vizsgáltuk meg. Az eredmények alapján elmondható, hogy a weblapok közel fele 3 MB-nál kisebb mérettel rendelkezik. Három weboldal átlagos 3 és 3,9 MB közti mérettel rendelkezik, míg a maradék tizenkét weboldal esetében a felhasználóknak 4 MB-nál nagyobb méretű weboldalakkal találkozhatnak.

Az utolsó szakaszban a weboldalakon történő HTTP-kérések számát vizsgáltuk meg. Az eredmények alapján elmondható, hogy a weboldalak

közel fele 80-nál kevesebb HTTP-kéréssel rendelkezik. Az ezt követő tíz weboldal átlagosan 80 és 119 kérés számmal rendelkezik, még a maradék hét weboldal esetén több mint 120 HTTP-kérés kiszolgálását kell kivárniuk az önkormányzati oldalak böngészése közben.

Az akadálymentesítési vizsgálat első szakaszában a direktívában előírt WCAG 2.0 AA szintű megfelelést elemeztük ki. A 3. táblázatban látható, hogy az összes közszférabeli weboldal tartalmaz bizonyos szintű hibás elemet.

3. sz. táblázat

WCAG 2.0 AA hibaszám	Weboldalak száma
Hibamentes (0 db)	0
Kevés hiba (1-29 db)	16
Mérsékelt sok hiba (30-59 db)	5
Sok hiba (60-89 db)	3
Nagyon sok hiba (90 db felett)	1

A WAVE segítségével kinyert eredményekből megállapítottuk, hogy a weboldalak több mint fele viszonylag kevés hibával rendelkezik, azonban 8 weboldal 30-nál is több hibás elemet tartalmazott. A vizsgálat során kiderült, hogy gyakorlatilag majdnem, az összes weboldal tartalmazott üres hivatkozásokat, valamint a weboldalak fele rendelkezett olyan képpel, amely nem kapott képleírást, olyan űrlap elemmel, amely nem kapott elemleírást, valamint olyan gombbal, amely nem tartalmazott gombleírást.

A 4. táblázatban a WAVE ellenőrzés eredményeként kapott figyelmeztetés számok láthatók. Az eredményekből kiolvasható, hogy a weboldalak közel egésze viszonylag kevés figyelmeztetéssel rendelkezik, azonban 6 weboldal 30-nál is több hibás elemet tartalmazott

4. sz. táblázat

WCAG 2.0 AA figyelmeztetés szám	Weboldalak száma
Hibamentes (0 db)	0
Kevés hiba (1-29 db)	19
Mérsékelt sok hiba (30-59 db)	1
Sok hiba (60-89 db)	3
Nagyon sok hiba (90 db felett)	2

A kinyert eredmények segítségével megállapítottuk, hogy az weboldalak több mint fele viszonylag kevés figyelmeztetéssel rendelkezik, azonban 6 weboldal 30-nál is több hibás elemet tartalmazott. A vizsgálat során kiderült, hogy majdnem az összes weboldal tartalmazott olyan hivatkozást, amelyre egy szomszédos elem is mutatott, valamint a weboldalak kicsivel kevesebb, mint a fele figyelmen kívül hagyta a fejléc formázásokat.

A biztonsági vizsgálat eredményeként megállapításra került, hogy azon weboldalakon, ahol lekérhető a használt webservert verziószáma, vagy a webhelymotor verziószáma, vagy a programozási nyelv verziószáma, ott minden esetben olyan kiadások voltak használatban, amelyek valamilyen nyilvános biztonsági rést tartalmaznak. A vizsgált 25 weboldalból 23-nak le lehetett kérdezni a használt webservert típusát, ebből 13-nak pedig a pontos verziószámát, amelyek egyike sem volt naprakész. A vizsgálat utolsó szakaszában az SSL titkosítás használata került feltérképezésre, amelyből kiderült, hogy a weboldalak közül csak 10 biztosít biztonságos kapcsolatot.

Összefoglalás

A kutatás során felmérésre kerültek olyan online eszközök, amelyek segítségével hatékonyan tudtuk vizsgálni az egyes közsférabeli weboldalak, használhatósági, akadálymentesítési és biztonsági megfelelésségét. A kiválasztott eszközök használatával, valamint egyes attribútumok kézi úton történő analizisével 25 magyarországi közsférabeli weboldal teljes vizsgálatát végeztük el. Következő lépésben a kapott eredményeket rendszereztük, majd különböző szempontok alapján elkészítettük a hibák osztályozásait [7]. Ebben a cikkben az eredményeknek csak töredékét tudtuk ismertetni a kötött oldalszám miatt. A kutatás utolsó szakaszában javítási javaslatokat készítettünk, hogy segítsük a közsférabeli weboldalak használhatóságának, akadálymentesítésének és biztonságának nagyobb megfelelésségét.

Köszönetnyilvánítás

Köszönet az EFOP-3.6.1-16-2016-00015 projekt anyagi támogatásáért.

Hivatkozások

- [1] Az Európa Parlament És A Tanács (EU) 2016/2102 irányelve a közsférabeli szervezetek honlapjainak és mobilalkalmazásainak akadálymentesítéséről <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/HU/TXT/HTML/?uri=CELEX:32016L2102&from=EN> (2018. 11. 06.)
- [2] A WCAG 2.0 értelmezése <http://www.w3c.hu/forditasok/UNDERSTANDING-WCAG20/complete.html> (2018. 11. 06.)
- [3] Accessible ICT Procurement Toolkit (WCAG 2.0 conformance requirements) <http://mandate376.standards.eu/standard/technical-requirements/wcag-20-conformance-requirements> (2018. 11. 06.)
- [4] GTmetrix <https://gtmetrix.com> (2018. 11. 06.)
- [5] WAVE <http://wave.webaim.org> (2018. 11. 06.)
- [6] Sucuri <https://sitecheck.sucuri.net> (2018. 11. 06.)
- [7] Csontos B., Heckl I. A magyar közsférabeli weboldalak használhatósági, akadálymentesítési és biztonsági vizsgálatának eredménye 2018 <https://dcs.uni-pannon.hu/files/docs/magyarorszag-i-weboldalak-vizsgalata-2018.xlsx> (2018. 11. 06.)

Magyarországi egészségüggyel foglalkozó weblapok akadálymentességi tesztelése

Sikné Lányi Cecília

Pannon Egyetem, VIRT, lanyi@almos.uni-pannon.hu
8200 Veszprém Egyetem u. 10.

Összefoglaló: Magyarországi egészségüggyel foglalkozó weblapokat vizsgáltunk akadálymentességi szempontból. Az automatikus tesztelést kiegészítettük szakértői teszteléssel is. A jelen publikáció a tesztelések menetét és eredményét mutatja be.

Bevezető

Az életünket nem tudjuk már elképzelni Internet nélkül. Egyre több idős ember is rendszeresen internetezik naponta. Ők is egyre gyakrabban keresnek információt a betegségeikkel kapcsolatban a világhálón. De felmerül a kérdés, hogy meg tudják-e találni a szükséges információt könnyen, akadálymentesen.

Az akadálymentes webfejlesztés körében végzett korábbi kutatásainkra [1] támaszkodva 19 egészségüggyel foglalkozó magyarországi weblapot vizsgáltunk akadálymentességi szempontok alapján. A weblapokat a legnagyobb találati arány és népszerűség alapján választottuk két kategóriában: amelyek betegségekkel, terápiákkal foglalkoznak, fórumok; illetve amelyeken rendelőket, gyógyászati segédeszközöket, online gyógyszerárakat lehet találni.

Jelen cikk keretei között, betekintést nyújtunk az akadálymentes webfejlesztés kérdéskörébe. Ismertetjük a vizsgálat során használt automatikus tesztelőket: AChecker [2], Nibbler [3], SEE app. [4] és a humán tesztelés lépéseit, a tesztelés kiértékelését. Elemezzük a tipikusan és leggyakrabban előforduló hibákat.

Módszer

A vizsgálandó egészségügyi témával foglalkozó weblapokat a kulcsszavak alapján kerestük: „egészségügy”, „betegség”, „gyógyászat”, „gyógyászati segédeszközök” stb. Ezek alapján olyan weblapokat választottunk, amik egyrészt fórumok, ahol a betegek kérdéseire érkezik válasz, illetve egy-egy betegséggel és azok kezelésével kapcsolatos információ érhető el, másrészt orvosi rendelők és gyógyászati segédeszközökkel foglalkozó weblapok, valamint online gyógyszerárak.

Azokat választottuk ki, amelyek a Google találati listájában az első helyeken álltak. Így összesen 19 weblapot vizsgáltunk. A vizsgálat 2018 májustól júliusig tartott.

Mit jelent az akadálymentesség weblapok esetében?

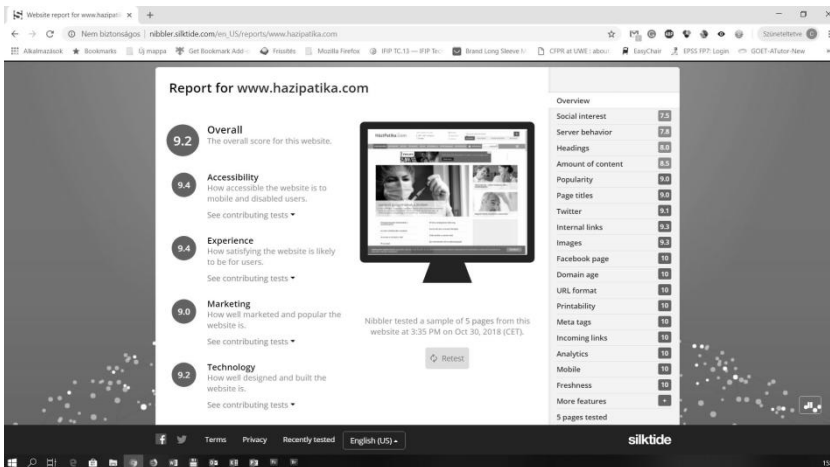
Az informatikai akadálymentesítés követelményeinek legfőbb szabályozása, az esélyegyenlőségi törvény és alkalmaztatása mellett, a World Wide Web Consortium (W3C) konzorcium keretében történik, a Web Accessibility Initiative (WAI) és a Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) munkacsoportokban. A 2.0-s Web Akadálymentesítési Útmutató - Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0 [5, 6] egy nemzetközi szakmai szabályozás, amely fejezeteket tartalmaz a fejlesztők számára. Az ajánlások generikusak, a kiértékelésük fejlesztés utáni. [7]

A felhasznált teszt szoftverek

Az AChecker [2] webes akadálymentességet értékelő eszköz, melynek segítségével a webes tartalomfejlesztők és a webes alkalmazások fejlesztői ingyenesen tesztelhetik, hogy webes tartalmuk elérhető, akadálymentes legyen. Interaktív, nemzetközi, testreszabható, webtartalom-ellenőrző. Lehetővé teszi a felhasználók számára, hogy saját iránymutatásokat készítsenek, és készítsenek saját akadálymentességi ellenőrzéseket. Az 1. Ábr. az AChecker által legjobbnak ítélt weblap tesztelés utáni képernyő képe.



1. sz. ábra: AChecker tesztelő



2. sz. ábra: Nibbler tesztelő

A Nibbler [3] egy ingyenes eszköz annak tesztelésére, hogy milyen jó a webhely, több szempontot is ellenőriz, nemcsak az akadálymentességet. Ellenőrzi az elérhetőséget, akadálymentességet, a keresőoptimalizálást, a közösségi médiát, a megfelelőséget és így tovább. A 2. Ábr. a Nibbler legjobbnak ítélt weblap tesztelési eredményét mutatja.

A szakértői tesztelés kérdőíve

Az automatikus teszt applikációkkal való vizsgálat után szakértői tesztelést végeztünk. Az 1. Tábl. tartalmaza a tesztelés kérdőívét.

1. sz. táblázat: A humán mérés kérdőíve

Kérdések	Megjegyzés	Válasz
1. Vakbarát verzió van-e (igen/nem)	Külön oldal készítése hibás szemléletet tükröz	
2. Linkek szövege önmagukban állva is érthetőek-e (igen/nem)	Nem érthető például: "kattints ide", "itt"	
2.1 Linkek szövege, amelyek nem érthetőek önmagukban állva	Amennyiben az előző kérdésre igennel válaszolt, ebbe a sorba írja be ezeknek a linkeknek a szövegét!	
3. Szintévesztők esetében veszik-e el információ (igen/nem)	Google Chrome SEE bővítményével ellenőrizhető	
3.1 Protanomaly	Amennyiben az előző kérdésre igennel válaszolt, ebben a 4 sorban jelezze, mely szintévesztés esetén észlelt információvesztést!	
3.2 Deuteranomaly		
3.3 Tritanomaly		
3.4 Achromatopsy		

Kérdések	Megjegyzés	Válasz
4. CAPTCHA van-e valahol a weboldalon (igen/nem)	Ennél az egy kérdésnél az egész weboldalt nézze át, ne csak a főoldalt!	
4.1 Ha van CAPTCHA, meghallgatható-e (igen/nem)		
5. Billentyűzettel minden elérhető (igen/nem)	TAB billentyűvel végig tud-e lépkedni az összes menüponton; be tud-e lépni az összes almenüpontba; minden funkciót elér-e a főoldalon?	
5.1 Nem elérhető funkciók	Amennyiben az előző kérdésre nemmel válaszolt, ebbe a sorba írja be, mi nem volt elérhető billentyűzetről!	
6. Angol nyelvű honlap van-e (igen/nem)		
7. Responsive-e a weboldal? (igen/nem)		

Eredmények

A tesztelések eredményeként sajnálatosan állapítható meg, hogy a törvényi előírások ellenére még mindig nem mondható akadálymentesnek még az egészségüggyel foglalkozó weblapok sem.

Az AChecker eredményeként a 19 vizsgált weblapon átlagosan 824 hibát talált a tesztelő, melyből 53 jól ismert, 770 pedig potenciális hiba. A 2. Tábl. mutatja az AChecker által megállapított 5 legtipikusabb hibák átlagát.

2. sz. táblázat: Az AChecker által megállapított legrosszabb átlag hibaszám

WCAG irányelvek	Sikerfeltételek	Átlag hibaszám
1.1.1 Nem szöveges tartalom: (A felhasználóknak nyújtott minden nem szöveges tartalom rendelkezik egyenértékű szövegalternatíva megjelenítéssel.)	(Level A)	19
1.3.1 Információ és Relációk/Összefüggések: A megjelenítésen közvetített információ, a szerkezet és ezek relációi algoritmikusan meghatározhatóak, vagy szöveges formátumban elérhetők legyenek.	(Level A)	6,15
1.4.4 Szöveg átméretezés: A feliratok és a képként reprezentált szöveg kivételével, a szöveg a tartalom, vagy a funkcionalitás elvesztése nélkül 200 százalékig átméretezhető kiegészítő technológia alkalmazása nélkül.	(Level AA)	6,05
1.4.6 Kontraszt (Kiemelés): A szöveg és a képként reprezentált szöveg vizuális megjelenítése esetében a kontraszt arány minimum 7:1.	(Level AAA)	8,1
2.1.1 Billentyűzet: A tartalom összes funkcionalitása működtethető a billentyűzeten keresztül, anélkül, hogy specifikus időzítést igényelne az egyedi billentyűleütésekhez.	(Level A)	6,36

A Nibbler által megállapított pontszámokat is összegeztük és átlagoltuk. A 3. Tábl. mutatja a Nibbler által adott pontszámok átlagát.

3. sz. táblázat: A Nibbler tesztelő értékeinek átlaga

Overall		7,47	
Accessibility	8,47	Headings	7,84
		Internal links	8,11
		Mobile	8,14
		Page titles	9,88
		URL format	8,42
Experience	6,95	Amount of content	8,61
		Facebook page	5,25
		Freshness	9,12
		Images	9,18
		Internal links	8,29
		Mobile	8,11
		Popularity	6,51
		Printability	4,11
		Server behavior	7,24
		Twitter	1,56
Marketing	7,49	URL format	8,42
		Amount of content	8,61
		Analytics	10,00
		Facebook page	5,27
		Freshness	9,13
		Headings	7,77
		Incoming links	9,30
		Internal links	8,29
		Meta tags	8,02
		Page titles	9,88
		Popularity	6,51
		Social interest	5,49
		Twitter	1,56
Technology	7,55	Amount of content	8,61
		Headings	7,77
		Images	9,18
		Internal links	8,29
		Meta tags	7,31
		Mobile	8,10
		Printability	4,11
		Server behavior	7,24
URL format	8,42		

A szakértői tesztelések alapján megállapítható, hogy sehol nem volt külön vakbarát oldal, ami különösen jónak mondható, ugyanis a vakbarát oldalakat ritkán aktualizálják. A weblapok felénél a „Linkek szövege

önmagukban állva is érthetőek” voltak, ami helytelen tervezésnek számít. Google Chrome SEE bővítményével való vizsgálat nem mutatott információ vesztést. Ahol volt CAPTCHA, csak 2 esetben nem volt meghallgatható. A weblapok 60%-ában sajnos billentyűzettel nem lehetett navigálni, nem volt minden elérhető a TAB billentyűvel. Egyetlen weblapnak sem volt angol nyelvű verziója, bár ez nem feltétele az akadálymentességnek, viszont az összes weblap reszponzív volt.

Következtetések

Akadálymentességi vizsgálatunk szerint még azon weblapok sem akadálymentesek, ahol különösen elvárt lenne, hiszen egyre több idős ember használja a világhálót és szeretne az egészségével, betegségével kapcsolatos információkat keresni. Az AChecker automatikus tesztelővel való vizsgálat eredménye ugyanazt az eredményt adta, mint a közel 10 évvel ezelőtti kutatásunk, hogy még mindig nem adnak a webfejlesztők alternatív szöveget a nem szöveges (képi) információhoz. A linkek nem megfelelőek és nem lehet csak billentyűzettel navigálva minden információt elérni. A Nibbler tesztelő Accessibility vizsgálata alapján a legrosszabb értékelésre 5,7 pontot; a legjobb értékelésre 9,6 pontot adott. A 19 weblap Accessibility értékelésnek átlaga 8,47-nek adódott. A szakértői tesztelésnél is számos hibát derítettünk fel.

Mivel a tesztelések a WCAG 2.0 [6] szabványon alapultak, melynek újabb verziója a WCAG [8] 2018. június 5-én jelent meg és még nincs hatékony szabadon használható tesztelő hozzá, ezért újabb vizsgálatok szükségesek.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben bemutatott munkát részben a Széchenyi 2020 program EFOP-3.6.1-16-2016-00015 számú projektje támogatta. Külön hálás köszönet a tesztelésben résztvevőknek.

Hivatkozások

- [1] N. Czank, A. Sik, A., C. Sik Lányi. “Testing the Accessibility of WEB Sites.” International Journal of Knowledge and Web Intelligence, 2(1), pp: 87-98, 2011
- [2] AChecker: <https://achecker.ca/checker/index.php>
- [3] Nibbler: <http://nibbler.silktide.com/>
- [4] SEE: <https://chrome.google.com/webstore/detail/see/dkihcccbkkakbpikmpnbamkgbjfdcn>
- [5] W3C „Introduction to Web Accessibility” <https://www.w3.org/WAI/intro/accessibility.php>
- [6] Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0: <https://www.w3.org/TR/WCAG20/>
- [7] M. Pataki „Miért kell akadálymentesíteni?” W3C Magyar Iroda, 2014. www.w3c.hu/szolgalatasok/miertkellakadalymentesiteni.html
- [8] Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.1: <https://www.w3.org/TR/WCAG21/>

Személyre szabható inzulin terápia az intenzív ápolásban

Benyó Balázs¹, Szlávecz Ákos¹, Homlok József¹, Anane Yahia¹,
Kovács Katalin², Illyés Attila³, Chase J. Geoffrey⁴

¹Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem, 1111 Budapest

²Széchenyi István Egyetem, 9026 Győr Egyetem tér 1

³Békés Megyei Központi Kórház Pándy Kálmán Tagkórháza

⁴University of Canterbury, 8041 Christchurch, New Zealand

Összefoglaló: A személyre szabható orvosi terápiás módszerek kutatása az elmúlt néhány évben egyre nagyobb figyelmet kap. Ezen orvosi terápiás módszerek alkalmazása esetén a beteg kezelése során gyűjtött adatok alapján valamilyen eljárással megbecsüljük az adott beteg esetén alkalmazható alternatív kezelések lehetséges kimenetelét és a hozzájuk társítható rizikófaktorokat, majd az adott beteg számára legelőnyösebb terápiát alkalmazzuk. A cikkben egy személyre szabható terápiás módszert az intenzív ápolásban alkalmazható STAR vércukor-szabályozási protokollt, a protokoll kidolgozásához szükséges modelleket és módszereket, valamint az alkalmazásával elért kezelési eredményeket mutatjuk be. A bemutatott módszer nemcsak a sikeres, gyakorlatban történt alkalmazása miatt tarthat számot érdeklődésre, hanem amiatt is, mert az alkalmazott módszerek mintául szolgálhatnak további személyre szabható orvosi terápiás módszerek kidolgozásához.

Bevezető

A személyre szabható orvosi terápiás módszerek kutatása az elmúlt néhány évben egyre nagyobb figyelmet kap. Ezen terápiás módszerek alkalmazása esetén a beteg adatai alapján megbecsüljük az adott beteg esetén alkalmazható alternatív kezelések lehetséges kimenetelét és a hozzájuk társítható rizikófaktorokat, majd az adott beteg számára legelőnyösebb terápiát alkalmazzuk, javítva ezzel kezelés hatékonyságát.

A cikkben egy személyre szabható terápiás módszert, a Stochastic TARgeted [7] vércukor-szabályozási protokollt, a protokoll kidolgozásához szükséges modelleket és módszereket, valamint az alkalmazásával elért kezelési eredményeket mutatjuk be.

Szoros vércukor-szabályozás az intenzív terápiában

Az intenzív osztályon ápolott betegek viszonylag magas, akár 30-40 százalékánál előfordul hiperglikémia, a normálisnak tekintett, ún. normoglikémiás vércukor tartománynál (általában 4-8 mmol/l) magasabb

vércukorszint, mely leggyakoribb oka a beteget ért trauma, ill. operáció által kiváltott stressz. A hiperglikémia és az intenzív terápiás kezelés során fellépő komplikációk közötti összefüggés régóta ismert [1], egyértelműen kimutatták, hogy a normoglikémiás tartományban töltött idő növelésével csökken a mortalitás és a morbiditás [3]. Ezen kutatások alapján kidolgozták azokat a terápiás módszereket, összefoglaló néven szoros vagy szigorú vércukor szabályozási protokollokat, melyek különböző algoritmusokra támaszkodva inzulin adagolás segítségével igyekeztek a betegeket a normoglikémiás tartományban tartani.

Sajnálatos módon a szoros vércukor szabályozási protokollok nem tudták beváltani a hozzájuk fűzött reményeket [2, 3] és az orvosi köztudatban a mai napig gyakran negatív kontextusban szerepel. Ma már tudjuk, hogy a sikertelenség oka elsősorban az alkalmazott inzulin adagolási módszerek hiányosságában rejlik. Az inzulin adagolás során a módszerek az aktuális vércukor szintet vették csak figyelembe, ami önmagában nem alkalmas a vércukorszint szabályozásában résztvevő bonyolult fiziológiás folyamatok dinamikájának leírására [8, 9, 10, 11].

Probléma

A bemutatott kutatás célja egy olyan szoros vércukor szabályozási protokoll kidolgozása volt, mely eredményesen tudja a betegeket a normoglikémiás tartományban tartani, biztonságos, vagyis nem okoz kórosan alacsony vércukor szintet (hipoglikémiát), a betegek energia beviteli igényét figyelembe veszi és a megvalósításának emberi munka igénye nem különbözik lényegesen a jelenleg alkalmazott kezeléstől.

Módszer

Az személyre szabható orvosi terápiás módszerek kidolgozása komoly kutatási kihívást jelent. Egy-egy konkrét kezelési protokoll esetén a figyelembe veendő betegadatok kiválasztása, a beteg igényeire szabható terápiás módszer kidolgozása összetett folyamat, mely során meg kell vizsgálni az adott kezeléssel szemben támasztott klinikai követelményeket, ki kell dolgozni a terápia beteg igényei szerint történő kialakítását, valamint meg kell valósítani a személyre szabott terápia végrehajtásának hatékony technológiai támogatását.

Ez a folyamat általában olyan modellek kidolgozását igényli, melyek képesek a bonyolult fiziológiás folyamatokat absztrakt módon leírni segítve ezzel a lényegkiemelést, vagyis a fiziológiás rendszerekről, ill. folyamatokról összegyűjtött információt olyan módon értelmezni, mely

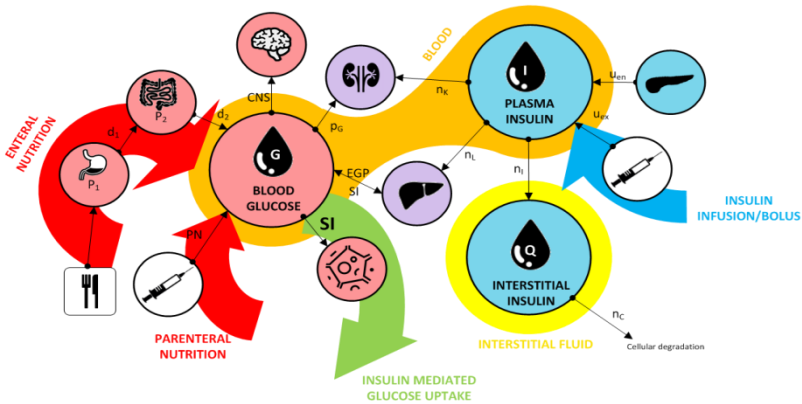
meggyorsítja és leegyszerűsíti az orvosi döntéshozatalt [12, 13], valamint lehetőséget ad a terápia módosítására a betegről gyűjtött adatok alapján.

Ezt az általános elvet, egy nemzetközi kutatócsoport tagjaként sikeresen alkalmaztuk intenzív ellátásra szoruló betegek kezelése során az emberi szervezet metabolikus egyensúlyának fenntartását célzó inzulin terápia személyre szabható változatának kidolgozására.

A fejezetben bemutatjuk a kidolgozott élettani folyamatokat leíró modellt, és a modellre alapuló szoros vércukor szabályozási protokollt.

A vércukor-háztartás ICING modellje

A modell kidolgozásakor a legnagyobb kihívást az jelentette, hogy megtaláljuk a helyes kompromisszumot a megalkotott modell valóság-hűsége és annak komplexitása között. Az általunk kidolgozott ICING modell egy kompartment modell. Leírja az emésztőcsatornán keresztül, valamint a szervezet más tárolóiból a vérbe kerülő vércukor transzportfolyamatokat, a vérbe kerülő inzulin áramlását a szövetközi térbe, ahol az irányítja a sejtek anyagcseréjét. Ezen folyamatok egymásra hatásának alkalmazott sémáját az 1. ábra szemlélteti.



1. ábra Az ICING modell által leírt élettani folyamatok kapcsolatai

A modellalkotás során több lépésben [4, 6, 8] meghatároztuk, hogy mely élettani jelenségek elhanyagolása nem okoz a megoldandó feladat szempontjából elfogadhatatlan hibát vagy bizonytalanságot. Az így kapott modell leírásának legfontosabb három differenciálegyenlete a következő:

$$\frac{dG(t)}{dt} = -p_G G(t) - S_I(t) G(t) \frac{Q(t)}{1 + \alpha_G Q(t)} + \frac{P(t) + EGP - CNS}{V_G},$$

$$\frac{dQ(t)}{dt} = n_I(I(t) - Q(t)) - n_C \frac{Q(t)}{1 + \alpha_G Q(t)},$$

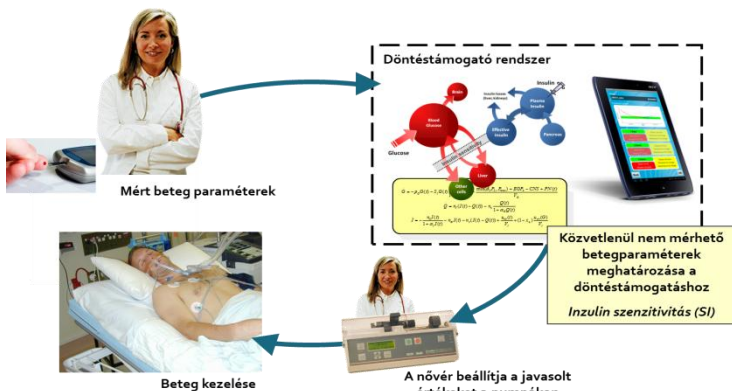
$$\frac{dI(t)}{dt} = -n_K I(t) - n_L \frac{I(t)}{1 + \alpha_I I(t)} - n_I(I(t) - Q(t)) + \frac{u_{ex}(t)}{V_I} + (1 - x_L) \frac{u_{en}(t)}{V_I}$$

ahol G a vér vércukor koncentrációját, I az inzulin koncentrációját, míg Q a szövetközi tér vércukor koncentrációját jelöli. A teljes modellt, a benne használt paraméterek leírását és értékét a [5, 8] irodalmak ismertetik.

A modell számos beteg leíró paramétert tartalmaz, azonban annak érdekében, hogy a valós kezelés során rendelkezésre álló adatok alapján a modellünket identifikálni tudjuk, azokat az inzulin érzékenység SI -vel jelölt értéken kívül konstansnak választjuk [8]. A fiziológias folyamatok leírásakor az SI a vérbe került inzulin vércukorszintre gyakorolt hatásának az erősségét jellemzi. A modell leírt módon történő alkalmazása esetén az SI az adott beteg aktuális állapotát leíró paraméterként használható.

STAR protokoll

A STAR protokoll „nurse-in-the-loop” típusú szabályozási kör (2. ábra) [7] alkalmazásával teszi lehetővé beteg optimális tápanyagbevitelének és inzulinadagolásának meghatározását.



2. ábra A STAR protokoll alkalmazásának folyamata

A kezelés megkezdésekor a beteg alapadatait, valamint a tápanyag-beviteli célértéket kell megadni a kezelést támogató, tableten futó alkalmazásnak. Az 1-3 óránkénti vércukor mérések után a tanácsadó alkalmazás kiszámolja a következő vércukormérésig alkalmazandó tápanyag és inzulin bevitt, mely megfelel a rendszerben rögzített orvosi kritériumoknak és a beteget a lehető legnagyobb valószínűséggel a normoglikémiás tartományban tartja. A javasolt értékek szükség esetén felülbíráhatóak, ekkor az új értékeket a rendszerben rögzítenie kell a későbbi kezelés helyes számítása érdekében.

Eredmények

A STAR protokollt a világ több országában (Új-Zéland, Belgium, Magyarország, Malajzia) alkalmazzák. Az 1. táblázatban a protokollt legrégebben alkalmazó kórházakból [13, 14], a gyulai BKK Pándy Kálmán Tagkórházának KAIB Osztályáról és a Christchurch Hospital Intenzív Terápiás Osztályáról származó ápolási adatokat tüntettük fel.

1. táblázat STAR ápolási adatok Christchurch-ből és Gyuláról

	STAR Chch	STAR Gyula
Kezelés adatai, mérési gyakoriság		
# VC mérések száma (ápolási óra/betegszám/epizód):	10513(18903/199/243)	2497(4908/31/41)
Átlagos mérési gyakoriság (óra):	1,80	1,96
Kezelés hatékonysága		
VC median [IQR] (mmol/L):	6,61 [5,87 - 7,56]	6,50 [5,83 - 7,25]
% VC céltartományban (4,4-8 mmol/L)	79,97%	83,60%
% VC > 10 mmol/L	5,40%	3,72%
Kezelés biztonságossága		
% VC < 4.0 mmol/L	0.74%	1.17%
% VC < 2.2 mmol/L	0,005%	0.020%
# (%) beteg < 2.2 mmol/L	2 (1)	3 (9,7)
Klinikai beavatkozások száma		
Median inzulin [IQR] (U/óra):	2,5 [1,5 - 3,5]	3,0 [2,1 - 4,5]
Median szénhidrát [IQR] (g/óra):	4,5 [2,2 - 6,1]	7,2 [5,9 - 8,9]

A protokoll hatékonyságát a céltartományban töltött idő magas, 80% körüli értéke mutatja. A protokoll biztonságos alkalmazását az enyhe (<4mmol/L) hipoglikémiás tartományban töltött idő alacsony, tized százalékokban mérhető aránya. A súlyos (<2,2mmol/L) hipoglikémiás esetek 1, ill. 3 betegnél léptek fel a két betegcsoportban. Ez a gyulai kezeléseket esetén viszonylag magas betegarányt eredményez, azonban láthatóan ez egy-egy hipoglikémiás mérést jelent betegenként. Ha ehhez hozzáteszük, hogy volt olyan beteg, aki a kezelése megkezdésekor súlyos hipoglikémiás állapotban volt, akkor ez az eredmény klinika szempontból

nem kifogásolható. Az átlagosan szükséges nagyjából 2 óránkénti vércukor mérés nem jelent lényeges különbséget az ilyen súlyos állapotban levő betegek STAR protokoll nélküli kezeléséhez képes. Ha ehhez hozzávesszük, hogy a szoros vércukor protokollon töltött kezelések idejét a STAR alkalmazása kb. 24%-al lerövidíti [15], akkor látható, hogy annak alkalmazásával a kezelést végző osztályok terhelése is csökkenthető.

Összefoglalás

A cikkben bemutatjuk a STAR protokollt, mint a személyre szabható orvosi terápiás módszerek egy tipikus példáját. A STAR a gyakorlatban bizonyította a személyre szabható terápiák előnyös tulajdonságait amellet, hogy a kidolgozása során alkalmazott módszerek mintául szolgálhatnak más személyre szabható orvosi megoldások kidolgozásakor.

Köszönetnyilvánítás

Köszönjük az EMMI (BME Biotechnológia, BME FIKP-BIO project) és az NKFIH (OTKA K116574 projekt) támogatását a kutatáshoz.

Hivatkozások

- [1] Van den Berghe, G, et al. (2001). Intensive insulin therapy in the critically ill patients. *The New England Journal of Medicine*, 345(19), 1359-367.
- [2] Wiener, R. S., Wiener, D. C., & Larson, R. J. (2008). Benefits and risks of tight glucose control in critically ill adults: a meta-analysis. *Jama*, 300(8), 933-944.
- [3] Meijering, Sofie, et al. "Towards a feasible algorithm for tight glycaemic control in critically ill patients: a systematic review of the literature." *Critical Care* 10.1 (2006): 1.
- [4] Chase, JGeoffrey, et al. "Implementation and evaluation of the SPRINT protocol for tight glycaemic control in critically ill patients: a clinical practice change." *Critical care* 12.2 (2008): 1.
- [5] Fisk, L. M., , et al.. Improving Safety of Glucose Control in Intensive Care using Virtual Patients and Simulated Clinical Trials. *Journal of Healthcare Engineering*, 3(3), 415-430.
- [6] Fisk, L. M., Le Compte, , et al.. (2012b). STAR development and protocol comparison. *IEEE Trans Biomed Eng*, 59(12), 3357-3364.
- [7] Evans, Alicia, et al. "Stochastic targeted (STAR) glycaemic control: design, safety, and performance." *Journal of diabetes science and technology* 6.1 (2012): 102-115.
- [8] Lin, Jessica, et al. "A physiological Intensive Control Insulin-Nutrition-Glucose (ICING) model validated in critically ill patients." *Comp. methods & programs in biomedicine* 102.2 (2011): 192-205.
- [9] Lin, Jessica, et al. "Stochastic modelling of insulin sensitivity variability in critical care." *Biomedical Signal Processing and Control* 1.3 (2006): 229-242.
- [10] Palumbo, Pasquale, et al. "Mathematical modeling of the glucose-insulin system: a review." *Mathematical biosciences* 244.2 (2013): 69-81.
- [11] Hann, C. E., et al. (2005). Integral-based parameter identification for long-term dynamic verification of a glucose-insulin system model. *Comput Methods Programs Biomed*, 77(3), 259-270.
- [12] Viceconti, Marco, et al. "The Virtual Physiological Human-a European initiative for in silico human modelling." *The Journal of Physiological Sciences* 58.7 (2008): 441-446.

- [13] Ferenci, Tamás, et al. "Daily evolution of insulin sensitivity variability with respect to diagnosis in the critically ill." PloS one 8.2 (2013): e57119.
- [14] Benyo, B et al. "Pilot study of the SPRINT glycemc control protocol in a Hungarian medical intensive care unit." Jour. of diabetes science and tech. 6.6 (2012): 1464-1477
- [15] Stewart, Kent W., et al. "Safety, efficacy and clinical generalization of the STAR protocol: a retrospective analysis." Annals of intensive care 6.1 (2016): 1.

Az emberi hibatényező vizsgálata CT felvételek manuális kiértékelésekor

Horváth Bence^{*.1}, Nagy Attila^{**}, Beöthy-Fehér Orsolya^{*.2}, Rovó László^{*.3},
Kiss József Géza^{*.4}

^{*}Szegedi Tudományegyetem, Fül- Orr- Gégészeti és Fej- Nyaksebészeti
Klinika, horviratus@gmail.com¹, tsurmo02@gmail.com²,
office.ori@med.u-szeged.hu³, kjg@ori.szote.u-szeged.hu⁴
6725 Szeged Tisza Lajos krt. 111

^{**}Szegedi Tudományegyetem, Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai
Intézet, attila@ori.szote.u-szeged.hu
6720 Szeged Korányi fasor 9

Összefoglaló: Öt önkéntes egyetemistának CT felvételeken kellett anatómiai pontokat kijelölni, és vizsgáltuk, hogy a mérési alkalmakkal, hogyan változik a pontosságuk. A kapott mérési eredmények segítenék a témavezetők munkáját, amennyiben ilyen jellegű kutatási témát vezetnek, hogy a hallgató eredményei mennyire relevánsak.

Bevezetés

Fejlődő világunkban egyre nagyobb teret hódít az informatika, ami már az orvostudományokban is meghatározó területet képvisel. A technológia fejlődésével olyan újfajta eljárások születtek, amik segítségével már virtuálisan is megtervezhetők [1], sőt akár el is végezhetők az egyes műtéti eljárások, ezáltal csökkentve az invazív sebészettel járó kockázatot.

Célkitűzés

Munkánk során az emberi hibatényezőt vizsgáltuk, amikor manuálisan kell CT felvételeket kiértékelni. A kapott eredményekből arra szerettünk volna választ kapni, hogy egy laikus vagy pályakezdő felhasználó mennyire tudja pontosan meghatározni, bejelölni az előre megadott anatómiai pontokat. Azért nem radiológusokat választottunk erre a feladatra, mert egyes szakdolgozati munkákhoz is szükséges ilyen jellegű munkának az elvégzése, így fontos tudni, hogy a szakdolgozó eredményei mennyire megbízhatóak. Még fontosabb ez abban az esetben, ha az eredményeket később referencia adathalmazként szeretnénk felhasználni.

Módszer

A vizsgálatra öt önkéntes egyetemistát kértünk fel, akiknek a 3D Slicer ingyenesen hozzáférhető orvosi képfeldolgozó programmal [2,3] kellett három különböző korú (1, 4 és 27 éves) páciens koponya CT felvételein

anatómiai pontokat (1. táblázat) kijelölni. A pontokat három különböző napon határozták meg és minden képet alkalmanként ötször értékelték ki. Így az egy adott pontról képenként 15 mérési adat állt rendelkezésünkre minden hallgató esetében. A hallgatók a mérések elvégzése előtt oktatást kaptak a szoftver használatáról illetve az anatómiai pontok felismeréséről a CT felvételeken. Az alábbi táblázat foglalja össze a kijelölt pontokat és a számított síkokat:

1. táblázat A kijelölt anatómiai pontok és a belőlük számított síkok

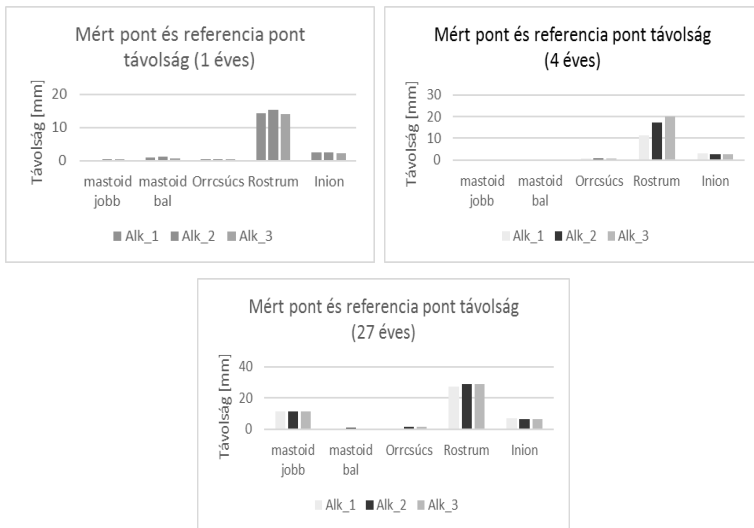
Kijelölt pontok	Számított síkok
Mastoid csúcsok	Axiális síkokok
Axiális félkörös ívjáratok	Sagittalis síkokok
Sagittalis félkörös ívjáratok	Coronalis síkokok
Coronalis félkörös ívjáratok	Mastoid-Orrcsúcs-Rostrum síkok
Orrcsúcs	Orrcsúcs-Rostrum-Inion síkok
Rostrum hátsó pólusa	
Inion	

Vizsgálatink során figyeltük, hogyan változik a mérési alkalmak elteltével a pontok távolsága egy előre megadott referencia pontcsoporthoz képest, valamint a páciensek kora befolyásolja-e a kijelölések pontosságát. Kiszámítottuk a pontok által kijelölt anatómiai síkokat és bezárt szögeiket, amiket szintén összevetettünk egy referencia adathalmazzal. A síkok meghatározásához és a különböző számítási feladatok elvégzésére Matlab programot írtunk.

Eredmények

1. Mért pontok és referencia pontok közötti távolság

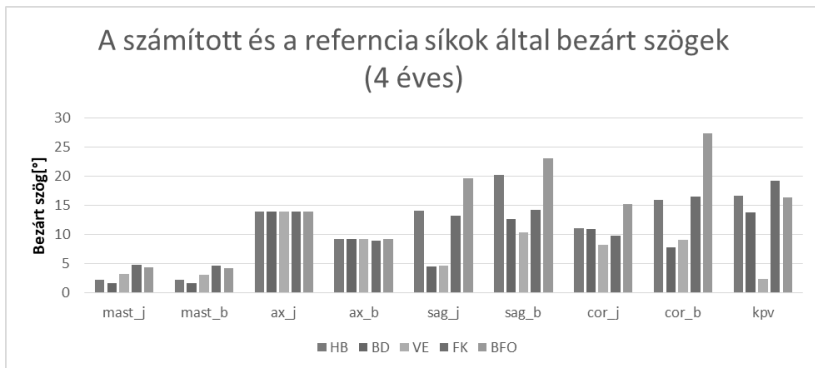
Mivel a félkörös ívjáratokon kijelölt három pont bárhol lehet az adott síkon, így ezen pontok közötti távolságot számolni nem érdemes, így csak a pontszerű eseteket vizsgáltuk: mastoid csúcsok mindkét oldalon, orrcsúcs, rostrum hátsó pólusa, inion. Mindhárom korcsoportnál közel azonos eredmények születtek, az életkor nem befolyásoló tényező. A rostrum hátsó pólusán voltak a legpontatlanabbak a mérések, itt körülbelül 20 mm-es eltéréseket is kaptunk. Legjobb eredményt a mastoid csúcsoknál érték el az önkéntesek, ahol szinte nem is volt eltérés a referencia adatokhoz képest. Az 1. ábra szemlélteti az eredményeket, az adatok az egyik személy mérési eredményei, alkalmanként átlagolva.



1. ábra A mért és a referencia pontok közötti távolság

2. A számított és a referencia síkok által bezárt szögek

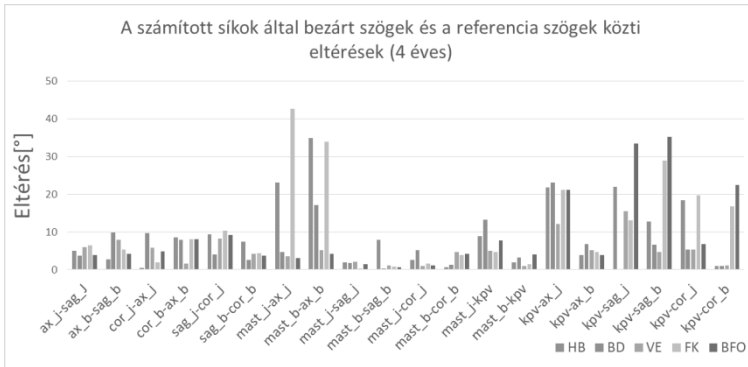
Kiszámítottuk mekkora a bezárt szög a kimért síkok és a referencia síkok között. Az egy pontra jutó méréseket (15 db) összevetettük a referencia adatokkal és ezek összesített átlagát mutatja be a 2. ábra:



2. ábra A számított és a referencia síkok által bezárt szögek

Ideálisan a bezárt szögnek 0° -nak kellene lennie, ahogy a diagrammon is látható ez nem valósult meg. Átlagosan körülbelül 20° -os eltéréseket tapasztaltunk. A korcsoportok között ismét nincs jelentős különbség.

Ezután kiszámítottuk a síkok által bezárt szögeket és vizsgáltuk mekkora az eltérés a referencia adatokhoz képest. Ezeket az eltéréseket mutatja be a 3. ábra:



3. ábra A számított síkok által bezárt szögek és a referencia szögek közti eltérések

Többségében 10°-os vagy kisebb eltérések tapasztaltunk, vagyis nem valósult meg a 0°-s különbség. A legnagyobb eltérések a mastoid-axiális síkok és a középvonal-sagittális síkok között voltak, itt 30°-nál nagyobb eltérések is születtek. Minhárom korcsoportnál közel azonos eredmények születtek.

Következtetések

Összességében elmondható, hogy az önkéntesek még nem elég pontosak számos pont és sík tekintetében. A legnagyobb eltéréseket a félkörös ívjáratoknál tapasztaltuk, ami azzal magyarázható, hogy nagyon kis térfogatokat kellett megjelölni és ilyen dimenziókban már akár 1 mm-es tévedés is nagy eltéréseket tud okozni. Ezt a problémát esetleg további mérési alkalmakkal, illetve egy még részletesebb oktatással lehetne orvosolni.

Hivatkozások

[1] Vannier M.W., Marsh J.L., Warren J.O., "Three Dimensional CT Reconstruction Images for Craniofacial Surgical Planning and Evaluation". Radiology. 150 (1): 179–84.

doi:10.1148/radiology.150.1.6689758; 1984

[2] Fedorov A., Beichel R., Kalpathy-Cramer J., Finet J., Fillion-Robin J-C., et al., 3D Slicer as an Image Computing Platform for the Quantitative Imaging Network. Magnetic Resonance Imaging; 30(9):1323-41. PMID: 22770690; 2012 Nov

[3] <https://www.slicer.org>

Magyarország gyógyszerfogyasztásának előrejelzése a demográfiai viszonyok változásának alapján

Nagy Erzsébet
Semmelweis Egyetem, DEI
lakat80@gmail.com
Surján György
AEEK, Semmelweis Egyetem, DEI
surjan.gyorgy@aeek.hu

Összefoglalás: Bármely ország gazdasági, társadalmi és kulturális tevékenységének alapját a területén élő népesség alkotja. Ezen népesség változása az egészségügyi rendszerre is hatással van. Előadásunkban bemutatjuk, hogyan hat a demográfiai helyzet változása a gyógyszerfogyasztásra, illetve a gyógyszerre fordított közkiadásra összességében és az egyes ATC főcsoportokban, feltételezve az egyéb befolyásoló tényezők változatlanságát.

Bevezetés

Európa csaknem minden országában a népesség előregedése tapasztalható, amely várhatóan a huszonegyedik század közepéig folytatódik. [1] A várható demográfiai változások az egészségügyben többféle kihívást jelentenek. Ezek közül mi arra kerestük a választ, hogy hogyan fognak alakulni Magyarországon a gyógyszerköltségek a demográfiai viszonyok változásának hatására az elkövetkezendő 30 évben.

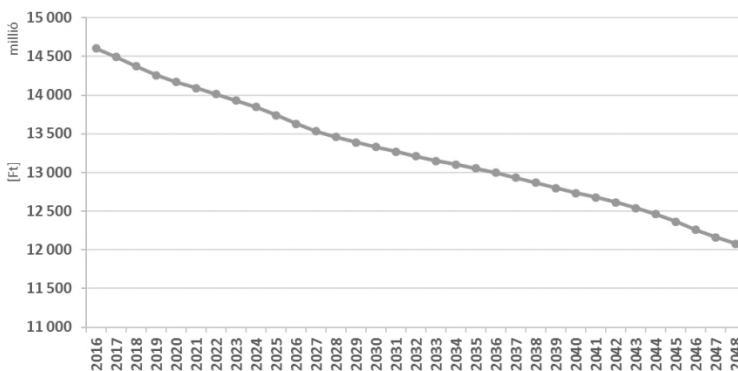
Adatok és módszerek

Az Állami Egészségügyi Ellátó Központ vényforgalmi adatbázisából meghatároztuk 2010-2017 közötti ATC főcsoportokra vetített összköltségeket és az egy főre jutó főcsoportonkénti gyógyszerköltségeket. Az ATC főcsoportoknak az Egészségügyi Világszervezet által használt és elfogadott felosztását használtunk, amibe 14 csoport tartozik, illetve a magyar felosztás alapján még két csoportot vetettünk vizsgálat alá, az I főcsoportot, ami a gyógyszertárban elkészített gyógyszerek csoportját jelöli, illetve a # főcsoportot, ami az ATC-be be nem sorolt készítményeket jelöli.

A KSH által közzétett demográfiai előrejelzéseket [2] felhasználva meghatároztuk a teljes gyógyszerforgalom, az egy főre jutó gyógyszer költségek alakulását a teljes népesség és a keresőkorúak számára vetítve a 2016-2048 közötti időszakra, 2010-es évet bázisévnek tekintve, és meghatároztuk ezen lekérdezések által kapott eredményeket. A vizsgálatban azokat a készítményeket tudtuk figyelembe venni, amelyek társadalombiztosítási támogatással rendelhetők. Ezen készítmények teljes, a beteg és a társadalombiztosítás által fizetett költségét együttesen vettük figyelembe. A költségek alakulását a KSH demográfiai előrejelzés figyelembevételével egy főre és egy kereső korú lakosra vonatkoztatva is kiszámítottuk.

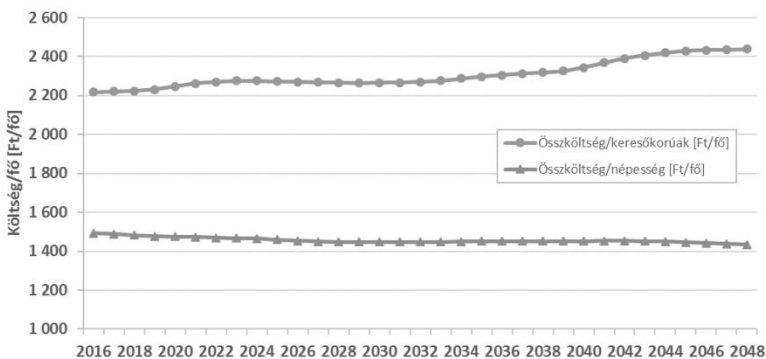
Eredményeink

Az 1. ábra a teljes költség alakulására vonatkozó eredményt mutatja.



4. ábra Összköltségek alakulása 2048-ig

Az általunk készített előrejelzések alapján kijelenthetjük, hogy az összköltségek alakulása 2048-ig szigorúan monoton csökkenő tendenciát mutat. A csökkenés mértéke a vizsgált 2016-2048 közötti időszakban 17%-ot mutat. Ugyan erre az időszakra a teljes lakosság számának változása 14%-os csökkenést mutat.



5. ábra Egy főre vetített költségek alakulása 2048-ig

A 2. ábrán láthatjuk az egy főre jutó költséget a teljes magyar népességre vetítve, ami 4%-os költség csökkenést mutat a vizsgált időszakban. Emellett érdemes megvizsgálni a keresőkorú, 15 és 65 év közötti lakosságra vetített költségeket is, ahol, az egy főre eső gyógyszerköltségeknél 9,98%-os emelkedést prognosztizálhatunk azonos időszakban. Mivel a keresőkorúak táborába tartozó lakosság viseli a gyógyszerköltségeket az előrejelzések szerint ez növekvő terhet jelent a társadalmunkra, annak ellenére is, hogy az előrejelzésünk szerint a gyógyszerfogyasztás összköltsége csökkenő tendenciát mutat. Ennek oka a demográfiai viszonyok változásában keresendő.

Az egyes ATC főcsoportokra vonatkozó költségek az összköltségtől eltérő módon alakulhatnak. Eszerint három különböző típust különíthetünk el a költségváltozások alakulására: Monoton növekvő, monoton csökkenő illetve a harmadik csoportban trendváltzás figyelhető meg. A főcsoportok között enyhe költségátrendeződés figyelhető meg, hiszen a főcsoportok százalékos elrendeződése azt mutatja, hogy az egyes főcsoportokban az öregedő társadalom hatására több fogyasztás mérhető, míg más csoportokban csökkenés látható.

Következtetés

1. A várakozással ellentétben a megfigyelt összköltségekre vonatkozó előrejelzés – ami természetesen feltételezi az egyéb körülmények változatlanóságát – csökkenő jellegű. Ennek okát abban látjuk, hogy

egyes kiemelten drága (egységenként millió Ft nagyságrendű) készítményeket jellemzően nem idős korúak vesznek igénybe.

2. Előrejelzéseink alapján mondhatjuk, hogy mivel a keresőkorúak táborába tartozó lakosság viseli a gyógyszerköltségek terhét, a csökkenő összköltség ellenére az egy keresőre eső teher növekedése várható.
3. Eredményeinket a gyógyszeripari fejlesztések a betegségek gyakoriságának demográfiai okokkal nem magyarázható változása hosszabb távon jelentősen felülírhatja.
4. Adataink erősen zajosak, az évenkénti tényadatok szórása nagy, tehát az eredményeinket nem számszerűségében, hanem csak tendenciájukban kell nézni, illetve, hogy igazán megbízható következtetés csak jobban tisztított adatokból lenne levonható.

Hivatkozások

[1] http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/64966/E92560.pdf

[2] <http://www.ksh.hu/interaktiv/korfak/orszag.html>

Metasztatikus kolorektális daganatos betegek terápiás mintázatának meghatározása

Merth Gabriella¹, Rumszauer Ágnes¹, Mokrai Dávid¹, Rózsa Péter^{1,2},
Gerencsér Zsolt¹
¹ MediConcept Kft., ²,
merth.gabriella@mediconcept.hu

Összefoglaló: Retrospektív vizsgálatunk során a magyar metastztatikus kolorektális karcinomás betegek azonosítását, nyomon követését és terápiás mintázatukat határoztuk meg a Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő adatai alapján.

Bevezetés

Magyarországon évente közel 10.000 új kolorektális karcinomás esetet ismernek fel [1], ennek közel fele metastztatikus (mCRC) vagy később azzá válik. [2]. Az mCRC több vonalban, akár évekig kezelhető betegség, a terápiás vonalak száma nincs maximalizálva [3].

Célkitűzés

Kutatásunk célja a metastztatikus CRC-s betegek azonosítása és nyomon követése, terápiás mintázatuk meghatározása. Ezzel együtt bemutatjuk a kutatás során felmerült módszertani kihívásokat is.

Módszer

Retrospektív vizsgálatunk forrása a Nemzeti Egészségbiztosítási Alapkezelő (NEAK) 2012. 01.01. és 2016.06.30. közötti fekvőbeteg ellátási adatok. A NEAK adatbázisa egyértelműen nem tartalmaz információt a betegség előrehaladott voltáról, illetve a terápia kuratív vagy palliatív céljáról, ezért a kódolt terápiából nem állapítható meg minden esetben a metastztatikus betegség. A metastztatikus betegpopulációra a kapott ellátások fajtája és időbeli megjelenése alapján tudunk következtetni. A terápiás mintázat meghatározásához szükséges az egymást követő terápiák vonalbeliségének megállapítása. Az első vonal elkülönítése az adjuváns terápiától önmagában a terápiás protokoll fajtája alapján nem határozható meg egyértelműen. Ezen tény, valamint az időablak mint korlátozó tényező miatt a terápiák vonalbelisége korrekt módon csak az új metastztatikus betegek esetében állapítható meg. Ezen csoport beazonosításához szükségünk volt egy viszonyítási pontra, melyre a primer tumor reszekciós

műtéteket jelöltük ki. A műtéti beavatkozásokhoz viszonyítottuk a kemoterápiás kézikönyvben megtalálható, a beteg ellátás során használható onkoterápiás protokollokat. A sugárterápia alapú kezeléseket nem vettük figyelembe, mert ezek metasztatikus betegség esetén nem relevánsak. Ezen felül kizártuk a vizsgálatból a primer műtét ideje előtt kódolt terápiákat is.

Az első lépés volt - a fentiek értelmében - a vizsgált műtéteket követő adjuváns terápiák elkülönítése az első vonalú kezelésektől. Kihívást jelentett az adjuváns terápiák beazonosítása, mivel ezek egyrésze alkalmazható első vonalban is. Továbbá azt tapasztaltuk, hogy több különböző protokollváltás is követheti egymást ugyanazon beteg adjuváns célú és időtartamú kezelésében. Ezért az adjuváns terápiák azonosítása során figyelembe vettük a kapott protokollok ciklusszámát is, annak fajtája szerint. (1. ábra)

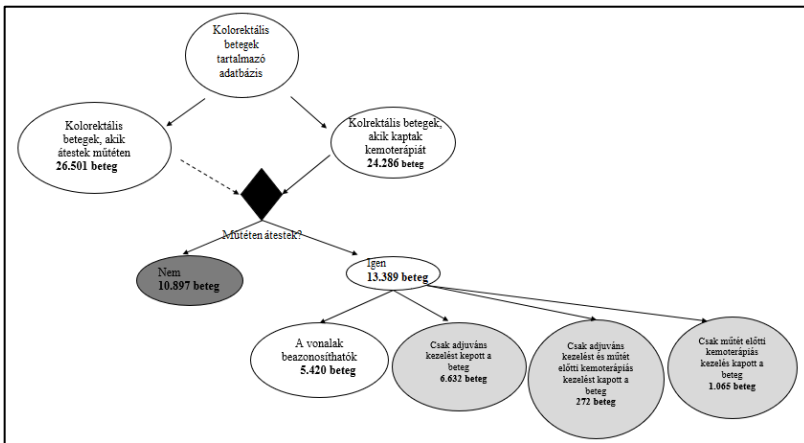
Következő lépés volt minden egyes betegnél - az adjuváns terápia meghatározása után - a metasztatikus betegségre alkalmazott terápiák elkülönítése. Itt is tapasztaltunk azonos vonalon belül több terápiaváltást. Ezért a terápiás vonalak meghatározásához külön munkaként meghatároztuk, mely protokollváltás(ok) tekinthetők azonos vonalnak (1. számú táblázat).

2. Táblázat- Azonos vonalnak tekintett terápiaváltások

Terápiaváltások	
7019-Capecitabine monoterápia ↔	7045-DeGramont
7528- XELOX ↔	7275-FOLFOX-4
7046-Irinotecan-DeGramont ↔	7529-XELIRI
7268-Bevacizumab+FOLFIRI ↔	7542-Bevacizumab+FOLFIRI/B
7515-Bevacizumab+FOLFOX4 ↔	7544-Bevacizumab+FOLFOX4/B
7270-Bevacizumab+DeGramont ↔	7543-Bevacizumab+DeGramont/B
7578-Irinotecan 2 hetenkénti ↔	7586-Irinotecan 3 hetenkénti
7030-EEP ↔	7702-EEP+dexrazoxane
7927-5FU+FOLINAC hetenkénti kis dózisz	7927-5FU+FOLINAC hetenkénti kis dózisz
7924-5FU heti nagydózisú	7924-5FU heti nagydózisú
7574-nagydózisú CIFU (5FU)	7574-nagydózisú CIFU (5FU)
7063-5FU+FOLINAC →	7063-5FU+FOLINAC
7044-MAYO	7044-MAYO
7023-5FU+FOLINAC hetenkénti nagy dózisz	7023-5FU+FOLINAC hetenkénti nagy dózisz
7022-5FU	7022-5FU
7033-FAM	7033-FAM
7034-FAMB	7034-FAMB
7035-FAMTX	7035-FAMTX
7037-FEM/B →	7037-FEM/B
7207-módosított FAM	7207-módosított FAM
7725-FEM/C+dexrazoxane	7725-FEM/C+dexrazoxane
7731-FEM/B+dexrazoxane	7731-FEM/B+dexrazoxane
7926-FEM/A ↔	7926-FEM/C
7515-Bevacizumab+FOLFOX4 →	7514-Bevacizumab+capecitabine
7515-Bevacizumab+FOLFOX4 →	7270-Bevacizumab+DeGramont
7268-Bevacizumab+FOLFIRI →	7270-Bevacizumab+DeGramont
7515-Bevacizumab+ FOLFOX4 ↔	7517-Bevacizumab+ XELOX
7268-Bevacizumab+ FOLFIRI ↔	7518-Bevacizumab+ XELIRI
7488-CETUX+FOLFOX-6 (telítő) →	7489-CETUX+FOLFOX-6 (fenntartó)
7271-Cetuximab+FOLFIRI (telítő) →	7272-Cetuximab+FOLFIRI (fenntartó)

Eredmények

A vizsgált időszak alatt 24 286 kolorektális tumoros beteg kapott gyógyszeres onkoterápiát. Ebből 13 389 beteg esetében találtunk primer tumor műtétet. Műtétet követően 6 632 beteg kapott kizárólag adjuváns kemoterápiát, 272 betegnél láttunk az adjuváns terápia mellett, a műtétet megelőzően is onkoterápiás kezelést. 1 065 beteg csupán műtétet megelőzően részesült onkoterápiában. 5 420 beteg kapott metasztatikus betegségeére vonalbeli terápiát, őket vizsgáltuk tovább. (2. ábra)



2.Ábra Folyamatábra

Elsővonalon ezen metasztatikus betegek 52,7%-a részesült biológiai terápiában. A másodvonali kezelés 40,8%-ban tartalmazott biológiai terápiát. Elsővonali kezelést követően egy további vonalú terápiát rendre 43,3%, 42,8% és 37,1% kapott az előző vonalban terápiát kapó betegekhez viszonyítva.

Következtetések

A terápiás mintázat biztonsággal csak az új metasztatikus betegek esetén állapítható meg.

Az első vonal elkülönítése az adjuváns terápiától önmagában a terápiás protokoll fajtája alapján nem egyértelmű.

A terápiás vonalak azonosításához a primer műtét megfelelő kiindulási pontnak bizonyult. Mivel bizonyos protokollok adjuváns és metasztatikus esetben is adhatók, az adjuváns terápia meghatározásához ciklusszám és időfaktor is szükséges. Azonos vonalon belül több terápiaváltás is

történhetett, melyet figyelembe kell venni a terápiás vonalak számának meghatározásakor.

A valós életben a betegvezetés és egyénre szabott terápia hatása megjelenik a talált terápiás mintázatok komplexitásában.

Vélhetően a mCRC kezelésének új evidenciái (rechallange, maintenance) tovább nehezítik a terápiás mintázatok elemzését a NEAK adatbázis alapján.

Hivatkozások

- [1] Rákregiszter Statisztika, <http://www.onkol.hu/hu/rakregiszter-statisztika> 2018.11.10.
- [2] Kathryn Field and Lara Lipton: Metastatic colorectal cancer-past, progress and future 2007
- [3] 31/2010. (V. 13.) EüM rendelet a finanszírozási eljárásrendekről, <https://net.jogtar.hu/jogszabaly?docid=A1000031.EUM>, 2018.11.10.

Öngyilkosság általi halálozások szezonális változása 1995 és 2014 között Magyarországon

Lantos Tamás¹, Nyári Tibor²

Szegedi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar,
Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet,

¹lantos.tamas@med.u-szeged.hu

²nyari.tibor@med.u-szeged.hu

6720 Szeged, Korányi fasor 9.

Összefoglaló: A magyarországi öngyilkosságok éves és szezonális trendjeit vizsgáltuk az 1995 és 2014 közötti időszakban. Az éves tendenciák vizsgálatára negatív binomiális regressziót alkalmaztunk, a ciklikus trendek elemzését a Walter-Elwood teszttel végeztük. Az öngyilkossági halálozásban szignifikánsan csökkenő éves trend mutatkozott, és a standardizált halálozási arányszám a két évtized alatt mintegy 47%-kal csökkent. Szezonálisan szignifikáns júniusi csúcsidőszaki trend figyelhető meg, mely megerősíti egyes kockázati tényezők szerepét az öngyilkosságok elkövetésében. A kedvező tendenciák ellenére a hazai öngyilkosságok aránya európai- és világviszonylatban is még mindig magas.

Bevezetés és célkitűzés

Az elmúlt 20 év során Magyarország jegyezte a negyedik legmagasabb standardizált arányszámot a külsődleges okokból történő halálozások tekintetében az Európai Unió 28 tagállama (közvetlenül a balti államok mögött a sorban), egyben a legmagasabbat a Visegrádi Együttműködés országai közül. [1].

A külső oki halálozások arányszámok mindkét nem esetében magasak voltak az elmúlt két évtizedben: évente átlagosan körülbelül 7700 haláleset fordult elő összesen a vonatkozó halálokokból kifolyólag. A leggyakoribb halálokok ezek közül az öngyilkosság volt (évente átlagosan közel 2700 haláleset), amely számos európai országban az egyik vezető külsődleges halálokok. Több évtized távlatában nézve is kijelenthető, hogy Magyarország jegyezte az egyik legmagasabb öngyilkosság általi halálozási arányszámot Európában [2].

Bár számos országban vizsgálták már az öngyilkosságok szezonális változását, illetve hazánkban is jelentek meg erről szóló tanulmányok [3, 4, 5], a fentiek miatt továbbra is kiemelten fontos ez a kérdés. Célunk az öngyilkosság általi magyarországi halálozások éves és szezonális

trendjeinek vizsgálata volt az 1995. január 1. és 2014. december 31. közötti, 20 éves időszakban.

Módszer

Adatok

Az elemzés során az 1995 és 2014 közötti 20 éves időszakot vettük figyelembe. A népességre és az öngyilkosságok számára vonatkozó adatokat a Központi Statisztikai Hivatal (KSH) által közzétett, országos népszámlálási regiszterből nyertük ki [6].

A KSH minden hónapban adatot szolgáltatott a születések számáról a vizsgálati időszakban, azonban nemek szerinti bontásban csak évente. A nemek esetében az egyes havi születések számát úgy becsültük, hogy nem feltételeztünk változást az adott évi nemek szerinti születési arányhoz képest.

A külsődleges okokból történő halálozásokra vonatkozó adatokat a KSH online is elérhetővé tette (Tájékoztatói adatbázis) [7].

Mind a népességre, mind a halálozásokra vonatkozó számok a következő korcsoportok szerint kerültek osztályozásra: 19 évnél fiatalabbak, 20-59 év közöttiek, 60 évnél idősebbek. Ennek megfelelően számítottuk ki a korszpecifikus halálozási arányszámokat. Továbbá, a halálozás arányszámait direkt módon standardizálva lettek az Európai Standard Populáció, mint referencianépesség felhasználásával, a további összehasonlításokat lehetővé teendő.

Statisztikai módszerek

Korcsoport szerinti (direkt) standardizált halálozási arányszámokat használtunk a halálozási arányok tendenciáinak éves magyarországi vizsgálatára az adott időszakban.

A trendek vizsgálatát negatív binomiális regressziós modellekkel végeztük, nemek, korcsoportok és a külsődleges okokból bekövetkező haláltípusok szerint. Incidencia-arányszám hányadosokat (IRR) és hozzájuk tartozó 95%-os konfidencia intervallumokat (KI) számítottunk ki.

A havi halálozási adatokat a vizsgált periódus egészére nézve összegeztük. A havi adatok ciklikus trendjeit a Walter és Elwood által kidolgozott módszerrel [8], valamint negatív binomiális regressziós modellekkel vizsgáltuk. Mindkét módszer figyelembe veszi az adatok hónapokra történő csoportosításával a kockázatnak kitett populációt, továbbá lehetőséget nyújt a szezonális egyszéri vagy kettős csúcsainak

vizsgálatára. Az Edwards-teszt [9], mely csak a megfigyelt halálozások számát veszi figyelembe, megerősítette a szezonális analízis eredményeit.

Az elemzéseket külön-külön nemek szerinti bontásban, valamint együtt, az összes esetre vonatkozóan is elvégeztük. A 0,05-nál kisebb p-értéket tekintettük statisztikailag szignifikánsnak. Az egyes tesztek elvégzéséhez a STATA 9.0 programot használtuk.

Eredmények

Az 1995 és 2014 közötti időszakban összességében 154211, külsődleges okokból bekövetkező halálozást (közel kétharmaduk férfi volt) regisztráltak Magyarországon. Az öngyilkosság és önsértés volt ezek közül a leggyakoribb halálok: 53769 haláleset (1. Tábl.) történt (34,9%-a az összes, külső oki halálozásnak).

1. Táblázat. Öngyilkosság és önsértés Magyarországon 1995 és 2014 között.

	Férfiak	Nők	Összesen
19 évnél fiatalabbak	559	47	606
20-59 év közöttiek	27898	5872	33770
60 évnél idősebbek	13074	6319	19393
Összesen	41531	12238	53769

A nyers halálozási arányszámokhoz hasonlóan a legmagasabb, korcsoport szerinti standard halálozási arányszámokat is az öngyilkosság és önsértés szolgáltatva 100000 főre vetített évenkénti 23,99-os értékkel (95%-os KI: 23,78-24,19).

Éves trend

Az éves, életkor szerint standardizált adatok negatív binomiális regressziós modellje a vizsgált időszakra vonatkozóan a külsődleges halálokok közül csaknem mindegyik esetében csökkenő tendenciákat jelzett az éves standardizált halálozási arányszámokat tekintve.

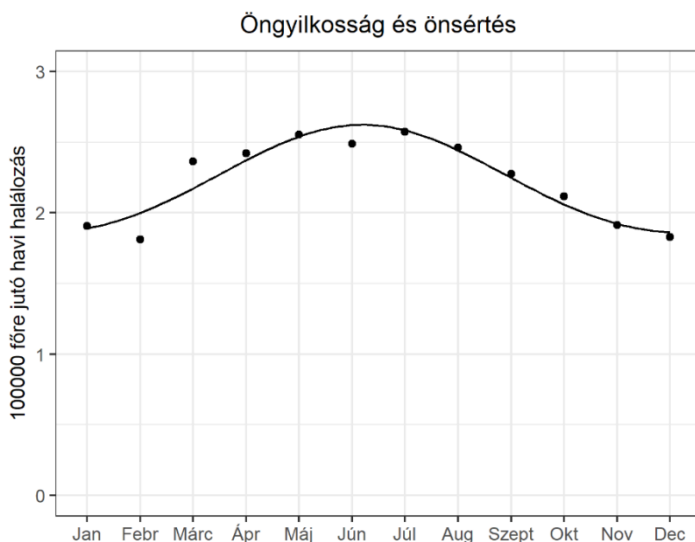
Ami a vezető halálokot, az öngyilkosságot illeti, az éves trend erősen szignifikáns ($p < 0,001$) volt. Az öngyilkossági ráta a vizsgált két évtized alatt 46,7%-kal csökkent: míg 1995-ben az évi 100000 vetített standardizált halálozási arányszám 30,6 volt, addig 2014-ben ugyanezen érték már 16,3 volt csak. Az éves trendet jellemző incidenciarányszám hányados értéke 0,974 volt (95%-os KI: 0,971-0,977). Nemek szerinti bontásban is hasonló tendencia figyelhető meg.

Szezonális trend

A külsődleges okokból történő halálozások között az öngyilkosságok és önsértések száma volt a legmagasabb, továbbá a december-januári időszak volt a leggyakoribb időszak a külső oki halálozások egészét tekintve.

Az öngyilkosság általi halálozások tekintetében a Walter-Elwood módszer erősen szignifikáns ($p < 0,001$) szezonalitást jelzett: nyári tetőzés, júniusi csúcsponttal (1. Ábra). Nemek szerint bontva csak árnyalatnyi eltéréseket tapasztalhatunk.

A negatív binomiális regressziós modellek megerősítették a Walter és Elwood módszerével kapott eredményeket. Kétperiódusú szignifikáns szezonális modell nem volt.



1. Ábra. Az öngyilkosság általi halálozások szezonális változása az 1995 és 2014 közötti időszakban Magyarországon.

Megbeszélés

A vizsgált két évtizedben a külső oki halálozások között az öngyilkosság volt a leggyakoribb: az összes ilyen jellegű halálozás több mint egyharmadát tette ki ezen halálokok. Öngyilkosságok mindhárom korcsoport

esetében (nyers számokban és arányaiban véve egyaránt) gyakrabban fordultak elő férfiaknál. A legkisebb különbséget a halálesetek nyers számában – amely így is több mint kétszeres – a 60 év felettek körében találhatjuk, amely a korfával magyarázható (női többlet ebben a korcsoportban). Ebben a korcsoportból került ki a legtöbb női áldozat; több, mint a másik két korcsoportban együttvéve. Ugyanakkor a férfiaknál és összességében is a 20 és 59 év közötti korosztály szolgáltatta a legtöbb áldozatot: az összes öngyilkosság csaknem 63%-át ezen korosztály jegyezte. Mindazonáltal a legmagasabb korspecifikus halálozási rátát férfiak esetében is a 60 év feletti korosztálynál találjuk.

A vizsgált időszakban csaknem minden külsődleges halálok esetében csökkenő trendet tapasztaltunk a standardizált halálozási arányszámokat tekintve. Következésképpen, Magyarországon a külső okokból bekövetkező halálozások tekintetében javuló tendencia figyelhető meg: az éves ráta az 1995-ös, 100000 főre vetített 94,4-es értékről 20 év alatt 41,6-ra (tehát mintegy 56%-kal) csökkent. Ez a csökkenés pedig kiváltképp fontos, hiszen a külső oki halálozás hagyományosan magas a kelet-közép-európai országokban.

Mindazonáltal Magyarország még mindig messze van az EU-15 átlagától ebben a tekintetben. Továbbá, a külsődleges okokból bekövetkező halálesetek csökkenése elsősorban a baleseti halálozásoknál megfigyelhető látványos csökkenésnek tulajdonítható.

A ciklikus trendek elemzése során a Walter-Elwood módszert alkalmaztuk, amely az Edwards-teszt általánosítása: kifejezetten olyan események szezonálisának vizsgálatára tervezték, ahol változóként megjelenik a kockázatnak kitett populáció is. Ráadásul Walter és Elwood szezonális tesztje nagyobb (statisztikai) erővel bír a szinuszos mintázatot követő ciklikus trendek detektálása esetén, mint a Pearson-féle χ^2 -teszt [10].

A szezonális csúcspontként kapott június abszolút egybecseng a korábbi tanulmányok eredményeivel: késő tavaszi – kora nyári szezonális találtak május-júliusi tetőzéssel. Mindez magyarázható a hőmérsékleti és hangulati ingadozásokkal (elsősorban idősebbekre jellemző), valamint az ekkortájt megnövekvő szociális intenzitás által kiváltott ún. „relatív boldogtalanság” jelenségével.

Ugyan az öngyilkosságok szezonálisát több országban – így Magyarországon is – vizsgálták már, a külső oki halálozások általános ciklikus mintázatának felderítésére eddig nem került sor; mindazonáltal fontos lenne, hiszen mindez a háttérokok jobb megértéséhez és azokat megelőző intézkedésekhez vezethetne el bennünket.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás az EFOP-3.6.1-16-2016-00008 program „Intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztések” projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Hivatkozások

- [1] European Mortality Database: External Causes.
https://gateway.euro.who.int/en/indicators/hfamdb_377-sdr-external-causes-of-injury-and-poisoning-per-100-000/.
- [2] European Mortality Database: Suicide and Self-harm.
https://gateway.euro.who.int/en/indicators/hfamdb_771-sdr-suicide-and-intentional-self-harm-per-100-000/.
- [3] Lester D, Moksony F. Seasonality of suicide in eastern Europe: a comment on "Evidence for lack of change in seasonality of & suicide from Timis County, Romania". *Percept Mot Skills*. 2003;96(2):421-422.
- [4] Zonda T. Depression and suicidal behavior. *Crisis*. 2005;26(1):34-35.
- [5] Sebestyen B, Rihmer Z, Balint L, et al. Gender differences in antidepressant use-related seasonality change in suicide mortality in Hungary, 1998-2006. *World J Biol Psychiatry*. 2010;11(3):579-585.
- [6] Demográfiai évkönyv: 1995-2014. Budapest, Központi Statisztikai Hivatal, 1996-2015.
- [7] Tájékoztatósi adatbázis. <https://statinfo.ksh.hu/Statinfo/index.jsp>
- [8] Walter SD, Elwood JM. A test for seasonality of events with a variable population at risk. *Br J Prev Soc Med*. 1975;29(1):18-21.
- [9] Edwards JH. The recognition and estimation of cyclic trends. *Ann Hum Genet*. 1961;25:83-87.
- [10] Walter SD. The power of a test for seasonality. *Br J Prev Soc Med*. 1977;31(2):137-140.

A magzati halálozások alakulása Magyarországon

Rárosi Ferenc¹, Nyári Tibor²

Szegedi Tudományegyetem, Általános Orvostudományi Kar,

Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet,

¹rarosi.ferenc@med.u-szeged.hu

²nyari.tibor@med.u-szeged.hu

6720 Szeged, Korányi fasor 9.

Összefoglaló: A kora-középidős spontán vetélések és a művi terhesség-megszakítások trendjét vizsgálatuk Magyarországon az 1996-2016-os időszakban negatív binomiális regresszió alkalmazásával. A kora-középidős magzati veszteségeknél szignifikáns emelkedést, a művi vetéléseknél szignifikáns csökkenést találtunk a vizsgált időszakban. Eredményeink megerősítik az alacsonyabb anyai iskolázottság kockázatát a terhességmegszakításokra vonatkozóan, és felhasználhatóak preventív stratégiák kialakításában.

Bevezetés és célkitűzés

A terhesség 0-23 hetében bekövetkezett magzati halálozásokat soroljuk a kora és középidős magzati halálozásokhoz, amelynek definíciója a Központi Statisztikai Hivatal Demográfiai Évkönyve alapján 1996 óta: Korai és középidős magzati halálozás (spontán vetélés, spontán abortusz): ha a magzat az anya testétől történt elválasztás után az élet semmilyen jelét nem adta, és 24 hétig vagy annál rövidebb ideig volt az anya testében, vagy a magzat kora nem állapítható meg, de testtömege az 500 grammot, testhossza a 30 cm-t nem érte el [1].

Magyarországon a késői magzati halálozások (spontán vetélések/ halva születések) száma az elmúlt évtizedekben csökkenő tendenciát mutat, de még mindig magasabb, mint a Nyugat-európai országokban. Kockázati tényezőiket számos tanulmányban vizsgálták. Azonban a korai és középidős halálozásokra vonatkozó trendeket részletesen még nem vizsgálták.

Tanulmányunk célja a kora-középidős spontán vetélések és a művi terhesség-megszakítások trendjének vizsgálata volt az 1995-2016-os időszakban.

Módszer

Az elemzés során az 1995 és 2016 közötti időszakot vizsgáltuk. A spontán és művi vetélések számára vonatkozó adatokat a Központi

Statisztikai Hivatal (KSH) által közzétett, országos regiszterből nyertük ki [1].

A kora és középidős magzati halálzásokat az anyai életkor szerint, a művi terhesség megszakításokat az anya iskolai végzettsége szerint vizsgáltuk. Az alap populációnak használt élve születések száma szintén elérhető volt az előbbi faktorok szerinti bontásban, így mortalitási mutatókat számoltunk 1000 élve születésre vonatkozóan. Negatív binomiális regresszió alkalmazásával vizsgáltuk az évenkénti mortalitási mutatók változását leíró trendeket, amelyek jellemzésére az incidencia arányszám hányados (IRR) értékét, a hozzátartozó 95%-os konfidencia intervallumokat (95% KI) és szignifikancia szintet adtuk meg. Statisztikai elemzéseket a STATA 9.0 programmal végeztük. A 0,05-nál kisebb p-értéket tekintettük statisztikailag szignifikánsnak

Eredmények

A tanulmány 22 éves időtartama alatt 354.747 spontán magzati halálozás történt és az anyai életkor szerinti megoszlásban látható az 1.táblázatban. Az első trimeszterben (0-12. hét) 322.143 (90,8%) korai spontán magzati halálozás volt. A 35 év alatti anyáknál 278.471, a 35 év felettiéknél 32.816 kora-középidős magzati halálozás történt. Az évenkénti mortalitás az 1996-ban megfigyelt 136,5 per 1000 élve születésről 191,1 per 1.000 élve születésre emelkedett 2011-re (IRR: 1,012 95% KI [1,012–1,015]; $p<0,001$).

1.sz. táblázat. A kora és középidős magzati veszteségek száma anyai életkor szerint Magyarországon 1996-2016 között.

Életkor	Spontán vetélések száma
0-14 év	563
15-19 év	21.991
20-24 év	57.749
25-29 év	89.479
30-34 év	87.261
35-39 év	64.406
40-44 év	29.428
45-49 év	3.264
50 évnél idősebbek ismeretlen	124
Összesen	354.747

A vizsgált időszakban 1.111.461 művi vetélés történt. A művi vetélések számának megoszlását iskolai végzettség és életkor szerinti bontásban a 2.sz táblázatban foglaltuk össze. A terhességmegszakítások száma 1997-ben volt a legmagasabb 727,6 per 1.000 élve születés és szignifikánsan csökkent 2016-ra: 327 per 1000 élve születés. A csökkenést leíró trend: (IRR: 0,962 95% KI [0,959 -0,965];p<0,001).

2.sz. táblázat. Művi vetélések száma anyai életkor és iskolai végzettség szerint Magyarországon 1996-2016 között.

Életkor (év)	Általános iskola 0-7. osztálya	Befejezett általános iskola (8. osztály)	Befejezett szakmunkás-képző iskola, szakiskola	Befejezett középiskola	Befejezett felsőfokú iskola
0-14	2.739	1.385	-	-	-
15-49	57.226	413.195	229.611	313.704	88.975
50-	0	18	0	14	0
Össz.	59.965	414.598	229.611	313.718	88.975

Megbeszélés

Eredményeink megerősítették egyes faktorok szerepét a késői magzati halálozás kockázatában. A vizsgált két évtizedes időtartam alatt lineárisnak mondható emelkedés volt megfigyelhető a kora-középidős magzati halálozási arányokban és szignifikáns lineáris csökkenés a művi terhességmegszakítások arányában Magyarországon. A terhességmegszakítások közel 60%-a (58,3%) az alacsonyabb iskolai végzettségűek körében történt (befejezett általános iskola, illetve befejezett szakmunkás-képző iskola, szakiskola). Eredményeink megerősítik az alacsonyabb anyai iskolázottság kockázatát a terhességmegszakításokra vonatkozóan, és felhasználhatók preventív stratégiák kialakításában.

Köszönetnyilvánítás

A kutatás azEFOP-3.6.1-16-2016-00008program „Intelligens szakosodást szolgáló intézményi fejlesztések” projektkeretébenajlott. A projekt az

Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Hivatkozások

[1] Demográfiai évkönyv: 1995-2014. Budapest, Központi Statisztikai Hivatal, 1996-2015.

A légáramlás paramétereinek vizsgálata végeelem analízis segítségével, számítógéppel generált 3 dimenziós gégemodellekben

Farkas Kitti^{*1}, Czirják Attila^{**2}, Nagy Attila^{***3}, Tóth Ferenc^{*4}, Szakács László^{*5}, Rovó László^{*6}, Kiss József Géza^{*7}

Szegedi Tudományegyetem, ^{*}Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti
Klinika, 6725 Szeged, Tisza Lajos körút 111.,

¹ fakuabt@gmail.hu, ⁴ feri@orl.szote.u-szeged.hu, ⁵ szakacs.laszlo@med.u-szeged.hu, ⁶ office.orl@med.u-szeged.hu, ⁷ kiss.jozsef.geza@med.u-szeged.hu

^{**} Fizikai Intézet Elméleti Fizika Tanszék, 6720 Szeged, Tisza Lajos krt. 84-86.

² czirjak@physx.u-szeged.hu

^{***} Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet, 6720 Szeged, Korányi fasor 9

³ attila@orl.szote.u-szeged.hu

Összefoglaló: Beteg illetve egészséges alanyok nyaki CT felvételeiből 3 dimenziós gégemodelleket készítettünk, melyeken végeelem alapú szoftver segítségével vizsgáltuk a levegő áramlásának fizikai tulajdonságait.

Bevezető

A légutak geometriájának megváltozása, az ott kialakuló szűkületek a páciensek számára kellemetlen tüneteket okozhatnak, mint például a nehézlégzés és a fulladásérzés. Ezekben az esetekben az elváltozás okának diagnosztizálására képalkotó eljárásokat alkalmaznak, MR vagy CT felvételeket készítenek a páciens nyaki részéről.

Célkitűzés

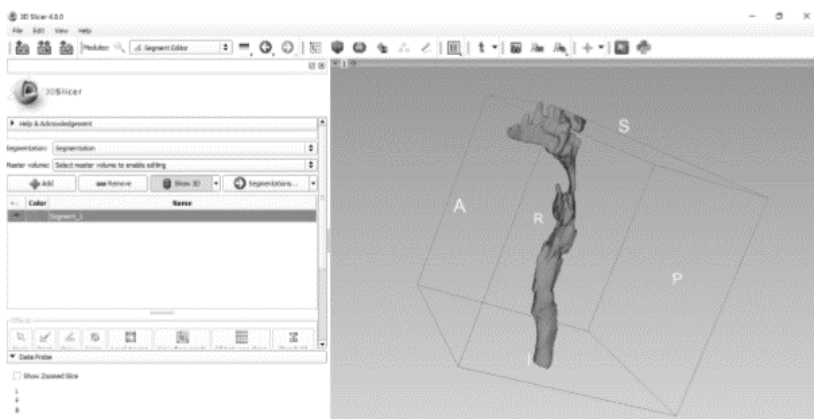
Munkánk során azt a célt tűztük ki, hogy megvizsgáljuk a légáramlás bizonyos fizikai tulajdonságainak változását 3 dimenziós gégemodellekben, melyeket számítógépes szoftver segítségével generálunk, a korábban elkészített CT felvételekből.

Módszer

A felső légutakban a levegő mozgását modellezhetjük egy cső segítségével, melyben lamináris áramlás alakul ki. Ha az áramlási sebesség meghalad egy kritikus értéket, akkor a lamináris helyett turbulens áramlás

alakul ki, melyet a beteg nehézlégzésként, fulladásérzésként tapasztal, a légző izmok terhelése megnövekszik.[1] Ezt a kritikus sebességértéket befolyásolja a légutak lumenének átmérője, tehát egy esetleges daganat, vagy műtét utáni nagyobb kiterjedésű hegesedés miatt a páciens kellemetlen tüneteket tapasztalhat.

A légzés megfigyeléséhez előbb 3 dimenziós modellt készítettünk a 3D Slicer szoftver használatával, mely egy orvosi képfeldolgozás (beleértve a regisztrálást és az interaktív szegmentálást) és vizualizáció céljából készült nyílt forráskódú szoftver. [2]

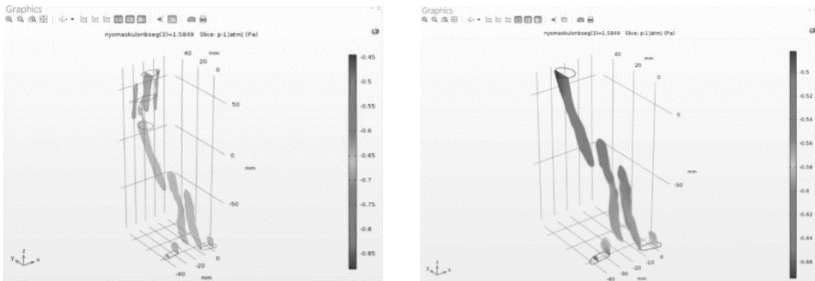


3D Slicer segítségével készített 3 dimenziós légsáv modell

A légáramlás paramétereit a COMSOL Multiphysics segítségével vizsgáltuk, ami egy professzionális kereskedelmi végeelem alapú szoftver, mellyel akár összetett, csatolt fizikai folyamatok is szimulálhatók.[3] A végeelem módszer (VEM, angol fordításból FEM) parciális differenciálegyenletek közelítő megoldására szolgáló numerikus módszer. A fizikai szerkezet matematikai modelljét képviseli, ami magában foglalja az elemeket, anyagmodelleket, peremfeltételeket és mindazon tulajdonságokat, amelyek a fizikai valóságot modellezik. A módszer lényege a vizsgált geometria véges kis részekre (véges elemekre) bontása, és az elemeket összekapcsoló csomópontokra ható csomóponthelyi terhelések és a hatásukra létrejövő kimenő mennyiség közötti kapcsolatot leíró egyenletrendszer megoldása.[4] Három légzési paramétert vizsgáltunk: nyomásváltozást, áramlási sebességet, valamint térfogatáramot.

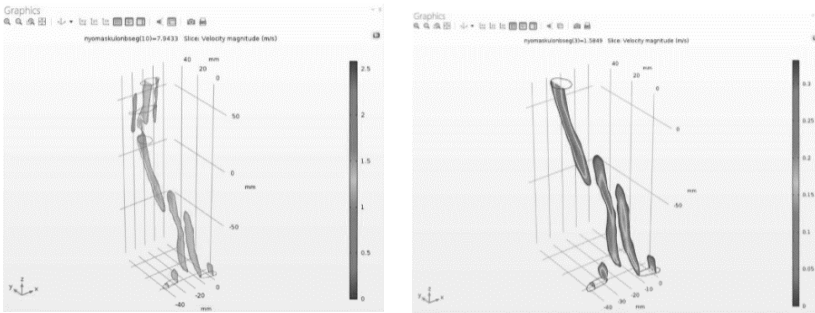
Eredmények

9 páciens légútjának 3 dimenziós modelljét készítettük el a 3D Slicer segítségével. A levegő áramlásának modellezéséhez az előzőekben elkészített fájlokat kell importálni, viszont technikai okok miatt ez nem minden esetben sikerült. Végül egy beteg és egy egészséges gége modelljét tudtuk tesztelni a végeelem alapú szoftver segítségével. A COMSOL szoftver segítségével elvégzett numerikus számítások eredményeit grafikusán kaptuk meg. Elsőként a nyomás paraméter változását figyeltük meg.



3. ábra A nyomás alakulása a különböző légsávmodellek esetén.

A kapott eredmények azt mutatják, hogy egy szűkületen történő áthaladáshoz hirtelen, nagy nyomásesés szükséges, míg ép légsáv esetén a nyomás fokozatosan, egyenletesen csökken. Ezután a levegő áramlásának sebességváltozását figyeltük meg a modellekben.



4. ábra A levegő áramlásának sebességváltozása a különböző légsávmodellek esetén.

Az ábrákon látható, hogy a szűkületnél jelentősen megnő az áramlás sebessége. Ép gégemodell esetén kialakul a lamináris áramlás, azaz a légső belsejében nagyobb az áramlás sebessége, míg a cső falánál kisebb.

Minden modell esetében táblázatos eredményt kaptunk a térfogatáramokról. Ezekből az adatokból kiderül, hogy az ép gége esetében kialakul a normál 1 liter/s körüli érték, ellenben a deformált gége esetén egy nagyságrenddel kisebb értéket kaptunk.

Következtetések

A mérési eredmények azt mutatják, hogy az ilyen jellegű szimuláció valóban használható a légsávban áramló levegő fizikai tulajdonságainak vizsgálatára. Későbbiekben ez a szimulációs módszer segítség lehet a beavatkozások eredményességének megítélésében, ugyanis az esetleges műtétek utáni légzési paramétereket beavatkozás nélkül, CT felvételek alapján lehetne vizsgálni.

Hivatkozások

- [1] Maróti Péter, Laczkó Gábor – Bevezetés a biofizikába, JATEPress 2013
- [2] 3D Slicer honlap <https://www.slicer.org/>_2018.10.31.
- [3] COMSOL Multiphysics honlap <http://gamaxlabsol.com/comsol-multiphysics/> 2018.10.31.
- [4] Dr. Tamás Péter, Bojtos Attila, Décsei-Paróczy Annamária, Dr. Fekete Róbert Tamás: Végeelem módszerek

Development of a Wingsuit-style gamified application

Tibor Guzsvinecz¹, Bence Jandas², Veronika Szucs³, Cecilia Sik-Lanyi⁴
Department of Electrical Engineering and Information Systems, University
of Pannonia

¹guzsvinecz@virt.uni-pannon.hu, ²jandas.bence@gmail.com,
³szucs@virt.uni-pannon.hu, ⁴lanyi@almos.uni-pannon.hu
8200 Veszprem, Egyetem utca 10

Abstract: The development and the purpose of a Wingsuit-style application are presented in this paper. The application is controlled by the Kinect sensor for increased usability as it is aimed for people with disabilities. The application was developed in the Unity game engine and it also contains gamified elements which motivate the users while they are playing the application. Due to the gamified elements and the 3-dimensional virtual environment of the application it is possible to determine if the user has adequate stereopsis or inadequate. The goal of the application is to help in the rehabilitation of people with disabilities, mainly stroke patients while keeping them interested in the application.

Introduction

The main problem with our society is that it is aging. It can also be presumed that because of aging, the number of stroke patients will increase as well. Aging is a critical problem as above the age of 65, the main risk factors are the circulatory and vascular systems in the human body which can lead to damages in the blood circulation.

Due to the damage to the blood circulation, oxygen and nutrient deficits can arise and the patient can suffer brain damage. This damage can be temporary or permanent, however the extent of the damage can only be established after the damage happens [1]. The before state of the patient cannot be fully restored, but after correct rehabilitation the talking, movement skills of the patients can be restored [2].

As such, early physiotherapy is important, so muscle stiffness can be avoided [3]. A good way for early physiotherapy is to contact the therapist early, and to practice the prescribed movements at home [4].

However, while monotonously practicing the prescribed gestures, the patient has the change of losing motivation. Therefore, the tasks should be made enjoyable for the patients with the use of gamification. Though the term “gamification” did not gain popularity until late-2010 [5], there have

been projects in the past to make applications more enjoyable for patients [6, 7] as correctly gamified applications have the chance to modify human behavior [8]. This has an effect to motivate the patients while using the application.

According to Burke, virtual reality applications can stimulate a high level of interest and enjoyment by the participants [9]. Several applications have been developed with the goal to rehabilitate stroke patients [10, 11] some of them contain gamified elements. Additionally, Lövfquist and Dreifaldt presented an application in 2006 which also contain gamified elements with the use of encouraging, challenging and fun exercises [12].

The application developed and presented by the authors has a similar purpose. Its purpose is to present a challenging and fun way in the process of rehabilitation while using the Kinect sensor to immerse the user and to allow rehabilitation at their home.

Methods

The authors wanted the users of the application to try something new: With the help of the authors' Wingsuit-style application, stroke patients can "try" the wingsuit extreme sport inside a virtual world without any kind of danger.

Next to do was to establish the concept of the gamified application, therefore selecting the correct platform was the next task during the development process. Due to the compatibility of the Kinect sensor, the platform of personal computers (PC) was selected where the operating system was Windows 7 or higher.

After the choosing the platform, the functional and non-functional requirements were defined. The functional requirements are the following:

- The application must use the Kinect sensor
- The application must contain gamified elements to motivate the patient

The non-functional requirements are the following:

- The graphical user interface is easy to use
- Can be easily played by anyone (even though the main target audience is stroke patients)

After collecting the requirements, the development of the application began. During the development, two main applications were used. The animations and the modelling were done in the application called Blender which is free tool for 3D graphic design [13]. The programming was done in the Unity game engine, which can also be used for free [14].



Figure 1.: Screenshot of the gameplay.

Describing the application

Firstly, the user must open the application and after that they can find themselves in the main menu of the application. The main menu has five buttons:

- Start game – It allows the user to start the game.
- Difficulty options – The user can change the difficulty in the application. There are three difficulty options: Easy, medium and hard mode. In each mode, changing the directions with the character gets gradually harder, the descent speed increases and the locations of the circles are farther.
- Control options – The user can change control from the Kinect sensor to keyboard and mouse input.
- High score list – Displays the score of the user.
- Quit – It allows the user to exit the application.

After pressing the start game button, the user is taken into the game (Figure 1.) where he must take up the default, starting stance in front of the Kinect sensor. The default stance can be seen in Figure 2., and it allows for slow descent in the game.

When the player is in the game, the player avatar in a wingsuit slowly descends from the air. The goal of the game is to fly through green circles. The circles give the player points. The more precise and faster the player is, the more points they get. This is a gamified element in the application which allows for a competitive feel and the user to achieve more points

each. To know the location of the circles, a green arrow shows the way during gameplay. The green arrow can be seen at the top of the screen. After passing through every circle on the level, the application gives a positive, congratulating feedback to the user.

The game is controlled by the four gestures at the writing of this paper. The default gesture is the slow descent gesture, where both hands of the user are pointed sideways. The user can change directions with the descent left and descent right gestures, where they raise their right or left hand respectively. The application also allows for a rapid descent option, where the user puts both of their hands next to their bodies.

By combining these four gestures, the user can complete the levels in the game while feeling immersed. While they are immersed and inside the application, they do not realize that they are practicing movements to help their rehabilitation.

Also, it is possible with the application to determine if the user has adequate or inadequate stereopsis. The game tracks how many circles have been passed through or missed and calculates a miss ratio. If many circles were missed, then it is possible that the user has weak stereopsis. Though it has to be kept in mind that there may be other factors that affects this ratio, e.g. playing for the first time.

Testing

The application has mainly been tested in-house at the University of Pannonia during the development process. The first version of the application was only compatible with a keyboard and a mouse input. During that version main functionalities of the application were tested, and bugs were fixed.

After that the Kinect compatibility was added. While adding the Kinect compatibility students were asked at the University of Pannonia what gamified elements would they like to see in the finished application. These

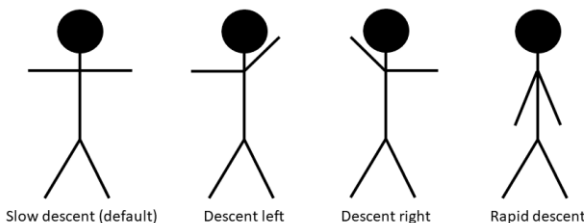


Figure 2.: Gestures to control the game.

elements were the difficulty settings, high score list and the congratulation messages.

In the future the authors would like to test the application in clinical environment and test the application with people with disabilities, mainly with stroke patients and add new features based on their feedback.

Conclusions

In this paper a Wingsuite-style gamified application has been presented with the goal to help in the rehabilitation of people with physical disabilities.

In the application it is possible to control a falling player avatar with the help of not only the keyboard and a mouse, but with a Kinect sensor as well. This allows for increased usability, immersion and for rehabilitation. With the Kinect sensor not expensive, it is possible for the patients to have it at their homes and use it for home rehabilitation.

It is also possible to measure if the patient has good or weak stereopsis by calculating how many circles they passed through during their time in the application.

Before the time of writing this paper, the application has been only tested at the University of Pannonia. The authors have implemented the feedbacks which were given by the students. In the future the authors would like to test the application in clinical environments and add new features based on the feedback of people with disabilities.

Acknowledgment

The authors would like to thank the financial support of Széchenyi 2020 under the EFOP-3.6.1-16-2016-00015.

References

- [1] Csornai M (2002): A stroke-betegek gondozásának problémái.
- [2] Egészségügyi Minisztérium (2002): Szakmai irányelv stroke betegek ápolásához. *Eü. Közlöny* 52(11): 1344-59
- [3] Aradiné Csengődi Cs., Gardi Zs. (1995): A gyógytorna – A fizioterápia a stroke betegek rehabilitációjában
- [4] Holczinger Zs et al. (2001): Stroke beteg otthoni rehabilitációjának lehetőségei: a gyógytornász, logopédus és az Otthonápolási Szolgálat szemszögéből. *Nővér* 14(1): 7-13
- [5] Gamification - Google Trends. <https://trends.google.com/trends/explore?date=all&q=gamification> (Last accessed on 10.29.2018)
- [6] Malone, T.: What makes things fun to learn? Heuristics for designing instructional computer games. *Proc. 3rd ACM SIGSMALL symposium*, ACM Press (1980), 162-169.
- [7] Malone, T.: Heuristics for designing enjoyable user interfaces: Lessons from computer games. *Proc. 1982 conference on Human factors in computing systems*, ACM Press (1982),

- 63-68.
- [8] Richard N. Landers, Elena M. Auer, Andrew B. Collmus, and Michael B. Armstrong, Gamification Science, Its History and Future: Definitions and a Research Agenda. *Simulation & Gaming*. Volume: 49 issue: 3, page(s): 315-337. 2018.
 - [9] Burke J.W., McNeill M.D.J., Charles D.K., Morrow P.J., Crosbie J.H., McDonough S.M. Designing engaging, playable games for rehabilitation. In. 8th Intl Conf. on Disability, Virtual Reality and Assoc. Technologies, P M Sharkey, J Sánchez (Eds), University of Reading, UK, pp 195-201., 2010.
 - [10] Sik Lányi C. Multimedia Medical Informatics System in Healthcare, In *Intelligent Paradigms for Assistive and Preventive Healthcare*, Volume 19, Ichalkaranje, A., et al. (Eds.), Springer Berlin Heidelberg, New York, pp 39-91 (2006)
 - [11] Sik Lányi, C. Virtual Reality in Healthcare, In *Intelligent Paradigms for Assistive and Preventive Healthcare*, Volume 19, Ichalkaranje, A., et al. (Eds.), Springer Berlin Heidelberg, New York, pp. 92-121 (2006)
 - [12] Lövfquist E., Dreifaldt U. The design of a haptic exercise for post-stroke arm rehabilitation. In *Proc.6th Intl Conf. on Disability, Virtual Reality and Assoc. Technologies*, in Sharkey, Brooks & Cobb (Eds), University of Reading, UK , pp 309-315, 2006.
 - [13] Blender. <https://www.blender.org/> (Last accessed on 10.29.2018)
 - [14] Unity game engine. <https://unity3d.com/> (Last accessed on 10.29.2018)

Full-stack felhő alapú mobil backend offline képes WebDAO-val

Jánki Zoltán Richárd¹, Bilicki Vilmos²

¹Szegedi Tudományegyetem, Szoftverfejlesztés Tanszék, jankiz@inf.u-szeged.hu

6720 Szeged, Dugonics tér 13.

²Szegedi Tudományegyetem, Szoftverfejlesztés Tanszék, bilickiv@inf.u-szeged.hu

6720 Szeged, Dugonics tér 13.

Összefoglaló: Az egészségügyi rendszerekben használt alkalmazásoknál alapvetés, hogy robusztusok, megbízhatóak legyenek, és jó válaszidővel bírjanak. Mind ezek mellett az is elvárható, hogy az adatokat szabványosított módon tárolják annak érdekében, hogy a rendszer integrálhatóságát fenntartsák. Ezeket alapul véve alkotunk meg egy rendszert, amely offline is képes működni, továbbá a szerver-oldalt a lehető legjobban tehermentesíti. Ezt a Fast Healthcare Interoperability Resources (FHIR) szabványra építve egy úgynevezett Web Data Access Object (WebDAO) megalkotásával érjük el, amely a teljes rendszerben alkalmazható és jelen van, továbbá egy jól karbantartható megoldást nyújt kiváló teljesítménnyel. Kiadványunk esszenciális részét képezi a használt és gyorsítótárazható FHIR erőforrásoknak, valamint a kliens- és a szerver-oldali offline képességek korlátainak metszete. Rendszerünk működését és megoldásunk hatékonyságát mérésekkel támasztjuk alá.

Bevezető

Az egészségügyben napról napra egyre több betegadat kerül feldolgozásra, és ezzel a növekedéssel párhuzamosan az adatfeldolgozás gyorsaságát is szinkronban kell tartani. Egyre több egészségügyi szektorban váltja le a papír alapú adatrögzítést az elektronikus adattárolás, azaz az egészségügyi rekordokat, adatokat digitalizált formában és felhőben kezelik. Elektronikus adattárolás esetében nagyon fontos, hogy az adatok elérhetőek és érthetőek legyenek. Ezeket a kihívásokat csak úgy kezelhetjük, ha egy olyan rendszert építünk fel, amelyben garantáltan elérhetőek az adatok még rossz hálózati kapcsolat esetén is, továbbá ha az adatokat szabványos módon szolgáltatjuk. Kiadványunkban bemutatjuk rendszerünket, amely kiforrott keretrendszerek képességeit alapul véve nyújt magas performanciát, offline képes, és az adatok tárolását és átadását az FHIR szabvány szerint szolgáltatja.

Áttekintés

Mobil backend, mint szolgáltatás a világban

Az okoseszközök megjelenésével és gyors fejlődésével hamar eljutott a világ oda, hogy a legtöbb számítógépes funkciót már mobiltelefonon vagy tableten is elérhetünk. Ezzel párhuzamosan a felhő alapú szolgáltatások is eljutottak arra a szintre, hogy már nem csak számítógépen futtatott alkalmazásokat támogatnak, hanem mobil platformokra telepítettek is. A backend, mint szolgáltatást az okoseszközök népszerűsége végett hamar kiterjesztettek a szolgáltatók mobil backend, mint szolgáltatássá, ezzel megteremtve a Mobil Backend as a Service (MBaaS) kifejezést. Hiv. [1] Az MBaaS legnagyobb képviselői közé tartozik a Google Firebase és az Apple CloudKit rendszere, amelyek nemcsak sokféle megoldást kínálnak a perzisztenciára, hanem garantált adateléréssel és magas performanciával is bírnak.

Szabványos adatmodell

Az egészségügyi adatok tárolását tekintve igyekeztünk jól integrálható rendszert kiépíteni. Az integrálhatóság érdekében elengedhetetlen a szabványos adatmodell. Hiv. [2] Az ismert specifikációk közül a nemzetközileg is elismert FHIR szabványt alkalmaztuk, melyet a Health Level Seven (HL7) szervezet alkotott meg. Az FHIR egy nyílt standard, amely laza szabályrendszerével képes alkalmazkodni a telemedicina valamennyi területéhez.

A HL7 szerint minden - az egészségügyben előforduló - személy, objektum, fogalom önálló erőforrásként reprezentálandó. Erőforrásnak minősül egy orvos, egy beteg, egy dokumentum, egy konkrét mérőműszer vagy akár egy gondozási terv is. Hiv. [3] A szabvány nem tartalmaz a biztonságra és offline működésre vonatkozóan leírást, ennek megvalósításában a fejlesztők szabad kezet kapnak. Az FHIR a Representational State Transfer (REST) paradigmára épít, amellyel átjárhatóságot biztosít a rendszerek között. A szabványt alkalmazva, a mi rendszerünkben is FHIR specifikus REST végpontok találhatóak a szerver oldalán.

Offline képességek

Ha web-alkalmazásokról beszélünk, mindenkinek egy online alkalmazás jut eszébe. Mi történik, ha nincs Internet kapcsolat vagy a kapcsolat Lie-Fi? Megengedett-e egy egészségügyi alkalmazás esetében, hogy egy mérés

vagy egy megfigyelést megszakítson egy rossz hálózati kapcsolat? Hasonló módon, szükséges-e egy böngésző frissítés következtében egy beteg összes adatát újból lekérdeznünk a szervertől? A válasz természetesen mindegyik esetben az, hogy nem. Ezekkel a kérdésekkel a fejlesztőknek számolniuk kell, és természetesen megoldást nyújtani.

A fent említett problémák kiküszöbölésére ruházzák fel az online rendszereket offline képességekkel. Hiv. [4][5] Web-alkalmazások esetében az alap metodológia az offline képességek megvalósítására a gyorsítótárazás, azon belül is a HyperText Transfer Protocol (HTTP) alapú gyorsítótárazás. Ez az ötlet a böngészőkben implementált gyorsítótáron alapszik. A gyorsítótár rendelkeznek saját tárhellyel, amely tartalmazza a közel múltban lekért objektumokat. Amennyiben a böngészőben levő gyorsítótárat használja a megnyitott alkalmazás, akkor a HTTP protokoll fejlécében megjelenik a Cache-Control és az ETag mezők, amelyek az érkező választ hivatottak validálni. A mai modern web-alkalmazások már az úgynevezett Service Worker és IndexedDB technológiákat használják, amelyeknek a működési elve a HTTP alapú gyorsítótárazáson alapszik.

Megoldásunk

Annak érdekében, hogy az elérhetőséget a legmagasabb fokra emeljük, egyaránt ki kell használnunk a kliens-oldal és a szerver-oldal offline képességeit is. Ahhoz, hogy a teljes rendszeren átívelő, jól integrálható megoldást nyújtsunk, az adatmodellt egy közös struktúrában kell alkalmaznunk.

Hibernate L2 gyorsítótár, mint minta

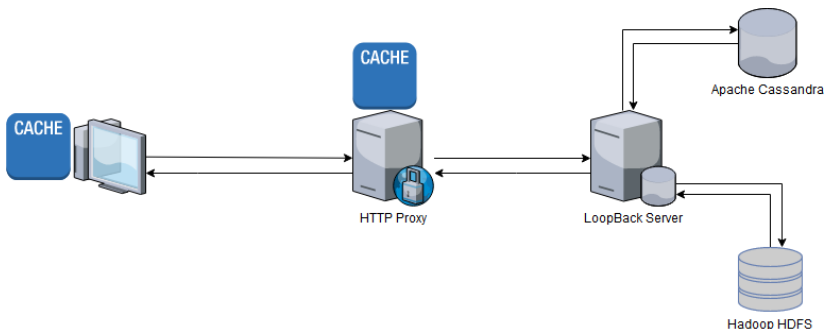
Hiv. [6][7] A Hibernate keretrendszerben alkalmazzák a Data Access Object (DAO) mintát, amellyel az alacsony szintű műveleteket elkülönítik a magas szintű üzleti szolgáltatásoktól. A Hibernate egy saját gyorsítótár modellel rendelkezik, amelyben a kéréseket először a különböző szintű gyorsítótárakhoz irányítják ahelyett, hogy azonnal a backend-del kommunikálnának. A Hibernate Query Language (HQL) először a második-szintű (L2) gyorsítótár felé lesz továbbítva, és a gyorsítótárban keresi a kért objektumokat. Amennyiben a kérést nem tudja kiszolgálni az L2 gyorsítótár, úgy a kérés továbbküldésre kerül a fizikai adatbázis felé. Ezzel az offline-first gyorsítótárazási módszerrel jelentősen csökkenthető a kérések válaszideje.

Full-stack fejlesztés

Mikroszolgáltatásaink kliens oldala olyan web- és mobilalkalmazásokból áll, amelyeket full-stack környezetben mobile-first technológiákkal fejlesztünk. Hiv. [8] A full-stack fejlesztés napjaink egyik legnépszerűbb megközelítés, amely szerint a kódbázis megosztható a kliens- és a szerveroldal között, ugyanis azonos programozási nyelvben íródnak. A mi esetünkben a JavaScript köré építünk minden fejlesztést, azaz a backend-től a frontend-ig minden JavaScript alapon kerül implementálásra. A kliens-oldalon az Angular 2+ és az Ionic 3 keretrendszereket használjuk, míg a szerver-oldalon a Node.js alapú LoopBack szervert alkalmazzuk. Fejlesztéseink kezdetén még nem volt nyílt forráskódú FHIR szerver implementáció, ezért lefejlesztettük saját MBaaS-ünket.

Szoftver architektúra és a WebDAO

1. Ábra A gyorsítótárazást több szinten valósítottuk meg. A backend-nél levő LoopBack szerver sajnos offline képességei elég csekélyek, de a szerver-oldal terheltségét csökkenthetjük a kliens-oldali gyorsítótárazással. Ehhez a böngésző gyorsítótárát használjuk, amelyben olyan FHIR erőforrásokat tárolhatunk, amelyekre gyakran szükségünk van, ugyanis ezeket az objektumokat gyakran kell lekérnünk. A kliens és a LoopBack szerver közé betettünk egy proxy réteget, amely kizárólag csak gyorsítótárazási funkciót lát el. Itt eltárolhatunk olyan objektumokat, amelyek akár nagy méretekkel bírnak. Ilyen például egy pácienslista, vagy egy adott beteghez tartozó összes mérési eredmény.



6. ábra Szoftver architektúra

A Hibernate hatékony offline-first modelljét alkalmazva mintaként megalkottuk az FHIR szabványos DAO rétegünket, amelyet WebDAO-ként kereszteltünk el. Ezt a WebDAO-t használva a teljes rendszeren, a modell konzisztens lett.

Eredmények

Rendszerünket egy 39.984 rekordot tartalmazó adatbázison teszteltük, amelyben egyetlen beteg van, és ehhez a beteghez 39.983 megfigyelés van rendelve különböző időbélyegeekkel és értékekkel. A megfigyelések között találhatóak vérnyomási, vércukor, súly, és pulzus adatok. Az adatbázis tartalma generált, nem valós adatokat tartalmaz. Az eredményeket 10 egymás utáni futtatás átlagaként számítottuk ki milliszekundumban. A visszaadott rekordok száma 5.000-nél több nem lehet a Cassandra driver képességeiből adódóan.

3. táblázat Eredmények összehasonlítása

Lekérdezés	Visszaadott rekordok száma	Válaszidő gyorsítótár nélkül	Válaszidő proxy gyorsítótárral	Válaszidő böngésző gyorsítótárral
getObservation()	5.000	471,3 ms	21,4 ms	440,2 ms
getObservation(code: 8867-4)	4.998	497,5 ms	35,3 ms	432,8 ms
getObservation(code: 8867-4, fromDate: 2018-09-24 13:44:31.768, toDate: 2018-09-24 13:33:31.768)	1	199,5 ms	1,6 ms	13,6 ms

A lekérdezéseket paraméter nélkül és bonyolultabb paraméterekkel is lefuttattuk. A kérés minden esetben mérési eredményre vonatkozott. 1. Tábl. Gyorsítótár nélkül is jó teljesítményt érhetünk el, ez látható az eredményekből, azonban a gyorsítótáras megoldások gyorsabban nyújtanak választ a kérésre.

Konklúzió

A WebDAO következtében a teljes rendszerünkön végig tudtuk vezetni az FHIR szabványos adatmodellünket, és egy hatékonyan szűrhető gyorsítótárat tudtunk biztosítani. A jövőben a szűrési lehetőségeket szeretnénk bővíteni a gyorsítótárakban, valamint indexelési sémák segítségével tovább javítani a böngésző gyorsítótár teljesítményét.

Köszönetnyilvánítás

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

Hivatkozások

- [1] How to choose the right MBaaS: Firebase, CloudKit, or Kinvey? Elérhető: <https://techbeacon.com/how-choose-right-mbaas-google-firebase-apple-icloud-or-kinvey>, Megnyitva: 2018. október 31.
- [2] FHIR Overview, Elérhető: <https://www.hl7.org/fhir/overview.html>, Megnyitva: 2018. október 30.
- [3] B. Mulloy, Web API Design: Crafting Interfaces that Developers Love, Elérhető: <https://pages.apigee.com/rs/apigee/images/api-design-ebook-2012-03.pdf>, Megnyitva: 2018. október 28.
- [4] 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
- [5] I. Grigorik, HTTP Caching, Elérhető: <https://developers.google.com/web/fundamentals/performance/optimizing-content-efficiency/http-caching>, Megnyitva: 2018. november 5.
- [6] J. P. Ottinger, D. Minter and J. Linwood Beginning Hibernate, 3rd Edition, 2014, Apress, United States
- [7] J. P. Ottinger, S. Guruzu and G. Mak Hibernate Recipes: A Problem-Solution Approach, 2nd Edition, 2015, Apress, United States
- [8] A. Bretz and C. J. Ihrig, Full Stack JavaScript Development with MEAN, 2014, SitePoint Pty. Ltd., 48 Cambridge Street Collingwood VIC Australia 3066

Felhőben tárolt egészségügyi adatok védelme ABAC modellel

Zoltán Szabó, Vilmos Bilicki

{szaboz, bilickiv}@inf.u-szeged.hu

Szegedi Tudományegyetem, Természettudományi és Informatikai Kar,
Szoftverfejlesztési Tanszék,
6720, Szeged, Dugonics tér 13.

Összefoglaló: e-Health rendszerek fejlesztése során az egyik legjelentősebb probléma a biztonság megvalósítása, az olyan rendszerszintű irányelvek kidolgozása, amelyek biztosítják, hogy a biztonságkritikus adatok megfelelő védelem alatt állnak, ám szükséges esetben az erre jogosult orvos, nővér, hozzátartozó rendelkezésére állnak. Csapatunk egy full-stack egészségügyi keretrendszer fejlesztésén dolgozik, melynek fejlesztésében jelenleg is folyamatosan zajlik a biztonsági modulok tesztelése finomhangolása. Rendszerünk tervezésének egyik kulcsfontosságú döntése volt a megfelelő biztonsági model kiválasztása - cikkünkben ezt a döntési folyamatot, illetve a választott ABAC modell segítségével végrehajtott esetmodellezéseinket prezentáljuk.

Bevezetés

Hiv. [1] Csapatunk célja egy full-stack telemedicina fejlesztői keretrendszer létrehozása, amely ipari szabványok, gyakorlatban bevált technológiák és fejlesztési minták felhasználásával lehetővé teszi egészségügyi alkalmazások, mind webalkalmazások, mind appok fejlesztését úgy, hogy számos kulcsfontosságú pont, mint az egyes komponensek kommunikációja, az adatok perzisztenciája, illetve a biztonságkritikus adatok védelme már létező, kipróbált megoldások szerint funkcionáljon.

A keretrendszer tervezésében és fejlesztésében is kiemelt szereppel bír az adatvédelem – érthető okokból, hiszen még egy kisebb alkalmazás esetén is bizalmas, egészségügyi információkról, adatokról van szó, melyekhez csak az illetékes meghatalmazottak férhetnek hozzá, és ők is csak úgy, hogy az a GDPR-nek megfelelő logolás és követhetőség előírásának megfelelően.

Hiv. [2] Azonban ez a szintű megbízható adatvédelem már a GDPR érvénybe lépése előtt is komoly ipari kihívásnak számított, melyre a legjobb esetben is csak egyéni koncepciók, megoldási javaslatok léteztek, igazán kiforrott, általánosan elfogadott, minden lehetséges felhasználási esetre

alkalmazható eset nem. Csapatunk ezek megvizsgálásával próbált olyan megoldást megtervezni, amely kielégíti a követelményeket, és lehetővé teszi a biztonságos, megbízható alkalmazások fejlesztését

Célkitűzés

Hiv. [3] A jogosultság megvalósítására számos ipari koncepció készült, amelyek közül a FHIR szabvány kettőt emel ki, mint ajánlott megvalósítási lehetőséget. Fejlesztőcsapatunk mindkét megoldást megpróbálta alkalmazni, feltérképezte az általuk kínált lehetőségeket, majd ez alapján hoztuk meg a tervezési döntéseket, és dolgoztuk ki saját megoldásainkat.

RBAC

Hiv. [4] A Role Based Access Control, vagyis szerepkör alapú jogosultságkezelés lényege, hogy a rendszer bejelentkezett, azonosított felhasználóit egy előre meghatározott elv alapján egy vagy több szereppel azonosítjuk, mely szerepek a használat végéig érvényesek lesznek, és a jogosultságkezelés alapját képezik. A szerep meghatározása különböző módokon történhet, közös vonásuk, hogy a felhasználás első lépését képezik, leggyakoribb implementációiban az azonosítással egy lépésben, amint kiderül a pontos identitás, meghatározásra kerülnek. A legalapvetőbb, alapértelmezett szerepkörök minden rendszerben a bejelentkezett és azonosítatlan felhasználók. Ezen felül a szerepkörök legegyszerűbb kiosztása a statikus módszer, melyben a rendszergazda, vagy rendszergazdák egyértelműen, felhasználói adatbázis szinten hozzáférnek a felhasználói fiókokhoz, hogy ki milyen szerepkörökkel rendelkezik – például, hogy a `kissbela15@med.u-szeged.hu` email címmel rendelkező felhasználó kezelőorvos, `adamjanos253@gmail.com` pedig páciens. A másik út a dinamikus szerepkör feloldás – ekkor megadott szabályok alapján, meghatározott attribútumok figyelembe vételével kerül sor a szerepek feloldására, melyek változhatnak az idő, a helyszín, egy adott projekthez tartozás vagy valamely más, tetszőleges környezeti tényező alapján.

Hiv. [5] Az egyik legfőbb ok, amiért az RBAC módszer optimális megoldásnak tűnt, hogy a szerverünk programozásához használt LoopBack keretrendszer támogatja a szerepkörök kezelését, beépített jogosultságkezelő (ACL – Access Control List) megoldása pedig kifejezetten arra épít, hogy bizonyos műveleteket, adatlekéréseket a szerepkör alapján engedélyez vagy tilt.

ABAC

Hiv. [6] Az ABAC, az Attribute Based Access Control a jogosultságkezelést bizonyos kiemelt fontosságú attribútumok segítségével határozza meg. A működési elven túl egy architekturális felépítést is meghatároz, amely a következő elemekből épül fel:

- Policy Enforcement Point (PEP): Megvizsgálja a beérkező kérést, és queryt intéz a PDP felé, hogy van-e arra engedély.
- Policy Decision Point (PDP): Az ellenőrző / döntéshozó pont, ami kiértékeli az engedélykéréseket az érvényes szabályok, engedélyek alapján.
- Policy Inspection Point (PIP): A rendszer ezeken keresztül kapcsolódik különböző külső forrásokhoz, amelyekből információkat tud kigyűjteni (LDAP, Kerberos, user adatbázisok, stb.)

Az attribútumok pedig a következő kategóriákba tartoznak:

- alany: Ezek a felhasználó azon tulajdonságai, amelyek szerepet játszanak a jogosultság megállapításában (életkor, beosztás, szerep, stb.)
- cselekvés: Leírja, milyen műveletre készül a felhasználó.
- tárgy: Leírja, mihez akar hozzáférni a felhasználó (ez lehet a konkrét azonosító vagy valamilyen közös tulajdonság, elem, azonosító az elemekben, amelyekre vonatkozik a szabály, pl. a Vérvnyomásértékeket tartalmazó dokumentumok, az XY által feltöltött dokumentumok stb.)
- kontextus: Ide tartozik minden olyan attribútum, ami a hozzáférés körülményeire vonatkozik, például mikor kerül sor erre a hozzáférésre, honnan férnek hozzá.

Egy engedélyezést vagy tiltást definiáló szabályhoz az ABAC terminológiájában elég egyetlen típusú attribútum, a maximum mennyiséget elvben semmi sem korlátozza (egyes eset: az Y által birtokolt anyagokhoz (tárgy) bárki automatikusan hozzáfér; négyes eset: Az S1-es kutatócsoportba tartozó felhasználók (alany) ha olvasni akarják (cselekvés) a Patient1456 által feltöltött méréseket (tárgy) hétvégén (kontextus) automatikus elutasítás).

Módszer

A fejlesztéseinkhez végül az ABAC jogosultságkezelési módszert választottuk. A legfőbb döntési tényező a speciális esetek nehéz leírhatósága volt RBAC terminológiával. Amennyiben a páciens csak egy

adott orvos számára szeretné például egy napi mérését elérhetővé tenni, az az RBAC modellezéssel leírva egy speciális szerepkör létrehozásával járna, amely a páciens adott méréseihez fér hozzá, és amelynek csak a kijelölt orvos lenne a tagja. A kiértékelések során bebizonyosodott, hogy minél több speciális esetre van szükség a rendszerben, annál több, kisebb granularitású szerepkör keletkezik, minimális létszámmal, míg a nagyobb szerepkörök között (ügyeletes orvosok, osztályon dolgozó nővérek) gyakori, rendszeres írási műveleteket kellett végeznünk, amelyek a rendszer teljesítményét is jelentősen rontották.

Ugyanakkor az ABAC választásunk sem tekinthető teljesértékűnek, hiszen a FHIR-ből és az egészségügyi rendszerekből fakadóan igenis fontos szerepet játszik az egyes felhasználók pontos szerepe a rendszerben – azonban a szerepkör is csak egy attribútum, amely segíti a megfelelő szabály kiválasztását és érvényesítését.

Eredmények

A kidolgozott módszerünk szerint a keretrendszerben egy külön szerver tölti be a PIP szerepét és tárolja el az ABAC szerint leírt szabályokat. A PEP maga a LoopBack szerver, amely fogadja az alkalmazások felől érkező kéréseket, a PDP szerepét pedig egy saját, módosított adatbázis driver tölti be, amely kapcsolatban áll a PIP szerverrel, és mielőtt továbbítaná a lekérdezéseket az adatbázis felé, a lekérdezett, érvényes jogosultságszabályozó adatsorok alapján módosítja azt.

A PIP szerver bejegyzései a következő sémát követik: **(ACL Type; Alkalmazás azonosító; Erőforrás típus; Mérés típus (opcionális); Erőforrás azonosító (opcionális); Kérvényező; Alany; Létrehozási dátum; Érvényesség dátuma; Intervallum kezdete (opcionális); Intervallum vége (opcionális); Create; Read; Update; Delete; Authorize; Szerző)**

Ebből az ACL Type határozza meg, hogy mikor, milyen típusú műveletek esetén kell érvényesíteni ezt a sort, az Alkalmazás ID, hogy melyik alkalmazáson keresztül történik a hozzáférés, az Erőforrás a FHIR dokumentumtípust azonosítja, a Mérés típus és Erőforrás azonosító pedig opcionális mezők, amennyiben a sor a rendszereinkben leggyakrabban használt, konkrét méréseket letároló Observation dokumentumtípusra vonatkozik, és a mérések pontos típusára, illetve azonosító szerint egy konkrét mérésre vonatkozik.

A bejegyzések legfontosabb része a Create, Read, Update, Delete, Authorize ötös. Ezek határozzák meg, pontosan mit engedélyez, mire vonatkozik az adott sor. Az értékük TRUE, FALSE, vagy null lehet, utóbbi

esetben a bejegyzés a műveletre egyszerűen nem határoz meg korlátozást, míg a TRUE értelemszerűen engedélyezi, a FALSE pedig tiltja azt. Az Authorize értékét kötelező egyedül beállítani, ez határozza meg, hogy a Kérvényező felhasználó ezt az engedélyt továbbadhatja-e.

Egy egyszerűbb mintaeset és ábrázolása a fenti struktúra segítségével: A GOP015-ös azonosítójú felhasználó nem törölheti a feltöltött vérnyomásértékeket, a DRK027-es azonosítójú orvos határozata miatt. **(prevalidator, CAPD, Observation, BloodPressure, null, Patient/GOP015, Patient/GOP015, 2018-09-17, null, 2018-09-17, null, null, null, null, FALSE, FALSE, Practitioner/DRK027)**

Következtetések

Az így létrejött metodológiát jelenleg több, már tesztelés alatt álló fejlesztésünkbe elkezdtük integrálni, illetve megkezdtük egy komplex mérési rendszer segítségével a teljesítmény és az eredmények tesztelését is. Az eddigi minta definiálások során a fentiekben kifejtett módszer segítségével sikerült minden felvázolt esetet lemodelleznünk, a tervezett keretrendszer egységességre törekvése miatt pedig nem csak a felhasznált szabványokkal fog együttműködni, de függetlenül attól, hogy mobil vagy böngészős alkalmazások használják, képes lesz a jogosultságkezelési folyamatok elvégzésére.

A fejlesztés további menete és a metodológia esetleges finomhangolása nagyban függenek az éles kiértékelésekről – ha a fejlesztések a terv szerint haladnak, néhány hónapon belül legalább egy éles tesztelés során szerzett felhasználói tapasztalatokkal is rendelkezünk majd, amelyek megfelelő visszacsatolást nyújtanak az integráció és továbbfejlesztés menetéhez.

Köszönetnyilvánítás

A kutatást az Európai Unió által finanszírozott magyar EFOP-3.6.1-16-2016-00008. ösztöndíjból támogatták.

Hivatkozások

- [1] Szabó, Z., & Bilicki, V. (2018, June). A FHIR-based healthcare system backend with deep cloud side security. In THE 11TH CONFERENCE OF PHD STUDENTS IN COMPUTER SCIENCE (p. 175).
- [2] Snell, E. Benefits, Challenges of Secure Healthcare Data Sharing, Available: <https://healthitsecurity.com/features/benefits-challenges-of-secure-healthcare-data-sharing>, Accessed: 30 October 2018
- [3] FHIR Security and Privacy Module, Available: <https://www.hl7.org/fhir/secpriv-module.html>, Accessed: 30 September 2018
- [4] Ferraiolo, D., Cugini, J., & Kuhn, D. R. (1995, December). Role-based access control (RBAC): Features and motivations. In Proceedings of 11th annual computer security

application conference (pp. 241-48).

- [5] LoopBack 3.x - Controlling data access, Available: <https://loopback.io/doc/en/lb3/Controlling-data-access.html>, Accessed: 30 October 2018
- [6] Hu, V. C., Kuhn, D. R., Ferraiolo, D. F., & Voas, J. (2015). Attribute-based access control. *Computer*, 48(2), 85-88.

Ismételt mérések figyelembe vétele a statisztikai elemzés során

Boda Krisztina¹, Finta Regina²

¹SZTE ÁOK Orvosi Informatikai és Orvosi Fizikai Intézet,

boda.krisztina@med.u-szeged.hu

6720 Szeged Korányi fasor 9

²SZTE ETSZK Fizioterápiás Tanszék, fintaregina@etszk.u-szeged.hu

6726 Szeged, Temesvári körút 31.

Összefoglaló: Az adatgyűjtés során összetartozó adatok keletkeznek, ha ugyanazon a kísérleti egyeden vagy objektumon több mérést is végeznek. Az egyik legegyszerűbb és leggyakoribb kísérleti elrendezés, az önkontrollos kísérlet során pl. mindig ilyen adatokhoz jutunk. Gyakori hiba, hogy a statisztikai kiértékelés során nem megfelelően kezelik az így kapott adatokat. Az előadás több példát mutat be az ilyen jellegű hibák kezelésére a teljesség igénye nélkül. Az egyik példa korrelációs számítás végzése ismételt adatok esetén. A másik példa az izmok stabilizáló hatásának vizsgálata 8 hetes tréning előtt és után. 21 páciens izmáról három képet készítettünk, így 63-63 adat áll rendelkezésre a változás vizsgálatára. A statisztikai módszer páros t-próba lehetne, ha az adatok függetlenek lennének, azonban itt figyelembe kellett venni, hogy az adatok nem függetlenek. A többféle lehetséges módszer közül az ismételt mérések varianciaanalízis kevert modelljét alkalmaztuk.

Bevezető

Az adatgyűjtés során összetartozó adatok keletkeznek, ha ugyanazon a kísérleti egyeden vagy objektumon több mérést is végeznek. Az egyik legegyszerűbb és leggyakoribb kísérleti elrendezés, az önkontrollos kísérlet során pl. mindig ilyen adatokhoz jutunk. De összetartozó adatok keletkezhetnek a mérés pontosítása érdekében ugyanazon mérés többszöri ismétlése során is. Szintén összetartozó adatok lehetnek pl. ugyanazon orvos által kezelt betegek, vagy ugyanazon osztályba járó tanulók adatai is. Az egyik típus esetén a sorrend (időbeliség) számít, sőt annak hatását szeretnénk jellemezni, a másik típusúnál nincs sorrend, az analízis során mégis figyelembe kell venni az összetartozást.

Gyakori hiba, hogy a statisztikai elemzés során figyelmen kívül hagyják ezt a ténytet. Ennek a tanulmánynak nem célja ki az összes lehetséges eset

ismertetése, csupán néhány tipikus hibalehetőségre és a megoldás módjára szeretné felhívni a figyelmet. A „módszerek” fejezetben egy kis módszertani áttekintést adunk a lehetséges problémákról és azok lehetséges statisztikai megoldásairól. Az eredmények részben orvosi adatokon és szimulált adatokon mutatjuk be, milyen eltérő eredményeket adhat a módszerek hibás használata. A diszkusszió részben röviden elemezzük a problémát.

Adatok

Három törzsstabilizátor (diaphragma, m. transversus abdominis, m. multifidus lumborum -jobb és bal oldali) izomhasának vastagságát mértük muszkuloszkeletális ultrahanggal (Zonare Z.One Ultrasound System (ZONARE Medical Systems, Inc. Mountain View, CA, USA; 2013). Fekvő helyzetben mértük az izmokat relaxált állapotban és maximális kontrakció során. Minden izomról 3 képet készítettünk minden egyes mérési állapotban. A felmérést elvégeztük a 8 hetes tréning előtt és után is. A kutatás során az izmok vastagságának változását a tréning előtti és utána értékek összehasonlításával vizsgáltuk. Jelen tanulmányban egyetlen izom, a transversus abdominis relaxált állapotban való vastagságának a változásán mutatjuk be a lehetséges eredményeket. 21 páciens transversus abdominis izmáról 3 kép összesen 63 adatot eredményezett. A 8 hetes tréning után csak 20 páciens adata áll rendelkezésre [1].

Módszer

Önkontrollos kísérlet átlagainak összehasonlítására természetesen adódik a páros t-próba alkalmazása, ami helyes is, ha a különbség-minta normális eloszlásból származik és a mintaelemek függetlenek. Az ismételt mérések miatt a 63 adat nem független, emiatt 63 adaton nem helyes a páros t-próba alkalmazása. Ezt elkerülendő, gyakran szokták az ismételt mérések átlagait venni és a páros t-próbát az átlagokra alkalmazni. Ennek a módszernek az lehet a hibája, hogy elveti az ismételt mérésekből okozta szóródásból származó információt. Ezt kiküszöbölendő, az ismételt mérések varianciaanalízis alkalmazása ajánlott. Azonban ennek a módszernek is több modellje van. Az ún. GLM módszer (általános lineáris modell), ami a leggyakoribb a statisztikai szoftverekben, a hiányzó értékeket tartalmazó eseteket törli. A varianciaanalízis kevert modellje (mixed model) már minden meglévő adatot figyelembe vesz, és így is a várható érték torzítatlan becslését adja, feltéve, hogy a hiányzás véletlenszerű. Az adatokra a példa

kedvéért lefuttattuk mind a négy módszert. A teljes anyagot bemutató cikkben az ismételt mérés ANOVA eredményét közöltük.

Ebben a tanulmányban nem merült fel korrelációs számítás, de ismert, hogy az összetartozó adatok általában korrelálnak. Ha ilyen típusú adatokból szeretnénk korrelációt számolni pl. a tréning előtti és utána adatokra, ismét azzal a problémával állunk szemben, hogy 21 vagy 63 elemű adatsor alapján végezzük a számítást. A korrelációs számításra vonatkozó lehetséges módszereket a 2012. évi Neumann kollokviumon ismertettük [2].

Végül szimulációt végeztünk annak vizsgálatára, hogy az ismétlések figyelembe-nem vétele esetén mitől függ a tréning hatására vonatkozó p-érték.

Eredmények

A négyféle eljárás eredményét a transversus abdominis relaxált állapotban való vastagságának változását a tréning hatására az 1. táblázat mutatja.

1. sz. táblázat

		Tréning előtt	Tréning után	p
a)	N	60	60	0,0102
	Átlag	0,2835	0,3133	
	SE	0,01047	0,01048	
b)	N	20	20	0,1235
	Átlag	0,2835	0,3133	
	SE	0,018	0,017	
c)	N	20	20	0,1235
	Átlag	0,2835	0,3133	
	SE	0,018	0,017	
d)	N	63	60	0,0178
	Átlag	0,28	0,311	
	SE	0,017	0,019	

- a) Páros t-próba nem független adatokon
- b) Páros t-próba az átlagokon
- c) Ismételt mérés ANOVA GLM modellje
- d) Ismételt mérés ANOVA mixed modellje [1]

Látható, hogy az első három esetben az átlagok azonosak, a standard error becslése már függ az elemszámtól, ezért más. Az is látható, hogy a páros t-próba az átlagokon minden szempontból megegyezik az ismételt mérés ANOVA GLM ANOVA-val. Ez nincs mindig így, most azért egyezik meg, mert az

egyetlen embernek hiányzott mindhárom mérése a tréning után. Különböző hiányzó érték mintázat esetén mind a 4 eredmény más kell, hogy legyen, erre egy példa a 2. sz. táblázat, ahol véletlenszerűen 6 adatot töröltünk ki a tréning utáni adatokból. Az eredmények közötti különbséget tovább növelheti, ha az ismétlések közötti korreláció gyengébb, vagyis az ismétlések szórása nagyobb. Az előadásban erre is mutatunk példát.

2. sz. táblázat

		Tréning előtt	Tréning után	p
a)	N	60	60	0,0102
	Átlag	0,2835	0,3133	
	SE	0,01047	0,01048	
b)	N	20	20	0,1326
	Átlag	0,2797	0,3077	
	SE	0,018	0,018	
c)	N	17	17	0,104
	Átlag	0,2796	0,3127	
	SE	0,0204	0,0203	
d)	N	63	54	0,029
	Átlag	0,28	0,309	
	SE	0,017	0,019	

- a) Páros t-próba nem független adatokon
- b) Páros t-próba az átlagokon
- c) Ismételt mérések ANOVA GLM modellje
- d) Ismételt mérések ANOVA mixed modellje

Diskusszió

Az orvosi irodalomban ma már szinte nélkülözhetetlen a statisztikai módszerek alkalmazása. A módszerek feltételeit nagyon gyakran nem veszik figyelembe, vagy helytelen módszert alkalmaznak, ami még az eredményeket is befolyásolhatja. Ebben a tanulmányban az ismételt mérések kezelésének fontosságára hívtuk fel a figyelmet.

Hivatkozások

- [1] Regina Finta, Edit Nagy, Tamás Bender „The effect of diaphragm training on lumbar stabilizer muscles: a new concept for improving segmental stability in case of the low back pain.” Journal of Pain Research, unpublished
- [2]Boda K: Két mérési eljárás egyezésének vizsgálatára alkalmas statisztikai módszerek ismételt mérések esetén. XXV. Neumann Kollokvium Szeged, 2012. november 23-24.

A mesterséges intelligencia egészségügyi alkalmazásai

Vassy Zsolt¹

¹ Pannon Egyetem, Egészségügyi Informatikai Kutató-Fejlesztő Központ,
zsolt.vassy@gmail.com
8200 Veszprém Egyetem utca 10.

Összefoglaló: A mesterséges intelligencia alkalmazása az egészségügy területén is felívelőben van. Ez a tanulmány összefoglalja, hogy milyen orvosi területeken értek el kiváló eredményeket tanulórendszerek alkalmazásával, úgy, mint a radiológia, bőrgyógyászat, mentális betegségek korai diagnosztikája.

Bevezető

A mesterséges intelligencia idealizáltan egy emberi módon gondolkodó rendszert jelentene [1] vagy emberi módon cselekvő rendszert [2]. Mi itt a mesterséges intelligencia racionálisabb, már sok területen megvalósult változatával a racionálisan gondolkodó rendszerek [3] egészségügyi alkalmazásával fogunk foglalkozni. A racionális gondolkodás az egészségügyi területen, illetve az alkalmazott mesterséges intelligencia egyéb területein is tipikusan adat-elemzést jelent. Az intelligens viselkedés, amit elvárunk a mesterséges intelligencia rendszertől az általunk vizsgált alkalmazásokban intelligens gépi tanulást jelent, olyan gépi adaptációt, amely képes tapasztalatokból tudást generálni. Az intelligencia tehát nem más, mint probléma megoldás változó körülmények között.

A gépi tanulás a mesterséges intelligencia részterülete, a képfeldolgozások során nagy hatásfokkal alkalmazott mély tanulás vagy deep learning pedig a gépi tanulás egy részterülete.

Az egészségügyi területen a diagnosztikában a képfeldolgozás területén a tanulórendszerek kiegészítik a szakemberek munkáját, a mélytanulás ezt a területet is hasonlóan megváltoztatta, mint minden mást, ahol a képfeldolgozás kiemelkedően fontos.

A képalkotó diagnosztikai eszközök fejlődésén túl az alkalmazott mesterséges intelligencia lehetőséget nyújt korai diagnosztikára olyan adatok alapján, amelyek nem egészségügyi felhasználás céljából készültek. A technikai fejlődés miatt az átlagembert rengeteg szenzor veszi körül, amelyek hatalmas mennyiségű adatot rögzítenek, ezen adatok egy része összefüggésben van az egyén testi, mentális és szociális jólétével. Ez az

adathalmaz elemezhető mesterséges tanulórendszerek segítségével. A testi, mentális és szociális jólét a WHO által rögzített definíciója az egészségnek [4], az adatok elemzésén át az egyének egészsége is elemezhető.

Mesterséges intelligencia a Radiológiában

Ha van olyan egészségügyi terület, ahol a mesterséges intelligencia a deep learning eljárások globális elterjedésével párhuzamosan, látványosan megjelent az a Radiológia.



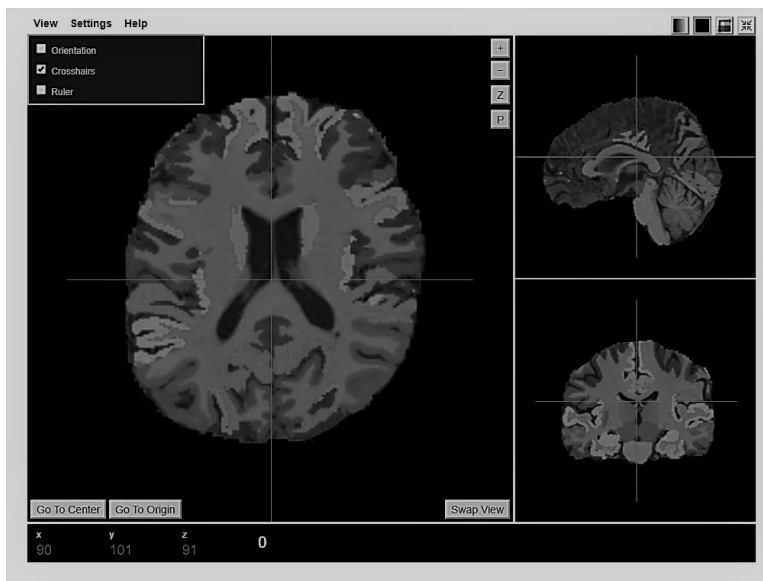
1. Ábra Qmenta segítségével ábrázolt agyi kapcsolatok

Az agyi elváltozások kimutatását koponya MRI-k feldolgozásával végző QMENTA [5] egy felhő alapú platform-ot nyújt, ahol a megfelelő izometrikus felbontással rendelkező koponya MRI-k automata feldolgozásával lehetőség van neurológiai betegségek diagnosztizálására.

A tanulórendszerek segítségével feldolgozott adatok nem csak automata tumor detektálást tartalmaznak. Volumetrikus riportot készítenek a páciens agyi struktúrájáról, az agyi területek térfogateloszlása agyféltekékre bontva olyan betegségek korai diagnosztikájában nyújthat segítséget, mint a krónikus skizofrénia [6].

Funkcionális konnektóm és a konnektivitási mátrix meghatározásával [7] olyan neurodegeneratív betegségek diagnosztizálhatók, mint az Alzheimer-kór vagy a Parkinson kór.

Az orvosi képfeldolgozásról szóló előadások visszatérő kérdése, hogy vajon szükség lesz-e a jövőben radiológusokra, az erre adott válasz az, hogy Igen szükség lesz radiológusokra, csak új módszereket kell elsajátítsanak.



2. Ábra Volumetrikus agyi struktúra analízis eredménye

Mindenesetre az elérhető diagnosztikai platformok nem állítanak ki hivatalos diagnózist, az általuk generált eredményeket szakembereknek szánják.

Mesterséges intelligencia a bőrgyógyászatban

A bőr rákos elváltozásai rendkívül gyakoriak (5 millió újonnan diagnosztizált eset fordul elő évente az Egyesült Államokban [8]), ugyanakkor korai diagnózissal még a melanóma a bőrrák legveszélyesebb formája is 95%-os hatékonysággal gyógyítható. A probléma kiterjedtsége és egyszerű képfeldolgozási eljárással való megoldhatósága miatt ezen a területen rengeteg megoldás született az automata diagnosztikára, amit

lehetőleg a legegyszerűbb, gyakorlatilag minden családban előforduló eszközzel végeztetnek, ami a mobiltelefon.

Itt is kiemelném, hogy ezek az eszközök a korai, otthon elvégezhető, automata diagnosztikára adnak lehetőséget, de itt sincs szó a szakemberek teljes kiváltásáról.

Az eljárás gyakorlatilag az ABCD-szabály gépi kivitelezése, ahol A az aszimmetria, B a szegély (border), C a szín (color) és D az átmérő (diagonal) amelyhez még az E-t, mint magasságot (elevation) szokták hozzátenni. A magasságot leginkább ultrahangos képalkotással tudják megállapítani, ezért ez nem az a vizsgálat, ami otthon is elvégezhető egy fényképezésre képes mobiltelefon segítségével.

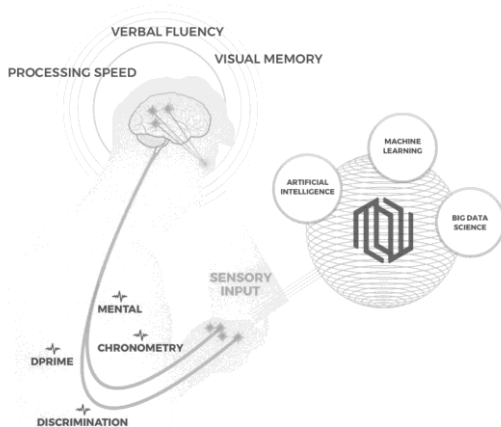
Az ABCD szabály klasszikus módszerekkel is automatizálható, színszűrők, minta felismerésre alkalmazott szűrők (mint pl. az E. Rudolf Kálmánról elnevezett Kálmán-szűrő) segítségével a mélytanulási módszer előtt is létezett már automatizált melanóma detektálás. Viszont a mélytanulás segítségével az automatizált folyamat hatékonysága ugrásszerűen megnőtt. Valójában a klasszikus módszerek sem tűntek el az eljárásból, a deep learning ezen módszerek alkalmazása mellett javítja a hatásfokot a klasszifikációs képességével [10].

Mesterséges intelligencia a mentális betegségek diagnosztizálásában

A mentális betegségek bár tömegeket érintenek, ezen betegségek társadalmi megítélése miatt maguk a betegek nehezen és későn fordulnak orvoshoz. A mentális problémák otthoni kezelése gyakran alkoholizmushoz, egyéb betegségek kialakulásához vezet. Pedig a mentális betegségek diagnosztizálásához rendkívül jól jöhet az az adatvagyon amely nap mint nap termelődik olyan eszközön, amelyet a betegek kérés nélkül is használnak: a mobiltelefonjukon.

A digitális fenotipizálás révén a mobiltelefon felhasználási adataiból olyan betegségek kialakulására lehet következtetni, mint a depresszió vagy a skizofrénia [11].

A biomarkerek mérhető testi tulajdonságok, mint a testhőmérséklet, testsúly, vérnyomás, vércukorszint. A digitális biomarkerek a mobiltelefon felhasználásból keletkezett mérhető tulajdonságok, mint az érintőképernyő kezelése, a telefonhasználat gyakorisága, a gépelt szavak, mondatok sebessége és minősége. Ezek az adatok folyamatosan termelődnek és bizonyíthatóan kimutathatnak rendkívül korai fázisban mentális betegségeket [12]



3. Ábra Digitális fenotipizálás (forrás: mindstrong)

Összefoglaló

A tanulórendszerek alkalmazása sok lehetőséget tartogat az egészségügy területén mind a régi módszerek eredményeinek javítása mind pedig a nem tipikusan egészségügyi adatforrások orvosi szempontból való feldolgozása esetében.

Derűlátásra ad okot az, hogy kezd kialakulni módszertan a napi szinten keletkező felhasználói adatok orvosi szempontból, a felhasználó érdekében történő feldolgozására. Ez egy olyan irány lehet, ami ténylegesen megváltoztathatja a jövőben az egészségügyet oly módon, hogy az egészség megtartásához kiváló eszközök állnak majd rendelkezésünkre.

A jelenlegi mesterséges intelligencia rendszerektől az orvosoknak nem kell félni az állásukat. Elgondolkodtató ugyanakkor, hogy az orvos -

mesterséges intelligencia rendszer együttműködés nagy mértékben tudja javítani a diagnosztika és ezáltal az ellátás hatékonyságát.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben bemutatott munkát a Széchenyi 2020 program EFOP-3.6.1-16-2016-00015 számú projektje támogatta.

Hivatkozások

- [1] John Haugeland Artificial Intelligence: The Very Idea, Cambridge: MIT Press (1985)
- [2] Charniak and D. McDermotte Artificial Intelligence, Addison-wesley (1985)
- [3] Ray Kurzweil The Age of Intelligent Machines, Cambridge: MIT Press (1990)
- [4] I. Egészségfejlesztési Konferencia, Ottawa, 1986
- [5] QMENTA (www.qmenta.com.)
- [6] Onitsuka, Toshiaki et al. "Middle and inferior temporal gyrus gray matter volume abnormalities in chronic schizophrenia: an MRI study" American journal of psychiatry vol. 161,9 (2004): 1603-11.
- [7] Hagmann P at al. Mapping the structural core of human cerebral cortex. PLoS Biol. 2008 Jul 1;6(7):e159. doi: 10.1371/journal.pbio.0060159.
- [8] <https://challenge2018.isic-archive.com/>.
- [9] H. Pehamberger, et al. In vivo epiluminescence microscopy of pigmented skin lesions I. Pattern analysis of pigmented skin lesions. J Am Acad Dermatol 1987
- [10] Li, Yuexiang and Linlin Shen. "Skin Lesion Analysis towards Melanoma Detection Using Deep Learning Network" Sensors (Basel, Switzerland) vol. 18,2 556. 11 Feb. 2018, doi:10.3390/s18020556
- [11] John Torous et al. Characterizing the clinical relevance of digital phenotyping data quality with applications to a cohort with schizophrenia npj Digital Medicine volume 1, Article number: 15 (2018)
- [12] Paul Dagum Digital biomarkers of cognitive function npj Digital Medicine (2018) 1:10 ; doi:10.1038/s41746-018-0018-4

Természetesebb irányítást biztosító eszköz számítógépes műtéttervezéshez

Vecsernyés Endre*¹, Nagy Attila**², Tóth Ferenc*³, Rovó László*⁴, Kiss József Géza*⁵

* Szegedi Tudományegyetem Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti
Klinika 6725 Szeged, Tisza Lajos körút 111.

** Szegedi Tudományegyetem Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai
Intézet 6720 Szeged, Korányi fasor 9.

¹ vecsernyesendre@gmail.com ² attila@orl.szote.u-szeged.hu

³ toth.ferenc@med.u-szeged.hu ⁴ office.orl@med.u-szeged.hu

⁵ kiss.jozsef.geza@med.u-szeged.hu

Összefoglaló: A célunk az volt, hogy kifejlesszünk a klinikai gyakorlatban is alkalmazható beviteli eszközt, amely számítógépes műtéttervezések során nyújthat segítséget. Előnye a jelenlegi beviteli eszközökhöz képest, hogy több szabadsági fokkal rendelkezik, így természetesebb irányítási módot érhetünk el a segítségével. A hardveres megvalósítás során mozgásérzékelő szenzorokat és Arduino Uno fejlesztői panelt, szoftveres oldalról a 3DSlicer-t és a beépített moduljait, illetve saját kódokat használtunk.

Bevezető

A számítógéppel segített műtéttervezések fejlődésének az egyik iránya lehet, hogy a beavatkozást szimulálva igyekszünk megállapítani a beteg operáció utáni állapotát. A jó becsléshez szükségesek olyan eszközök, amelyek képesek a valósághoz közeli körülményeket megteremteni. Például a számítógépes egér helyett több szabadságfokkal rendelkező eszköz, a monitor helyett egy szemüveg, aminek segítségével virtuális valóságban látjuk a páciens háromdimenziós modelljét. Egyre gyakrabban kutatott téma, hogy miként lehet a VR technológiát hasznosítani klinikai alkalmazásokban. Andras Lasso és munkatársai a Kingston-i Queen's University-n foglalkoznak képpel segített diagnosztikák és kezelések kialakításában, fejlesztésében. Legutóbbi munkájukban szívultrahang felvételeket vizsgáltak virtuális valóságban [1]. A mi fejlesztésünk jelenleg csak a 3D modell manipulálását, mozgatását segíti. Az elmúlt évek alatt megterveztünk egy, a számítógépes egernél több szabadságfokkal rendelkező beviteli eszközt.

Célkitűzés

A jelenlegi célunk, hogy ezt az eszközt továbbfejlesszük, a működését finomhangoljuk, hogy a gyakorlatban a számítógéppel segített műtéttervezésben használhatóbbá váljon.

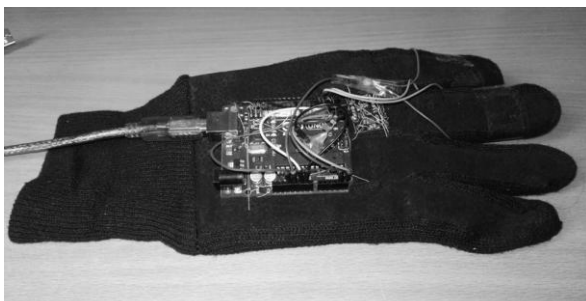
Módszer

Az eszköz kesztyűre erősített mozgásérzékelő szenzorból (gyorsulás mérő és giroszkóp, MPU9250 [2]) áll össze. A kesztyűn a mozgásérzékelő szenzor mellett található egy Arduino Uno [3] panel, ami a szenzorból érkező jeleket feldolgozza és továbbítja a számítógépnek USB kapcsolaton keresztül. A kész prototípust láthatjuk az 1. ábrán.

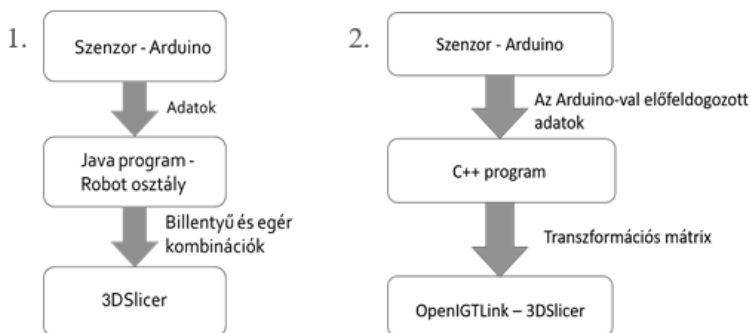
A számítógépen a kéz mozgását és forgását leíró adatokat a 3DSlicer [4] ingyenes, nyílt forráskódú programban használjuk fel. A szoftver előző szoftveres megvalósításban a beérkező jelekből (gyorsulásmérő és giroszkóp elmozdulások) egy Java program a Robot osztály segítségével szimulálja az egér és billentyűzet parancsokat, amik a 3DSlicer irányításához szükségesek. Azonban ez a megoldás a mozgásokat akadozóvá tette.

A második verziónál a 3DSlicer-be beépített OpenIGTLink [5] modult használtuk fel. A szoftvercsomag feladata, hogy plug-and-play valós idejű kommunikációt hozzon létre a műtőkben (képpel segített operációknál), legyen szó akár szenzorokról, robotokról vagy képpalkotó eszközökről. A tervezett szoftveres megvalósítás célja, hogy a kesztyűből a számítógépre érkező adatokat (orientáció és a gyorsulásmérő jelei) transzformációs mátrixokká (egy affin transzformációt jellemző mátrix) alakítjuk, amit az OpenIGTLink-en keresztül a 3DSlicer-be küldünk, ahol a megfelelő transzformációk (elmozdulás a tér 3 irányába, elfordulás a megfelelő tengely körül.) végrehajthatódnak.

A két szoftveres megvalósítást hasonlítja össze a 2. ábra.



1. ábra A kész prototípus



2. ábra A két szoftveres megvalósítás

Eredmények

A program elkészült, tesztelése még folyamatban van. Az előzetes eredmények alapján az új szoftveres megoldás stabilabb, precízebb irányítást tesz lehetővé háromdimenziós objektumok mozgatása során. Azonban még gyakorlati alkalmazásra nem megfelelő. Szükség van még további kalibrációkra, esetleg a hardveres részek módosítására.

Következtetés

A mostani megoldás kötöttebb, vezetékes kapcsolatot használ. Tervben van a vezeték nélküli kapcsolat létrehozása, ebben sokat segít az új szoftver. Jelenleg a kesztyű csak a 3D-s objektum forgatására, mozgatására alkalmas, ha műtéttervezéshez szeretnénk használni szükséges lenne a kézfej követése mellett az ujjak helyzetét is érzékelni.

Hivatkozások

- [1] Lasso, Andras, et al. Interaction with Volume-Rendered Three-Dimensional Echocardiographic Images in Virtual Reality. Journal of the American Society of Echocardiography. 31. 10.1016/j.echo.2018.06.011.
- [2] MPU-9250 Product Specification: <https://drotek.com/shop/en/imu/466-imu-10dof-mpu9250-ms5611.html> 2018. 10. 31.
- [3] Arduino hivatalos oldala, <https://www.arduino.cc/en/Main/ArduinoBoardUno> 2018. 10. 31.
- [4] Kikinis R, Pieper SD, Vosburgh K (2014) 3D Slicer: a platform for subject-specific image analysis, visualization, and clinical support. Intraoperative Imaging Image-Guided Therapy, Ferenc A. Jolesz, Editor 3(19):277–289 ISBN: 978-1-4614-7656-6 (Print) 978-1-4614-7657-3 (Online).
- [5] Tokuda J, et al. OpenIGTLink: an open network protocol for image-guided therapy environment. Int J Med Robot. 2009 Dec;5(4):423-34.

Beszédfelismerés objektívizálása pupillometriás vizsgálatok segítségével

Nagy-Pál Anita¹, Nagy Roland¹, Enreiter Ádám², Jarabin János András¹, Dimák Balázs¹, Schulcz Rebeka Anna¹, Rovó László¹, Kiss József Géza¹
¹Szegedi Tudományegyetem, Fül- Orr- Gégészeti és Fej- Nyaksebészeti
Klinika 6725 Szeged, Tisza Lajos körút 111.

²Mediszintech Audiológia Kft. 1097 Budapest, Timót utca 8.

¹nagy.pal.anita95@gmail.com, ¹nagy.roland@med.u-szeged.hu,
²e.adam@medszintech.hu, ¹jarabin.janos.andras@med.u-szeged.hu,
¹dimak.balazs@med.u-szeged.hu, ¹schulcz.rebeka.anna@med.u-szeged.hu,
¹rovo.laszlo@med.u-szeged.hu, ¹kiss.jozsef.geza@med.u-szeged.hu

Összefoglaló: Pupilla-figyeléssel kiegészített komplex beszédértés vizsgálat információt nyújthat a beszédértés során tett hallgatói erőfeszítésről. A beszédre való fókuszálás mértéke összefüggésbe hozható a pupillák dilatációjával, ezáltal objektív eredményt kaphatunk az egyén zajterhelés melletti összpontosításáról.

Bevezető

A beszéd az emberek közötti kommunikáció domináns modalitása. Viszonylag könnyen felismerhető a közös nyelven képzett szavak, mondatok összessége a megfelelő kontextusban. A mindennapi életben azonban számos kihívás akadályozza a beszédértést, úgymint a különböző tájszólások, akcentus, időskori-, szerzett-, esetleges veleszületett halláscsökkenés vagy akár a környező zaj terhelő jelenléte.

Amennyiben a beszéd megértése nehézséget okoz, gyakran más tényezőkre kell támaszkodni, mint egyes kognitív képességek, vagy a munkamemória kapacitása. A kognitív erőforrások nagy részére szükség van ahhoz, hogy a beszédfelismerés nyelvi és nem nyelvi akadályai leküzdhetőek legyenek. Érdemes kiegészíteni az egyszerű beszédértés-teszteket olyan vizsgálatokkal, amelyek kiterjednek a hallás során tett erőfeszítés mérésére is. Ezen bővítés segítségével teljes képet kaphatunk arról, hogy a kognitív erőforrások eloszlása hogyan változik különböző terhelő körülmények esetében.

Célkitűzés

A tanulmányban ismertetett kutatás célja a résztvevők „halláserőfeszítés” kimutatása és mérése, a zajos környezet beszédértésre gyakorolt hatásának jeleként. Bizonyítani miként változik a pupilla-diaméter a kognitív

képességek igénybevételével egy audiometriás vizsgálat során az eredményesség érdekében. Másrészről olyan noninvazív diagnosztikai eszköz standardizálása, amely klinikai alkalmazásban még nem használt.

Módszer

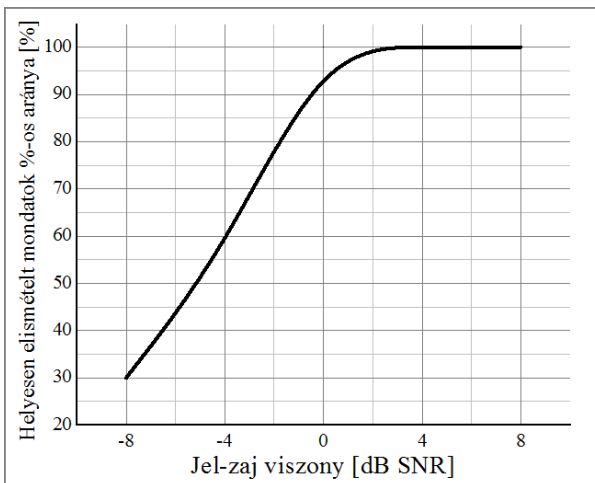
A mérés egy speciális pupillakövető rendszer alkalmazásával történik. A hordozható Pupil Mobile Eye Tracking Headset egy egyedi szemüvegkeretre helyezett, kamerákból álló egység, amely nagysebességű binokuláris szemkövetést tesz lehetővé. A pupilla dilatációjában bekövetkező változásokat a Pupil Capture program regisztrálja, majd lehetővé teszi annak elemzését. Ellipszist illet a pupillára, így megállapítja az átmérőjét pixel egységekben, illetve a háromdimenziós érzékelőknek köszönhetően, a szem 3D modelljét leképezve, milliméterben adja meg a méreteket. [1]

A tesztorozatban tíz ép hallással rendelkező önkéntes vett részt. A vizsgálatok során a résztvevőknek negyven 65 dB SPL hangerősségű mondatot kellett zajban felismerniük, majd visszamondaniuk. A mondatok esetében az öt előre meghatározott jel-zaj viszony (8, 4, 0, -4, -8 dB SNR) randomizált sorrendben követi egymást. A teszt során, a zaj egy másodperccel korábban kezdődik, és ugyanennyivel később ér véget, mint az elhangzott szöveg. A mondatok között a zaj lecsengését követően öt másodperces csend következik. Mérési eredmények optimalizálása érdekében a teszt elvégzése csendes kabinban történik. [2]

A mért adatok kiértékeléskor az első 10 mondatnak csak tréning szerepe van, így azok elemzése nem képezi a végeredmény részét. Az összpontosítás során bekövetkező pupilla dilatáció mértéke a Headset által észlelt minimális és maximális pupilla átmérő közötti távolság. A minimum érték az egyes mondatok előtt regisztrált 1-2 másodpercben észlelt pupillaátmérő-változás átlaga. [3, 4, 5]



1. ábra Pupil Mobile EyeTracking Headset [1]



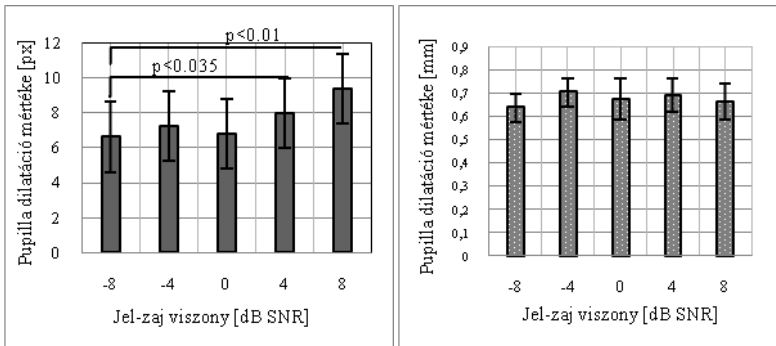
2. ábra A beszédértés százalékos aránya az egyes jel-zaj viszonyok mellett

Eredmények

A résztvevők a lejátszott mondatok többségét könnyedén felismerték és vissza is tudták mondani. Eredményeink alapján a hallott szöveg -4 dB jel-zaj viszony (SNR) mellett nehezen volt felismerhető, és így legtöbb esetben helytelen mondatisméltés volt tapasztalható. A legerősebb zaj mellett (-8 dB SNR) átlagosan 30%-ra csökkent a beszédértés mértéke. (2. ábra)

Pixelekben kifejezett, legnagyobb pupillaátmérő-változás -8 dB SNR mellett történt, míg a milliméterben megadott legnagyobb változást -4 dB jel-zaj viszony mellett tapasztaltunk. (3. ábra)

Az eredmények egy része a műtermékek (pl. pislogás) okozta zaj, hiba miatt nem volt értékelhető, így szigorú kritériumokat kellett szabni. Elsősorban a műszempilla és erős smink viselete nem megengedett, továbbá nélkülözhetetlen, hogy a résztvevő a vizsgálat teljes ideje alatt a látóterébe helyezett homogén, világos felületen (lehetőség szerint fehér) biztosított fixpontra összpontosítson. Sötét környezetben a pupilla kitágul, és/vagy díszes felület esetén a koncentráció a mintázatra irányul, így a mérés során már nem észlelhető további értékelhető dilatáció.



3. ábra Pixelben kifejezett pupilla dilatáció mértéke (szürke oszlop) és milliméterben kifejezett pupilla dilatáció mértéke (szürke, fehér pöttyös oszlop)

Következtetések

A kiértékelt mérési adatok eredményei arra engednek következtetni, hogy a pupilla méretének változása jól követhető, mérhető, emellett összefüggésbe hozható a szavak megértésére való koncentráció mértékével, ezáltal a beszédértés vizsgálatok megfelelően objektívizálhatóak akár zajterhelés mellett is.

A PupilHeadset kezdetleges kísérletei alapján, használata a klinikai hallásvizsgálatok egyikeként beszédértési protokollba integrálható lehet. A jelen vizsgálati módszer a résztvevők számára nem jelentett megterhelő kényelmetlenséget. A Headset ergonomikus kialakításának köszönhetően viselete komfortos, és lehetővé teszi egyéb audiológiai vizsgálatok párhuzamos elvégzését. A mérőeszközhöz tartozó szoftverek kezelése egyszerű, felhasználóbarát, ezáltal gyors feltérképezést tesznek lehetővé.

Az eredmények a jövőben, hallássérült, hallássegítő eszközzel ellátott páciensek esetében jó közelítést adhatnak a mérések kimeneteléhez, amelyekkel jól követhető, objektívizálható a különböző környezeti tényezőkre kialakított zajszűrő rendszerek, algoritmusok helyessége.

Rövidítés jegyzék

3D – három dimenziós

dB – decibel; két mennyiség arányának logaritmikus mértéke, használatos akusztikában, elektronikában, stb.

SNR – Signal-to-noise ratio, Jel-zaj viszony

SPL – Sound Power Level, hangteljesítmény

Hivatkozások

- [1] PupilLabs GmbH. 2018. pupillabs. [ONLINE] <https://docs.pupil-labs.com/>. [2018. 10. 23.]
- [2] Ádám Enreiter et al. „The Benefit of Pupillometry in Hearing Rehabilitation and Our First Experiences” (2018)
- [3] Gosselin, P., J. P. Gagné “Older adults expend more listening effort than young adults recognizing speech in noise” *Journal of Speech, Language, and Hearing Research*, (2011)
- [4] Peelle, E. J. “Listening Effort: How the Cognitive Consequences of Acoustic Challenge Are Reflected in Brain and Behavior” *Ear and Hearing*, (2017)
- [5] Zekveld, A. A., S. E. Kramer „Cognitive processing load across a wide range of listening conditions: Insights from pupillometry” *Psychophysiology*, (2014)

Egészségügyi informatikai rendszerek biztonsági kérdései

Szabó Zsolt Mihály¹

¹Óbudai Egyetem Biztonságtudományi Doktori Iskola,
szabo.zsoltmihaly@phd.uni-obuda.hu
1081 Budapest, Népszínház utca 8.

Összefoglaló: Napjainkban az informatikai rendszerek biztonságos, hatékony, megbízható működéshez elengedhetetlen a szervezetek számára. Az egészségügyi informatika egyre érzékelhetőbb módon a szolgáltatások szerves részévé válik. Az orvos, az ápoló és a többi, gyógyítással foglalkozó szakember egyre több időt tölt a számítógép előtt, használja a háziorvosi, szakellátási vagy integrált kórházi rendszereket. Ma már nehezen képzelhető el a gyógyítás vagy éppen a biztosítási rendszer működése a megfelelő nyilvántartások és számítógépes eszközök nélkül, de a korszerű diagnosztikai eszközök is kis túlzással tekinthetők informatikai céleszközöknek. A cikk célja rávilágítani az egészségügyi informatikai rendszerek, orvostechnikai eszközök és berendezések biztonsági problémáira és hiányosságaira, továbbá az egészségügyi informatikai rendszerek üzemeltetéséhez kapcsolódó nemzetközi és hazai szabályzások (GDPR, Ibtv., Lrtv.), ajánlások és szabványok (CEN, MITS, HL7, IHE, MSZ) felhasználásával védelmi megoldások keresése, alkalmazhatóságuk vizsgálata.

Bevezető

Az egészségügyi informatika egyre érzékelhetőbb módon a szolgáltatások szerves részévé válik. Ma már nehezen képzelhető el a gyógyítás vagy éppen a biztosítási rendszer működése a megfelelő nyilvántartások és számítógépes eszközök nélkül, de a korszerű diagnosztikai eszközök is kis túlzással tekinthetők informatikai céleszközöknek [1]. Az orvos, az ápoló és a többi, gyógyítással foglalkozó szakember egyre több időt tölt a számítógép előtt, használja a háziorvosi, szakellátási vagy integrált kórházi rendszereket. A gyógyító-betegellátó munka során kezelt adatok nagyrészt a különleges adat kategóriába tartoznak, amelyek kezelésére szigorú szabályok vonatkoznak [2]. Az alábbiakban az egészségügyi informatika egyes, általunk legfontosabbnak ítélt problémáit tárgyaljuk. Véleményünk szerint a felvetett kérdések megoldása már szilárd alapot nyújt egy magas szintű egészségügyi ellátáshoz szükséges magas szintű informatikai háttér kiépítéséhez. Részletesen tárgyaljuk az egészségügyi adatok védelmének kérdéseit és a hazai sajátosságokat. A jogszabályok, rendeletek,

szabályzatok és útmutatók dzsungelében nem könnyű eligazodni. Az ismerethiány azonban nem mentesít a felelősség alól. Jelen tanulmány a szakterülethez tartozó nemzetközi ajánlások, szabványok és jogszabályok legfontosabb tudnivalóit foglalja össze, majd az egészségügyi adatok biztonságos és jogszerű kezelésének megvalósításához ad hasznos gyakorlati tanácsokat.

Egészségügyi informatikai szolgáltatásokat ért incidensek

Kibertámadás olyan kibertérben végrehajtott offenzív vagy defenzív művelet, amelynek várható eredménye személyi sérülés vagy halál, illetve tárgyi veszteség vagy megsemmisítés [3]. Kibertámadást indítottak a brit egészségügyi rendszer ellen 2017. május 12. pénteken. A brit állami egészségügyi szolgálat (NHS Digital) közleménye szerint a probléma 19 angliai körzetben, köztük London, Blackburn, Nottingham, Liverpool és Manchester egyes kórházaiban megyék egyes kórházaiban jelentkezett, de médiaértesülések szerint az ország 40 különböző körzetében tapasztaltak hasonló problémákat. Az érintett kórházak zömében akadózik a telefonszolgáltatás és a számítógépes rendszerek működése. Ezekben a kórházakban felfüggesztették a nem sürgősségi problémával jelentkező betegek fogadását [4]. Az NHS Digital szerint úgynevezett ransomware támadás történt, vagyis az egészségügyi szolgálat informatikai rendszereiben egy olyan számítógépes vírus terjedhetett szét, amelynek készítői pénzt követelnek a felhasználóktól a rosszindulatú program által zárolt adatok hozzáférhetővé tételéért (a ransom váltságdíjat jelent). Egyes kórházak jelzései szerint az érintett számítógépeken megjelenő üzenetek 300 dollárnak megfelelő összeget követelnek a bitcoin nevű virtuális valutában. Az NHS Digital közölte, hogy eddigi vizsgálatai alapján a Wanna Decryptor nevű számítógépes vírusvariánsról lehet szó. Több kórház maga állította le informatikai rendszereit, hogy megvédje adatbázisait a behatolási kísérletektől. Sok körzeti orvos is arról számolt be, hogy nem fér hozzá betegei elektronikusan tárolt adataihoz, köztük az elvégzett vizsgálatok leleteihez. Az NHS szerint ugyanakkor nincsenek arra utaló jelek, hogy a kibertámadás elkövetői hozzáférhettek a páciensek személyes adataihoz. Bírságot szabott ki a portugál adatvédelmi hatóság (Comissão Nacional de Proteção de Dados, CNPD) a Portugáliában található Barreiro kórházra a betegadatokhoz való jogosulatlan hozzáférés lehetővé tétele miatt - írta a portugál Publico 2018. október 22-én [5]. A CNPD még július közepén kezdte a vizsgálatot, amelynek eredményeként 400 ezer euró bírságot állapított meg. Az összeg több tételből tevődik össze az Európai

Unió általános adatvédelmi rendeletének (GDPR) [6] különböző pontjainak megsértése következtében. A portugál állami kórház a betegek adatait a saját rendszerében tárolta, de ezen belül a CNPD szerint nem megfelelően kezelte a jogosultságokat. Így az adatokhoz legalább kilenc olyan személy is hozzáférhetett, akik egyáltalán nem rendelkeznek orvosi végzettséggel, mint például szociális munkások. Továbbá a rendszerben összesen 985 felhasználó regisztrált orvos szerepkörben, miközben az intézményben mindössze csak 296 doktor dolgozik. Ezenkívül a portugál hatóság szerint a kórház a hozzá tartozó betegadatokat nem különítette el megfelelően más kórházak archív adataitól, és a hozzáférést biztosító autentikációs folyamat nem volt megfelelő az adatbázis kapcsán. Az indoklás szerint a kórház semmilyen intézkedést nem tett a jogosulatlan hozzáférés megakadályozására, és nem különböztetett meg olyan csoportokat, akik például csak bizonyos előre meghatározott esetekben férhetnek hozzá az adatokhoz. A további 100 ezer eurós bírság pedig abból következik, hogy a hatóság szerint az adatkezelő a rendszerén belül általában véve sem tudja garantálni az integritást és a bizalmasságot.

Adat- és információvédelmi megoldások

Az informatika eszközeinek egészségügyi alkalmazása gyógyító tényezővé vált. Kialakult az orvosi informatika, mint speciális terület, amely a gyógyítás nélkülözhetetlen eleme lett. Célszerű megismernedni az információbiztonság szabályozásával és megvalósításának lehetőségeivel, hiszen komoly gondok forrása lehet az egészségügyi adatok szakszerűtlen kezelése [2]. 2016. májusában lépett életbe az Európai Unió új adatvédelmi rendelete, a GDPR (General Data Protection Regulation) [6], amely bő két évtized után hoz vérfrissítést az adatvédelmi szabályozásban. A rendeletet kétéves türelmi idő után, 2018. május 25-én kezdik alkalmazni. Az eddig széttagolt adatvédelmi szabályozást hivatott közös nevezőre hozni, ezért minden tagországban, így Magyarországon is közvetlenül érvényes. Az új szabályozás célja, hogy több kontrollt adjon az embereknek a saját adataik fölött, és erősebb védelmet biztosítson a személyes adatoknak nemcsak a kiberbűnözőkkel, de az adatokat kezelő cégekkel, intézményekkel szemben is. A támadások célja alapvetően az adat, melyet különböző rendszerelemek vesznek körül, folyamatok kezelnek [7]. A kiber fenyegetettségek a rendszerelemek meghatározott láncán keresztül az adatokat és az adatokat kezelő folyamatokat veszélyeztetik. A védelem megvalósítása nem csupán egy eszközrendszer megvalósítását, hanem egy szervezet teljes, azaz fizikai (üzemeltetés), logikai (jelszóképzési módszerek, kriptográfiai eljárások,

összeférhetlenségi mátrix, stb.), adminisztratív (szabályzási háttér) és a humán erőforrás védelmi rendszerére vonatkozóan, a tervezéstől a megvalósításig terjedő folyamatát jelenti [8]. A gazdasági és társadalmi élet egyik legfontosabb értéke az információ. Az információ minden gazdasági entitás számára fontos, legyen szó akár állami, akár magán szerveződésről. Információ nélkül nincs fejlődés, nélküle nem lehet tervezni, ami mindenképpen lemaradást, leszakadást eredményez [9]. Az informatikai biztonság alatt a szervezeti tevékenységek informatikai összetevőinek a célok eléréséhez szükséges megfelelő állapotban tartását értjük [10]. A biztonság a szervezeti működés egyik lényegi eleme [11], az egészségügyi informatikai rendszerek esetében a szervezeti kondíciókkal egyenrangú. A szervezeti biztonság komplex fogalom, az egyes részterületek szoros összefüggésben vannak és függenek egymástól. Az alábbi részeket kell figyelembe venni a tervezés során: fizikai biztonság, objektum védelem; adat- és információbiztonság; ügymenetbiztonság; humán biztonság; incidenskezelés és ügymenet-folytonosság. A fenti részeket figyelembe véve a megvalósítandó védelemnek zártnak, teljes körűnek, kockázatokkal arányosnak és időben folyamatosan biztosítottaknak kell lennie [12]. Egy szervezet informatikai rendszere biztonsági menedzsmentjének kialakításakor annak központosítására, egységes, áttekinthető, számítástechnikai eszközökkel történő támogatására, illetve e rendszer lehető legnagyobb mértékű automatizálására, az emberi tényező lehetőség szerinti kiiktatására kell törekedni. Törvény (Ibtv.) [13] írja elő, hogy az állami szervek informatikai rendszerének képesnek kell lennie a szervezet működése szempontjából meghatározó hardver- és szoftvereszközök kritikus biztonsági eseményeinek megfigyelésére és naplózására, illetve ezen események automatizált kezelésére. Egy állami szervezet informatikai rendszerének és biztonsági menedzsmentjének kialakításakor a fenti követelményeken túl fontos, hogy a biztonsági rendszerben egyszerűen legyen leképezhető és ellenőrizhető a szervezet biztonságpolitikájának megvalósítása. A biztonsági menedzsmentnek legyen szerves része a hálózat-, felhasználó-, szoftver-, tűzfalmenedzsment, a levelező rendszer tartalomszűrése, vírusvédelme és egyéb más informatikai rendszerek.

Céltott támadás az egészségügyi informatikai rendszerek ellen

Napjainkban az állam, annak minden szervezete valamint polgára kiszolgáltatottá vált a többszörösen összetett elektronikus információs rendszereknek Magyarország kiberterében, amelyek nélkül az állami működés, különböző szolgáltatások biztosítása és igénybevétele

megvalósíthatatlanná válik. A modern gazdasági berendezkedés mellett a társadalom nincs felkészülve arra, hogy a kiesett infrastruktúrák, eszközök vagy szolgáltatások nélkül működjön, így ezeket - egyértelműen - védeni kell, különös tekintettel arra, hogy azok működése során felhasznált és keletkező információk, továbbá az azokban kezelt adatok jelentős vagyont képviselnek. A fentiek alapján meghatározható a kritikus infrastruktúra egy lehetséges hazai definíciója: egymással összekapcsolódó, interaktív (egymástól kölcsönös függésben lévő infrastruktúra elemek, létesítmények, szolgáltatások, rendszerek és folyamatok hálózata), az ország működése szempontjából létfontosságúak és érdemi szerepük van egy társadalmilag elvárt minimális szintű biztonság, gazdasági működőképesség, közegészségügyi és környezeti állapot fenntartásában [14]. A „fejlett perzisztens fenyegetés” (APT - Advanced Persistent Threat) típusú támadások igen nagy szaktudást igényelnek. Végrehajtói professzionális szakemberek, akiket többnyire állami hírszerző szolgálatok vagy bűnöző szervezetek foglalkoztatnak. Fontos tulajdonsága a típusnak, hogy ezek a támadások egyértelműen egy adott célra irányulnak, azaz egy rendszer vagy ágazat ellen illetve megadott adatok illetve információk megszerzésére [15]. Az APT támadások a célpont kiválasztásánál, a támadás időtartalmában és a „lappangási” időszak hosszúságában térnek el a hagyományos kibertámadásoktól. Fontos azt is megjegyezni, hogy ezek a támadások célzott pszichológiai manipulációs (Social Engineering) támadásokat hasznosítanak. A korábban említett nemzetközi incidensekből arra következtethetünk, hogy hasonló esetek hazánk egészségügyi informatikai rendszereit is elérhetik a jövőben és célszerű ezekre a támadási formákra is megismerni és a nemzetközi és hazai szabványok (CEN, MITS, HL7, IHE, MSZ), ajánlások és jó gyakorlatok alapján felkészülni rájuk és informatikai rendszereket megerősíteni.

Következtetések

Fentiekben ismertetésre került az egészségügyi informatika rendszerek érintő két fontos adat- és információbiztonsági kérdésköre, törekedve a nemzetközi összehasonlításra és a hazai teendők kiemelésére. Nem törekedtünk teljességre jelen cikk keretei között, minden részterület önálló feltáró-elemző és stratégiai tervező munkát igényelne. Záró gondolatként felsoroljuk a véleményünk szerint leginkább szükséges tennivalókat:

– Az intézmények gazdálkodási és az egészségügyi ellátásban használt rendszereinek minősítése.

- Az egészségügyi adatok tárolási és továbbítási szabványainak alkalmazása.
- A központi adatbázisok hitelességének és naprakészségének biztosítása.
- A betegek és orvosok/szakdolgozók elektronikus azonosítása.
- Ágazati szintű egészségügyi adat- és információvédelmi szabályzat kiadása, továbbá a felhasználók információbiztonság tudatosítási képzése.

Hivatkozások

- [1] Racskó Péter Az egészségügyi informatika külföldön és Magyarországon. Egészségügyi Gazdasági Szemle 2008/6. pp. 26-31
- [2] Ködmön József, Csajbók Zoltán Ernő Információbiztonság az egészségügyben, Orvosi Hetilap, 2015, 156(27), pp. 1075–1080
- [3] Tallinn Manual on the International Law Applicable to Cyber Operations, General editor Michael N. Schmitt, US Naval War College, Cambridge University Press 2013, rule 30, pp. 1-255
- [4] The Guardian Massive ransomware cyber-attack hits nearly 100 countries around the world, <https://www.theguardian.com/technology/2017/may/12/global-cyber-attack-ransomware-nsa-uk-nhs>
- [5] Publico Hospital do Barreiro contesta judicialmente coima de 400 mil euros de Comissão de Dados, <https://www.publico.pt/2018/10/22/sociedade/noticia/hospital-barreiro-contesta-judicialmente-coima-400-mil-euros-comissao-dados-1848479>
- [6] Az Európai Parlament és a Tanács 2016/679 rendelete (2016. április 27.) a természetes személyeknek a személyes adatok kezelése tekintetében történő védelméről és az ilyen adatok szabad áramlásáról, valamint a 95/46/EK rendelet hatályon kívül helyezéséről (általános adatvédelmi rendelet, GDPR). Brüsszel, az Európai Unió Hivatalos Lapja 119/1. 2016.05.04. (HU) pp. 1-88
- [7] Veszprémi Bernadett Adatvédelem, információs szabadság. Budapest. Nemzeti Közszerzői Egység Vezető- és Továbbképzési Intézet, 2014, pp. 3-6
- [8] Szabó Zsolt Mihály A nyugdíjfolyósítás információbiztonsági és informatikai biztonsági kérdései, Bitay, Enikő (szerk.) A XXII. Fialat Műszakiak Tudományos Ülésszak előadásai, 2017, pp. 363-366
- [9] Varga János, Csiszárók-Kocsir Ágnes Versenyképességi átrendeződés Közép-Kelet Európában, fókuszpontban a V4 országok, Kárpát-medencei versenyképesség - 6. Báthory – Brassai Konferencia Kötete, Óbudai Egyetem, 2015. május 27.-28. pp. 316.-335
- [10] Michelberger Pál, Vállalatbiztonság. In Nagy Imre Zoltán (szerk.), Vállalkozásfejlesztés a XXI. században III. Tanulmánykötet, Óbudai Egyetem, 2013, pp. 35-52
- [11] Lazányi Kornélia A biztonsági kultúra szerepe a vezetői döntések támogatásában Taylor: Gazdálkodás- és Szervezéstudományi Folyóirat: A Virtuális Intézet Közép-Európa Kutatására Közleményei 8:(1). 2016, pp. 143-150
- [12] Szabó, Zsolt Mihály A nyugdíjfolyósítás mint kritikus infrastruktúra, Bitay, Enikő (szerk.) A XXII. Fialat Műszakiak Tudományos Ülésszak előadásai, 2018, pp. 215-218.
- [13] Az állami és önkormányzati szervek elektronikus információs rendszerek biztonságáról szóló 2013. évi L. törvény (Ibtv.). Magyar Közlöny 2013. évi 68. sz. pp. 50241-50255.
- [14] Mógor Tamásné, Rajnai Zoltán Elektronikus adatkezelő rendszerek kockázatelemzése, a kockázati módszerek bemutatása, Bolyai Szemle, 33/2, 2014, pp. 43–59
- [15] Leitold, Ferenc Biztonsági Technológiák Alkalmazása. Budapest: NKE Vezető- és Továbbképzési Intézet, 2014, pp. 1-41

Implantálható hallókészülékkel rendelkező pácienseket nyilvántartó rendszer újabb fejlesztései

Nagy Roland¹, Dimák Balázs², Tóth Ferenc², Jarabin János András²,
Matievics Vera², Perényi Ádám², Bere Zsófia², Posta Bálint², Szabó Linda²,
Schulcz Rebeka Anna², Szamosközi Alice², Nagy Attila²,
Rovó László², Kiss József Géza²

^{1,2}Szegedi Tudományegyetem, Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti
Klinika, ¹nagy.roland@med.uszeged.hu, ²office.ori@med.u-szeged.hu

6725 Szeged Tisza Lajos körút 111.

Összefoglaló: Az implantálható hallássegítő eszközökkel kommunikáló szoftverek nem fektetnek nagy hangsúlyt a páciensekre vonatkozó részletes adatregisztrációra, a protokollszerű nyomon követésre, így ezene hiányosság pótlására új applikáció fejlesztése központi szerepet kapott a Szegedi Tudományegyetem Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti Klinikáján. Az applikáció segítségével egy virtuális betegkarton hozható létre, amely a páciens felhőalapú adatregisztrációs felületeként kap szerepet, így a betegkarton kitöltésének megkezdésével az elvégzett vizsgálatok rögzítésre kerülhetnek, majd saját kiegészítő-, vagy egyéb statisztikai szoftverrel kiértékelhető.

Bevezető

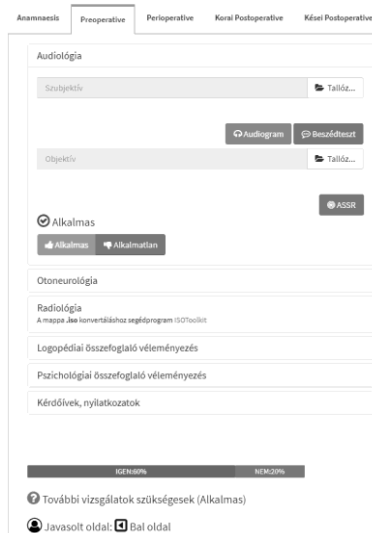
A Szegedi Tudományegyetem Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti Klinikáján alkalmazott implantálható hallássegítő eszközökkel kompatibilis szoftverek a páciensekre vonatkozó részletes adatregisztrációra, a protokollszerű nyomon követésre és a mérési eredmények más segédsoftverekkel való kompatibilitásra, esetleges statisztikai feldolgozásra csak másodlagos kérdésként tekintenek. Ezen „probléma” adódhat saját applikációjuk szerkezetének védelme okán, amely konkurens cégek miatt nélkülözhetetlen. Tudományos kutatás szempontjaimból azonban szükséges lehet egy híd a szoftverek közt, hogy leegyszerűsítse, automatizálja a mérési adatok rögzítését, feldolgozását. [1-3]

Célkitűzés

Már korábban megalkotott platformfüggetlen rendszerünk számos új fejlesztés igényét vonta maga után. Így célunk, hogy a klinikákon használt implantálható hallókészülékkel rendelkező páciensek mérési adatainak rögzítése mellett, protokollszerű nyomon követést tegyen lehetővé. Mindezt olyan egységes rendszer segítségével, amely a különböző szakterületekről származó eredményeket, képkötőeszközök termékeit tárolja, lehetőségektől függően fel is dolgozza oly módon, hogy az az adatvédelmi szabályoknak megfeleljen. [1]

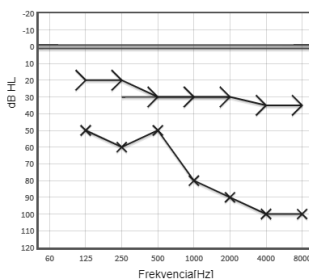
Módszer

A rendszer vázát a népszerű, nyílt forráskódú AdminLTE WebApp sablon adja, amely mögött MySQL háttéradatbázis működik. Az AdminLTE grafikus felülete és Bootstrap 3 és 4 CSS keretrendszeren segítségével igen rugalmas és platformfüggetlen egységet alkot. [4, 5] A Bootstrap és a JavaScript plug-in –ek kiegyensúlyozott, dinamikus működést biztosítanak a rendszer mind felhasználói-, mind a backend réteg számára is. A kiegészítő modulok segítségével könnyedén testreszabható, amely elősegíti a különböző szakterületekben való alkalmazhatóságát.



7. ábra A kapcsolódó szakterületek kezelőfelülete

Pre- és Postoperatív Audiogram - 2018-04-09



	125	250	500	1000	2000	4000	8000
AC	50	60	50	80	90	100	100
BC	20	20	30	30	30	35	35

8. ábra Rögzített audiogram

Eredmények

Az applikáció segítségével egy virtuális betegkartont hozható létre, amely a páciens felhőalapú adatregisztrációs egységét képezné. A betegkarton kitöltésének megkezdésével az elvégzett vizsgálatok rögzítése történhet meg. Az adatregisztráció Audiológia, Otoneurológia, Radiológia, Logopédia, Pszichológia, Operatív tevékenységek és Elektrofiziológia területek egységét képezi. [2,3,6-10] (1. ábra) Egyes szakterületeknek saját, személyre szabott felület biztosított, melyben szaktudás szerint a vizsgált személyek alkalmasságának megítélésével, és annak elfogadásával lehetséges a továbblépés. A vizsgálatok véleményezése és a mérési eredmények rögzíthetőek, és/vagy különböző képalkotó eljárások segítségével készített fájlok, elkészített dokumentumok feltölthetőek, majd később könnyedén visszanyerhetőek a digitális betegkartonokról. Számos adat kézi bevétel segítségével is mentésre kerül, amely statisztikai elemzés esetén előhívható a háttéradatbázisból.

Az elővizsgálatok alapján kiszűrt potenciális személyek hallássegítő eszköz implantációs lehetőségének szempontjából pozitív elbírálása után történhet meg az operáció és a készülék kiadása. A műtét során történték egyszerű jelölő rendszeren keresztül rögzíthető, amely biztosítja a gyors visszakeresést a később felhasználásra. (3. ábra) A leszűkített adatból nyert statisztikai eredmények szöveges, táblázatos vagy grafikus formában exportálhatók. [1, 11, 12] (2. ábra)

Személyes adatok lévén szükséges a biztonság. A vizsgált személyek esetében az adatrögzítés beleegyezésükkel történhet meg, amely azonosítók segítségével kerül mentésre, akadályozva az idegen kezű adatböngészést. A vizsgálók szempontjából a páciens személyes adatai nélkül történik a rögzítés, minden esetben speciális, az applikáció által generált azonosító szolgál a regisztrációra. A szoftver számos korlátozást alkalmaz az adatok elérése iránt. Kialakított rangok alapján teszi láthatóvá az egyes felületeket, amely biztosítja a kezelőorvos beteg iránti titoktartási kötelezettségét.

Nem csak az egyes elemek korlátozottak, hanem az applikáció elérése is. A felhasználónak több biztonsági feltételnek kell megfelelnie. Amellett, hogy saját azonosítóval, és előre meghatározott számú és típusú karakterekből álló jelszóval kell rendelkeznie, de fontos, hogy az egészségügyi intézmény magánhálózatán keresztül csatlakozzon a szoftver indításakor. A regisztrált személy azonosítás után az elvégzett műveletek adminisztrációjával együtt, felhasználóneve is rögzül a visszakövethetőség érdekében.

Műtéti technika ✕

<p><input checked="" type="checkbox"/> Sinus sigmoideus fala szabaddá vált</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Sinus sigmoideus fala sérült</p> <p>Eltátása <input type="text" value="ebbe is"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Nervus facialis csatorna vizualizásra került</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Nervus facialis csatorna fala dehiscens</p> <p>Eltátása <input type="text" value="ide is"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Dura szabaddá vált</p> <p><input type="checkbox"/> Dura sérült</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Chorda tympani intakt maradt</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Vongátódott</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Folytonossága megszakadt</p>	<p><input checked="" type="checkbox"/> Hallócsont-láncolat sérült</p> <p>Középfül <input type="text" value="meg ide"/></p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Gusher</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> Glass-ionomer cement használata</p> <p>Alkalmazásának leírása <input type="text" value="Iazából használtuk."/></p> <p>Egyéb komplikáció <input type="text" value="nem volt semmi"/></p> <p>Metszés mérete <input type="text" value="223"/> mm</p> <p><input type="checkbox"/> Soft surgery</p>
---	--

9. ábra Műtétieljárás összetevőinek rögzítése

Összegzés

A tudományos életben számos terület alapját képezi az adatrögzítés és adatfeldolgozás. A publikációk többségét olyan kutatási eredmények közzéte teszi ki, amely valamilyen statisztikai összegzést tartalmaz. Sok esetben a mért adatok rögzítése és azok elemzése nem azonos szoftverek segítségével, hanem egyéb harmadik féltől származóval történik. Kompatibilitás hiánya a fejlesztések védelme érdekében nem egyedi. Szabad forráskóddal rendelkező alkalmazások több esetben mutatnak együttműködést egymással kiegészítő segítségével, de a megvásárolt termékprogramok között az automatizált adatbevitel nagyon korlátozott.

A Szegedi Tudományegyetem Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti Klinikáján fejlesztett applikáció megalkotása a szoftveres problémák kiküszöbölésére készül. Olyan hidat igyekszünk képezni a felhasznált hallássegítő implantátumokkal együttműködő és a statisztikai szoftverek közt, amely lényegesen lerövidíti az adatok feldolgozását.

A szoftver folyamatos fejlesztés alatt áll, amely már jelenleg is több hasznos funkcióval bír. Az alkalmazás némi módosítással vagy modulok hozzáadásával más területen, más klinikákon is hasznos lehet.

Hivatkozások

- [1] Nagy R., Tóth F., Dimák B., Nagy A., Rovó L., Kiss J. G.: Implantálható hallókészülékkel rendelkező pácienseket nyilvántartó web alapú rendszer. Orvosi Informatika 2016. A XXIX. Neumann Kollokvium konferencia-kiadványa. 146p. Konferencia helye, ideje: Szeged, Hungary, 01/12/2016-02/12/2016. Szeged: Neumann János Számítógép-tudományi Társaság (NJSZT), 2016. pp. 107-110. (ISBN: 978-963-306-514-3)
- [2] Küstel M., Ribári O., Répássy G.: A siketség gyógyításának hazai eredményei és perspektívái: a cochlearis implantáció. LAM 2002;12(4):235-9.
- [3] Ribári O., Küstel M., Speer J., Korpássy P.: A cochlearis implantáció. Orvosi Hetilap 1996;137:1291-8.
- [4] A. Almsaeed, "AdminLTE", <https://almsaeedstudio.com/themes/AdminLTE/>, [2018. 10. 23.]
- [5] M. Otto, J. Thornton, "Bootstrap", <http://getbootstrap.com/>, [2018. 10. 23.]
- [6] Tóth F., Dr. Bereczné Szamosközi A., Dr. Kiss J. G.: A beszédprocesszor beállításának és illesztésének aktuális kérdései Nucleus 22 és 24 csatornás cochlearis implantátumok esetén. In: Dr. Csányi Y.: Cochleáris implantáción átesett gyerekek terápiája és fejlődése. ELTE BGGYFK, 2002.
- [7] Cafarelli Dees D et al: Normative Findings of Electrically Evoked Compound Action Potential Measurements Using the Neural Response Telemetry of the Nucleus CI24M Cochlear Implant System. Audiol Neurootol. 2005 Mar-Apr;10(2):105-16. Epub 2005 Jan 12.
- [8] Kiss JG et al. Neural response telemetry in cochlear implant users. Int Tinnitus J. 2003;9(1):59-60. PubMed PMID: 14763333.
- [9] Tóth F et al: Idegi válasz telemetriás (NRT) vizsgálatok cochlearis implantált betegeken. Fül-Orr-Gégegyógyászat 48(4), 268-271. [2018. október 23.]
- [10] Dr. Pytel J.: Audiológia, Victoria Kft., 1996.
- [11] O. Laursen, D. Schnur "Flot", <http://www.flotcharts.org/>, [2018. 10. 23.]
- [12] E. Abbasi "AJAX Live Search", <http://ajaxlivesearch.com/>, [2018. október 23.]

Névmutató

- Anane Yahia, 85
Banati A., 25
Bari Ferenc, 67
Bence Jandas, 121
Benhamida A., 25
Benyó Balázs, 85
Beöthy-Fehér Orsolya, 92
Bere Zsófia, 163
Bilicki Vilmos, 127
Boda Krisztina, 139
Cecilia Sik-Lanyi, 121
Chase J. Geoffrey, 85
Czirják Attila, 117
Csontos Balázs, 73
Dimák Balázs, 152, 163
Enreiter Ádám, 152
Farkas Eszter, 67
Farkas Kitti, 117
Ferenc Tamás, 63
Finta Regina, 139
Fogarassy György, 19
Fogarassyné Vathy Ágnes, 19, 36
Garaguly Z., 25
Gerencsér Zsolt, 101
Heckl István, 73
Homlok József, 85
Horváth Bence, 92
Illyés Attila, 85
Ivaskó Lívia, 42
Jakab Katalin, 42
Jánki Zoltán Richárd, 127
Jarabin János András, 152, 163
Jobbágy Ákos, 31
Kail E., 25
Karóczkai K., 25
Kiss József Géza, 92, 117, 149,
152, 163
Kobzos László, 12
Kósa István, 58
Kovács György, 42
Kovács Katalin, 85
Kováts Tamás, 49, 53, 63
Kozlovsky M., 25
Lantos Tamás, 107
Machalik Károly, 19
Makra Péter, 67
Matievics Vera, 163
Menyhárt Ákos, 67
Merth Gabriella, 101
Mokrai Dávid, 101
Nagy Attila, 92, 117, 149, 163
Nagy Erzsébet, 97
Nagy Péter, 31
Nagy Roland, 152, 163
Nagy Zoltán, 49, 53, 63
Nagy-Pál Anita, 152
Nyári Tibor, 107, 113
Perényi Ádám, 163
Posta Bálint, 163
Rárosi Ferenc, 113
Rovó László, 92, 117, 149, 152,
163
Rózsa Péter, 101
Rumszauer Ágnes, 101
Schulcz Rebeka Anna, 152, 163
Sikné Lányi Cecília, 79
Surján György, 49, 53, 63, 97
Szabó Linda, 163
Szabó Zsolt Mihály, 157
Szakács László, 117
Szamosközi Alice, 163
Szekér Szabolcs, 36
Szlávecz Ákos, 85
Tibor Guzsvinecz, 121
Tóth Alinka, 42
Tóth Ferenc, 117, 149, 163

Tóth László, 42
Vassányi István, 19, 49, 53, 58
Vassy Zsolt, 58, 143
Vécei László, 42

Vecsernyés Endre, 149
Veronika Szucs, 121
Vilmos Bilicki, 133
Zoltán Szabó, 133