



Neumann János
Számítógép-tudományi Társaság
Orvos-biológiai Szakosztály



.....
0000000000000111111111**//:***
#####

Orvosi Informatika 2016.

A XXIX. Neumann Kollokvium konferencia-kiadványa

Szegedi Tudományegyetem, Szeged
2016. december 1-2.

Szerkesztők:

Bari Ferenc, Almási László
Szegedi Tudományegyetem

Szerkesztők: Bari Ferenc, Almási László

Borítóterv: Eckert László

Kiadta a Neumann János Számítógép-tudományi
Társaság

Szeged, 2016.

ISBN 978-963-306-514-3

Orvosi Informatika 2016.

A XXIX. Neumann Kollokvium

Szeged, 2016. december 1-2.

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 éves rendszerességgel rendezi meg a Kollokviumot.

A XXIX., idén kétnapos konferencia a hagyományoktól eltérően nem hétvégén, hanem csütörtök-pénteken kerül megrendezésre, azzal a szándékkal, hogy megnöveljük az előadásokra szánt időkeretet és ezáltal lehetővé tegyük a párhuzamos szekciók megszüntetését, elősegítve a plenáris előadásokra történő koncentrációt.

Az elmúlt huszonnyolc kollokvium előadásai mindig a számítástechnika – informatika legfrissebb eredményinek orvostudományban történő alkalmazásáról számoltak be, követe az informatika és orvostudomány fejlődését. Időközben az információs technológia és az orvostudomány különböző szakterületeinek kereszteződésekben önálló tudományként megjelent orvosi informatika, amely az elmúlt 45 évben óriási fejlődésen ment keresztül. (Az orvosi informatikáról 2009-ben megjelent „Medical Informatics: Concepts, Methodologies, Tools, and Applications” négykötetes mű több mint 2500 oldalas.) Bátran és büszkén állíthatjuk, hogy ez az új tudomány átalakította és jelentősen modernizálta az egész egészségügyet.

Az orvosi informatika szerteágazó területeit - elektronikus betegrekordtól az orvosi képfeldolgozásig, a házi orvosi gyakorlattól a kórházak és a régiók az egészségügyi ellátásáig, beleértve a gyógyszerellátást is - jelenleg egy kongresszus nem tudja összefoglalni. Az elmúlt évek konferenciái is csak az aktuálisan és önkényesen kiemelet szakterületek egy-egy kérdésére próbáltak választ találni, idén a telemedicina, eHealth-fejlesztése, mHealth, gyógyszerészeti informatika, ezen belül az e-Receipt, egészségügyi adatok elemzése, védelme, betegforgalmi adatok hasznosítása és a betegoktatás került terítékre.

A Kollokviumon külön szekcióban emlékezünk meg az 2007-ben elhunyt Bordás Istvánról, a Gyógyinfok igazgatóhelyetteséről majd igazgatójáról, az Egészségügyi Informatikai Szakmai Kollégium volt elnökéről, aki jelentős szerepet játszott a hazai egészségügyi reformban, a kórházi teljesítményfinanszírozás bevezetésében. Bordás István számos Neumann-kollokviumon tartott előadást; idén lenne 75 éves.

Szeged, 2016. december

Bari Ferenc és Almási László

a kötet szerkesztői

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

Tartalomjegyzék

*Szekció: Egészségügyi adatvagyon hasznosítása
Informatórium, 2016. dec. 1. 13:45-15:00*

A kórházi kapacitás-tervezés varázsgömbje	1
Onkológiai ellátási eseménysorok automatikus generálása az egészségügyi finanszírozási adatbázis adatai alapján	5
Betegségek kapcsolatrendszerének hálózatai.....	11
Changes in the spatial distribution of dominant IHD care providers over a 10 year period in Hungary	17
Magyar klinikai vizsgálatok sajátosságai egy nemzetközi adatbázis elemzése alapján	21

*Szekció: eHealth-fejlesztések kihívásai
Informatórium, 2016. dec. 1. 15:15-17:15*

eHealth IoT a Cloud Architektúrában, avagy Okoseszközök Kórházinformatikai Integrációja	25
Tapasztalatok multimédiás betegoktató-anyag klinikai alkalmazásával	31
Akadálymentes webfejlesztés lehetséges válaszai az e-Health széleskörű alkalmazásának kihívásaira	35
Kinect-tel vezérelt stroke terápiás rendszer prototípusa.....	41
Adaptív szabályzó interfész tervezése Kinect szenzoros mozgásrehabilitációs alkalmazásokhoz	45
Humanoid robot alkalmazása a mozgáskoordináció fejlesztésben és rehabilitációban.....	49

Informatikával támogatott élethosszig tartó egészségügyi gondozási modell..... 53

Szekció: Telemedicina, mHealth

Informatórium, 2016. dec. 2. 8:30-10:15

mHealth szolgáltatás felhasználói igényének felmérése..... 57

Sikerességi tényezők az mHealth piacon..... 61

Személyes egészségügyi adatok kezelése mobil alkalmazásokkal ... 65

Miként segítik az egészségügyi standardok az adatgyűjtést? FHIR fejlesztői tapasztalatok..... 69

Okostelefonokra rögzíthető endoszkópok alkalmazása a fül-orr-gégészetben..... 75

Szekció: Jel és képfeldolgozás

Informatórium, 2016. dec. 2. 10:30-12:00

Holografikus képrekonstrukció alkalmazása folyadékvizsgálat során 79

Képregisztrációs algoritmusok alkalmazása fej-nyak régió szerveinek szegmentálásához MRI felvételeken 85

MRI szekvenciák kombinált megjelenítése RGB képeken 89

Characterizing blood glucose response to specific meals in pre-diabetes: a small scale study 93

Párhuzamos jelfeldolgozási módszerek bioelektromos jelek valós-idejű feldolgozására..... 97

Az EKG parametrizálásának egy biztató kísérlete III..... 103

Szekció: Informatika a Fül-Orr-Gégészetben

Informatórium, 2016. dec. 2. 12:45-14:15

Implantálható hallókészülékkel rendelkező pácienseket nyilvántartó web alapú rendszer 107

Több szabadsági fokú beviteli eszköz fejlesztése számítógéppel segített műtéttervezéshez..... 111

Tapasztalataink az objektív elektrofiziológiai mérések és a későbbi posztoperatív küszöbértékek kapcsolatáról cochlearisan implantált betegek esetén 115

Számítógéppel segített műtéttervezés a középfül sebészetben 119

Szekció: eRecept- Egészségügyi statisztika

Informatórium, 2016. dec. 2. 14:30-15:45

E-recept megvalósításának gyakorlati előkészítése, program fejlesztési állapota a gyógyszertárakban 123

PSA méréssorozat matematikai elemzése..... 127

Kontrollcsoport-generálási lehetőségek retrospektív egészségügyi vizsgálatokhoz..... 135

Szezonális vizsgálatok daganatos betegségek mortalitásában 141

Névmutató..... 145

A kórházi kapacitás-tervezés varázsgömbje

Surján György, Ruzsa Zoltán
ÁEEK, Budapest surjan.gyorgy@aEEK.hu

*„It is difficult to make predictions, especially about the future”
Niels Bohrnak tulajdonított mondás*

Összefoglaló: Közleményünkben a demográfiai változásoknak a vizsgáljuk a kórházi igénybevételre gyakorolt várható hatását vizsgáljuk. Eredményeink szerint az előregedés következményei összességében nem jelentenek kezelhetetlen igénynövekedést, de jelentős átrendeződést okoznak a szakmák és ellátási formák között.

Bevezetés

A kórháztervezés nehézsége, hogy a kapacitásokat 20-50 évre előrelátott igénybevételre kellene méretezni. Létezik-e olyan matematikai módszer, amely alkalmas ekkora időtávon elfogadható pontosságú előrejelzésre a rendelkezésünkre álló adatok alapján?

A várható igénybevétel alakulására – az egészségpolitikai eszközök hatásán kívül – alapvetően három tényező hat: (1) a lakosság számának és korösszetételének változása, (2) a morbiditási viszonyok alakulása, és (3) az orvosi technológiák fejlődése. A népesség alakulására vonatkozóan a KSH 2060-ig tesz közzé előrejelzést, ami fölhasználható egy középtávú kórházi forgalom előrejelzésre. A másik két tényező előrejelzése jóval nehezebb.

A szakirodalomban ellentétes álláspontok fogalmazódnak meg arra nézve, hogy a demográfiai változások mekkora hatást gyakorolnak az ellátási költségekre [1-4]

Az adatok természetéből az következik, hogy a következő évi adatok legjobban az előző évi adatok alapján jósolhatók. A korreláció azonban rohamosan csökken, ha korábbi évek adatait is elkezdjük figyelembe venni. Emiatt egyelőre az egyetlen aránylag jól prognosztizálható tényezőre korlátozzuk a vizsgálatunkat, ez pedig a demográfiai változások hatása.

Adatok és módszerek

Adatok: Intézetünk betegforgalmi adatbázisából kiszámoltuk 2004-2015 közötti éves aktív és krónikus ellátási eseteket illetve ápolási napokat szakmánként, nemenként és korévenként. A KSH által közzétett demográfiai adatok (<http://www.ksh.hu/interaktiv/korfak/orszag.html>) 2004-2015-ig a tényleges, 2016-tól 2030-ig pedig a becsült nemenkénti és korévenkénti adatokat használtuk

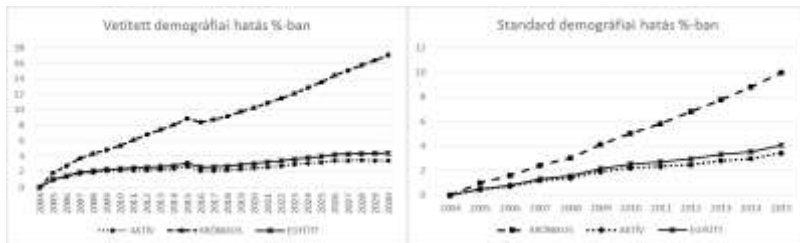
Számítási módszerek: Két megközelítést alkalmaztunk. Mindkét esetben egy bázisév adataiból indultunk ki, az összehasonlíthatóság érdekében mindkét esetben a 2004-es évet tekintettük bázisnak. Az egyik módszer azt határozza meg, hogy mennyi lett volna az éves esetszám, ha minden egyéb tényező úgy hat, ahogyan valójában hatott, de a lakosság korösszetétele minden évben a bázisévvel azonos lett volna (standardizált esetszám). Az így kapott értékeknek a valós számoktól számított eltérését nevezzük standardizált demográfiai hatásnak. A másik módszer szerint pedig azt határoztuk meg, hogy milyen esetszámokat kapunk, ha a rendszer viselkedése a bázisévvel azonos marad, csupán a korösszetétel változik a valóságnak, ill. az előrejelzésnek megfelelően. Itt a demográfiai hatást a számított és a bázisévben megfigyelt tényleges esetszámok eltérése fejezi ki. Ezt vetített demográfiai hatásnak nevezzük.

Az első módszer föltételezi, hogy ismerjük a tényleges esetszámokat minden évben, ezért ez perdikcióra közvetlenül nem alkalmas. A kétféle módszer alkalmazása azért előnyös, mert amennyiben a már ismert évekre vonatkozóan a kétféle módon számított demográfiai hatás összhangban van (pontos számszerű egyezés nem várható), akkor ez arra utal, hogy egyéb hatások (amelyeket a standardizált módszer figyelembe vesz, a vetített nem), az ellátási esetek koreloszlását a vizsgált időszakban nem változtatták meg lényegesen.

A számítás módja a standardizált módszer esetében az, hogy a koronkénti, nemenkénti és szakmánkénti tényleges esetszámokat elosztjuk a tárgyévi azonos korú, nemű lakosok számával, majd megszorozzuk a bázisév azonos korú nemű lakosság számával, majd ezeket minden szakmára koronként és nemenként összeadjuk. A vetített esetben viszont a bázisév szakmánkénti, koronkénti és nemenkénti esetszámait osztjuk, a bázisév megfelelő korú és nemű lakosság számával, és szorozzuk a tárgyéve (tényleges vagy becsült) azonos korú, nemű lakosság számával. Ezeket ismét szakmákra összegezzük. A számítást külön elvégezzük az aktív és krónikus ellátásokra.

Eredmények

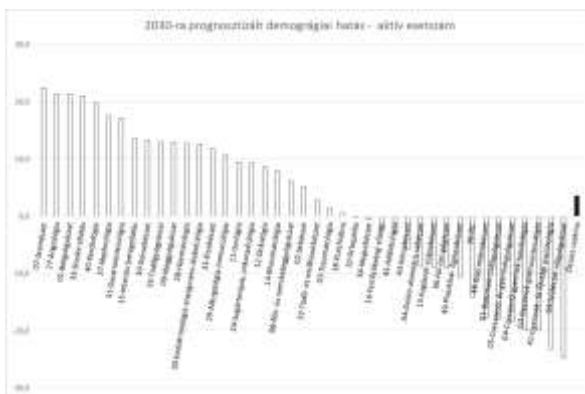
A két módszerrel kapott eredmények a várakozásnak megfelelően számszerű egyezést ugyan nem mutattak, de az adatsorok egymással összhangban vannak, és azonos következtetésre juthatunk belőlük.



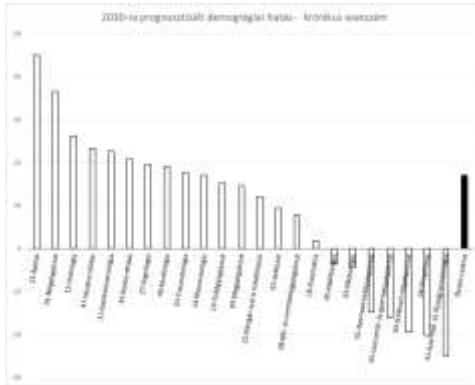
1. ábra Az esetszámokra gyakorolt demográfiai hatás (összes szakma)

Az összes esetszámok összehasonlítása ellátási formánként: mind a vetített, mind a standard demográfiai hatás az összes esetszámok tekintetében egyenletes növekedést mutat (lásd 1. ábra 1. ábra). 2004-2015 között mindkét módszer szerint a hatás 4% alatt marad. A vetített hatás alapján 2030-ig számolt prognózis szerint a demográfiai hatás mindössze 4,43%. Jelentős különbség mutatkozik azonban az aktív és krónikus ellátási formák között. A krónikus ellátásban 2030-ig több mint 17%-os hatással kell számolnunk, az esetek nagyobb hányadát kitevő aktív ellátásban viszont csak 3,46%-kal.

Szakmánkénti összehasonlítás: A 2. ábra az aktív ellátásra, a 3. ábra pedig a krónikus ellátásra vonatkozóan mutatja a 2030-ig prognosztizált demográfiai hatást.



2. ábra A 2004-es bázisév alapján vetített demográfiai hatás az aktív esetszámokra vonatkozóan, csökkenő sorrendben.



3. ábra 2004-es bázisév alapján vetített demográfiai hatás az krónikus esetszámokra vonatkozóan – csökkenő sorrendben

Mindkét esetben jelentős szakmák közötti különbségek láthatók. Az adatok alapján a szakmák növekvő, csökkenő és stagnáló (a vizsgált időszakban 5%-nál nagyobb eltérést egyik irányba sem mutató) csoportokba oszthatók.

Következtetések:

- 1) A kórházi ellátórendszer tervezése során előre nem látható hatásokra kell fölkészülni.
- 2) A társadalom elöregedése nem ró akkora terhet a kórházi rendszerre a következő 15 évben, ami miatt érdemi kapacitás-bővítésre lenne szükség
- 3) A szakmák és ellátási típusok között nagyobb mértékű átrendeződés várható, amit mind a humán-erőforrás, mint a gép-műszer kapacitások tervezésekor figyelembe kell venni.

Hivatkozások

- [1] Rechel, Bernd, et al. "Health Policy Brief 10 - How can health systems respond to population ageing?." WHO (2009). Utolsó letöltés 2016. augusztus 9. http://www.euro.who.int/__data/assets/pdf_file/0004/64966/E92560.pdf
- [2] Evans, R. G., et al. APOCALYPSE NO: Population Aging and the Future of Health Care Systems. No. 59. McMaster University, 2001.
- [3] Schofield, Deborah J.; Earnest, Arul. Demographic change and the future demand for public hospital care in Australia, 2005 to 2050. Australian Health Review, 2006, 30.4: 507-515.
- [4] Katalin, Érsek, et al. "A várható „demográfiai cunami” kezelésének lehetőségei." IME Egészség-gazdaságtani különszám 2007 32-38

Onkológiai ellátási eseménysorok automatikus generálása az egészségügyi finanszírozási adatbázis adatai alapján

Tóth Krisztina¹, Kósa István², Fogarassyné Vathy Ágnes³

¹Pannon Egyetem, toth.krisztina.9118@gmail.com

²Pannon Egyetem, kosaist@gmail.com

³Pannon Egyetem, Rendszer- és Számítástudományi Tanszék,

vathy@dcs.uni-pannon.hu

8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

Összefoglaló: Az egészségügyi finanszírozási adatbázis számos olyan értékes információt rejt, amely a későbbiekben meghatározó szerepet játszhat az egészségügy finanszírozási döntéseinek meghozatalában, valamint az ellátási események szervezésében, optimalizálásában. Kutatásaink során olyan általános adatelemzési módszertant dolgoztunk ki, amely az országos egészségügyi finanszírozási adatokon alapulva alkalmas a daganatos betegségekben szenvedő páciensek onkológiai ellátásainak szekvenciális elemzésére.

Bevezető

Kutatásunk célja egy olyan adatelemzési módszertan kidolgozása, amely alkalmas a daganatos betegek különféle részletezettségű ellátási eseménysorainak dinamikus generálására. Ezen eseménysorok elemzése lehetővé teszi a vizsgált betegségekre jellemző gyakori ellátási eseményszekvenciák feltárását, valamint rámutathat az elemzés fókuszába beválogatott terápiás ellátások regionális és területi különbségeire.

Jelen kutatás szerves folytatása a Pannon Egyetemen korábban folyó hasonló jellegű kardiológiai vonatkozású kutatásoknak [1]. Érdekes kérdésként merült fel, hogy a korábban alkalmazott módszertan mennyire szakterületfüggő, illetve alkalmazható-e egyéb egészségügyi területen is. Munkánk során megállapítottuk, hogy az eseménysorok elemzése részben általános alapokon nyugszik, amelyek minden szakterület esetében azonosan alkalmazhatók, s részben igényli a szakterületfüggő speciális ismeretek integrálását.

Módszer

Az egészségügyi ellátási eseménysorok kialakításának első lépése a vizsgálatba bevont betegcsoport meghatározása. Ezen szelekció vezérével, hogy a kiválasztott populáció az elemzés szempontjából homogén legyen,

hiszen ennek hiányában nem határozhatók meg a betegcsoport ellátására jellemző mintázatok.

A vizsgált populáció kiválasztását követően minden páciensre külön-külön elkészíthetjük a beteg onkológiai kezelésének szempontjából releváns eseményeket tartalmazó ellátási eseménysort. A kidolgozott módszertan segítségével ezen eseménysorok különféle részletezettségi szinteken automatikusan generálhatók. Az eltérő részletezettségű eseménysorok kialakításához egyedi kódrendszert definiáltunk és az orvosszakmai gyakorlatot tükröző aggregációs szabályrendszert dolgoztunk ki.

Részletes eseménysor

A részletes eseménysor a vizsgálati periódus egészére vonatkozóan kronológiai sorrendben tartalmazza a páciens onkológiai ellátásához kapcsolódó ellátási eseményeket az esemény OENO kódjával jelölve és időpecséttel ellátva.

1. táblázat Példa a részletes eseménysorra

<i>Páciens</i>	<i>Eseménysor</i>
<i>p1</i>	0:29000 0:14500 0:16410 16:54551 16:54688 16:55431 24:29000 24:29050 78:70451 93:70451 107:70451 126:70451 142:70451 156:70451 171:70451 185:70451 329:X0000

Az 1. táblázatban a *p1* páciens részletes eseménysora látható. Az általános meghatározásoknak megfelelően az események kronológiai sorrendben kerülnek felsorolásra a betegség diagnosztikus megerősítésétől kezdődően (0. nap) a vizsgálati időszak lezárulásáig (jelen példában a beteg 329. elhalálozott). Az események között találhatunk többféle beavatkozást is, például műtéteket (54551, 54688), diagnosztikai eljárásokat (14500, 16410), kemoterápiás kezeléseket (70451) és hisztológiát (29000, 29050) is.

Az események ilyen részletes szintű megjelenítése természetesen nagyon sokfajta eseménysor és mintázat kialakulásához vezet, mely életutak inkább egy-egy páciens ellátási eseménysorához szolgáltathatnak megfelelő információt, mintsem területi, illetve országos jellemző tulajdonságok kinyerésére lennének alkalmasak.

Tipizált eseménysor

Az egyénekre jellemző ellátási események tipizálásához, valamint az ellátókra jellemző mintázatok kinyeréséhez a hasonló események csoportosítása és az így kialakult csoportok hierarchiába szervezése

szükséges. A csoportosítás lehetővé teszi, hogy a hasonló ellátási események azonos kóddal jelenjenek meg az eseménysorban, az eseménycsoportok hierarchiarendszerbe történő szervezése pedig a különböző részletzettségű mintázatok generálásának alapját adja.

A javasolt módszertan tetszőleges csoportosítás és hierarchiarendszer kialakítását teszi lehetővé. A colon carcinomás betegek vizsgálatához például az ellátás során alkalmazott műtéti beavatkozások tekintetében a következők csoportokat és struktúrát alakítottuk ki:

- műtét (M)
 - klasszikus műtét (L)
 - colon műtét (B)
 - hasi műtét (H)
 - endoszkópos műtét (E)
 - colonoscopos műtét (T)

A fenti hierarchiarendszer szerint minden eseményt egy 4 karakteres helyspecifikus kód jelöl, ahol az egyes karakterek a hierarchia egyes szintjeinek felelnek meg. Így például a hasi műtétek az MLH0 kódon jelennek meg az eseménysorban. Ez a jelölési módszer lehetővé teszi a kezeléscsoportok könnyed bővíthetőségét, új hierarchiaszintek bevezetését.

A következőkben a korábbi példában bemutatott *p1* páciens (1. táblázat) tipizált eseménysora látható az új kódolási rendszernek megfelelően:

2. táblázat Példa a tipizált eseménysorra

<i>Páciens</i>	<i>Eseménysor</i>
<i>p1</i>	0:P000 0:DC00 16:MLB0 16:MLH0 24:P000 78:K000 93:K000 107:K000 126:K000 142:K000 156:K000 171:K000 185:K000 329:X000

A tipizált eseménysorokban alkalmazott kódrendszer csoportosított jelölésrendszerrel tartalmazza az ellátási eseményeket, így az eseménysorok variabilitása csökken. Ezen egységesített eseménysorok már megfelelő alapot biztosítanak a következőkben bemutatandó aggregációs lépések végrehajtásához.

Aggregált eseménysor

Az eseménysorok összehasonlítása szükségessé teszi bizonyos események összevonását, melyet kétféle aggregálási módszer kidolgozásával valósítottunk meg.

Az első esetben a páciens azon eseményei kerülnek aggregálásra, amelyek egymás után többször is megjelennek az eseménysorban. Ilyen események

közé tartoznak az onkológiai ellátásban alkalmazott kemoterápiás- és sugárkezelések. Mivel ezen kezelések száma betegenként eltérő lehet, ezért a hasonló kezeléssorozatban részesülő betegek tipizált eseménysorainak variabilitása még mindig nagy. Ezen aggregálási módszer lényege, hogy az egymás után ismétlődő események közül mindig csak az első esemény jelenik meg az eseménysorban, az azt követő azonos eseményeket pedig nem jelenítjük meg. Míg a 2. táblázatban egymás után 8 kemoterápia látható, a 3. táblázat aggregált ellátási eseménysorában már csak az első kemoterápiás esemény jelenik meg.

3. táblázat Példa az egymás után jelentett azonos események aggregálására

<i>Páciens</i>	<i>Eseménysor</i>
<i>p1</i>	0:P000 0:DC00 16:MLB0 16:MLH0 24:P000 78:K000 329:X000

Ezt a fajta aggregációt kiterjeszthetjük egy időintervallummal is, amely intervallum az első és utolsó összevont kezelés között eltelt napok számát mutatja (4. táblázat).

4. táblázat Példa a jelölésben az időintervallumra kiterjesztett aggregációra

<i>Páciens</i>	<i>Eseménysor</i>
<i>p1</i>	0:P000 0:DC00 16:MLB0 16:MLH0 24:P000 78:K000:107 329:X000

A második típusú aggregáció során az egy napon jelentett hasonló kezeléseket vonjuk össze egy eseménnyé. Ezen aggregáció alapját azon tény adja, hogy az egy napon jelentett ellátási események gyakorta egy eseményhez kapcsolódnak, így elegendő a lejelentett események közül csupán a legfontosabbat megjeleníteni az eseménysorban. Annak meghatározására, hogy melyik esemény legyen ez, az események prioritási sorrendjét meghatározó tudásbázis felállítására van szükség. Ha a beteg tipizált eseménysorában ugyanazon időpecséttel több ellátási esemény is megjelenik, és ezen események szerepelnek a tudásbázisban definiált hierarchiarendszerben, akkor az összevonás után az események közül csak a legmagasabb prioritású eseményt jelenítjük meg az aggregált eseménysorban.

A 4. táblázatban látható, hogy a 16. napon két eseményt jelentettek, egy colon műtétet (MLB0) és egy hasi műtétet (MLH0). Ha ezek közül a colon műtét tekintjük magasabb prioritásúnak, akkor az aggregáció végrehajtása

után már csak ez az esemény jelenik meg a 16. napon, ahogy azt az 5. táblázat is mutatja.

5. táblázat Példa az egy napon jelentett események aggregálására

<i>Páciens</i>	<i>Eseménysor</i>
<i>p1</i>	0:P000 0:DC00 16:MLB0 24:P000 78:K000:107 329:X000

A bemutatott két aggregációs módszerrel hatékonyan csökkenthető az eltérő eseménysorok száma, anélkül, hogy nélkülözhetetlen információit vesztenénk.

Mintázat

Az eddig bemutatott eseménysorok még mindig túl részletesek a különböző statisztikák, kimutatások készítéséhez. Ebből adódóan a következőkben bevezetésre kerültek a mintázatok, melyekben a többkarakteres kódolást lecserélve minden eseményt egyetlen egy karakter jelöl és az eseményhez már nem tartozik időpecsét sem (6. táblázat).

6. táblázat Példa a mintázatokra - időpecsét nélkül

<i>Páciens</i>	<i>Eseménysor</i>
<i>p1</i>	CBPKX

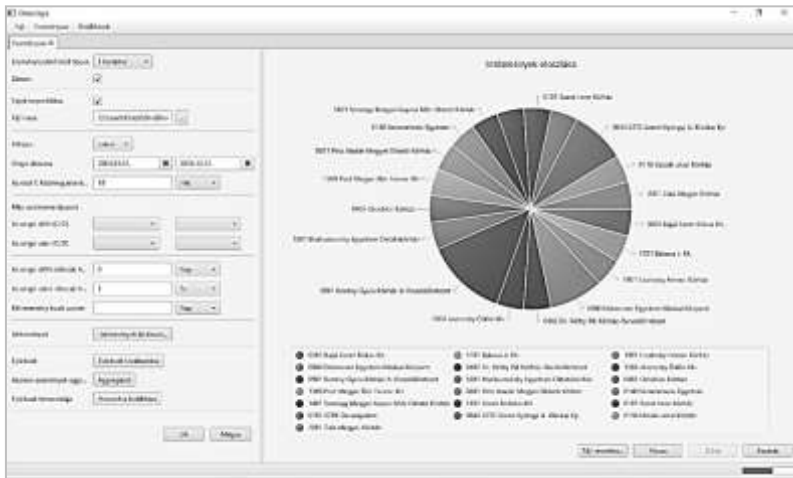
Az egy karakteres kódra történő leképezés során az eseménysor elveszti a tipizált eseménysor olvasásában rejlő részletgazdag információkat, viszont könnyebb áttekintést ad az események sorozatának mintázatára vonatkozóan.

Szoftveralkalmazás

A módszertan kidolgozását követően az elemzések megkönnyítésére egy olyan szoftvert készítettünk, amely segítségével a kutatást végző orvosok a kutatás céljának megfelelő szűrési feltételek beállításával dinamikusan generálhatják le a különböző ellátási eseménysorokat.

A szoftver segítségével meghatározhatók az elemezni kívánt betegcsoportot definiáló adatok, kiválaszthatók az elemzendő kezelések, az elemzésbe bevont intézmények, illetve megadhatók az eseménysor megjelenésére és hosszára vonatkozó adatok is. Az alkalmazás lehetővé teszi a szakterületspecifikus tudás tudásbázisba történő rögzítését (kezelésekre vonatkozóan aggregációs szabályok és alkalmazandó hierarchiarendszer rögzítése). A felépített eseménysorok elemzését számos kimutatás támogatja,

valamint az alkalmazás vizuális eszközkészletet is biztosít a generált eseménysorok kiértékeléséhez.



1. ábra Kördiagram az elemzésben részt vevő intézmények eloszlásáról

Eredmények

A fenti módszertanra épülő informatikai alkalmazás segítségével különböző elemzéseket végeztünk a Magyarországon 2009-2014 között újonnan diagnosztizált colorectalis daganatos (CRC) betegek eseménysorain. Az elemzések a kidolgozott módszertan alkalmazhatóságát bizonyítják, s áttekinthető formában mutatják be a CRC betegek jellemző ellátási szekvenciáit.

Köszönetnyilvánítás

A publikációt és a kapcsolódó kutatásokat a VKSZ_12-1-2013-0012 azonosítójú "Világszínvonalú Intelligens és Inkluzív Egészségügyi Információs és Döntéstámogató Keretrendszer (Analytic Healthcare Quality User Information) kutatása" című projekt keretében Magyarország Kormánya támogatta.

Hivatkozások

- [1] Nemes A, Király F, Vassányi I, Kósa I. The impact of geographical distances to coronary angiography laboratories on the patient evaluation pathways in patients with suspected coronary artery disease. Results from a population-based study in Hungary. *Adv Interv Cardiol* [Internet]. 2014;4:270–3. Available from: <http://www.termia.pl/doi/10.5114/pwki.2014.46770>

Betegségek kapcsolatrendszerének hálózatai

Machalik Károly¹, Fogarassyné Vathy Ágnes²

¹Pannon Egyetem, Rendszer- és Számítástudományi Tanszék,
machalik@dcs.uni-pannon.hu
8200 Veszprém Egyetem utca 10.

²Pannon Egyetem, Rendszer- és Számítástudományi Tanszék,
vathy@dcs.uni-pannon.hu
8200 Veszprém Egyetem utca 10.

Összefoglaló: A betegségek kapcsolatrendszerének populációsintű elemzése rejtett összefüggéseket tárhat fel a betegségek összefüggésére, kialakulására vonatkozóan. A szövédménykutatás egyik eszköze az a hálózatelméleti alapokon nyugvó megközelítés, amely gráfok segítségével szemlélteti és írja le a betegségek kapcsolatrendszerét. Jelen publikációban azt a módszertant és kapcsolódó szoftveralkalmazást mutatjuk be, amely az egészségügyi finanszírozási adatbázis adatai alapján képes betegséghálózatokat generálni és összehasonlítani.

Bevezetés

Magyarországon az egészségügyi intézményeknek az ellátási kötelezettségük mellett jelentési kötelezettségük is van, mivel az állami költségvetési szervek utófinanszírozás keretében térítik meg az ellátó intézmények költségeit. Ezen adatszolgáltatási kötelezettség révén jön létre az egészségügyi finanszírozási adatbázis, amely tartalmazza a páciensek személyes adatait, az alkalmazott egészségügyi ellátás kódját és időpontját, valamint az ellátáshoz kapcsolódó betegségek BNO azonosítóját. Az egészségügyi finanszírozási adatbázis ily módon egy országos méretű elektronikus egészségügyi lánynomnak tekinthető, amely kellően reprezentálja a magyar lakosság egészségügyi adatait és számos kutatás alapját adja [1,2]. Mindemellett, az adatbázisban tárolt megbetegedések megfelelő alapot biztosítanak ahhoz, hogy elkészítsük a magyar lakosság betegséghálózatát és ezen hálózatot tudományos kutatások során elemezzük.

Módszer

A finanszírozási adatbázisban tárolt megbetegedési adatok egy-egy páciensre vonatkozóan nyújtanak információt a páciens betegségeire vonatkozóan. A rendelkezésre álló adatok azonban nem elemezhetőek megfelelő adatelőkészítési műveletek elvégzése nélkül. Az adatelőkészítés során foglalkozni kell az adatok tisztításával, konvertálásával, illetve szűrésével is, hogy csupán a releváns, valós megbetegedési adatokat használjuk fel elemzéseink során. Ezen műveletek közül külön kiemelandó

az adatok szűrésének fontossága, mely során gondoskodnunk kell például arról, hogy a beküldő iránydiagnózisok ne kerüljenek a betegség-hálózatok készítésekor felhasználásra.

A megfelelő adatelőkészítést követően rendelkezésre álló adatok a páciensek és a betegségek kapcsolatát írják le, amely kapcsolatrendszer egy olyan páros gráfként képzelhetjük el, ahol a páciensek alkotják az egyik, a betegségek pedig a másik objektumhalmazt. Ezen páros gráfból mátrixműveletek segítségével két unáris projekció hozható létre [3]. Egyrészt elkészíthetjük a páciensek kapcsolatrendszerét leíró beteghálózatot, másrészt létrehozhatjuk a betegségek közötti összefüggéseket feltáró betegség-hálózatot.

A páciens-betegség páros gráfból képezhető betegségre vetített projekció tehát egymódusú betegség-hálózatot eredményez. A hálózatában az egyes csúcspontok a betegségeket reprezentálják és két betegség között akkor jön létre él, ha legalább egy olyan páciens tartalmaz a kiinduló adathalmaz, aki mindkét betegségben szenved. Amennyiben különböző betegcsoportokra készítjük el ily módon a betegségek hálózatát, akkor a betegcsoportokra jellemző speciális hálózatok összehasonlíthatóvá válnak, s ezáltal az egyes betegcsoportokra speciálisan jellemző tipikus betegségek is feltárhatók.

Az így kialakítható betegség-hálózatokban az egyes betegségek közötti összefüggések jellemzésére 3 numerikus mérőszámot definiáltunk, melyek révén a betegségek összefüggésének relevanciája több aspektus szerint is értékelhetővé válik. Ezek a mérőszámok a következők:

abszolút gyakoriság: Az élekre jellemző abszolút gyakoriság megadja, hogy az él által összekötött csomópontok által reprezentált betegségek hány páciens esetében fordulnak elő együtt a vizsgált populációban.

relatív gyakoriság: A relatív gyakoriság az abszolút gyakoriság értékének és a vizsgált populációban/betegcsoportban megjelenő összes kapcsolat számának aránya.

feltételes gyakoriság: A feltételes gyakoriság az abszolút gyakoriság értékét a szóban forgó betegségek közül legalább az egyik betegségben szenvedő páciensek számához arányosítja.

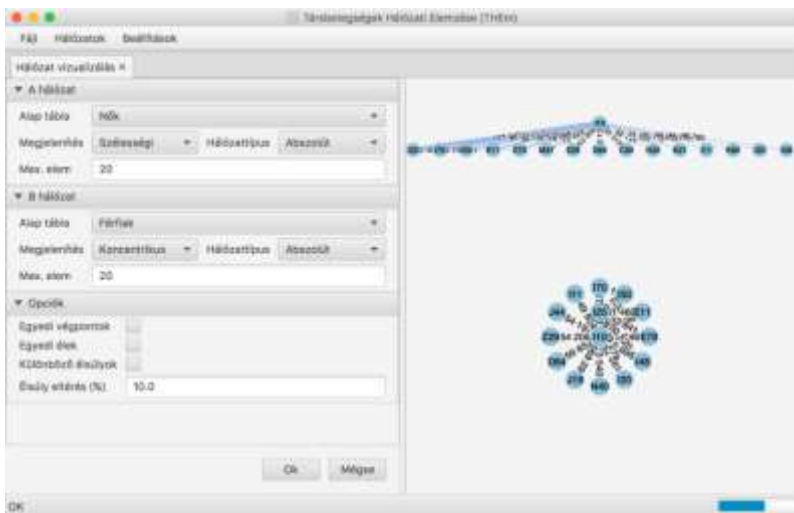
Az adatelemzések során a vizsgálati szempontok alapján számos különféle betegség-hálózatot hozhatunk létre. Ezen betegség-hálózatok összehasonlítása érdekes összefüggésekre/eltérésekre hívhatja fel a kutatók figyelmét. Ily módon összehasonlíthatóvá válnak például a különféle betegcsoportok betegség-hálózatai. Ezen betegség-hálózatok összehasonlítása lehetővé teszi például a betegségek megjelenésének betegcsoportokhoz való kapcsolását.

További érdekes adatelemzések alapját adhatja a hálózatok időbeni változásának vizsgálata is.

A hálózatok összehasonlítása történhet vizuálisan és numerikusan is. Az elkészült hálózatok megfelelő vizualizálásával kiemelhetők a releváns összefüggések vagy különbségek. A vizuális kiemelés mellett fontos szempont azonban, hogy a hálózatok hasonlóságát konkrét mérőszám segítségével is ki lehessen fejezni. Kutatásaink során erre célra a Spearman-féle rangkorrelációs, numerikus értéket használjuk, melyet a hálózatokban megjelenő élek rangsorszámain értelmezzünk.

Alkalmazási példa

A hálózatok dinamikus generálására és felhasználóbarát elemzéséhez egy kifejezetten erre a célra fejlesztett alkalmazást hoztunk létre (1. ábra). Az alkalmazás három fő funkciója: az elemzendő betegcsoportok előállítását, a rájuk jellemző hálózatok automatikus generálása megjelenítése, valamint ezen hálózatok összehasonlítása.

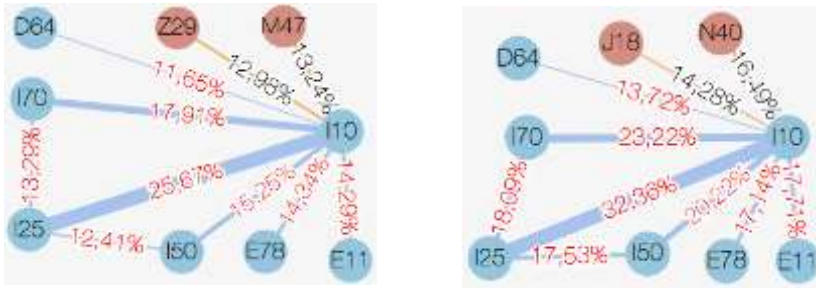


1. ábra A hálózatgeneráló és elemző alkalmazás képernyője

A betegcsoportok előállításakor hétféle adatszűrő áll a felhasználó rendelkezésére, melyek segítségével pontosan definiálható a vizsgálandó betegcsoport. A meghatározott betegcsoport adatai alapján az alkalmazás automatikusan létrehozza a betegcsoport betegséghálózatát. A legenerált hálózatok elmenthetők a további esetleges későbbi felhasználás céljából.

A hálózatok vizualizációja során az élek jellemzésére választhatunk az abszolút, relatív és feltételes gyakoriság mérőszámok közül. Az alkalmazás képes egy, vagy két hálózat együttes megjelenítésére is. Két hálózat megjelenítése esetén a hálózatok közti eltéréseket az alkalmazás grafikusan kiemeli. Az eltérések kiértékelése történhet az új csúcsok, új élek, valamint az élsúlyok alapján. Az élsúlyok eltérését az alkalmazás a kiválasztott mérőszám alapján értékeli ki és a felhasználó által megadott küszöbértéket meghaladó eltéréseket grafikusan kiemeli.

A 2. ábra az ezen alkalmazás segítségével generált hálózatokra mutat példát. Az ábra bal oldalán egy nagyméretű férfiak alkotta betegcsoport betegségi hálózatának, jobb oldalán pedig ugyanilyen szempontok alapján válogatott női betegcsoport betegségi hálózatának 10 legnagyobb élsúlyú bíró részhálózata tekinthető meg.



2. ábra Példahálózatok. bal oldal: női betegcsoport, jobb oldal: férfi betegcsoport

A hálózatok csúcspontjain a betegségek – három karakterre aggregált – BNO kódja látható, az élek súlyozásaként pedig a betegségkapcsolatok relatív gyakorisága jeleníti meg. A két hálózaton összehasonlításakor megfigyelhetjük, hogy a leggyakoribb betegség-betegség kapcsolat mindkét hálózatban azonos betegségek között jön létre (I25: Idült ischaemiás szívbetegség és I10: Elsődleges magasvérnyomás-betegség), azonban ezen betegségek együttese előfordulásának relatív gyakorisága már jelentős eltérést mutat a két csoport esetében. A női betegcsoport esetében csupán a betegek negyedénél, míg a férfiak esetében a betegek harmadánál található meg egyszerre a magas vérnyomás és az idült ischaemiás szívbetegség. Az ábrán piros színnel vannak kiemelve azon csúcspontok, amelyek nem jelennek meg a másik betegcsoport 10 leggyakoribb élet tartalmazó részhálózatban. Nőknél a spondylosis (M47) és az egyéb profilaktikus eljárások szükségessége (Z29), míg a férfiaknál a prostata túltengés (N40) és

a tüdőgyulladás (J18) jelenik meg új csúcsként a hálózatban. A két teljes hálózat hasonlóságát mérő Spearman-féle rangkorrelációs érték (0,7152) közepesen erős hasonlóságot mutat.

Konklúzió

A bemutatott módszertan és alkalmazás hasznos segítséget nyújthat az orvosszakmai kutatások terén. Az alkalmazás segítségével egyrészt igazolhatók az ismert és tapasztalati megfigyelések, másrészt új összefüggések is felfedezhetők. A vizuális kiemelés nagyban segíti az orvosszakmai kutatók munkáját, mivel ennek segítségével a rejtett összefüggések nem csak a numerikus mérőszámok összehasonlításával tárhatók fel, hanem vizuálisan is szemléltethetők.

Köszönetnyilvánítás

A publikációt és a kapcsolódó kutatásokat a VKSZ_12-1-2013-0012 azonosítójú "Világszínvonalú Intelligens és Inkluzív Egészségügyi Információs és Döntéstámogató Keretrendszer (Analytic Healthcare Quality User Information) kutatása" című projekt keretében Magyarország Kormánya támogatta.

Hivatkozások

- [1] Vassy Zsolt, Kósa István, Vassányi István. „Stabil anginás betegutak klaszterelemzése.” In: XXVIII. Neumann Kollokvium kiadványa. Veszprém, 2015. nov. 20-21, ISBN 978-615-5036-10-1, 7-10 o.
- [2] Király Ferenc, Nemes Attila, Vassányi István, Kósa István. „A szívkatéteres laboratóriumoktól mért földrajzi távolság hatása az iszkémiás szívbetegek gyanújával ellátásra került betegek ellátási útjára.” IME XIII. évfolyam, 3. szám, 2014. április, ISSN 1588-6387, 15-18. o.
- [3] Barabási Albert-László, „A hálózatok tudománya”, Libri Könyvkiadó, 2016

Changes in the spatial distribution of dominant IHD care providers over a 10 year period in Hungary

Zsolt Vassy, István Vassányi, István Kósa
University of Pannonia, Medical Informatics R&D Centre
H-8200 Veszprém, Egyetem u. 10, Hungary
vassanyi@almos.vein.hu

Abstract: Hungary has a single, unified healthcare reimbursement database which can be effectively used to analyze Ischemic Heart Disease (IHD) care patterns at various care centers. In this paper, we determined the dominant tertiary IHD provider for each municipal district on a single case vote basis in a 10 years long period between 2003 and 2013, covering the cases of 1,256,664 patients. We found that the number of providers increased from 10 to 18, resulting in a natural decrease from an average of 911,552 to 545,392 in the population treated by the greatest providers. We also performed a spatial analysis of the assignment of municipal districts to care providers in the countryside, separately for the first and second five years. This showed a characteristic decrease in the fragmentation of the patches that make up the regions belonging to the providers, resulting in much more compact areas.

Key words: ischemic heart disease, spatial analysis, tertiary care

Introduction

The national healthcare reimbursement database can be used to analyze the health care patterns at various care providers. The goal of this work was to determine the de facto dominant care centers for each municipal area for the ‘primary’, ‘secondary’ and ‘tertiary’ Ischemic Heart Disease (IHD) care, and analyze the spatial distribution of the areas belonging to the centers over a 10 year long period.

Methods

The source data came from the National Health Reimbursement Register. Since this register is focused on financial funding, thorough data cleaning was necessary [1]. The database contained cases between 30 April 2003 and 30 April 2013 in outpatient or inpatient care, a total of 1,256,664 patients. The case data contained the recorded diagnoses and procedures, excluding cases with acute myocardial infarction. We performed data cleaning steps to classify events based on ICD and WHO codes in a manner similar to [2] and to remove redundant events due to the well-known healthcare coding

techniques. For more details on data cleaning and the code sets used for event classification, see [3]. Then we identified the ‘primary care center’ as the dominant care provider for each municipal district (ZIP area) by a simple voting scheme based on the local patients’ Stress Electrocardiography procedures in the observation period. In a similar manner, we found the ‘secondary care center’ for the non-invasive imaging procedures like Single Photon Emission Computed Tomography cardiac test and Stress Echocardiography, and the ‘tertiary care center’ for invasive procedures like Cardiac Catheterization and Percutaneous Coronary Intervention. We performed the above procedure for the whole 10 years long observation period, and also for the first five years and the second five years separately, such that the changes in time could be detected. The assignment of municipal districts to care providers were visualized on color-coded maps.

Results

The number of tertiary care providers increased from 10 to 18 during the observation period. The average population size served by the providers decreased from $911,552 \pm 496,300$ to $545,392 \pm 347,968$, the minimum and maximum values from 267,536 and 1,895,439 to 108,301 and 1,452,544, respectively. At the beginning of observation period, 6 of 10 tertiary center served 79,96% of the evaluated population, while this figure decreased to 54,26% for these centers by the end of the observation period. The greatest decrease occurred at the Medical University of Debrecen and at the Military Hospital (-67,38% and -65,54%, respectively), and only one institute, Semmelweis University increased the size of the served population, by 20,86%.

However, the population is not evenly distributed among the municipal districts, so the changes detected in the number of districts per center between the first five years and the second five years’ data are slightly different. Since we were interested in spatial aspects, we excluded the capital. In the countryside, the spatial distribution pattern of the ZIP areas belonging to the dominant centers showed a remarkable change in favour of the less separated, more compact provider area shapes. Table 1 summarizes the results for the eight most significant centers, for the two 5-year periods. We computed the total number of municipal districts, the number of those districts that are completely enclosed within the patch of the center’s region (external districts), and the number of the districts that belong to the center, but fall outside of the patch of the center’s region (separated districts).

Location	2003-2008			2008-2013		
	# mun. dist.	# ext. reg.	# sep. reg.	# ZIP reg.	# ext. reg.	# sep. reg.
Szeged	273	7	0	239	3	0
Szolnok	42	4	4	66	0	2
Debrecen	497	32	43	254	2	112
Miskolc	227	35	30	319	8	21
Pécs	469	4	3	410	6	4
Zalaegerszeg	341	21	15	226	4	8
Balatonfüred	193	13	25	231	1	3
Győr	82	2	29	189	9	6

Table 1 Changes in the total number of municipal districts, external and separated districts. The institutions are the Hospital for Cardiology (Balatonfüred), Univ. of Debrecen, Petz Aladár County Teaching Hospital (Győr), MISEK (Miskolc), Univ. of Pécs, Albert Szent-Györgyi Health Centre (Szeged), Hetényi Géza County Hospital (Szolnok), County Hospital (Zalaegerszeg)

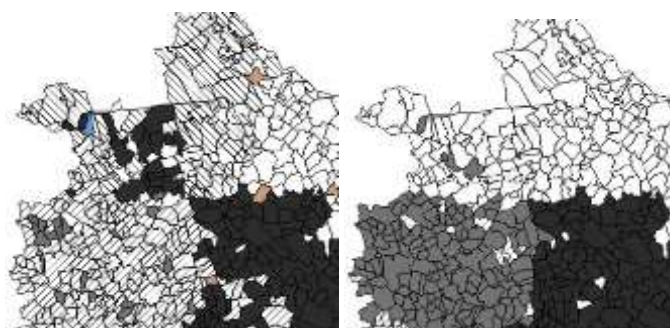


Figure 1 The North-Western region of Hungary, with the municipal districts belonging to the hospitals in Balatonfüred (dark), Győr (white), Zalaegerszeg (right diagonal), Budapest/Gottsegen (left diagonal) and Szombathely (light grey), the latter, Markusovszky University Hospital, not included in Table 1 because it started tertiary service in 2006. Left figure: 2003-2008, Right figure: 2008-2013

Discussion

The dominant provider area of tertiary cardiac centers changed dramatically between 2004 and 2013 in Hungary, due to some new tertiary cardiac centers entering the system. This was accomplished by a natural decrease in the population treated by the greatest providers. With respect to the shapes of the geographical regions that make up the patch of a healthcare center, the numbers in Table 1 clearly show how the fragmentation of these regions decreased by the end of the 10 years long period. This process is visualized in Fig. 1 for the North-western part of the country as the Markusovszky County Teaching Hospital started tertiary service and occupied a significant area along with the Balatonfüred and Győr hospitals, resulting in quite compact geographical patches. The only remarkable counter example is the Petz Aladár County Teaching Hospital, Debrecen having much more (112) separated districts than in the first five years (43). The reason for this is the Jósa András Hospital, Nyíregyháza starting tertiary service in 2006, and gaining several municipal districts that effectively detached several districts from the Debrecen hospital and fragmented a large area between the border and Nyíregyháza. This process has yet to complete.

Conclusion

In this paper, we tracked the process of changing tertiary IHD service in a 10 years long period. The work is still in progress, a further goal is to assess the consequences of this change on the frequencies of invasive and noninvasive patient evaluations pathways, revascularization frequencies and one year mortality of the affected sub-populations.

References

- [1] Dr. Fogarassyné Vathy Á., Dr. Fogarassy Gy.: Egészségügyi adatok előkészítése elemzések céljából. /Informatika és Menedzsment az Egészségügyben/, 2003/8 szám, 36–41. o., (2003)
- [2] Fogarassyné Vathy Ágnes, Szekér Szabolcs, Hornyák Lajos: A biológiai terápiás kezelések hatékonyságának elemzési módszertana az egészségügyi finanszírozási adatbázisokban. In: Új alapokon az egészségügyi informatika, XXVIII. Neumann Kollokvium konferenciakiadványa, 11–16 o., (2015)
- [3] István Kósa, Attila Nemes, Éva Belicza, Ferenc Király, István Vassányi. Regional differences in the utilisation of coronary angiography as initial investigation for the evaluation of patients with suspected coronary artery disease. *International Journal of Cardiology*, Volume 168, Issue 5, 12 October 2013, pp. 5012-5015, ISSN 0167-5273, DOI: 10.1016/j.ijcard.2013.07.148

Magyar klinikai vizsgálatok sajátosságai egy nemzetközi adatbázis elemzése alapján

Tóth Tamás¹, Dinya Elek¹, Pollner Péter², Palla Gergely²

¹Sermmelweis Egyetem Digitális Egészségtudományi Intézet,
{toth.tamas}, {dinya.elek}@public.semmelweis-univ.hu,
1094 Budapest, Ferenc tér 15.

²MTA-ELTE Statisztikus és Biológiai Fizika kutatócsoport,
{pollner}, {palla}@angel.elte.hu
1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/A

Összefoglaló: Kutatásunk során a clinicaltrials.gov online klinikai vizsgálati adatbázisban szereplő, magyar vonatkozású adatokat elemeztük. Jelen cikkünkben bemutatjuk az adatkinyerés módszertanát, valamint a klinikai vizsgálatok néhány kiválasztott jellemzőjét, elsősorban a földrajzi eloszlásukat.

Bevezető

Az Amerikai Egyesült Államokban jogszabály írja elő egy olyan nyilvános adatbázis működtetését, amely információkat tartalmaz a humán klinikai vizsgálatokról [1]. Ezt valósítja meg a National Library of Medicine által üzemeltetett clinicaltrials.gov weboldal, mely 2000. február 29. óta működik [2]. Az adatfeltöltés részben jogszabályok és irányelvek által kötelezően előírtan, részben önkéntes alapon történik [3, 4].

Módszer

A weboldalról a vizsgálatok adatait XML fájlok formájában lehet letölteni, vizsgálatonként külön állományban. Jelen kutatáshoz azon vizsgálatokat töltöttük le, melyek rendelkeznek magyarországi vizsgálohellyel.

Ahhoz, hogy statisztikai és informatikai módszerekkel feldolgozhatóvá váljanak az adatok, egy előfeldolgozást végeztünk. Ennek során egy erre a célra fejlesztett szoftver segítségével egyenként beolvastuk az XML fájlokat, a bennük talált információkat egy relációs adatbázisba töltöttük be. Az SQL nyelv használatával elvégzett lekérdezések eredményét pedig statisztikai szoftverbe importáltuk, és elvégeztük a kinyert adatok analízisét. Néhány adatmező esetében adattisztítást kellett végeznünk a pontosabb eredmény érdekében, amelyet az OpenRefine 2.6 ingyenes szoftver segítségével hajtottunk végre

Eredmények

Az adatok letöltésekor (2016. július 29-én) az adatbázis 2863 magyar vonatkozású vizsgálatot tartalmazott. A vizsgált betegségekre, ill. beavatkozásra több adatmező tartalmából is következtethetünk, mint például a *Condition* (állapot) és *Intervention* (beavatkozás) mező, valamint a kulcsszavak. Ezek szabad szöveges tartalmúak, ezért a feldolgozásuk nehézségekbe ütközik, például a *Condition* mezőben a 2-es típusú diabéteszt legalább nyolc különféle változatban tüntették fel. Az adatbázis tartalmaz ezeken kívül a Medical Subject Headings (MeSH) szótárból származó kulcsszavakat is, melyek hozzárendelése automatikusan, számítógépes algoritmus segítségével történik. Az algoritmus pontatlanságából fakadó esetleges hibák ellenére is ezt a mezőt találtuk a leghasználhatóbbnak a további elemzésekhez.

Ennek alapján 708 különböző állapotot és 730 beavatkozást találtunk az adatokban. A leggyakoribbak között megtalálható az arthritis, a diabetes, többféle daganatos betegség, valamint légzőszervi megbetegedések, ill. az ezen betegségek esetén alkalmazott gyógyszerek (pl. inzulin).

A legkorábbi, az adatbázisban szereplő vizsgálat 1993 májusában indult, de a legtöbb adat 2000 utánról származik. A vizsgálatok befejezésének legkorábbi értéke 1999 áprilisa, a legkésőbbi 2031 júliusa volt az adatbázisunkban. Mivel a kezdés és a befejezése dátuma is hónapban van megadva, a vizsgálatok hossza is hónap pontossággal számítható ki. 40 esetben nem állapítható meg a vizsgálat hossza, mivel vagy a kezdő, vagy a befejező dátum (esetleg mindkettő) hiányzik. Két esetben a két érték megegyezik, vagyis a vizsgálat egy hónapon belül zajlik le. A legmagasabb értéknek 443 adódik egy 1994. januárban kezdődő és 2030. decemberben záruló vizsgálat esetében. A vizsgálatok hosszának átlaga és szórása $41 \pm 32,5$ hónap, mediánja 33 hónap.

Az adatbázis tartalmazza az új gyógyszerek klinikai vizsgálatánál alkalmazott vizsgálati fázisra vonatkozó információt is. A kutatások 55%-a 3-as fázisúnak, 23%-as 2-es fázisúnak, 7%-a 4-es fázisúnak van jelölve, 9,5% esetében nincs megadva vagy nem értelmezett a fázis. Az 1-es fázisú vizsgálatok aránya mindössze 2%.

Minden vizsgálatnál szerepelnek a vizsgálati helyek adatai (intézmény neve, város, cím). Ezeket vizsgálva a következő tipikus problémákkal találoztunk:

Az intézmény nevének különféle változatait használják, időnként részben vagy egészben angolra fordítva (pl. Uzsoki Utcai Kórház, Uzsoki Utcai Hospital, Uzsoki Street Hospital, Uzsoki Hospital).

Egyes vizsgálatoknál megadják az érintett szervezeti egység (osztály, egyetemi klinika) nevét is, máskor csak az intézményét.

Egyes adatfeltöltők, főleg nagy gyógyszergyárak által végzett vizsgálatok esetén, csak egy vizsgálati hely azonosítót adnak meg, vagy esetleg egy kontaktszemélyt, telefonszámot, ahol további felvilágosítás kérhető, és legfeljebb a település neve derül ki az adatokból, a konkrét intézmény nem.

A városneveknél elütések, valamint az ékezetes karakterek eltérő változatai jelentik a legjellemzőbb hibákat.

Ezen problémák miatt az adatok elemzése előtt adattisztítást végeztünk a városneveket, valamint az intézményneveket tartalmazó mezőn. A települések többségét be lehetett azonosítani, itt elsősorban elírásokat tapasztaltunk, valamint néhány esetben városrészt is megadtak (pl. budapesti kerület számát vagy nevét). Az adattisztítás során az utóbbiakat eltávolítottuk, és csak a település megnevezését hagytuk meg. 65 rekord esetében nem tudtunk beazonosítani a települést sem, mivel ezeknél „Unknown”, „Many Locations”, „Various Cities” és hasonló megnevezések szerepeltek. Összesen 190 település szerepel az adatbázisban, ezek térképes nézetét az 1. ábra mutatja. A helyszínek közül messze kiemelkedik Budapest 4117 vizsgálóhellyel (29,5%), ezt követik az egyetemi városok és a többi megyeszékhely.



1. ábra A vizsgálóhelyek földrajzi megoszlása. A pontok mérete arányos az adott településen lévő vizsgálóhelyek számával.

A konkrét intézmények tekintetében sokkal rosszabb a helyzet: a vizsgálati helyek alig ötödénél volt egyértelműen azonosítható az intézmény. Az adattisztítás során ezekben az esetekben csak az intézmény nevét hagytuk meg, a részleg, osztály, klinika nevét töröltük, így 299 különböző intézményt találtunk. A legtöbbször azonosítható intézmény a Semmelweis Egyetem volt 304 értékkel, de ez is csak az összes rekord 2,2%-át jelenti. Sorrendben a három vidéki orvosegyetem következett 150-230 azonosítható rekorddal.

Megbeszélés

A clinicaltrials.gov weboldal fontos szerepet tölt be a klinikai vizsgálatokkal kapcsolatos információk összegyűjtésében és publikálásában. Bár eredetileg az Amerikai Egyesült Államok adatbázisának indult, ma már az egész világról töltenek fel bele adatokat: a vizsgált magyar vonatkozású adatok 40%-ában nincs amerikai résztvevő. Nagyobb számban a 2000-es évektől kezdve kerültek feltöltésre az adatok, így ha nem is teljes körű, de jó áttekintő képet ad az elmúlt 10-15 év magyarországi klinikai kutatásairól.

Az adatmezők jelentős része szabad szöveges, emiatt az adatok minősége nem mindig megfelelő. Különösen szembetűnő ez például a városneveknél, ahol gyakran fordulnak elő elütések, ennek az is lehet az oka, hogy sokszor külföldi az adatfeltöltő. Ezért az adatok elemzése előtt jelentős munkát kellett fektetni az adattisztítás elvégzésébe. A vizsgálatokat végző intézmények nevénel még rosszabb a helyzet, mivel számtalan variációban szerepelnek az elnevezések. Szintén jellemző, hogy – talán mert a nagy gyógyszergyártók üzleti titokként kezelik az információt –, nem adják meg a vizsgálati hely nevét, hanem csak egy belső azonosítót, így anonimizálva a publikusnak szánt adatot. Hasznos lenne az adatbevitel további strukturálása, vagy a feltöltők munkáját segítő irányelvek, útmutatások megfogalmazása, amelyek például egységesítenék az intézmények megnevezésének megadását.

Hivatkozások

- [1] Food and Drug Administration Modernization Act of 1997, Pub L. No. 105-115, 1997, 111 Stat. 2310
- [2] National Institutes of Health Press Release: National Institutes of Health Launches ClinicalTrials.gov, 2000. Available from: https://www.nlm.nih.gov/archive/20040831/news/press_releases/clntrlpr00.html
- [3] National Institutes of Health, Department of Health and Human Services: „Clinical Trials Registration and Results Information Submission.” 2016. Available from: <https://www.federalregister.gov/d/2016-22129>
- [4] K. L. Hudson, M. S. Lauer, F. S. Collins. „Toward a new era of trust and transparency in clinical trials.” in *J. Am. Med. Assoc.*, 2016. Published online.

eHealth IoT a Cloud Architektúrában, avagy Okoseszközök Kórházinformatikai Integrációja

Garai Ábel

Debreceni Egyetem Informatikai Kar, garai.abel@inf.unideb.hu
4028 Debrecen Kassai út 26.

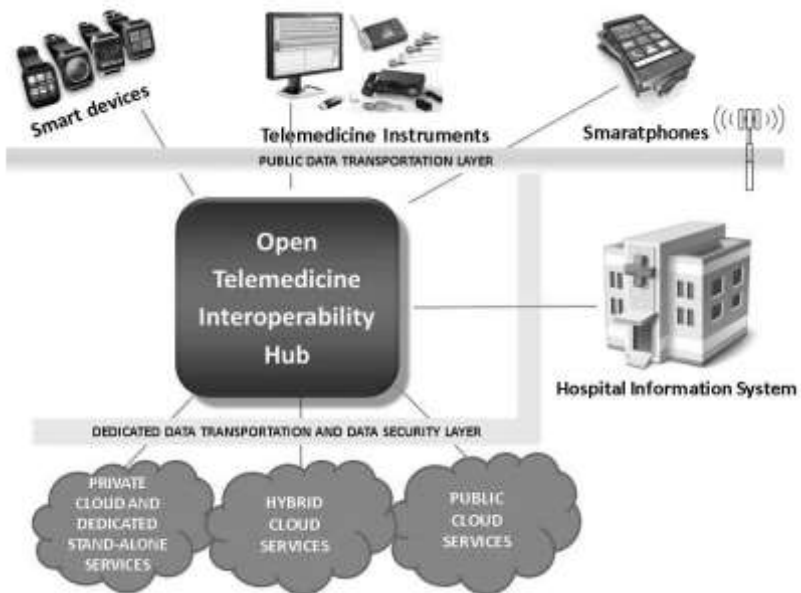
Összefoglaló: A cikkben bemutatom, hogy mely elméleti és gyakorlati módszerek állnak rendelkezésre az egészségügyi okoseszközök kórházinformatikai integrációjára. A témához tartozó kétéves kutatási program eddigi eredményeit demonstrálok a cikkben. A kutatás a Debreceni Egyetem Informatikai Kar, a Semmelweis Egyetem Tűzoltó Utcai Gyermekklinika és a T-Systems Healthcare Competence Center Central and Eastern Europe együttműködésének manifesztációja. Röviden ismertetem az okoseszközök megfelelő kórházinformatikai rendszerintegrációhoz kifejlesztett szolgáltatási architektúra prototípust, és az ennek optimalizációjához kifejlesztett matematikai módszertant. Demonstrálok a kutatóprogram eddigi eredményeit, valamint iparági kapcsolódási pontjait. Befejezésül felvázolom a kutatási program elkövetkező fejezetét.

Bevezető

A Cloud, GSM és Internet technológiák mára kiforrottá váltak. Célzott szolgáltatásarchitektúrát lehet építeni erre alapozva. Globális rendelkezésre állást biztosítanak ezek a technológiák és szolgáltatásarchitektúrák az ezeken futó szoftverek számára. Így a kutatás kiindulási hipotézise az, hogy létezik olyan egységes szoftvermegoldás, amely bármely eHealth okoseszközt bármely kórházinformatikai rendszerrel sikeresen össze tud kapcsolni (1. Ábra).

A kórházinformatikai rendszereknek sem a bemeneti, sem a kimeneti felülete nem egységes. Az egészségügyi okoseszközök szintén nem rendelkeznek szabványos kommunikációs csatolóval. Hasonlóképp, a telemedicina műszerek sem kínálnak egységes adatkapcsolati felületet. Olyan átfogó megoldás szükséges mindezek miatt, amely sikeresen összeköti ezeket a nem szabványos technológiákat. Ez az összekötés teszi lehetővé a kutatás kiindulási hipotézisének teljesülését.

Adott egészségügyi okoseszköz vagy telemedicina műszer egyedi kórházinformatikai csatolására vannak példák. Mindazonáltal nem



1. Ábra. Open Telemedicine Interoperability Hub

kompatibilisek egymással ezek az egyedi megoldások a legtöbb esetben. Ezért a mindezekhez illeszkedő univerzális interoperabilitás a kutatás célja.

Célkitűzés

A kutatási programnak a következő négy konkrét rész-célkitűzése van:

1. A megfelelő szolgáltatásarchitektúra meghatározása;
2. Interoperabilitási szabvány-ajánlás definiálása;
3. Szimulációs környezet sikeres felállítása;
4. Szolgáltatás-prototípus megvalósítása és vizsgálata.

Ezen részcélok teljesülése vezet a kutatás átfogó céljához, az egészségügyi okoseszközök univerzális klinikai rendszerintegrációjához. Ezekhez a célokhoz a következő két kísérleti minimum-követelményt rendeltem:

- a) Szemantikusán értelmezhető sikeres információátadás Felhő-alapú szolgáltatás-prototípuson keresztül egészségügyi okoseszközről kórházinformatikai rendszerre;
- b) Telemedicina műszerről ugyan ez.

A kutatás ezen rész-célkitűzések és minimum-követelmények alapján kerül kiértékelésre az Eredmények fejezetben.

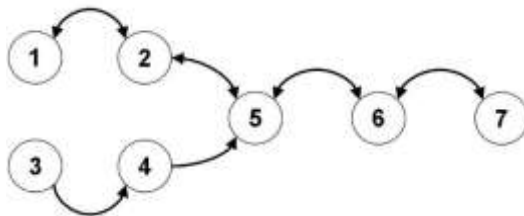
A kutatás távlati célkitűzése az, hogy a kiindulási hipotézis teljesülésekor globális, populációs és egyéni egészségügyi elemzésre valamint előrejelzésre alkalmas humán-adathalmaz jöjjön létre [1].

Módszertan

Az optimális szolgáltatásarchitektúra meghatározásához irányított gráfot, ebből származtatott szomszédsági mátrixot és meghatározott mátrixműveletek eredményeképp létrejövő szomszédsági mátrixot használtam. A szolgáltatásarchitektúra egyszerűsített sematikus felépítése a 2. ábrán látható. A hozzátartozó irányított gráfot a 3. ábra szemlélteti.



2. Ábra. Egyszerűsített sematikus telemedicina interoperabilitási szolgáltatásarchitektúra



3. Ábra. Egyszerűsített szolgáltatásarchitektúrát leíró irányított gráf

$$C = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \end{pmatrix}$$

4. Ábra. Sematikus szolgáltatásarchitektúrát leíró szomszédsági mátrix

$$z = \text{sign} \sum_{n=1}^k C^n = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

5. Ábra. Egyszerűsített szolgáltatásarchitektúrát leíró elérhetőségi mátrix

Az irányított gráfból leképzett szomszédsági mátrixot a 4. ábra mutatja, és az ebből létrehozott elérhetőségi mátrixot az 5. ábra ($k=7$).

Következő lépésként az egészségügyi okoseszköz és telemedicina műszer bioszenzor jelfolyamatát kórházinformatikai rendszerbe kell átküldeni. Ehhez már meglévő szabványt választottam kiindulási pontnak. A Health Level Seven (HL7) 2.3-a verziója mellett döntöttem a vezető szakirodalom [2] elemzése után azért, mert ez a legelterjedtebb kórházinformatikai interoperabilitási szabvány.

```
MSH|^~\&|FXP|||20160802095510||ORU^R01|20160802095510|P|2.3.1|||
PID||65488965|18||Forsthoffer^Katalin^^^Dr. ||19870513|F|||||
OBR|1||20160802094856^FXP|94011|||20160802094856|1|||201
OBX|1|ST|0^FVC^99MKW||3,29|1|3,75||||F
OBX|2|ST|2^FEV*0.5^99MKW||1,04|1||||F
OBX|3|ST|3^FEV*1.0^99MKW||1,57|1|3,27||||F
OBX|4|ST|5^FEV*0.5/FVC^99MKW||31,70|1||||F
OBX|5|ST|7^FEV*1.0/FVC^99MKW||47,87|1|83,59||||F
```

5. Ábra. A PDD-301/sh klinikai spirométer HL7 v2.3 szabvánnyá alakított kimeneti jele



6. Ábra. A kísérlethez felhasznált eHealth okos eszköz és klinikai telemedicina spirométer

A kísérleti szimuláció folyamán pulzsmérő egészségügyi okosóra (6. Ábra, Microsoft Band 2) és tüdőgyógyászat számára kifejlesztett telemedicina eszköz (6. Ábra, PDD-301/sh spirométer) jelét továbbítottuk Felhő-szolgáltatásba beágyazott saját fejlesztésű Open Telemedicine Interoperability Hub (OTI-Hub, [3]) szoftverprototípuson keresztül. Az OTI-Hub a továbbított és átalakított bioszenzor-adatokat Felhő-alapú kórházinformatikai tesztrendszerbe (eMedsolution) továbbította [4].

Eredmények

Az eredményeket két osztályba sorolva vizsgálok: koncepcionális és technikai eredmények.

Sikerült olyan szolgáltatásarchitektúrát létrehozni, amelyben matematikailag bizonyítottan a lehető legtöbb szolgáltatáselem áll kapcsolatban egymással. Így a mostanig elkülönült telemedicina készülékeket, kiskereskedelmi forgalomban lévő egészségügyi okoseszközöket és kórházinformatikai rendszereket, elméleti síkon, sikerült közös platformra helyezni. Azért, mert az Open Telemedicine Interoperability Hub Felhő-szolgáltatásba beágyazott, ezért a prototípus elméletileg globális szintre kiterjeszhető. Ennek a kiterjesztésnek a lehetősége konfirmálja a kutatás kiindulási hipotézisét.

Technikai oldalról a spirométer telemedicina műszer jelét sikeresen kinyertem és HL7 v2.3 szabvánnyá átalakítottam, majd paraméterezés után beküldtem a dedikált kísérleti kórházinformatikai tesztrendszerbe. A pulzusról ellátott okosóra másodpercenként elküldött jele Bluetooth és Wlan adatátvitel után Felhő-szolgáltatásba beágyazott (Microsoft Azure) programprototípus általi konvertálásra és továbbításra került a kórházinformatikai tesztrendszerbe. A kórházinformatikai rendszerből visszafelé áramló adatok vizsgálatára későbbi kutatási fázisban kerül sor.

Következtetések és elkövetkező kísérleti fázis

A leírt kísérletben a legfontosabb egészségügyi interoperabilitási irányok egy-egy reprezentatív részét vizsgáltuk és szimuláltuk. Szükséges, hogy a bemutatott kísérleti részeket egyszerre és egyidejűleg tudjuk szimulálni a későbbiekben. Ezért következő lépésként továbbfejlesztjük az Open Telemedicine Interoperability Hub-ot úgy, hogy többirányú full-duplex adattovábbításra legyen képes. Az eddigi kísérleti fázisokkal bebizonyítottuk, hogy egy világméretű elosztott és összekapcsolt egészségügyi rendszernek elvi és technikai akadálya nincs. Mindazonáltal az egészségügyi okoseszközök által kibocsátott fiziológiai mérési adatok világméretű szabványosítása és egységes kiértékelhetősége még váratni fog magára, mert ezt számtalan technikai és jogi akadály nehezíti.

Hivatkozások

- [1] A. Adamkó, Á. Garai and I. Péntek, „Common Open Telemedicine Hub and Infrastructure with Interface Recommendation” in 11th IEEE International Symposium on Applied Computational Intelligence and Informatics, Timisoara, Romania, 2016, pp. 385-390.
- [2] B. Fong, A. C. M. Fong, C. K. Li. Telemedicine Technologies: Information Technologies in Medicine and Telehealth. Chichester, Wiley, 2011.
- [3] A. Adamkó, Á. Garai and I. Péntek, „Review and requirement specification of telemedicine systems interoperability with common data exchange hub” in 14th International Symposium on Intelligent Systems and Informatics, Subotica, Serbia, 2016, pp. 73-78.
- [4] Á. Garai and I. Péntek, „Adaptive services with cloud architecture for telemedicine” in 6th IEEE International Conference on Cognitive Infocommunications, Győr, Hungary, 2015, pp. 369-374.

Tapasztalatok multimédiás betegoktató-anyag klinikai alkalmazásával

Szuchy Krisztina¹, Havasi Anett², Szakonyi Benedek³, Tóth Noémi⁴, Unger Vivien⁴, Kósa István^{1,3,4}

¹Honvédkórház Kardiológia Rehabilitációs Intézete, Balatonfüred
8230. Balatonfüred, Szabadság utca 5

²Vanderlich Egészségcentrum, 8200 Veszprém, Wartha Vince u. 4

³Pannon Egyetem, Egészségügyi Informatikai Kutató- Fejlesztő Központ
8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

⁴Szegedi Tudományegyetem, Orvosi Rehabilitációs és Fizikális Medicina
Tanszék, 6720 Szeged, Korányi Fásor 8-10
email: kosa.istvan@med.u-szeged.hu

Összefoglaló: A szerzők egy multimédiás oktatóanyagot hoztak létre inzulinnal kezelt cukorbetegek számára, mely áttekinti a betegség természetrajzát, szövődményeit, a kezelés vezetéséhez elengedhetetlen önvércukormérés, illetve inzulin adás technikai kérdéseit, valamint a fizikai aktivitás szerepét a cukorbeteg életvitelében. A négy részre tagolt, összességében 89 perces oktatóanyagot a betegek önállóan nézték végig egy laptopról. Az oktatóanyag megnézése előtt, illetve után a betegek tudásszintjét Google kérdőívvel mérték fel. A helyes válaszok aránya a vizsgálat előtti 46,60 ±15,32%-ról a vizsgálat utánra 66,17 ± 13,13%-ra nőtt (p<0,001). Eredményeik alapján a betegek ismeretszintjét saját betegségükre vonatkozóan az oktatás előtt korlátozottnak ítélik, mely az alkalmazott technológiával egyértelműen növelhető.

Bevezető

A cukorbetegség a XXI. század népbetegsége. A Nemzetközi Diabétesz Szövetség (IDF) Diabetes Atlasza [1] szerint világszerte 415 millió ember szenvedett cukorbetegségben és számuk 2040-ig várhatóan 642 millióra emelkedik. Ma hazánkban a cukorbetegek száma a különböző becslések szerint 700.000 és 1.2 millió közöttre tehető. A kardiológiai rehabilitációra kerülő szívbetegek közel harmada cukorbeteg. A jellemzően három hetes fekvőbeteg rehabilitációs kezelése során az életmódváltozás hatása leggyorsabban épp a betegek metabolikus állapot változásában érhető tetten. A következetesen naplózott diéta, valamint a rendszeres fizikai aktivitás már ilyen rövid idő alatt a vércukorszint és az inzulin igény csökkenését eredményezheti [2].

A betegek oktatásával közel akkora egészségnyereség érhető el, mint egy-egy új gyógyszer rendelésével, vagy egy hagyományos műtéti megoldásról egy korszerűbb technológiára való előrelépéssel. Ennek ellenére a

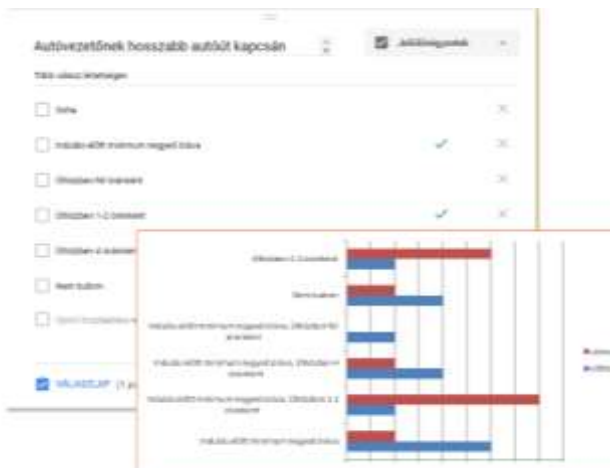
betegoktatásra hazánkban kevés figyelem irányul. Az okok között szerepel a betegoktatás magas humán erőforrás igénye. Mivel ismert, hogy az informatikai rendszerek széles körben képesek támogatni a klasszikus egészségügyi ellátás folyamatait [3] jelen munkánkban azt tűztük célul, hogy kifejlesztünk egy multimédiás oktató csomagot, mely reményeink szerint további élő munka felhasználása nélkül képes növelni a betegek krónikus betegséggel kapcsolatos ismeretanyagát.

Módszer

A Magyar Kardiovaszkuláris Rehabilitációs Társaság „Kardiológiai rehabilitáció alatti innovatív cukorbeteg oktatás” pályázata által támogatottan létrehoztunk egy oktatóanyagot, mely inzulinnal kezelt cukorbetegek ismereteit a következő területeken célozza bővíteni: betegségük alapfolyamatai, szövődményei, a gyógyszerigény meghatározására, a kezelés technikai kérdései. Az oktatóanyag 120 diát ölelt fel, melyet diabetológus (H.A.) narrált szabad szöveggel. A felvett videót és a használt dia képeit videoszerkesztőn egymás mellé szerkesztettük az 1. Ábrán bemutatott elrendezésben. A vágás után a 89 perces kitöltő videó anyagot altémák alapján négy 14-25 perces részre bontottuk, majd 7 colos tablettákra töltöttük úgy, hogy a felhasználó a tablet kezdőképernyőjén bármely filmet egyszerűen ki tudjon választani lejátszásra. A vizsgálatba belegegyezésüket adó betegeket arra kértük, hogy a készülék átadását követő 48 óra során nézzék végig legalább egyszer mind a négy videót. A videók ismételt megtekintését nem tiltottuk, ezen lehetőséggel több beteg élt is. Az oktató anyag megnézése előtt, illetve után a betegek tudásszintjét egy 47 kérdéses (28 besorolásos, illetve 19 egyszerű vagy többszörös választásos kérdéses) Google kérdőívvel mértük fel, melyek linkjét szintén a tabletták kezdőképernyőjén helyeztünk el. Az oktatás előtti, és utáni kérdőíveket a betegek által választott 3 karakteres random azonosítóval rendeltük össze.



1. ábra. Az oktató video egy képkockája. Balra a dia állóképe, jobb oldalt az előadó mozgóképének egy pillanatfelvétele



2. ábra. A betegek tudásszintjét felmérő Google kérdőív és egy reprezentatív válaszor. A helyes válaszok aránya (Indulás előtt minimum negyed órával és útközben 1-2 óránként) megnégyszereződött az oktatás kapcsán.

Eredmények

A vizsgálatba 10 beteget (6 férfi és 4 nő) vontunk be, akik közül legtöbb a 60-70 év közötti korcsoportba tartozott. Informális visszajelzésük alapján az oktatóanyagot valamennyien hasznosnak ítélték. A Google kérdőív besorolós kérdéseire a kiinduláskor $54,64 \pm 22,08$ százalékban, az egyszerű, vagy többszörös választásos kérdésekre $34,74 \pm 12,70$ százalékban

adtak helyes választ, mely adatok az oktatás utánra $73,21 \pm 10,14\%$, illetve $55,79 \pm 19,09\%$ -ra emelkedtek ($p < 0,05$, illetve $p < 0,001$). A helyes válaszok teljes aránya a vizsgálat előtti $46,60 \pm 15,32\%$ -ról a vizsgálat utánra $66,17 \pm 13,13\%$ -ra nőtt ($p < 0,001$).

Megbeszélés

A multimédiás beteg-oktatóanyag alkalmazása előtt a betegek ismeretszintje korlátozott volt saját betegségükre vonatkozóan, mely az alkalmazott technológiával egyértelműen növelhető volt. Az a visszajelzés, hogy több beteg többször is végignézett egy-egy oktatóanyagot, arra utal, hogy a módszer, még ezen, informatikai megoldások tekintetében passzívabbnak tekintett korcsoportban is jól alkalmazható.

Az oktatóanyag létrehozásakor a képarányok tekintetében eltértünk a webinariumoknál megszokott, az előadót csak bélyegképen megjelenítő elrendezéstől. Oktatóanyagunkban az előadó képe csaknem a képernyő harmadát kitölti, ami növeli a hallgatóban azt az érzetet, hogy az előadó személy szerint hozzá beszél. Ezen elrendezés hatása az oktatás eredményességére nehezen számszerűsíthető, de több felhasználó pozitív visszajelzése alapján mégis továbbvitelre érdemesnek tűnik.

Mivel az egészségügyi ellátáson belül a betegoktatás háttérbeszorulásának egyik oka a tevékenység magas humán erőforrás igénye, az élől munkát kímélő, multimédiás technológia alkalmazása a betegséggel kapcsolatos ismeretek átadása során egy ígéretes megoldásának tekinthető. Azt, hogy ezen oktatási mód a hagyományos oktatáshoz képest milyen eredményességű, további, összehasonlító vizsgálatoknak kell felmérnie.

Köszönetnyilvánítás

A cikkben bemutatott munkát a Magyar Kardiovaszkuláris Rehabilitációs Társaság „Kardiológiai rehabilitáció alatti innovatív cukorbeteg oktatásért pályázat”-a támogatta.

Hivatkozások

- [1] Cho NH, Whiting D, Forouhi N, Guariguata L, Hambleton I, Li R, et al. Diabetes Atlas, Seventh Edition [Internet]. International Diabetes Federation; 2015.: http://www.oedg.org/pdf/1606_IDF_Atlas_2015_UK.pdf
- [2] Kósa I, Vassányi I, Szálka B, Nemes M, Cseréné SM. Fiziológiai paraméterek változása életmód támogató informatikai rendszer használata során. In: Kósa I, Vassányi I, editors. Új alapokon az egészségügyi Inform. A XXVIII. Neumann Kollok. kiadványa. Veszprém, Hungary; 2015. p. 78–82.
- [3] Balázs G, Jókuthy A, Vassányi I. Informatikai alkalmazások az egészségügyben. Kórház. 2001;8(5):43–8.

Akadálymentes webfejlesztés lehetséges válaszai az e-Health széleskörű alkalmazásának kihívásaira

Csontos Balázs¹, Medve Anna², Sikné Lányi Cecília³

^{1,2,3}Pannon Egyetem MIK-VIRT

¹csontos.balazs@outlook.com,

²medve.anna@virt.uni-pannon.hu, ³lanyi@almos.vein.hu

8201 Veszprém Egyetem u. 10.

Összefoglaló: Az akadálymentes webfejlesztés körében végzett kutatásaink és kezdeti eredményeink elsősorban a webfejlesztésnek a tartalomkezelő rendszerek technológiáival történő automatizálására és minőségkritériumaira összpontosítanak. Mindezek informatikai és társadalmi nézőpontjai részleges válaszok lehetnek az e-Health 2020 Akcióterv újabb előirányzatának kihívásaira, amelyet tárgyalunk a cikkben törvényi, szervezeti, szemantikus, technikai szinteken. A cikkben betekintést nyújtunk a tartalomkezelő rendszerekkel történő akadálymentes webfejlesztés kérdéskörébe, ismertetjük az akadálymentes webfejlesztés módszertanára tett kezdeti eredményeinket, majd megadjuk, mely Akcióterv stratégiák megvalósításához járulnak hozzá a tartalomkezelőkkel történő akadálymentes webfejlesztések.

Kulcsszavak: tartalomkezelő-rendszerek, akadálymentes webfejlesztés, automatizálás, e-Health kihívások

Bevezető

Az e-egészségügy, továbbiakban e-Health, a Nemzetközi Egészségügyi Világszervezet (World Health Organization (WHO)) megfogalmazásában nem más, mint az infokommunikációs eszközök használata az egészségért. Legszélesebb értelmezésben pedig arról szól, hogy elektronikus eszközök által jobbitani az információ áramlását az egészségügyi szolgáltatások nyújtásához és az egészségügyi rendszerek kezeléséhez. [1]

Az elvek és stratégiák az egészségügyi információcsere felgyorsítására több mint félszázada alakítják az e-Health fejlődését. Az e-Health kondicionálását a távközlés és informatika összefonódásából adódóan, majd ennek mentén a telemedicina kifejlődését az alapoktól áttekintő közlemény jól megvilágítja az e-Health társadalmi kiszélesedésének szoftvertechnológiáktól való függőségét is. A telemedicina célú alkalmazások komponenseivel szemben általános elvárások: a felület használhatósága (többek között keresés, rendezés, lapozás, átlátható és karbantartható munkafolyamatok), továbbá az adatbiztonság (a hitelesítés, hozzáférés és naplózás funkciók a szerepkörök kezelésével együtt (a

tartalmak hozzáféréseinek szükség szerinti korlátozásával), a mobilitás előnyeinek kiaknázása (adatgyűjtés, adatforgalom bonyolítása, lekérdezés, megjelenítés), tárolt tartalmak adott célú feldolgozása, megjelenítése, módosítása, bővítése, kommunikáció célú kapcsolatok és vonatkozó tartalmak összetett kezelése munkafolyamat szinten az elosztott rendszerekben. A technológiák növelik a betegek tudását, amelyekkel a betegek felhatalmazottakká, egészségtudatosakká, és partnerekké válhatnak a gyógyításuk folyamatában. Növelhetik az eredményességet és az elégedettséget. Ugyanakkor, szükségesek a hozzáértőbb egészségügyi dolgozók, új munkakörök, kormányzati támogatások. [2]

A fejlett társadalmakban átalakult a korfa, tovább élnek az emberek. Ugyanakkor az időskorban előjön már több betegség is. Nagyobb számban mozgásképtelen, vagy otthoni rehabilitációra szorul egy-egy páciens. Sokkal költséghatékonyabb, ha a saját otthonában lehet ellátni, rehabilitálni, mint egészségügyi intézményben. Ehhez azonban elengedhetetlen, hogy a web-en történő monitorozó, információt adó, napi rehabilitációs gyakorlatokat biztosító, kapcsolattartást segítő rendszerek akadálymentesek legyenek, amit az idős emberek is tudnak használni. [3]

Egy európai uniós felmérés 2011-ben megállapította többek között, hogy az e-Health rendszertelepítések és hatékonyságuk akadályai visszavezethetők a felhasználók (betegek és/vagy egészségügyi dolgozók) hozzáértésének és bizalmának a hiányára, az ellátásokban megmutatkozó funkcionális együttműködés (interoperabilitás) hiányára (a létező WHO-ITU-OMG szabályozás mellett is), a széles nyilvánosság hiányára a lehetséges egészségügyi folyamatjobbításokról, a nem megfelelő folyamatszervezésre, az integrált egészségügyi rendszer sémák hiányára, a felhasználók (betegek és/vagy egészségügyi dolgozók) technológiakezelésének tudáskorlátaira, a szabályalkotók és helyi szintű folyamatkezelők hiányára. [4]

Az egészségügyi informatika korszerű alkalmazásainak hazai elterjedését segítik többek közt a távdiagnosztikai/terápiás szolgáltatások kialakításának szoftvertechnológiai, a személyre szabhatóság és otthoni gondozás kérdéskörének módszertani eredményei és fejlesztések. A hazai szemlélet központjában a betegek, gyógyítók és a családok információs és döntési támogatása áll az e-Health megoldásokkal a jobb gyógyítás érdekében, szervezeteknek és egészségügyi rendszereknek a hatékonyságáért. [5]

Célkitűzés

A modern társadalmakban a gyógyítási igények partnerségben valósulnak meg a beteggel és családjával, valamint a szociális és egészségügyi szolgáltatókkal együttesen. A társadalmakban létező digitális leszakadás jelensége azon eszközökre irányul, amelyek megváltoztatják az életmódot, ugyanakkor hasonlóan kihatnak az egészségre és gyógyításra is. A digitális leszakadás ellen az e-Health lehetőséggé is válhat a technológiák által megnövelni a gyógyítás eredményességét és hatékonyságát.

Az e-Health Akcióterv 2012-2020 (e-Health Action Plan 2012-2020) fő stratégia-elemei a betegközpontúság, hatékony változáskezelés, használható és megbízható rendszer, szabvány-alapú környezet, szilárd kormányzás és befektetés kezelés, hajlékonyság és nyitottság a változásra, partnerségre alapozott szolgáltatásnyújtás. [6, 7]

A közlemény további részében ismertetjük a web akadálymentesítésének kérdéskörét, majd egy gyakorlat-orientált kutatás kezdeti eredményeit a tartalomkezelőkkel történő webfejlesztés akadálymentesítésének szoftverfolyamatba illesztésére, végül összevetjük az e-Health Akcióterv stratégiákkal.

Módszer

A webfejlesztés automatizálását tartalomkezelő rendszerekkel és akadálymentesítésének módját vizsgáltuk az e-Health Akcióterv stratégiák érdekében, ennek megfelelően elemezve az elért eredményeinket.

Web akadálymentesítés, webfejlesztés tartalomkezelő rendszerekkel

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 - egy nemzetközi szakmai szabályozás, amely fejezeteket tartalmaz a fejlesztők számára. Az ajánlások generikusak, a kiértékelésük fejlesztés utáni. [8, 9]

A webfejlesztés eszközei a szokásos szoftvertechnológia gyakorlatait befogadják a sokkal nyitottabb és hajlékonyabb természetű Webhez és web alkalmazások típusaihoz, figyelembe a Web specifikus környezettel. [10]

A webfejlesztés különbözősége a szoftverfejlesztéstől abban rejlik, hogy a web-alapú rendszerek dokumentum-központúak, statikus vagy dinamikus weblapokkal, fontos szempont a multimédia elemek szerepe a

megjelenítésben és a front-end interfészekben, amelyekkel a felhasználó interakcióba kerül, továbbá webfejlesztés része többnyire a megjelenített tartalom fejlesztése is. A web-alapú rendszerek különböző képességű és tudású felhasználókat látnak el, amely bonyolítja a felhasználói interfészt és tartalom megjelenítést. A formális tervezés és tesztelés alkalmazása a webfejlesztésben sokkal nehezebb, mint a szoftverfejlesztésben, mivel a webfejlesztők háttere, tudása, képességei, rendszerlátásmódja, és a web-valamint minőség felfogásuk nagyon változatos.

A webfejlesztés automatizálásának fontosságát jól mutatja, hogy a weboldalak biztonságát tekintve egy 2015-s felmérés szerint, négy az ötből nem megy át a kulcsfontosságú teszteken. [11]

A webtartalmak fejlesztését automatizáló eszközök között legismertebbek a tartalomkezelő rendszerek (Content Management Systems (CMS)). A jelenleg alkalmazott webtechnológiákról megbízható tájékoztatásokat nyerünk a W3Techs - World Wide Web Technology Surveys portálon. A 2016. októberi jelentés alapján a vizsgált honlapok 46%-a használ valamilyen tartalomkezelő rendszert. [12]

A webtartalom-kezelő rendszerek Web Content Management Systems (WCMS gyakrabban WCM) lehetővé teszik a web erőforrások gyűjteményének dinamikus ellenőrzését, időbélyegét, szerkesztését, továbbá weblapok fejlesztését a felhasználók számára szakterületi ismeretek nélkül is. Szerepük, hogy biztosítsák több személy számára az egyidejű adattárolást és ezek egymással való megosztását. A tartalom hozzáférést szerep szerint szabályozzák, könnyű adattárolási és adatelérési lehetőségek biztosításával, redundáns adatbevitel csökkentéssel, kimutatások összeállításának könnyítésével, felhasználók kommunikációjának támogatásával.

A Joomla! CMS egy ingyenes és nyílt forráskódú tartalomkezelő rendszer (Content Management System), ami saját modell-nézet-vezérlőből (MVC) és különböző népszerű webes keretrendszerek alkalmazásából áll. Ezeknek a technológiáknak a segítségével könnyedén oszthatunk meg különböző típusú tartalmakat a világhálón és a helyi intraneten egyaránt. Maga a Joomla! objektum-orientált programozási (OOP) szemléletet követ a fejlesztők által bevezetett szoftvertervezési minta alapján, mind ezt PHP nyelven. Az adatok tárolása MySQL-ben, vagy egyéb támogatott adatbázisban történik. Jól szervezett adminisztrációs felülete és ennek egyszerű kezelése a kevésbé hozzáértő felhasználó számára is átlátható. [13]

Eredmények

A legismertebb modell-vezérelt webfejlesztési módszertanok evolúcióját és szoftverfolyamat-lefedettségét, egy 2012. évi közlemény szerint [14], széttöredezetttség jellemzi nagyszámú létező módszertannal. Számos szerző független műveként saját jelölésrendszerrel hasonló elveket különböző módon kell alkalmazni, hiányzik köztük a kompatibilitás és kapcsolat. A CASE eszközök hiánya miatt a gyorsfejlesztés és egyéb automatikus folyamatátogatás sincs jelen ezekben a módszerekben, egyik módszer sem fedi le a webfejlesztés életciklusát, és ez okozza a webfejlesztők kevert eljárásait, amelyek a minőségi kérdéseket fokozatosan előtérbe hozzák. A Joomla! technológia előnye, hogy szoftverszervezési mintákra alapozott architektúrája van a rendszernek, alkalmas implementációs eszközként modellvezérlési módszertanokhoz. Eredményeinkben a fejlesztési szokások és szoftverfolyamat szervezése által létrejött és/vagy elhárítható akadálymentesítésre összpontosítunk.

Meghatároztuk a technológiai sort előretervezéshez és újratervezéshez, migrálás és verziókövetés eseteire is. Fontos eredmény a WCAG 2.0 szabvány szerinti konformancia tesztelés szoftverfolyamatba illesztése és az erre alapozott verifikálás folyamatának szervezése ellenpéldák kinyeréséhez. A hiba okok csoportosításával a fejlesztési folyamathoz szabályalkotást javasoltunk és automatizáló technológiát fejlesztettünk az akadálymentes webfejlesztés kikényszerítésére. Ily módon a tartalomkezelőkkel kibővített modellvezérelt webfejlesztési módszertanok szélesebb körben alkalmazhatók, összetett webtartalmak fejlesztéséhez és kezeléséhez. [15]

Következtetések

Az alábbiakban megadjuk, mely Akcióterv stratégiák megvalósításához járulnak hozzá a tartalomkezelőkkel történő akadálymentes webfejlesztések.

A legfontosabb az integrált gyógyítási eljárásokra – a partnerségre alapozott gyógyításra - előmozdítani az e-Health megoldások támogatását, amelyben fontos szempontok a betegtájékoztatások formái, mint az oktatás és információs bázisok elérése, a beteg és a szolgáltató kommunikációja és távoli elérése. Mindezekhez, a tartalomkezelőkkel való akadálymentes webfejlesztés eredményezi:

- a szabványos együttműködést és kommunikációs és üzenetfelületet, mobil megoldásokkal a betegek és a szakértők között
- osztott gondozási adatkezelés-tevékenységeket beteg-hozzárendeléshez osztott munkafolyamatokban az osztott gyógyítási eszközökre

- az egészségügyi rendszeren kívüli érdekelt felekkel, mint a szociális szolgáltatások és járóbeteg gondozásban, betegfelügyeletben, a gyakori változásokat és verziókövetéseket, a tartalom adott célú elemzés- és jelentésformáit, adatkapcsolati lehetőségeket
- egészségtudatosság és folyamatos tanulás távoli és mobil eléréssel is
- online előjegyzések és a szolgáltatók információi a betegek részére

Meglátásunk szerint a téma nagyon időszerű, hiszen 2016. október 26-án az Európai Parlament elfogadta a közszférabeli szervezetek honlapjainak és mobilalkalmazásainak akadálymentesítéséről szóló végleges EU irányelvet. A tagállamok kötelezettek - beleértve Magyarországot is – a következő 21 hónap alatt az irányelvet átültetni a hazai jogszabályi környezetbe, amelytől számított egy év múlva minden új közszférabeli honlapnak akadálymentesnek kell lennie, valamint a régi weboldalakat két éven belül akadálymentesíteni kell.

Hivatkozások

- [1] WHO „National Health Strategy Toolkit” www.who.int/e-Health/publications/overview.pdf
- [2] A. Medve, K. Szokolczay and Gy. Kozmann IT models for e-Health Application Processes. Book chapter In: M. Duplaga et al.(Eds.) Overcoming the barriers to e_he@lth growth in Enlarged Europe, Kraków, Health and Management Press, pp. 9-28, 2005.
- [3] C. Síkné Lányi and V. Szücs „A StrokeBack projekt tapasztalatai a fejlesztéstől a klinikai bevezetésig” XIII. IME Országos Egészségügyi Infokommunikációs Konferencia, Budapest, 2015. május 20. (2015).
- [4] „Report on public consultation on e-Health Action Plan 2012-2020”, European Commission. 2011. <https://www.president.bg/docs/1352304393.pdf>
- [5] I. Kósa and I. Vassányi „Az e-Health kihívásai” XXVI. Neumann Kollokvium, 2013. nov. 22-23. 2013. ISBN 978-615-5044-90-8.
- [6] ESK1 „e-Health Akció 2012-2020” <http://www.eski.hu/hol/cikkh.cgi?id=2943>
- [7] European Commission „e-Health Action Plan 2012-2020” http://ec.europa.eu/information_society/newsroom/cf/itemdetail.cfm?item_id=9156
- [8] W3C „Introduction to Web Accessibility” <https://www.w3c.org/WAI/intro/accessibility.php> (2016. október 20.)
- [9] M. Pataki „Miért kell akadálymentesíteni?” W3C Magyar Iroda, 2014. www.w3c.hu/szolgáltatások/miértkellakadálymentesíteni.html /Elérve 2016. október/
- [10] Y.Deshpande et al. „Web Engineering” *J. Web Eng.*, 1, 3-17 (2002)
- [11] G. Sarah „Four out of five web apps fail key tests” *Network Security*, 2015. Dec.2. www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1353485815301057 (2016. október 20.)
- [12] W3techs „Usage of content management systems for websites” https://w3techs.com/technologies/overview/content_management/all (2016. október 20.)
- [13] Joomla!: www.joomla.org, www.joomlacsms.hu (2016. október 20.)
- [14] G. Aragon et al. “An Analysis of Model-Driven Web Engineering Methodologies” *Int. J. of Innovative Computing, Information and Control (JICIC)*, Vol. 8 (12), 2012.
- [15] B. Csontos „Teszt-alapú mintafejlesztés és a mintaalkalmazás automatizálása akadálymentes webfejlesztéshez Joomla! tartalomkezelő platformon” Pannon Egyetem, Intézményi Tudományos Diákköri Konferencia Műszaki Informatikai Kar, 2016.

Kinect-tel vezérelt stroke terápiás rendszer prototípusa

Sebők Dávid¹, Szücs Veronika², Sikné Lányi Cecília³

^{1,2,3} Pannon Egyetem 8200 Veszprém Egyetem u. 10.

¹sebokdavid90@hotmail.com, ²szucs@virt.uni-pannon.hu,

³lanyi@almos.uni-pannon.hu

Összefoglaló: Célunk egy olyan keretrendszer elkészítése volt, mely Kinect szenzorral vezérelhető játékokat tartalmaz, elsősorban agyvérzést szenvedett betegek rehabilitációjának segítésére, de természetesen a játékokat szinte bárki játszhatja. A játékok elsődleges feladata a játékos karjának és lábának mozgásra készítése volt, mivel az elkészült 4 játékot karral, illetve lábbal lehet irányítani. A játékok kialakítása során fontos szempont volt a könnyen, mindenki számára érthető felhasználói felület, a nem megterhelő irányítás. Másik fontos szempont a volt a testreszabhatóság, ezért minden játékhoz készült pályaszerkesztő is.

Bevezetés

A társadalom öregedésével az idős, egyedül élő emberek körében gyakori neurológiai betegségek, különösen a stroke kezelése és otthoni terápiája egyre fontosabbá válik. Ebben nagy segítséget jelenthetnek a modern IT megoldások, a távmonitorozó rendszerek [1,2] mellett a multimédiás, virtuális valóság különféle alkalmazásai. A Pannon Egyetemen már 2003-ban fejlesztettünk egy multimédia alapú rehabilitációs rendszert [3], ami az OPNI-ban került tesztelésre és bevezetésre. Azóta az információs kommunikációs technológia rohamosan fejlődött, egyre többen használják a virtuális valóságot is a terápiában [4,5]. A Microsoft kifejlesztette a Kinect [6] szenzorát játék irányításra. A Telemedicine System Empowering Stroke Patients to Fight Back” StrokeBack projekt [7] keretében fejlesztett terápiás célú játékaink is Kinect vezéreltek.

A stroke betegek rehabilitációjában a gyógytornász, a logopédus és a neuropszichológus mellett nagy segítséget nyújthatnak az információs technológiák, ezen belül is a virtuális valóság alkalmazása. A rehabilitáció támogatására számos virtuális valóság szoftvert készítettek már [8,9] szerte a világon. De a virtuális valóságnak (virtual reality), vagy még tovább menve kiterjesztett valóság (augmented reality) számos más egészségügyi felhasználása is létezik [10,11]. Ezen közleményben egy Magyarországon fejlesztett virtuális valóság alapú szoftvert mutatunk be.

Célkitűzés

Ugyan agyvérzés előfordulhat a fiatalok körében is, ennek ellenére a stroke főleg az idősebb korosztály betegsége. Ennek megfelelően minden hasonló rehabilitációs szoftver fejlesztésénél figyelembe kell venni, hogy az idősebb korosztály jelentős része idegenkedik az informatikai eszközöktől. Olyan szoftvert kell tehát fejleszteni, amelyet ők is szívesen használnak, nem bonyolult és gyorsan tanulható a szabályrendszere [12]. Ezen okokból kifolyólag esett a választás a Kinect szenzorra, mint tökéletes segédeszközzé a rehabilitációhoz, hiszen a Kinect szenzorral vezérelhető alkalmazások esetén nincs szükségünk semmiféle egyéb controllerre csak a testünkre. A Kinect ugyanis képes testünk 20 különböző ízületét érzékelni akár a szenzortól 4 méter távolságra. Az érzékelést infravörös hullámok segítségével valósítja meg, így a legjobb teljesítményre épületen belül képes, közvetlen napfényben kevésbé pontos [13].

Módszer

A mozgásérzékelésen alapuló Kinect szenzort játékok irányítására fejlesztették ki. A StrokeBack [7,14] projekt keretében készült játékokainkat a Brandenburgi Klinikán használják. Ennek a projektnek a tapasztalati alapján további játékokat fejlesztettünk hazai kórházak, rehabilitációs intézetek számára. A fejlesztés során a cél olyan virtuális valóság alapú rehabilitációs játékok létrehozása volt, amelyek ösztönzik a pácienseket különböző mozdulatok újratanulására, gyakorlására. Egy-egy mozdulat ismételt, minimum ötvenszer való elvégzésére, vagy minimum 5 percen át tartó gyakorlására. A játékokban gyakorlásra szánt mozdulatok alapjául a Wolf Motoros Funkcionalitás Teszt (WMFT) [15] szolgált.

Eredmények

A kar mozgásának rehabilitációjára a „Pick and Save”, valamint a „Stars”

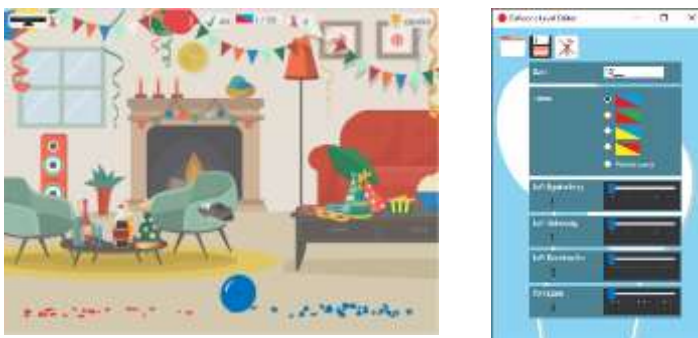


1. ábra: „Pick and save” játék és a pályaszerkesztője

játékok készültek. A láb mozgásának rehabilitációjára pedig a „Ballons” és a „Free-Kick” játék. Mind a keretrendszer, mind a játékok a magyar nyelven kívül angol és spanyol nyelven is elérhetőek.



2. ábra: „Stars” játék és a pályaszerkesztője



3. ábra: „Ballons” játék és a pályaszerkesztője

A játékok felhasználói felületének tesztelése, valamint különböző PC-ken való tesztelése megtörtént. Klinikai tesztelésekre még nem került sor.

Következtetések

A StrokeBack projekt tapasztalatai alapján ezek a játékok is motiválhatják a betegeket a mozgások ismételt elvégzésére, hiszen mindenki szeret játszani. A rehabilitációs folyamat egy új elemmel bővíthet a gyógytorna mellett. Remélhetőleg a rehabilitációs folyamat gyorsabb lehet, amennyiben a páciensnek az otthonában is elérhető lesz a rendszer. A kezelések így nemcsak egy új motiváló elemmel bővíthetnek, hanem a családtagok is bevonhatók lesznek a játékok révén.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők ezúton szeretnék köszönetüket kifejezni Nyéki Ágnesnek a keretrendszerbe épített alkalmazások fejlesztéséért.

Hivatkozások

- [1] I.Kósa, B.Végso, I.Vassányi, Zs.Tarjányi, T.Dulai, Gy.Kozmann, Cs.Csoma, A. Davies. Tele-monitoring for neurological patients: lessons learned. Proc. Med-e-Tel Conference, April 2011, Luxembourg, pp. 602-605.
- [2] Kósa István, Vassányi István, Pintér Balázs, Dévényi Csaba. "Az otthoni monitorozás új európai tendenciái", IME IX. évfolyam 4. (2010. május) ISSN 1588-6387, 43-46.
- [3] I. Pataky, C. Sik Lányi, J. Szabó, A Páll. "Development of a computer controlled cognitive diagnostics and rehabilitation method", Clinical Neuroscience/Ideggógyászati Szemle, vol. 56. number 7-8, pp. 74-7, 2003
- [4] C. Sik Lányi. "Virtual Reality in Healthcare", in Intelligent Paradigms for Assistive and Preventive Healthcare, Ichalkaranje, A., et al. (Eds.), Springer-Verlag, 2006, pp. 92-121.
- [5] B.S. Zeigelboim, S. Dias de Souza, H. Mengelberg, H.A. Ghizoni Teive, P.B. Noronha Liberalesso. „Vestibular rehabilitation with virtual reality in spinocerebellar ataxia”, ACR, vol 18. number 2, pp. 143-147, 2013
- [6] <https://www.microsoft.com/en-us/kinectforwindows/>
- [7] StrokeBack projekt: <http://www.strokeback.eu/>
- [8] J.A. Fernández-Valls, V.M.R.Penichet, M.D. Lozano, J.E. Garrido, „Getting-up rehabilitation therapy supported by movement based interaction techniques”, DYNA, vol 82 number 193, pp.241-249, 2015
- [9] A. Ozturk, A. Tartar, B.E. Huseyinsinoglu, A.H. Ertas, „A clinically feasible kinematic assessment method of upper extremity motor function impairment after stroke”, Measurement, vol 80 pp. 207-216, 2016
- [10] R. Tagaytaya, A. Kelemen, C. Sik-Lanyi, „Augmented reality in neurosurgery”, Archive of Medical Science, DOI: 10.5114/aoms.2016.58690, published online: 22 March 2016 <http://www.termia.pl/Augmented-reality-in-neurosurgery,19,27151,0,1.html>
- [11] M. Yates, A. Kelemen, C. Sik Lanyi, „Virtual reality gaming in the rehabilitation of the upper extremities post-stroke”, BRAIN INJURY, vol 30 number 7, pp. 855-863, 2016, DOI: 10.3109/02699052.2016.1144146,
- [12] Holczinger Zs és mtsai. „Stroke beteg otthon rehabilitációjának lehetőségei: a gyógytornász, logopédus és az Otthonápolási Szolgálat szemszögéből”, Nővér vol 14 number 1 pp. 7-13, 2001
- [13] <https://msdn.microsoft.com/en-us/library/hh438998.aspx>
- [14] C. Sik Lanyi, V. Szucs V, „Motivating Rehabilitation Through Competitive Gaming”, in Modern Stroke Rehabilitation through e-Health-based Entertainment, by E. Vogiatzaki, A. Krukowski (Eds.). Springer-Verlag, 2016, pp. 137-167, ISBN 978-3-319-21292-0 (printed), ISBN 978-3-319-21293-7 (eBook), DOI: 10.1007/978-3-319-21293-7
- [15] WMFT Rehabilitation measures database, Rehab measures: Wolf Motor Function Test: <http://www.rehabmeasures.org/Lists/RehabMeasures/DispForm.aspx?ID=927>

Adaptív szabályzó interfész tervezése Kinect szenzoros mozgásrehabilitációs alkalmazásokhoz

Guzsvinecz Tibor¹, Magyar Attila², Sikné Lányi Cecília³, Szücs Veronika⁴

¹dzsiti@hotmail.com, ²magyar.attila@virt.uni-pannon.hu,

³lanyi@almos.uni-pannon.hu, ⁴szucs@virt.uni-pannon.hu,

^{1,2,3,4}Pannon Egyetem, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

Összefoglaló: Napjainkban a virtuális valóság alapú alkalmazások fejlesztése az egyik legdinamikusabban fejlődő területe az informatikai alkalmazásoknak. Ezen alkalmazásoknak egyre szélesebb körű a felhasználói tábora, nem csak azért, mert egyre több eszköz található meg a piacon, hanem mert a felhasználói interakció is egyre egyszerűbbé válik a technológia fejlődésével. A virtuális valóság technológia elterjedésével számos új lehetőség nyílik meg, amiket kihasználhatunk akár rehabilitációs alkalmazásokban, akár oktatási célú, vagy szabadidős alkalmazások esetében [1].

Bevezető

Jelen munka célja annak a vizsgálata, hogy a virtuális valóság alapú alkalmazásokban a felhasználói interakció milyen pontossággal és hatékonysággal valósítható meg olyan vezérlő eszközök segítségével, amelyek nem kézben tartott eszközök, majd ezek mekkora mértékben és milyen módszerrel szabályozhatók a felhasználói élmény növelése érdekében.

A bemutatásra kerülő alkalmazás elsődleges célja a stroke betegek otthoni rehabilitációjának támogatása. Az otthoni rehabilitáció játékelemekkel való megvalósításával kapcsolatban számos tapasztalat áll rendelkezésre a StrokeBack projektben végzett kutatások és fejlesztések alapján [3].

Jelen munka során a Microsoft Kinect szenzor alkalmazásával működő [2], gyakran ismételt egyszerű mozdulatok (SRM- single repetitive movements) gyakorlásának a hatékonyabbá tétele volt a cél. A módszer könnyen átültethető más bemeneti eszközt alkalmazó, pl. LeapMotion-t vagy testre szerelhető szenzorokat használó szoftverekhez a jobb felhasználói élmény eléréséhez illetve a terápia hatékonyságának növeléséhez [4].

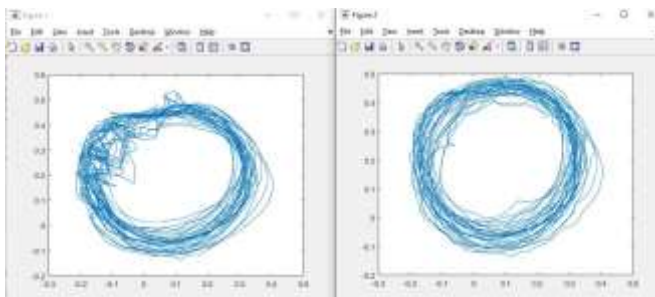
A fejlesztett adaptív szabályzó interfész a terápiát végző beteg aktuális mozgáskoordinációs képességeihez igazodik, a gyakorlás során folyamatos visszajelzést ad az elvégzett mozdulatok helyességéről, amennyiben ez szükséges. Az alkalmazás Windows operációs rendszerű számítógépeken szolgáltatóként is futtat, lehetővé téve ezzel a rehabilitációs célra fejlesztett

játékok függetlenítését a bemeneti eszköztől, kiküszöbölve annak felismerési bizonytalanságait.

Mozgásleíró adatok elemzése

A Kinect szenzorral vezérelt rehabilitációs alkalmazásokban gyakori probléma a szenzor környezeti érzékenységből fakadó pontatlansága. Zavaró tényező lehet a túlzott napfény, vagy akár az egymást kitarakó ízületi pontok, amelyek a pozíció meghatározás és ellenőrzés alapjául szolgálnak az alkalmazásokban.

A vizsgálat első lépéseként a Kinect szenzorról beérkező adatok offline feldolgozása történt meg Matlab környezetben. A feldolgozás során elvégeztük az adatok szűrését, a hibásan közelített vagy hibásan mért adatok kiszűrését.



1. ábra: Különbség a „nem látott” (bal) és a „láthatóvá tett” (jobb) adatfolyam képkocka-koordinátái között. A koordináták méter egységet mutatnak.

Az adathalmaz javítását (eredménye az 1. ábrán látható) a felismerhető mozgásmintázat ciklusainak azonosítása, majd a ciklusok leszámlálása követte. A folyamat során arra a megállapításra jutottunk, hogy az adathalmazon a ciklusok keresését megelőző javítás, szűrés elhagyható lépés. Az azonosított ciklusok száma a nyers adathalmazon megegyezett a szűrt adathalmazon talált ciklusok számával minden vizsgálat során. Különbség csupán a felismert ciklusok osztályozásakor volt, de ennek mértéke elhanyagolható. Szűrt adathalmaz esetén átlagosan 1-3%-kal volt magasabb a helyesnek minősített mozgásciklusok száma, mint a nyers adathalmaz esetén. Az eredmény alapján megállapítható, hogy nem szükséges az adathalmaz javítását az elemzés és a cikluskeresés előtt elvégezni, ami azért hasznos, mert a valós idejű feldolgozásnál egy jelentős időigényű, polinomillesztést alkalmazó, komoly memória terhelést jelentő és számottevő ($t > 1s$ /ciklus) futási idejű részfeladat került elhagyásra.

Valós idejű ciklus keresés és osztályozás

Az offline adatelemzést és előzetes vizsgálatokat követően a valós idejű adatfeldolgozásra képes alkalmazás került implementálásra. Figyelembe véve azt, hogy a stroke betegek otthoni környezetében, illetve a rehabilitációban közreműködő egészségügyi szakszemélyzet számítógéphasználata elsősorban Windows operációs rendszerű gépekhez kapcsolódik, ezért az egyszerűbb használat érdekében Windows platformra készült az alkalmazás.

A szoftver a Kinect szenzorról beérkező adatokat összegyűjti, elemezi, a ciklusokat azonosítja, valamint az azonosított ciklusokat osztályozza, vagyis eldönti az alkalmazás, hogy az azonosított mozgásciklus elfogadható-e, megfelel-e a pontossági kritériumoknak.

A *személyre szabható mozgásterápia* ma már egy természetes elvárás. Ennek a támogatására olyan adaptív szabályzó került fejlesztésre az alkalmazáson belül, ami a rehabilitációs gyakorlatokat végző páciens pillanatnyi mozgáskoordinációs képességeihez alkalmazkodik, annak felméréseivel állítja be automatikusan a bázis-mozgásminta leíró adatait, és ahhoz viszonyítja a későbbiekben a „helyesként” elfogadható további mozgásciklusokat. Az osztályozás feltételrendszerében szerepel egy enyhítő feltétel: a bázishoz képest növelhető az elfogadási tartomány, de szerepel egy szigorító opció is, amely lehetőséget ad a mozgás gyakorlása során a nagyobb pontosság megkövetelésére.

Az alkalmazás tesztelését labor körülmények között végeztük el, az eredmények alapján az alkalmazás helyesen működik. Elsősorban a stroke-ot követő felkar mozgáskoordinációs zavarainak rehabilitációjában alkalmazott SRM mozgásmintázatokra teszteltünk, nagyon jó eredménnyel. A ciklikus mozgásokat az alkalmazás elkülöníti, a ciklusokat osztályozza, és a szigorító/enyhítő feltételek akár menet közben is változtathatók. Jelentős eredmény a tesztelés során, hogy a mozgásmintázatokra nézve időinvariáns a rendszer, a mozgásciklus elvégzéséhez szükséges időtől nem függ az azonosítás eredménye, a felhasználó akár meg is állhat egy adott pozícióban tetszőleges időre, majd onnan folytathatja a mozdulatot, ez nem rontja a ciklus felismerését és annak osztályozását.

Windows alkalmazás-szolgáltatás fejlesztése

A valós idejű feldolgozó és osztályozó szoftver sikeres tesztelését követően elkészítettük azt a Windows platformon futtatható szolgáltatás modult, amely lehetőséget biztosít arra, hogy tetszőleges, ciklikus mozgásokkal vezérelhető, Kinect szenzort alkalmazó szoftverhez az előfeldolgozását elvégezze,

megkönnyítve ezzel a szenzor és a rehabilitációs szoftver használatát a páciensek számára, a hasonló célú és struktúrájú szoftverek fejlesztését pedig a leendő fejlesztőknek.

Összefoglalás

A Matlab környezetben végzett előzetes kutatások alapján a fejlesztett alkalmazás (és a szolgáltatás) valós időben érzékeli és feldolgozza a Microsoft Kinect szenzorról érkező koordináta információkat a szenzor saját koordinátarendszerében elhelyezve. Egy egység a szenzor koordinátáin egy méteres távolságot jelent a valóságban. A tesztelesek során szerzett tapasztalatok és eredmények alapján megállapítva az optimális távolságokat, elfogadási tartományokat, az alkalmazás kezdeti elfogadási tartománya 0.25 koordináta-egység távolságra lett állítva a beazonosított referencia leíróhoz képest, és a minimális mozdulatösszetevő bennfoglalási arányának pedig 50%-os arány került meghatározásra mozgás ciklusonként. A terapeuta esetleges további szigorításai ezekhez az értékekhez adódnak.

Az alkalmazás megfelelően érzékeli a felhasználó által létrehozott ciklikus mozdulatsorokat. A felhasználó végezhet gyors vagy lassú ciklikus kézmozgást. A mozgás sebességének megváltozástól függetlenül érzékeli és kezeli az alkalmazás a mozgásmintákat.

A terapeuta két elfogadási kritériumára alapozva a ciklusok esetében szigorúan vizsgálja az elfogadhatóságot az alkalmazás. Apró, jövőbeli módosításként szükséges lehet további enyhítő beállítások implementálására is az alkalmazásba.

A szolgáltatás segítségével nem szükséges minden egyes rehabilitációs célú alkalmazásban külön újra írni a mozdulatok validálását, a mozgásfelismerést és a klasszifikálást, amivel sok idő takarítható meg a fejlesztés során, valamint lehetővé válik, hogy Microsoft Kinect szenzor pillanatnyi jelenléte nélkül is fejleszthető legyen olyan alkalmazás, aminek a vezérlését, irányítását a későbbiekben a szenzorral szeretnék megoldani.

Hivatkozások

- [1] Yao-Jen Changa, Shu-Fang Chenb, Jun-Da Huangc: A Kinect-based system for physical rehabilitation: A pilot study for young adults with motor disabilities. *Research in Developmental Disabilities* Volume 32, Issue 6, November–December 2011, Pages 2566–2570
- [2] <https://developer.microsoft.com/en-us/windows/kinect>
- [3] StrokeBack projekt: <http://www.strokeback.eu/>
- [4] Cecilia Sik Lanyi, Veronika Szucs: *Motivating Rehabilitation Through Competitive Gaming*, *Modern Stroke Rehabilitation through e-Health-based Entertainment* by Emanouela Vogiatzki et al. (Eds.), Published by Springer, 2015, ISBN 978-3-319-21292-0 (printed), ISBN 978-3-319-21293-7 (eBook), DOI: 10.1007/978-3-319-21293-7 , pp. 137-168.

Humanoid robot alkalmazása a mozgáskoordináció fejlesztésben és rehabilitációban

Tatár András¹, Magyar Attila², Szücs Veronika³

¹predo3@gmail.com, ²magyar.attila@virt.uni-pannon.hu, ³szucs@virt.uni-pannon.hu,

^{1,2,3}Pannon Egyetem, 8200 Veszprém, Egyetem u. 10.

Összefoglaló: Napjainkban a technikai fejlődés pozitív hatása az egészségügyi informatika területét sem hagyja érintetlenül[1]. A mai felgyorsult világban az elektronikai eszközök és berendezések meghatározzák a mindennapos életünket. A mobiltelefonunk vagy valamilyen mobil okoseszközünk nélkül nem is hagyjuk már el otthonunkat. A fejlődés nem kerülte el a robotokat, robotika területet sem. A mozgáskoordinációt fejlesztő alkalmazások már számos új eszközt, szenzort használnak, és egyre népszerűbbek a robotika eszközei a személyre szabható terápiás folyamatokban [2].

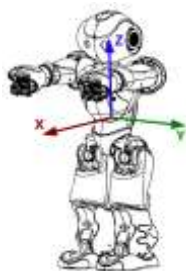
Bevezető

A bemutatni kívánt alkalmazás egy Nao humanoid robot [3] alapú rehabilitációs eszköz, mely előre definiált mozdulatokat hajt végre, amit a páciensek a mozgásterápia során követnek. A robot a saját kameraképe alapján detektálja a páciens által elvégzett mozdulatok helyességét, és erről valós időben ad visszajelzést a páciens számára. Az éppen gyógyulófélben lévő beteg gyógytornájában segédkezhet vagy mozgáskoordinációjának megfigyelését is végezheti, ezt korábbi stroke rehabilitáció témájú projekt tapasztalataink igazolják [4, 5].

Célkitűzés

A cél a Nao robot egy olyan komplett viselkedésének kifejlesztése, amely hatékonyan használható orvosi rehabilitációs célokra. Alapvető elvárás, hogy a robot képes legyen verbális vagy vizuális kommunikáció során a beteggel interakciót megvalósítani, valamint az elvárt elvégzendő gyakorlati mozdulatokat képes legyen bemutatni a páciensnek.

A Nao robot feladata a felügyelet: észleli, ha a beteg nem végzi a mozdulatsorokat vagy probléma miatt meg kell szakítani a tornát. A megfelelő interakció megvalósításához a robot felruházható egy fejlettebb beszédkészséggel, ami a kontrolhoz és irányításhoz szükséges, valamint rendelkezik a páciensek felismerésének képességével és a személyekhez tartozó adatok tárolását elvégzezi.

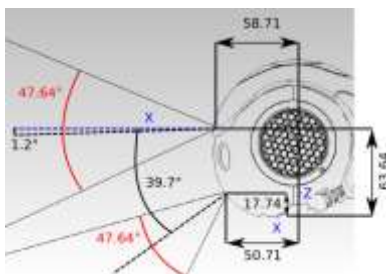
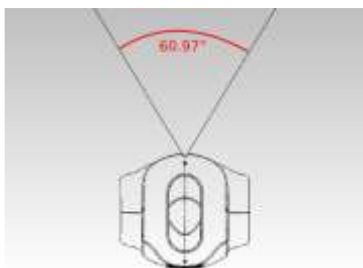


1. ábra Nao humanoid robot és az alkalmazásfelület

Eszköz a megvalósításhoz

A megvalósításhoz a robot részéről szükség van egy, a számításokért felelős központi egységre, jelen esetben a NAO robot integrált Atom Z530-as típusú 1,6 GHz sebességű processzorára, 1 Gb memóriára, valamint a beépített 2 Gb méretű flash-memóriára. A robot energiaellátását egy 48,6 Wh kapacitású Lilon akkumulátor látja el.

A robot a különböző ízületi pontokban elhelyezett, eltérő fordulatszámú és nyomatékkal rendelkező motorokkal végzi a végtagok és a törzs, a fej egységeinek a fogatását, mozgatását.



2. ábra NAO robot horizontális és vertikális látómezője

A felhasználói interakció megvalósításához a NAO robot rendelkezik beépített hangszórókkal, amelyek segítségével audio visszajelzést tud a felhasználó számára nyújtani, valamint rendelkezik négy darab fejen elhelyezett mikrofonnal, ami szintén felhasználható a verbális kommunikációhoz.

A robot 'látásáért' kettő darab, a fej részbe beépített kamera felel, a robot teljes látómezője 72,6 °DFOV, ami 60,9 °HFOV horizontális és a 47,6 °VFOV vertikális látómezőből áll össze, ahogy az a 2. ábrán látható.

A rehabilitációs célú alkalmazás

Az NAO robothoz fejlesztett rehabilitációs célú alkalmazás programozása több módon is lehetséges, elsősorban a robot NAOqi szoftver moduljainak a felhasználásával. Az alkalmazáshoz az alapmodulok közül a NAOqi Motion és a NAOqi Audio, NAOqi Visions modulokat kell kiemelniük, ezek felelnek a mozgásokkal, hangokkal, kameraképekkel kapcsolatos feladatokért, valamint NAOqi Sensors modult, ami a robot érzékelőivel kapcsolatos feladatokat látja el.

A robot vezérlését és az adatok tárolását egy PC alkalmazás látja el, ami C# nyelven készült, biztosítva az alkalmazás platformfüggetlenségét.

Az elkészült alkalmazásban a következő funkciók érhetőek el (3. ábra):

- Alkalmazás indítása PC-n
 - o Kapcsolat felépítése NAO robottal
- Alkalmazás konfigurálása
 - o Terápia beállítása
 - Gyakorlat kiválasztása, hozzáadása, törlése
 - o Személyes páciens beállítások megadása
- Terápia indítása
 - o Terápia konfigurálása
 - o Páciens arcdetektálása
 - o Markerek detektálása
- Terápiás gyakorlás
 - o Gyakorlat bemutatása
 - o Gyakorlat detektálása
 - o Gyakorlat kiértékelése
 - o Visszajelzés
- Terápiás gyakorlás eredményeinek kiértékelése

A páciens arcdetektálása a gyakorlatot végző személy pozíciójának meghatározását segíti a folyamat során, míg a markerek (a kézben tartott piros körlapok) detektálása a NAO robot számára a további mozgások kiértékelésében nyújtanak segítséget. A markerek segítségével a mozgásfelismerés, a futásidőben történő kiértékelés és visszajelzés válik könnyebbé, kevésbé terhelve így a robot korlátozott hardver erőforrásait.



3. ábra NAO terápiás alkalmazás felületei

Összefoglalás

Jelenleg a fejlesztett alkalmazás a felsővégtag mozgáskordinációs rehabilitációjára hatékonyan alkalmazható alternatívát, kiegészítőt jelenhet a meglévő terápiás eszközök mellett. A rögzíthető mozdulatok száma nem függ a robot kapacitásától, azokat a PC-n tárolja az alkalmazás, emiatt nagy mértékben személyre szabhatók a kezelések, célzottan egy-egy végtag fejlesztésére vagy akár egy-egy kiválasztott mozgástartomány szélesítésére is alkalmazható. A tesztelés egészséges felhasználókkal folyamatban van, kontrollált laboratóriumi körülmények között. A korai eredmények alapján elmondható, hogy a felhasználók számára újfajta lehetőséget jelent a humanoid robot alkalmazása a mozgásrehabilitációban, illetve akár személyi edzőként is működhet, számos új lehetőséget tárva fel azok előtt is, akik nem fejleszteni, hanem megőrizni szeretnék mozgásuk szabadságát.

Hivatkozások

- [1] Nikos Katevas (ed.): Mobile Robotics in Healthcare. IOS Press, 2001. ISBN 1 58603 079 5.
- [2] Majidi Carmel: Soft Robotics. A Perspective- Current trends and prospect for the future. Jun. 2013. Vol 1(1). pp.5-11.
- [3] [https://en.wikipedia.org/wiki/Nao_\(robot\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Nao_(robot))
- [4] StrokeBack projekt: <http://www.strokeback.eu/>
- [5] Cecilia Sik Lanyi, Veronika Szucs: Motivating Rehabilitation Through Competitive Gaming, Modern Stroke Rehabilitation through e-Health-based Entertainment by Emanouela Vogiatzki et al. (Eds.), Published by Springer, 2015, ISBN 978-3-319-21292-0 (printed), ISBN 978-3-319-21293-7 (eBook), DOI: 10.1007/978-3-319-21293-7 , pp. 137-168.

Informatikával támogatott élethosszig tartó egészségügyi gondozási modell

Daiki Tennó¹, Barna István², Kékes Ede³, Kiss István⁴, Dankovics Gergely⁵

¹Eötvös Loránd Tudományegyetem Informatikai Kar Média- és

Oktatásinformatika Tanszék, dt@inf.elte.hu

1117 Budapest, Pázmány Péter sétány 1/C

²Semmelweis Egyetem, Budapest, ³Óbudai Hipertónia Központ, Budapest,

⁴Semmelweis Egyetem, ⁵Magyarország Átfogó Egészségvédelmi

Szűrőprogramja 2010-2020

Bevezető

Az elmúlt évek gyors technológiai változásait, egy optimális személyes gondozási modellt és az egészségügyi ellátó/ellátási rendszert igyekeztünk ötvözni, amikor megterveztük és kifejlesztettük az aLLCare egészségügyi életút menedzser rendszert.

Célkitűzés

A fejlesztés során arra törekedtünk első sorban, hogy rendszerünk amennyire lehetséges rugalmasan skálázható legyen. Ez alatt értettük, hogy minél inkább az egyén egészségügyi állapotára reagáljon, a lehető legjobban illeszkedjen az adatvédelmi szabályzáshoz és lehetőség szerint változatos eszközparkon legyen használható. NEM volt célunk, hogy olyan rendszert alkossunk, amely gyógyítja a beteget, sokkal inkább az, hogy időben felismerjük a normális paramétereiktől való eltéréseket (prevenció) és/vagy egy „kiszabott” terápia optimális útján tarthassuk/tartathassuk a pácienseket.

Elsők között olyan betegcsoportot kívántunk modellezni, amely jelentős részpopulációra hatással van, relatív jól ismert és jól mérhető egészségügyi paramétereket ismer (és mér) az orvoslás, amelyen keresztül a páciens állapota monitorozható.

A 2010-ben indult „Magyarország Átfogó Egészségvédelmi Szűrőprogramja 2010-2020” projekt (továbbiakban: MÁESz program) olyan informatikai háttérrel kerestett, amely segítségével a szűrőprogram szakmai adminisztrációja a megfelelő rugalmassággal és folyamatokkal rendelkezik. A létrejött együttműködésben azt a célt fogalmaztuk meg, hogy tárolódjon minden megmért, megkérdezett egészségügyi adat az egyedi páciens-mérés folyamatokból, valamint, hogy a felgyűlt adatokból lehessen elemezni a megjelent páciensek populációs összefüggéseit.

Módszer

Az aLLCcare rendszer oly módon lett kialakítva, hogy egy-egy páciens, egy-egy pillanatában felvett állapothalmaza (egészségügyi paraméterek, mint vérnyomás, testmagasság, szült gyermekek száma, dohányzik?, ...) tetszőlegesen bővíthető. Ennek nagy szerepe van akkor, ha nem egy adott projektre, hanem valós élethosszig tartó gondozásra készülünk, hisz a vizsgált tulajdonságok a szakmai ajánlások alapján rendszeresen változnak.

Egy-egy projektben, mint például a MÁESz programban is, a tárolt adatok köre időről-időre változik, rendszerünkben nem okoz gondot, hisz tetszőleges számú adatkezelést meg tudunk valósítani.

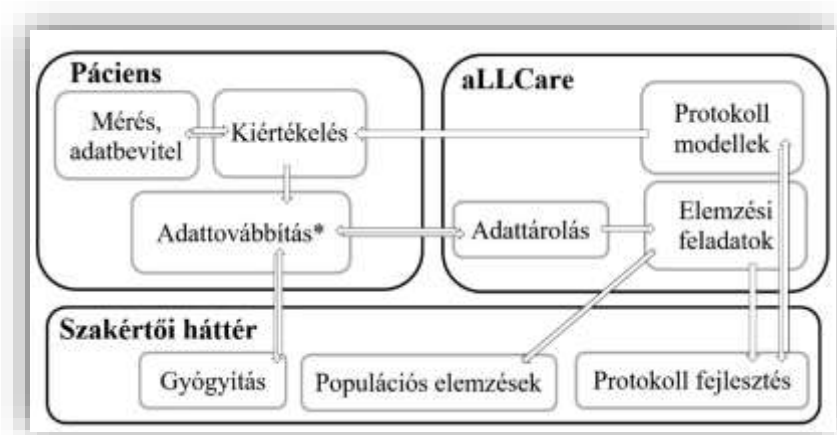
A gyűjtött primer adatokból a szakmai szervezetek (OEP protokollok, Orvos szakmai társaságok) ajánlásai alapján csoportosító (rang- és nominálisskálák) besorolásokon keresztül származtatott adatok keletkeznek, amelyek lehetővé teszik, hogy a vizsgált részpopuláció tetszőleges kombinációban vizsgálhatóvá váljon.

Az adatok nem tartalmaznak személyes információkat, a páciensek részvételükkel hozzájárulnak, hogy a működtető szervezet a kitöltött kérdőívek információit (~200 elemi adat/fő/szűrés) digitalizálhassa, továbbíthassa a központi rendszerébe, majd statisztikai elemzéseket végezhesen rajtuk.

Az egyének gondozási folyamatát 2017-ben indítjuk el a fent vázolt „egyszerű” adatgyűjtést, feldolgozást kiegészítve, valós, hosszú távú személyes gondozással. Ehhez a kiegészítéshez hozzá tartozik, hogy a napjainkban egyre elterjedtebb (szakmai körökben még erősen megosztott fogadtatással rendelkező) személyes szenzorok, mérő eszközök adatait is automatizáltan integráljuk a rendszerbe. Fontos szempont ez, hisz a technológia fejlettsége ma már ott tart, hogy relatív egyszerű egy mérőműszer által mért adatát egy „okoseszközre” juttatni, ahol ez az adat a további folyamatok primer input adatává válik akár a páciens aktív közreműködése nélkül is.

Az adatok integritását (biztonságos mozgatása, sérthetlensége, eredetiségének megőrzése) ugyan magas szinten biztosítani lehet, még is nehéznek tűnik a hagyományos orvoslási protokollokban ezen adatok felhasználását integrálni. Sok ellentmondó szempont van a megbízhatóságtól a pénzügyi érveléseken át, az azonosíthatóságig, de azt hisszük, hogy előbb-utóbb minden szereplőnek el kell fogadni, hogy hatalmas és egyre növekvő mennyiségben a páciensekről keletkező adatokkal kezdeni kell valamit.

Azt kétség kívül megkérdőjelezhetetlennek gondoljuk, hogy jó hozzáállás mellett nagyon hatékony gondozási folyamatok szervezhetők.



1. ábra: aLLCare gondozási folyamatok

Gondozási folyamat szerkezetét az 1. ábrán vázoltak szerint képzeljük, amely az idők során nyilvánvalóan

- egyre magasabb szinten automatizált lesz,
- egyre hatékonyabban használja majd a rendelkezésre álló szakértő humán erőforrásokat,
- egyre jobban öntanuló lesz, kizárva az esetleg hibás elveken alapuló protokoll lépéseket.

Eredmények

A létrehozott rendszerünk jelen állapotban tartalmazza a szakmai felületeket, amik az adatkezeléshez, azok kiértékeléséhez szükségesek. Komplet kommunikációs modulokkal rendelkezünk, amelyek segítségével a MÁESz projektben is biztonságosan kezeljük az adatokat. Léteznek a populációs statisztikák feldolgozásához/előfeldolgozásához szükséges rendszereink.

2017-ben indítjuk el a páciensek által használható kiértékelési, gondozási szolgáltatásokat.

Több olyan szenzort tudunk a rendszerbe integrálni, amelynek létezik páciensek által, otthoni gondozásra eladható/kiadható változata. (pl.: vérnyomásmérő, vércukorszint mérő, spirométer, ...) A szenzorok számát

folyamatosan növelni szeretnénk, a rendszer nem tartalmaz korlátozást sem az adatfajtákra, sem a különböző szenzorok integrálhatóságára, sem a gondozási folyamatokat vezérlő protokollokra vonatkozóan.

Következtetések

Tekintettel arra, hogy hatalmas robbanás előtt áll az internetes világban létrejövő adatok mennyisége, az azokat automatikusan létrehozó szenzorok halmaza, nyilvánvaló, hogy csak félig/teljesen automatizált rendszerek lesznek képesek győzni a feldolgozást.

Az aLLCare rendszer egy ilyen szerepet vállaló rendszer, amelynek a segítségével valóban hatékonyan lehet az igen költséges és szűkösen rendelkezésre álló humán szakértői erőforrásokat használni. Természetesen tudjuk, hogy hasonló modellekkel más fejlesztők is foglalkoznak, reméljük, hogy pár éven belül ilyen hasonló rendszerek közti kommunikációról és ezek előnyeinek taglalásáról szólnak már majd a hasonló szakmai konferenciák.

Irodalom

- [1] Kiss István, Dankovics Gergely, Daiki Tennó, Barna István, Kékes Ede: Népegészségügyi prevenció Magyarországon: azt tesszük, amit kell? Eredmények és tapasztalatok a „Magyarország Átfogó Egészségvédelmi Szűrőprogramja 2010-2020” 2010-2012. évi tevékenységéből. *Lege Artis Medicinae*, 23, 107-111, 2013.
- [1] Kiss István, Barna István, Daiki Tennó, Kékes Ede, Dankovics Gergely: A MÁESZ Programbizottság nevében. Népegészségügyi prevenció Magyarországon II: megalapozott módszerekkel, megfelelő információval, valódi szűrési eredmények. „Magyarország Átfogó Egészségvédelmi Szűrőprogramja 2010-2020” (MÁESZ) - négyéves eredmények. *Lege Artis Medicinae*, 24, 43-48, 2014.
- [1] <http://egeszsegprogram.eu/>

mHealth szolgáltatás felhasználói igényének felmérése

Szálka Brigitta^{1,2,3}, Vassányi István¹, Kállai Szilárd, Béki János⁴,
Mák Erzsébet², Kósa István^{1,3}

¹Pannon Egyetem, Orvosi Informatikai Kutató és Fejlesztői Központ
8200 Veszprém Egyetem u. 10.

²Semmelweis Egyetem, Egészségtudományi Kar, Alkalmazott
Egészségtudományi Intézet, Dietetikai és Táplálkozástudományi Tanszék

³MH-EK Honvédkórház Kardiológiai Rehabilitációs Intézete,
8230 Balatonfüred, Szabadság u. 5.

⁴Tudomány Kiadó, 1023 Budapest, Ürömi utca 56.

szalka.brigitta@gmail.com, vassanyi@almos.vein.hu,

vitis.aureus@gmail.com, bekij@tudomany-erzsi.mak@gmail.com,

kosaist@gmail.com

Összefoglaló: A mobil eszközök penetrációjával lehetőség nyílik a helyes életmód kialakítására, a betegségek életmód- ezen belül is dietoterápiájának támogatására. Vizsgálatunk célja egy tervezett mHealth szolgáltatás vásárlásával kapcsolatos felhasználói attitűdmérés volt, melyre 2015 júniusában került sor online kérdőíves kitöltés formájában. A felmérés eredményei biztató trendet mutatnak. A válaszadók 95%-a szívesen használna vércukorszintjének kontrollját támogató magyar étrendi adatok alapján készített okostelefonos alkalmazást.

Bevezető

Az infokommunikációs technológiák folyamatos árcsökkenése az eHealth, ezen belül a mobiltelefonos megoldások széles körű hozzáférhetőségét eredményezik. Az mHealth szolgáltatások gazdasági működésükkel egyenlő időben ugyanakkor a szolgáltatás elérhetővé tétele mellett meghatározóan azon múlik, a felhasználói kör milyen szinten hajlandó ezen szolgáltatásokat honorálni.

A mobil applikációk hatékony segítséget nyújtanak a korunkra jellemző krónikus, nemfertőző betegségek – többek között az elhízás, a túlsúly és a diabetes – életmód-terápiájának támogatásában [1–5]. A Pannon Egyetemen fejlesztett Lavinia mobil applikáció a hazai étkezési kultúrának megfelelő étel- és italadatbázissal rendelkező, orvos és dietetikus szakértők támogatásával fejlesztett mobil applikáció [6].

Módszer

A Tudomány Kiadó által gondozott Diabetes Betegújság havi elektronikus hírlevelében 2015.06.22-én arra kértük a címlistán szereplő 15656 személyt, hogy szánjon két percet egy 10 kérdéses Google kérdőív internetes kitöltésére. Vizsgálatunk célja az volt, hogy pontos képet kapjunk arról, hogy a tervezett mobil applikáció mekkora célközönségre számíthat. A kérdőívben feltett 9 kérdés közül 3 kérdés a betegcsoport szegmentálását szolgálta, a többi a megkérdezettek mHealth szolgáltatáshoz való viszonyát írta le.

Eredmények

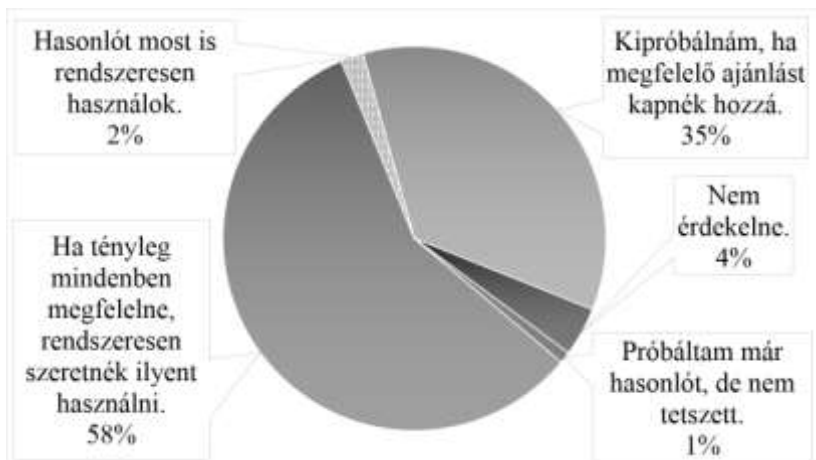
A kiküldött 15656 kérdőívre összesen 361 válasz érkezett, gyors dinamikával csökkenő ütemben az 1-7. napok között (117, 88, 40, 27, 18, 12, illetve 8 napi válasszal). A válaszadók 45,6%-a férfi, 54,4%-a nő volt, 18,7%-uk vallotta magát fiatalnak, 36% középkorúnak, 45,3%-ok idősek. 118 közülük 1-es típusú, 102 inzulinnal kezelt 2-es típusú, 96 tablettával kezelt 2-es típusú, 48 egyéb anyagcsere eltérésű volt. 143 használt közülük Android, 28 Windows operációs rendszert futtató okostelefont, 21 iPhone-t, míg további 84 tervezte okostelefon beszerzését.



1. ábra Az egyes okostelefon platformok használata

51 válaszadó pedig nem tervezett okostelefon beszerzést. A válaszadók 24,9%-a 10-nél több, 45,7%-uk „néhány” letöltött programot használt, 29,4%-uk pedig csak a gyári programokat használta. 16,9%-uk vásárolt letölthető programot, míg 83,1%-uk csak ingyenes programokat alkalmazott.

A válaszadók 95%-a szívesen használna vércukorszintjének kontrollját támogató magyar étrendi adatok alapján készített okostelefonos alkalmazást. Közülük 57,97% szívesen használna olyan programot, mely segít a vércukorszint stabilan tartásában, 35,35%-uk kipróbálna ilyen, csak 4,4%-uk fordulna el ilyen megoldástól.



2. ábra. „Ha könnyűvé és biztonságossá tehetné vércukorszintjének kontrollját egy erre a célra kifejlesztett, az étrendi számításokat és előrejelzéseket elvégző okostelefonos alkalmazással, amit kifejezetten a magyar étrendi adatokkal készítették, hogyan viszonyulna a lehetőséghez?” kérdésre adott válaszok megoszlása

Következtetés

Hazánkban a cukorbetegséggel érintett közép- és idős korosztály jelentős arányban használt okostelefont már 2015-ben is. A platformok közül az Android operációs rendszer volt a domináns. A felhasználók jelentős része használt letölthető programokat, bár csak töredék részük fizetett korábban ezért. A cukorbetegséget támogató magyar étkezési kultúrának megfelelő programra többségük igényt tartana, és csupán egy minoritás közömbös a szolgáltatás iránt.

Hivatkozások

- [1] Charpentier, G., Benhamou, P. Y., Dardari, D., et al: The Diabeo software enabling individualized insulin dose adjustments combined with telemedicine support improves HbA1c, *Diabetes Care*. *Diabetes Care* 2011, 34(3), 533–539.
- [2] Fukuoka, Y., Gay, C.L., Joiner, K.L., Vittinghoff, E.: A Novel Diabetes Prevention Intervention Using a Mobile App. *Am. J. Prev. Med.* 2015, 49, 223–237.
- [3] Kathryn M. Ross and Rena R. Wing: Impact of Newer Self-Monitoring Technology and Brief Phone-Based Intervention on Weight Loss: A Randomized Pilot Study. *Obesity* n.d., 24, 1653–1659.
- [4] Kosa, I., Vassanyi, I., Pinter, B., Nemes, M., et al.: Clinical experiences with a mobile diet logging application. *Eur. J. Prev. Cardiol.* 2014, 21, 41.
- [5] Kósa, I., Tamás, R., Nemes, M., Vassányi, I., et al.: Életmód-változtatást támogató mobil informatikai alkalmazások. *IME* 2013, XII, 58–61.
- [6] Lavinia életmódtükör. n.d.

Sikerességi tényezők az mHealth piacon

Dr.Fidrich Márta¹, Seffer Péter²

¹SZTE TTIK Szoftverfejlesztési Tanszék, fidrich@inf.u-szeged.hu

²SZTE TTIK Szoftverfejlesztési Tanszék, sefpet@gmail.com
6720, Szeged, Dugonics tér 13.

Összefoglaló: Az mHealth piac dinamikusan változik, azonban kirajzolódik a cégek egy szűk csoportja, egy elit, melynek piaci teljesítménye markánsan túlszár az őket követőkén. Írásunkban az ő stratégiájukat, jellemzőiket vizsgáljuk, keressük a sikerességük mögött húzóó okokat.

Bevezető

Hiv.[1-2] A telemedicina alkalmazások piaca jelenleg világszerte felfutó ágban van. 2015 eleje óta mintegy 13 ezer új cég jelent meg az iparágban, közel 100 ezer új alkalmazással. Ezzel együtt, mára több mint 58 ezer cég és 259 ezer mHealth alkalmazás található a piacon. Emellett a kereslet is tovább növekszik, igaz, csökkenő ütemben, a tavaly tapasztalható 35%-os növekedés idénre 7%-ra mérséklődött. Az összes letöltések száma több mint 3 milliárd volt 2015-re, 2016-ra pedig közel 3,2 milliárd.

A számokból szembetűnő, hogy valóban nyíló iparágról beszélhetünk, ugyanakkor ez nem minden szereplő számára jelenti ugyan azt. A letöltések erősen koncentráltak, a cégek kb. 4%-a haladja meg a 1 millió feletti letöltés számot, míg 76% az 50 ezret sem éri el. Bevételi oldalról, a vállalatok 78%-a nem éri el a 100 ezer dolláros bevételt sem, és mindössze 3-5%-uk teszi ki a „milliomosokat”, azaz, ők tudnak éves szinten minimum 1 millió dollár bevételt termelni. Írásunkban az ő jellemzőiket, stratégiájukat ismertettjük, ezáltal kívánjuk segíteni a hazai intézményeket és cégeket, hogy nemzetközi mértékkel is kiemelkedőt alkothassanak és elismertséget szerezzenek.

Célkitűzés

Fontosnak a tartjuk az előadásunk keretein belül összevetni a sikeres kisebbség stratégiáját (az egyelőre) gyengén teljesítő többséggel, illetve kitérni a legfrissebb trendekre, melyek hatással vannak az mHealth alkalmazások piacának alakulására. Ezzel kívánunk lehetőséget teremteni a hazai szereplők felzárkózáshoz. Látszólag az elit cégek sok tekintetben már szinte „behozhatatlan” előnnyel rendelkeznek. S valóban, a hazai kisebb szereplők korlátozottan tudnak integrálni működésükbe egyes stratégiai elemeket, mint például a földrajzi elhelyezkedés, az iparági tapasztalat, illetve a tőkeerősség, és egyéb erőforrás (például adat) ellátottság.

Ugyanakkor, az iparág dinamizmusa megengedi a proaktív, agilis „garázscégek” növekedését, a kezdeti hátrányok a változó piacra való gyors reagálásokkal ellensúlyozhatók.

Módszer

Hiv.[1-2] Az előadásunk gerincéül szolgáló kutatás mintájába 2600 mHealth alkalmazásokkal foglalkozó cég kerül be, az ő piaci teljesítményük, várakozásai, és tapasztalataik alapján vonhatóak le következtetések az mHealth piacának rövid és középtávú változásairól. Ezen felül kirajzolódnak a tanulmányokból azon jellemzők, melyek megteremtik a különbséget a „milliomosok”, és a gyengébben teljesítő többség között. Ezek detektálása, és a piaci trendek meghatározása együttesen képesek érdemben segíteni a hazai szereplőket, intézményeket.

Kutatásunkat a külföldi tanulmányok mellett a saját tapasztalatainkra, piacutatásainkra is alapoztuk, melyeket saját termékfejlesztéseink során gyűjtöttünk.

Eredmények

Hiv.[1] Kutatásaink során több piaci trend is kirajzolódott, melyeket 4 csoportba szedve mutatunk be.

Üzlet: A „garázscégek” arányának újbóli növekedése jól jelzi az üzleti potenciált, egyre több startup célozza meg a telemedicinát. Bár a kínálat egyre növekszik, a letöltések számának növekedési üteme mérséklődött az elmúlt években. A „lemaradók” némileg felzárkózni látszanak, mintegy 8%-kal növekedett az 50 ezer letöltést elérő cégek aránya. Az üzleti modellek között már egyértelműen a technológia liszenszbe adása, a bérfejlesztés, és a kapcsolódó szolgáltatások tekinthetőek a legnépszerűbbnek. A fizetési hajlandóság körülbelül 10 dollár/hó/alkalmazás körül mozog, de az nagyban függ az üzleti modelltől, szolgáltatás esetében ez az ár jellemzően magasabb. A biztosító társaságok értéklánca való bekapcsolódása közép- hosszútávon valószínűsíthető, a kutatásban részt vevő cégek közel fele jelölte meg egyik fő jövőbeli értékesítési csatornaként.

Alkalmazási terület: Az mHealth cégek 56%-a tekinti elsődleges célpiacnak a krónikus betegeket, ezen belül is a diabétesz, az elhízás, és a magas vérnyomás a fő szegmensek. Jelentős, 30% körüli arányt képviselnek a fitnessalkalmazások, illetve az orvosok munkáját segítő mHealth megoldások. Ez a tendencia a következő 5 évben is valószínűsíthető. A cégek várakozásai szerint az mHealth eszközökkel ill. alkalmazásokkal végzett

diagnosztika, a személyi egészségügyi menedzsment (PHR) alkalmazások, és a monitorozó alkalmazások jelentik a közeljövő fő kategóriáit.

Technológia: Ami a technológiát illeti, a multi platform megoldás lassan alapkövetelménynek tekinthető, az alkalmazások 75%-a megtalálható Android és iOS platformon is. Az API-k használata egyre nagyobb teret nyer, mára az alkalmazások 58%-a él ezen lehetőségekkel, ami 16%-os növekedés az előző évhez képest. Ezen belül is legnépszerűbb az Apple HealthKit (kb.69%) és a Google Fit (kb.44%). Sok esetben a cégek direct integrálódnak más alkalmazásokhoz (pl.Runkeeper, MyFitnessPal), vagy egyes szenzorokhoz (Fitbit, iHealth). A megcélzott eszközök továbbra is okostelefonokból, okosórákból, és egyéb szenzorral felszerelt kiegészítőkből áll.

Cégek: Hiv.[3] Kutatásaink során a következő jellemzőket, stratégiai elemeket találtuk a „milliomosok” piaci sikereinek hátterében:

- Régió: A „milliomosok” 71%-a tevékenykedik az USA területén, míg a „lemaradóknak” mindössze 32%-a.
- Ipari tapasztalat: 47%-uk már 2010 előtt jelen volt az mHealth területen. Ez 30 százalékponttal magasabb, mint a többi cég esetében.
- Portfólió: Átlagosan 12 alkalmazást publikáltak, több területen, szemben a „lemaradókkal” mely átlagosan 5 db-ot. Ez természetesen összefügg az ipari tapasztalattal, mely ez által nem csak horizontális, hanem vertikális irányban is kiterjedtebb.
- Motiváció: Deklarált céljuk az értékesítési volumen növelése, az altruista gondolkodásmód kevésbé érhető nyomon.
- Üzleti modell: A kapcsolódó szolgáltatások jóval nagyobb arány tesznek ki a bevételi források között, szemben az egyszeri fizetéssel, reklámmal, alkalmazáson belüli vásárlással, stb.
- Adatbányászat: Az egészségügyi adatok fontos erőforrások, hozzáférésük az elit számára kevésbé korlátozott. Az adatbányászatban rejlő potenciálokat sikeresen aknázzák ki.
- Célpiac: Gyakrabban jelennek meg kórházak, és egyéb egészségügyi intézmények mint végső felhasználók, szemben a többi alkalmazással, mely jellemzőbben közvetlenül a betegeket célozza.
- Közösségi oldalakhoz való integráció, „gamification” alkalmazása.
- Integráció: Nagyobb arányban kapcsolódnak kórházi rendszerekhez, értékesítési csatornájuk sok esetben a „hagyományos” alkalmazás piacterek helyett egészségügyi ellátók.

Következtetések:

Az mHealth piac a folyamatos növekedés mellett fokozottan dinamikusan változik is. Fő alakító erői az új technológiák, az új szereplők, és a változó fogyasztói elvárások. Az ezekre való lehető leggyorsabb reagálás az a sikertényező, mely a többi innovatív iparágakkal egyetemben, folyamatos potenciált biztosít az új piaci szereplőknek. A nagyobb cégek erőforrás ellátottságából való előnyei behozhatatlannak látszanak, de számos egyéb lehetőség kínálkozik új piacok meghódítására, vagy akár új szegmens teremtésére. Ennek azonban nagyon fontos feltétele az mHealth piac ismerete, és a trendekből való helyes következtetések.

Előadásunkkal arra kívántunk rávilágítani, hogy a nagy számok ellenére, még nem késő bekapcsolódni a fejlesztésekbe. A hazai viszonyok (tőkehiány, kereslet elégtelensége stb.) sok tekintetben korlátozzák az mHealth cégek versenyképességet, és nehezítik jelentős piaci befolyás megszerzését. Hiv. [3-4] De a trendeken alapuló proaktív stratégia (biztosítók beépítése az értékláncba, szolgáltatások stb.); a célpiac helyes megválasztása (diabétesz, magas vérnyomás, elhízás); és a korszerű technológiák alkalmazása (API-k, EESZT és MENTA, okoseszközök stb.) óriási lehetőségeket nyitnak, melyek kiaknázása nemzetközi sikerhez vezethet közép- és hosszútávon, akár itthonról is.

Hivatkozások

- [1] Research 2 Guidance's sixth annual study on mHealth app publishing, „The current status and trends of the mHealth app market” mHealth App Developer Economics 2016
- [2] IMS Institute for healthcare informatics „Patient Adoption of mHealth” 2015
- [3] Research 2 Guidance's fifth annual study on mHealth app publishing, „The current status and trends of the mHealth app market” mHealth App Developer Economics 2015
- [4] <http://hirlevel.egov.hu/2015/10/24/elkeszult-az-elektronikus-egeszseguyi-szolgaltatasi-ter-eeszt-valamint-az-agazati-portal-fejlesztese/> Letöltve: 2016.11.07.
- [5] <http://menta.gov.hu/>

Személyes egészségügyi adatok kezelése mobil alkalmazásokkal

Hunyadi Zsombor¹, Szabó Zoltáni², Bilicki Vilmos³, Fidrich Márta⁴, Juhos István⁵

¹SZTE TTIK Szoftverfejlesztés Tanszék, hunyadi@inf.u-szeged.hu

²SZTE TTIK Szoftverfejlesztés Tanszék, @inf.u-szeged.hu

³SZTE TTIK Szoftverfejlesztés Tanszék, bilickiv@inf.u-szeged.hu

⁴SZTE TTIK Szoftverfejlesztés Tanszék, fidrich@inf.u-szeged.hu

⁵SZTE TTIK Szoftverfejlesztés Tanszék, istvan.juhos@inf.u-szeged.hu

6720, Szeged, Dugonics tér 13.

Összefoglaló: A két legismertebb mobil operációs rendszer gyártója, a Google illetve az Apple, már 2014 óta foglalatostokdik egészségügyi és fitness adatok mérésével, felhasználó-barát összekapcsolásával illetve tárolásával saját platformjaikon. Ebben a cikkben a Google Fit és az Apple Health Kit képességeit kívánjuk összehasonlítani felhasználói és szoftverfejlesztői szempontokból.

Bevezető

A sikeres egészségügyi mobil alkalmazások egyik jellemzője, hogy mind az egészségi adatok automatikus gyűjtését és könnyen áttekinthető megjelenítését, mind pedig ezen adatok összekapcsolását biztosítani tudják a felhasználók számára. Az egészséggel kapcsolatos adatok sokrétűek: vitális adatok (pl. vérnyomás, pulzus), laboreredmények, mozgástevékenység (pl. futás, kerékpározás), relaxáció-meditáció (ezek hossza, mélysége, gyakorisága), táplálkozás (pl. kalória, tápanyag összetétel), alvás (kezdetévége, egyes fázisok hossza). Ezen adatok értelmezését segíti, ha egyrészt egymással összekapcsolhatók, másrészt napi-heti-havi ritmusuk egyszerűen kielemezhető (dashboard-os megjelenítés).

Az egészségügyi adatok felhasználó-barát összekapcsolását mindkét nagy mobil platform – iOS és Android – segíti. Hiv. [1-2] Cikkünkben e két platform megoldásait elemezzük ki, melyek a maguk módján mind újítások voltak a megjelenésükkor, és a mai napig folyamatos fejlesztés alatt állnak. Az Apple Health alkalmazás, illetve az arra épülő HealthKit, ResearchKit és a legújabb CareKit főleg az egészségügyi adatokra koncentrálnak, és azok alkalmazások közötti elérhetőségéhez nyújtanak segítséget. Fontos, hogy ezek az adatok csak a telefonon tárolódnak, eltekintve olyan esetektől, mikor az alkalmazás, melynek engedélyezzük ezek kiolvasását, feltölti egy szerverre. Minden mért érték megadásakor egy beépített mértékegységgel kell ellátnunk őket.

A Google megoldása ezzel szemben a szinkronizációra fekteti a hangsúlyt. Az androidos mobil eszköz, az Android Wear-t támogató viselhető eszköz, illetve a webes platform között történik ez a bizonyos szinkronizáció, ezáltal nem eszközhöz kötött a rendszer. Azonban a Google megoldása sokkal inkább a fitneszre (az edzésekre) van kihegyezve, mint az egészségügyi adatok tárolására.

Célkitűzés

Hiv. [3] Célunk egy olyan telemedicina platform létrehozása, mely kellően könnyen elérhető az emberek számára, és az adatokat szabványos módon tárolja. Ebben az írásunkban ennek a menetét szeretnénk bemutatni, mik voltak az esetleges buktatók, az érvek a platformok mellett, illetve ellen. Először a Google Fit platform tűnt logikusnak az automatikus webes szinkronizációval, elvégre nekünk is ez volt a célunk: egy platform, amivel könnyen kapcsolhatjuk össze a betegeket, és az ők otthon mért adataikat az orvosokkal. Azonban ahogy mélyedtünk bele az API-k vizsgálatába, valamint a platform lehetőségeibe, rá kellett jönnünk, hogy ez ténylegesen csak az edzésekre lett létrehozva.

Ezután a konkurens, Apple HealthKit megoldásával kezdtünk foglalkozni. Sokkal változatosabb egészségügyi adatok felvitelére alkalmas, melyek előre megszabott módon tárolódnak el a telefonon, előre megadott mértékegységekben, a Health alkalmazásban. A felhasználó tulajdonságait is számon tartja a rendszer, milyen magas, hány kiló, vércsoport, kerekesszékes-e... stb, melyek szintén fontos információk lehetnek az orvos számára. Ezek ismeretében döntöttünk az Apple megoldása mellett telemedicinás szolgáltatásunk létrehozásában. A tárolás ezáltal a telefonon adottá is vált.

Módszer

Hiv. [4] Felhasználásra kerültek egészségügyi adatok rögzítésére képes eszközök. Ezek közül a legkiforrottabb cég termékeit, az iHealth vérnyomásmérőjét, pulzoximéterét, valamint mérlegét használtuk. Ezek Bluetooth LE technológiával kapcsolódnak az iPhone készülékhez. Mivel az általunk használt Apple technológia csak az iOS 8-tól fölfelé vált elérhetővé, iPhone 5 vagy attól újabb telefonoknak volt lehetőségük kihasználni a Health app előnyeit. Az rögzített adatokat a rendszer automatikusan eltárolja az említett alkalmazásban. Mint már fentebb említésre került, a rendszer beépített adattípusokkal dolgozik, mi magunk új típust nem adhatunk hozzá. Ennek oka a nagyfokú konzisztencia. Az alkalmazás pontosan tisztában van

azzal, hogy mi például vérnyomást mértünk és Hgmm-ben adtuk meg a mért értéket. Ha a későbbiekben szeretnénk hozzáférni ehhez a méréshez, de más mértékegységgel, akkor az alkalmazás átkonvertálja nekünk, így biztosak lehetünk benne, hogy a megfelelő eredményeket kapjuk meg. Minél több eszközünk van, annál többféle mérést rögzíthetünk ebbe a központi alkalmazásba. Természetesen ahhoz, hogy rögzítsünk vagy éppenséggel kiolvassunk adatokat, a felhasználónak jóvá kell ezt hagynia. Lehetősége van arra is, hogy kiválassza melyikhez ad és melyiktől tagadja meg a hozzáférést. Ezt a iPhone-on lévő, központi egészségügyi alkalmazást a HealthKit segítségével érhetjük el szoftverfejlesztőként.

A fejlesztéshez a következőkre van szükségünk:

- Apple ID
- Legfrissebb Xcode
- Target iOS rendszer 8 vagy az feletti verziójú

A fejlesztés történhet Objective-C illetve Swift nyelven is. Nekünk az Objective-C lett választottuk, mivel az egy kiforrott, régóta jelenlévő nyelv. Tanulni kicsit nehezebb, azonban nincsenek verziók közötti eltérések, ellentétben a Swiftel, ahol ha frissítjük a nyelvet egy újabb verziójára, az utasítások szintaktikája is változik. A használt függvénynevek mind a kettő nyelvben hasonlóan elnevezésük szempontjából, így bármelyik nyelvet ismerjük, a másikat is relatíve könnyen megérthetjük. Továbbá mind két nyelven elérhető az összes API illetve SDK.

A fejlesztés menete röviden összefoglalva:

- Az Xcode projektünkben engedélyezni kell a HealthKit képességet az alkalmazáshoz.
- Ellenőrizni kell, hogy az adott eszközön elérhető-e ez a képesség, régi iPhone-okon és az iPad-okon például nem elérhető.
- Autorizációt kell kérnünk a Health alkalmazáshoz. Ekkor meg kell adnunk, hogy milyen adat típusokat szeretnénk kiolvasni illetve felvinni a központi alkalmazásba. Ez a felhasználónak manuálisan kell jóváhagynia, ezt az iOS rendszer lebonyolítja helyettünk.
- Ezek után kiolvassuk, amire szükségünk van, illetve eltároljuk, amit az alkalmazásunk mért. Ennek lebonyolítása kötött és igen csak szabályokhoz kötött, hogy véletlenül se kerüljenek rossz mérések elmentésre. Pontosán megadjuk milyen típus, milyen mértékegységgel, és milyen mért értékkel.

Ezen módszert felhasználva készítettünk egy alkalmazást, mely hozzáfér a mért adatokhoz, és a megfelelő tárolási formában feltölti az FHIR-HAPI

szerverünkre. Így a dashboardon illetve a különböző webes alkalmazásokban fel tudjuk használni ezeket a méréseket.

Eredmények

A HealthKit SDK segítségével egyszerűen sikerült létrehozni olyan alkalmazást, mely képes a megfelelően tárolni mért adatokat illetve azok felhasználására. A hangsúly a mi esetünkben a kiolvasáson volt, melyet egy nagyon rövid kódrészlettel sikerült megvalósítani, ennek hála az alkalmazás első változata egyetlen nap leforgása alatt el is készült, és kezdődött a továbbfejlesztése, mely már az adatok pontos JSON objektumokba történő beillesztését célozta, illetve azok REST hívásokon keresztül történő közvetítését a szervernek.

- A JSON szabvány segítségével könnyű kommunikációt valósítottunk meg a szerverrel
- RESTfull interfészeket használtunk az adatküldésre
- A HealthKit mértékegységeinek megfelelően tároltuk a méréseket, ezzel növelve a konzisztenciát

Következtetések

A létrehozott platform részét képezi a HealthKit, mely a mobiltelefonokon történő adattárolást egyszerűsíti le. Az általunk, az alkalmazáson keresztül hozzákapcsolt FHIR szabvány alapján dolgozó szerver és az ahhoz fejlesztett webes felület egy olyan telemedicinás platform alapját képezik, melynek szerves részei a legújabb technológiák és tovább fejleszthetők még pontosabb egészségügyi adatok kezelésére.

Hivatkozások

- [1] <http://www.apple.com/ios/health/>
- [2] <https://www.android.com/wear/>
- [3] <https://www.google.com/fit/>
- [4] <http://hapifhir.io/>

Miként segítik az egészségügyi standardok az adatgyűjtést? FHIR fejlesztői tapasztalatok

Szabó Zoltán¹, Hunyadi Zsombor², Bilicki Vilmos³, Fidrich Márta⁴

¹SZTE TTIK Szoftverfejlesztési Tanszék, szaboz@inf.u-szeged.hu

²SZTE TTIK Szoftverfejlesztési Tanszék, hunyadi@inf.u-szeged.hu

³SZTE TTIK Szoftverfejlesztési Tanszék, bilickiv@inf.u-szeged.hu

⁴SZTE TTIK Szoftverfejlesztési Tanszék, fidrich@inf.u-szeged.hu

Összefoglaló: Az egészségügyben folyamatos kihívást jelent az adatok egységes tárolása, strukturálása, különböző rendszerek, eszközök, alkalmazások között. Ennek egy népszerű megoldása a HL7 szervezet által definiált FHIR szabvány, amely könnyen skálázható, testreszabható erőforrások segítségével képes komplex egészségügyi rendszerek elemeit modellezni. Csapatunk az elmúlt év során aktívan használta telemedicina alkalmazások fejlesztésére a FHIR implementációit, az ilyen jellegű fejlesztésekkel kapcsolatos tapasztalatainkat foglaljuk össze írásunkban.

Bevezető

Hiv.[1] Ahogy egyre inkább terjed az egészségügyi alkalmazások fejlesztése, a fejlesztők, felhasználók és üzemeltetők számára is folyamatos az igény olyan szabványokra, amelyekkel lehetséges az adatok megosztása a különböző rendszerek és eszközök között. Hiv.[2-3] 2012-ben indult el a FHIR (Fast Healthcare Interoperability Resource) a HL7 (Health Level Seven) szabványfejlesztő szervezet által jegyzett következő generációs szabvány keretrendszer fejlesztése, amely a HL7 különböző létező és új megoldásait kombinálta a legfrissebb webes, szoftverfejlesztői szabványokkal, szem előtt tartva a könnyű implementálhatóságot. A FHIR 2014-ben kapta meg a DSTU (Draft Standard for Trial Use) besorolást, 2017-re pedig várható az átsorolása teljes szabvánnyá, ám már az elmúlt évek trendjei alapján sikeresen beváltotta a kezdeti elvárásokat, egyre több és nagyobb fejlesztőcsapat kezdte felhasználni az alkalmazásaikban, hogy különböző egészségügyi rendszereket, kórházakat, betegnyilvántartást modellezenek a rendelkezésére bocsátott erőforrások segítségével. Hiv.[4] Ezek közül kiemelkedik a SMART on FHIR projekt, a Bostoni Gyermekkorház és a Harvard Orvosi Egyetem közös fejlesztése, egy nyílt specifikációhalmaz egészségügyi appok integrálásához, mely a FHIR felhasználásával gazdag felhasználó felületeket, biztonságos adatelérést, adatvédelmet próbál biztosítani az egészségügyi fejlesztésekhez, és az elkövetkező években alapvetően határozhatja meg a fejlesztői

tevékenységeket ezen a területen, az egészségügyi alkalmazások tervezési, megvalósítási folyamatait.

Célkitűzés

2016 januárjában vontuk be fejlesztéseinkbe a FHIR szabványt, a hozzá létrehozott hivatalos, nyílt forráskódú Java szerver implementáció, a HAPI felhasználásával. Azóta gyakorlatilag ez szolgáltatta a vázát minden egészségügyi fejlesztésünknek, kezdve az SZTE ÁOK áprilisban felavatott telemedicina laboratóriumától a jelenleg is aktív Included Dashboard fejlesztésünkön át olyan speciális területekig, mint például egy pszichiátriai kiértékeléseket segítő, okostelefonokra készített applikáció. Az írásunkban ezeknek általános funkcionalitására, kiértékelő folyamatokra fogunk kitérni, felvetve néhány további potenciális alkalmazási lehetőséget.

Felhasznált eszközök

Hiv.[5] A fejlesztések során végig a HAPI szervert használtuk backendként az adatok tárolására, lekérdezésére. A FHIR szabvány magába foglalja a RESTful API implementációját az egyes adatok egyéni vagy csoportos lekérdezéséhez, manipulálásához könnyen kezelhető formában, egyszerű, érthető URL felépítéssel. A frontendet AngularJS segítségével fejlesztettük, amelyben a REST hívásokkal kommunikáltunk a szerverrel, kértük le az adatokat, frissítettük a beteg, illetve az orvos felületéről felvitt adatokat, mindezt egy olyan aktuális elvárásoknak megfelelő formában, amely jelentősebb informatikai ismeretek nélkül is egyszerűvé tette az adatok kezelését, áttekintését. Hiv.[6] Az okostelefonos fejlesztéseket szintén Angular alapú kódbázissal, az Apache Cordova és Ionic keretrendszerek bevonásával végeztük, mind iPhone, mind Samsung Galaxy platformokon tesztelve az eredményeket.

Eredményeink

Eddigi fejlesztéseink során összesen három nagyobb projektben alkalmaztuk a FHIR szabványt, annak közel 100 definiált erőforrásából alig 10-et. Mégis, pusztán ennyivel sikeresen modelleztük és felépítettük

- vitális jelek megfigyelését
- terápia követését/kiértékelését
- pszichiátriai teszt kitöltését
- lokációs megfigyelést

A FHIR teljes erőforráskészlete képes egy komplex, modern egészségügyi rendszert teljes egészében modellezni, szakorvosokkal,

betegnyilvántartásokkal, osztályokkal, kórterem beosztásokkal, jelentésekkel, diagnózisokkal. A rendszer szükség esetén testreszabható, skálázható, tetszőleges méretű erőforráskészletet használhatunk, és azt is igényeinknek megfelelően tudjuk átalakítani, köszönhetően a FHIR nyílt szabványának. A fejlesztéseinkkel megállapítottuk, hogy nem csak lehetséges az adatok egységes kezelése különböző rendszerek, különböző eszközök között, de jelenleg is folytatjuk kutatásainkat további alkalmazási lehetőségek irányába, immár a SMART on FHIR projekt fejlesztéseit és munkáit is szem előtt tartva, korszerű, modern igényeket kielégítő egészségügyi alkalmazások létrehozásához. Előadásunkban szeretnénk megismertetni a hazai érdekelteket is ezzel a technológiával, remélve, hogy így a hazai mHealth piac is lépést tud tartani a technológiai haladással, az itthoni fejlesztők és orvosok is képesek lesznek alkalmazni a minél magasabb színvonalú betegellátás érdekében.

Telemedicina labor: Az első jelentős fejlesztésünk a FHIR backend felhasználásával az SZTE ÁOK Telemedicina laboratóriumához backendje volt. A telemedicina labor felszerelése között több iHealth eszközhöz fejlesztettünk ki adatgyűjtő folyamatokat, melyeknek eredményei egy AngularJS felhasználásával fejlesztett frontend oldalon is megtekinthetőek voltak, dátum szerinti rendezésben, különböző szűrhető chartokon. A folyamat alapja egy iOS-re fejlesztett adatgyűjtő alkalmazás volt, amely detektálta a különböző Apple HealthKit-be töltött vitális adatokat, átalakította azokat JSON formátumba, a FHIR által definiált megfelelő (Observation) erőforrás szabvány szerint, majd egy proxyn keresztül (az adatok hitelesítése érdekében került be a folyamatba, ám úgy alakítottuk ki, hogy potenciálisan akár szűrni is lehessen az adatokat, különböző számításokat, kimutatásokat futtatni rajtuk) feltöltöttük őket a HAPI szerverre. A web kliensen az Angular RESTful interfészével alakítottunk ki egy lekérdező - adatkonvertáló modult, amely lekérdezéseket intézett a HAPI felé, ellátva a megfelelő paraméterekkel (páciens azonosító, idősáv kijelölés, a kiválasztott méréstípus LLOINC/SNOMED azonosítója), majd a visszakapott eredményeket feldolgozta, és egyszerű, követhető formában megjelenítette a dashboardon és az egyes mérésfajták saját oldalain. A hivatalos iHealth eszközök mellett (mérleg, vérnyomás, vérszaturáció) a saját fejlesztésű Plethysmograph fejlesztésünk adatait is feltöltöttük - tökéletesen kihasználva a FHIR szabvány nyújtotta előnyt, egy szerveren, egységes algoritmusokkal, azonos formátumban kezelve a különböző eszközökkel végzett, különböző típusú méréseket.

Pszichiátrai teszt: Egy meglehetősen más területen is bevált később a technológiai stack. Az ÁOK Pszichiátrai Klinikával együttműködésben fejlesztettünk egy okostelefonos alkalmazást, amely egy 196 kérdésből álló teszt kitöltését könnyítette meg a tesztet kontrolláló pszichiáter számára, úgy, hogy az bármikor megszakítható és folytatható volt, a backend pedig nem csak a feltöltött válaszokat tartalmazta, de magát a kérdőívet is a kliens alkalmazás számára (FHIR Questionnaire és QuestionnaireResponse erőforrások segítségével). A mobiltelefonos kliens AngularJS segítségével készült, így alkalmazhattuk a bevált adatlekérdező és feldolgozó megoldásainkat (kombinálva a telemedicina labor esetén is használt proxyval, a mobiltelefonos feltöltések hitelessége és az adatbiztonság érdekében), az Apache Cordován alapuló Ionic Framework segítségével azonban webes alkalmazás mellett mobilos alkalmazást is előállítottunka kódbázisból mind iPhone, mind Android platformra, egységes kinézettel, kezelőfelülettel és teljesítménnyel. Az eredmény jelenleg tesztelés alatt áll (beleértve a feltöltött eredmények kiértékelési technikáit), azonban a FHIR szabvány egy újabb lehetséges használati módját fedeztük fel így, amely egyformán használható egy nagyobb, többféle komplex vizsgálatot használó rendszer részeként, vagy a pszichiátriai teszthez hasonlóan egy elkülönített, csak az adott feladatot ellátó alkalmazáshoz, amelynek formátuma, hivatkozásai azonban továbbra is kompatibilisek bármilyen FHIR szabványt alkalmazó rendszerrel.

Included Dashboard: Az Included projektünk keretein belül célunk egy olyan generátor mag létrehozása, amely a megadott paraméterek alapján képes egy a kért mérési típusokat támogató, kiértékelő rendszert generálni. A FHIR szabvánnyal szerzett tapasztalataink révén ehhez a rendszerhez is a szabvány alkalmazását terveztük, azzal a fontos különbséggel a korábbi projekthez képest, hogy míg ott a HAPI szolgált backendként, itt a háttérben futó tároló is a generátor hatására jön létre - természetesen a kompatibilitás és a szabvány betartása érdekében ugyanazokkal az elérési utakkal, ugyanolyan REST interfésszel, mint a HAPI. A backend-generátorból már született demó változat, amely a Patient és az Observation erőforrásokat tudta tárolni - a létrehozott rendszer pedig teljesen kompatibilis a HAPI-val, az erőforrások segítségével tárolt adatokat szabadon tudtuk mozgatni az előállító mérőeszközök, a HAPI szerver és a legenerált, könnyűsúlyú demo backend között.

A fejlesztés során a felcserélhető backendek mellett két további elemmel bővítettük a rendszert. Beüzemeltünk egy a háttérben futó, időzítő alapú kiértékelő modult, amely naponta, hetente, havonta egyszer lefutott az adatbázis megjelölt kezelési csoportba tartozó páciensein, és megvizsgálta a feltöltéseik alapján kialakult trendet - egy próbaként levezetett példán egy hipertóniás beteg kezelését - majd elemezte, hogy azok megfelelnek-e a kijelölt terápiának. Amennyiben nem, a rendszer egy riasztással jelezte a kezelőorvos felé a problémát, indikálva, hogy a páciens vagy nem megfelelően követte az előírásokat, vagy változtatni kell az előírt terápián. A másik fontos elem a gps kezelés hozzáadása, illetve ezen keresztül az aktuális pozíció FHIR szerinti eltávolítása volt - a páciens aktuális pozíciója időről-időre mentésre került a rendszerben, és amennyiben ez esetleg egy megengedett zónán kívül esett (egy folyamatos megfigyelést igénylő beteg elhagyta az engedélyezett területet) ismételten azonnali riasztásra került sor az orvos számára. (Az értesítendő személyek listája természetesen testre szabható, a rendszer potenciálisan több különböző telekommunikációs formában - SMS, email, notification - képes értesíteni gondozókat, hozzátartozókat.)

Lehetőségek

Természetesen a három projektünk, ahogy korábban is megjegyeztem, csak egy kis töredékét használták ki a FHIR szabvány teljes erejének, a használatával elérhető teljes funkcionalitásnak. Ameddig két eszköz, vagy két adattároló rendszer a FHIR szabványt használja (és természetesen rendelkeznek a megfelelő engedélyekkel, jogosultságokkal és felhatalmazásokkal egymás felé) addig különösebb nehézségek nélkül képesek kommunikálni egymással, különböző műveleteket végrehajtani egymás adatain. A teljes készlet lefedi a vizsgálati időpontokat, az eszközhasználati kérelmeket és jegyzőkönyveket, a diagnózisokat, kijelölt étrendet, kockázatelemzést, kórtörténetet. A FHIR szabvány minden jel szerint új területet fog nyitni az egészségügyi fejlesztések terén, amely nyitott mind a felhasználók különböző igényeire, mind az innovációra – remélhetőleg sikerült megfelelő képet adnunk róla, és szemléltetnünk a benne rejlő potenciált.

Hivatkozások

- [1] <http://www.nejm.org/doi/full/10.1056/NEJMp0900411> No Small Change for the Health Information Economy, Kenneth D. Mandl, M.D., M.P.H., and Isaac S. Kohane, M.D., Ph.D., The New England Journal of Medicine, 2009; 360:1278-1281 March 26, 2009 DOI: 10.1056/NEJMp0900411
- [2] <https://www.hl7.org/fhir/index.html> FHIR official site
- [3] <https://www.hl7.org/>, Health Level Seven official site
- [4] <http://smarthealthit.org/smart-on-fhir/>, SMART on FHIR project site
- [5] <http://hapifhir.io/> FHIR HAPI official site
- [6] <http://ionicframework.com/> Ionic Framework official site

Okostelefonokra rögzíthető endoszkópok alkalmazása a fül-orr-gégészetben

Posta Bálint¹, Szakács László¹, Nagy Attila^{1,2}, Rovó László¹, Forczek Erzsébet², Kiss József Géza¹, Bari Ferenc²

¹Szegedi Tudományegyetem Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti Klinika, office.ori@med.u-szeged.hu
6725 Szeged, Tisza Lajos krt. 111.

²Szegedi Tudományegyetem, ÁOK Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet, office@dmi.u-szeged.hu
6720 Szeged, Korányi fasor 9.

Összefoglaló: A fül-orr-gégészeti betegevizsgálat fontos részét képezik az endoszkópok, melyek jelentősen hozzájárulnak a biztonságosabb diagnózis felállításához. Azonban jelenleg ezen eszközök alkalmazása inkább a szakellátó helyekre korlátozódik. A telemedicina alkalmazásának egy új lehetőségét jelenthetik a fül-orr-gégészetben az okostelefonokra csatlakoztatható endoszkópok, melyekkel a rögzített felvétel könnyedén továbbíthatóak szakorvosok irányába. Jelen tanulmányunkban az „Endoscope-i” okostelefon adaptert alkalmaztuk, hogy teszteljük ezen endoszkópok használatát a gyakorlatban, különböző fül-orr-gégészeti betegek vizsgálatával, továbbá kiértékeljük az eszköz által készített felvételeket. Tapasztalataink alapján az okostelefonra csatlakoztatható endoszkópok megfelelő használatának elsajátítása mellett eredményesen alkalmazhatóak távkonzultáció céljából.

Bevezető

A fül, orr, garat, és a gége anatómiai elhelyezkedésük miatt korlátozottan vizsgálhatóak. Ennek következtében a fül-orr-gégészeti betegevizsgálat alapvetően eszköz igényes. Napjainkban a szakmában használatos klasszikus eszközöket (pl. orrspekulumot, fültölcsért, indirekt gégetükröt) már mindenhol kiegészítik az endoszkópok, melyek jelentősen hozzájárulnak a biztonságosabb diagnózis felállításához. Azonban ezen eszközök a szükséges anyagi és instrumentális háttér miatt csupán a szakvizsgálatokon érthetőek el. Ezen korlátozott elérhetőség miatt a betegeknek gyakran jelentős távolságot kell megtenniük, hogy a megfelelő szakellátóhelyekre kerüljenek. Továbbá az egyre hosszabbodó várólisták miatt is sokkal több idő telik el az ellátásig, mely így negatívan befolyásolhatja a betegségek kimenetelét.



1. ábra: Endoscope-i rendszer: A) iPhone 6 telefonra felszerelt Endscope-i B) teljes Endoscope-i oto-endoszkóp felszerelés C) az eszköz használat közben

Az okostelefonok - köszönhetően széleskörű elterjedtségüknek, valamint sokrétű felhasználhatóságuknak (hardveres, szoftveres applikációk, telefonra rögzíthető kiegészítő tartozékok) - képesek e problémákat áthidalni. A fül-orr-gégészetben az okostelefonok alkalmazásának egyik új lehetőségét jelenthetik a telefonokra csatlakoztatható endoszkópok [1].

Célkitűzés

Jelenleg ezen eszközök alkalmazása hazánkban eddig még nem honosodott meg. Így jelen tanulmányunk célja, hogy bemutassuk az ilyen típusú endoszkópok használatát a gyakorlatban, különböző fül-orr-gégészeti betegek vizsgálatával, továbbá, az eszköz által készített felvételeket kiértékeljük.

Módszer

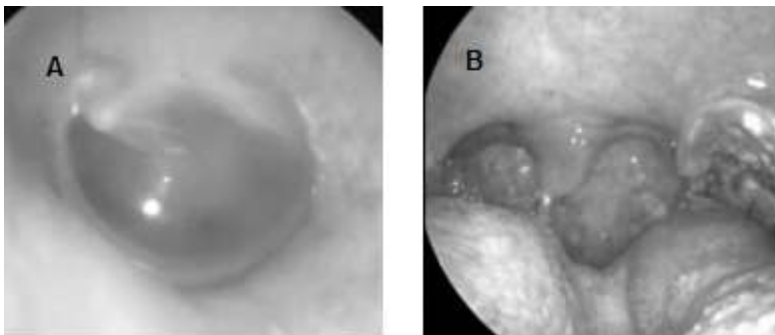
A felhasznált eszközök az Emberi Erőforrások Minisztériuma 16940-19/2015/INTFO sz. pályázatának keretében kerültek beszerzésre, melyek SZTE ÁOK Telemedicina Oktatóközpontjának részét képezik. Az „Endoscope-i” adaptert (1.A. kép) használtunk (Egyesült Királyság, endoscope-i Ltd.), mely egy iPhone alapú rendszer. A teljes kiszerelés tartalmaz egy iPhone-ra csatlakoztatható műanyag adaptert, fehérfényű LED

fényforrást és merev oto-endoszkópot (4mm / 0° / 55mm hosszú, gyártó: Microscopix). (1.B. kép).

Az eszköz összeszerelése: a műanyag adaptert a telefon tetejére csatlakoztatjuk úgy, hogy a zárórekesz az iPhone főkamerája felett helyezkedik el. Ezután az endoszkópot a gyűrűs zárórekeszbe helyezük, majd a gyűrű forgatásával tudjuk stabilan rögzíteni. A felvételek készítése pedig a telefon kameráján keresztül történik. Jelen vizsgálatainkban Apple iPhone 6 okostelefont használtunk (16GB, Retina HD display 4,7 inches LED-es kijelző, felbontás 1334x750-pixel, Fókamera felbontása 8-megapixel, videófelvétel 1080p/30fps, 720p/240fps).

Felvételek készítéséhez a forgalmazó cég által ajánlott és fejlesztett IOS alapú „Endoscope-i Version 2.0” applikációt használtuk, mellyel beállíthatjuk a fókuszot, az expozíciót, képméretet és a képstabilitását. Az applikáció saját könyvtárában tárolja el az elkészült képeket, melyet szükség esetén jelszavas védelemmel is elláthatunk.

Az eszközt teszteltük ambulanciánkra érkező betegek vizsgálatakor, továbbá külső osztályokon kért konzíliumok esetében is.



2. ábra: A) Fül vizsgálata: ép hallójárat és ép dobhártya B). Torok vizsgálata: bal oldali garatmandula tumora

Eredmények

Az Endoscope-i rendszer - összehasonlítva az eddig használt endoszkópokkal - könnyen felhelyezhető és használható. A betegek a vizsgálatokat jól tolerálták. Emellett legtöbbjük kíváncsian érdeklődtek az elkészült felvételek iránt. Ezek közül néhány megtekinthető a 2. ábrán. Az elkészült felvételek az okostelefonnak köszönhetően gyorsan továbbküldhetőek voltak a szakorvosok részére. A felvételek értékelésekkor általánosságban elmondható volt, hogy a diagnózishoz szükséges fontosabb

részletek felismerhetőek voltak. A legtöbb tapasztalatot a fülről készült videókról sikerült szerezni.

Következtetések

Hazai irodalomban eddig nem találtunk a fül-orr-gégészet területén a témában megjelenő tapasztalatokat, eredményeket, melyről így elsőként számolhattunk be. Tapasztalataink alapján ezen okostelefonra csatlakoztatható endoszkópok eredményesen alkalmazhatóak távkonzultációra. Jelen vizsgálatainkban szakmán belül történtek a „konzílium kérések” (rezidens és szakorvos között), azonban úgy gondoljuk ezen eszközök a megfelelő elsajátításuk mellett már nemcsak szakellátóhelyekre korlátozódhatnak, hanem akár az alap- és szakellátás közötti referálásra is elérhetővé válhatnak, megvalósítva egy gyorsabb és hatékonyabb betegellátást, és egy online konzultációs rendszert. Természetesen ehhez hozzátartozik, hogy a beteg adatok védelme miatt további kódolási és adatvédelmi lépések megvalósítása lesz szükséges.

2016 májusában Egyetemünkön Telemedicinás Oktatóközpont nyílt, melyben ehhez hasonló eszközöket használhatnak orvostanhallgatók. Ebben a graduális képzésben Klinikánk is részt vesz, melyben a hallgatókat megtanítjuk az endoszkóp általános készségszintű elsajátítására.

Továbbá nemcsak diagnosztikai szempontból jelentenek előnyt, hanem a betegek a saját felvételeik megtekintésével, sokkal jobban megérthetik betegségüket (pl. fülkürthurut), valamint egy-egy javasolt terápia szükségességét. Mindezek segítenek a betegoktatásban, és a különböző prevenciókban.

Az okostelefonra rögzíthető endoszkópok sikeres kezdeti eredményei és potenciális lehetőségei miatt a jövőben szeretnénk további kiterjedtebb vizsgálatokat is elvégezni.

Hivatkozások

- [1] CJ. Wu, SY. Wu, PC. Chen, and YS. Lin An: Innovative Smartphone-Based Otorhinoscope and Its Application in Mobile Health and Teleotolaryngology. *Journal of Medical Internet Research*. 2014; 16 (3): e71.

Holografikus képrekonstrukció alkalmazása folyadékvizsgálat során

Garaguly Zoltán¹, Kozlovszky Miklós², Kovács Levente³

¹Óbudai Egyetem, Alkalmazott Informatikai Doktori Iskola,

garaguly.zoltan@biotech.uni-obuda.hu

1034 Budapest, Bécsi út 96/b

²Óbudai Egyetem, BioTech Tudásközpont, EKIK,

kozlovszky.miklos@nik.uni-obuda.hu

1032 Budapest, Kiscelli 78-80

³Óbudai Egyetem, EKIK,

kovacs.levente@nik.uni-obuda.hu

1034 Budapest, Bécsi út 96/b

Összefoglaló: A holografikus mikroszkópia segítségével nagyfelbontású digitális képeket készíthetünk kis tárgyakról, objektumokról. Ez a technológia, a fény hullámtermészetét használja ki, úgy, hogy akár háromdimenziós képet is készíthetünk, amivel a vizsgált objektum térbeli struktúrája is megállapítható. A hagyományos fénymikroszkópok egyik nagy hátránya a kis mélységélesség is kiküszöbölhető a holográfiával, továbbá olyan eljárások során is alkalmazható, ahol a vizsgálni kívánt objektumok, alakja, kiterjedése is többletinformációt tartalmazhat. Ilyen vizsgálat lehet valamilyen folyadékvizsgálat, vagy akár élő vérvizsgálata is.

Bevezetés

Az objektumokról, alakos elemekről készülő digitális képeket egy saját készítésű digitális holografikus mikroszkóppal készítjük, valamint ezeket a holografikus képeket, egy szintén saját fejlesztésű képrekonstrukciós szoftverrel dolgozzuk fel. A feldolgozás során megállapítható a vizsgált objektumok különböző paraméterei, valamint generálhatunk egy szemléletesebb háromdimenziós képet, melyen jól megfigyelhető az objektum háromdimenziós kiterjedése.

Jelen cikkben egy folyadékvizsgálathoz szükséges képrekonstrukciós eljárás kerül bemutatásra. Ezzel, a folyadékban lévő alakos elemek paraméterei, valamint a térbeli kiterjedésükre vonatkozó információk nyerhetők ki, melyekkel többek között háromdimenziós modelljük is elkészíthető. A kinyert többletinformációkkal biztosabban állapítható meg az objektumok különböző paraméterei, később a diagnosztizálás során ezek az információk döntő jelentőségűek lehetnek.

Célkitűzés

A célkitűzés az volt, hogy egy olyan képrekonstrukciós eljárást alakítsunk ki, mellyel folyadékról készült holografikus képeket lehet feldolgozni. A feldolgozás azt jelenti, hogy a folyadékban lévő alakos elemeket megszámlálható, felismerhető, és megjeleníthető formátumra alakítsuk. Ez több részből áll, elsőként meg kell állapítani, hogy mekkora az az elem, amit látunk, majd meg kell határozni az alakját, térbeli kiterjedését. A térbeli kiterjedés könnyen vizualizálható úgy, hogy egy háromdimenziós modellt alkotunk a holografikus képen lévő alakos elemről, és azt ábrázoljuk. A térbeli struktúra egyes esetekben többletinformáció lehet a szimpla adatokkal szemben.

Módszer

A holografikus képrekonstrukciós eljárásokról számos hazai és nemzetközi publikáció ad összefoglaló áttekintést [1-3]. Korábban már egy alkalmazott eljárást, a Fresnel konvolúciót bemutató publikációmban [4] ismertettem az eljárást és az elért eredményeket, itt viszont egy másik eljárás bemutatására kerül sor, mely a konvolúciós megközelítéssel végrehajtott képrekonstrukció lesz. Ezzel az eljárással jobb minőségű és nagyobb felbontású rekonstruált képeket lehet előállítani a holografikus képekből, szemben a Fresnel eljárással.

Képrekonstrukció konvolúciós megközelítéssel

Fresnel-Kirchhoff diffrakciós integrál az alapja a numerikus holografikus rekonstrukciónak (1). A rekonstruált hullámtér $\Gamma(\xi, \eta)$ egy komplex függvény, amiből az intenzitás és a fázis is kiszámolható [5]. Szemben azzal az optikai holografikus rekonstrukcióval, ahol csak az intenzitás lesz látható. Ez egy érdekes tulajdonsága a digitális holográfiának, melyet a digitális holografikus interferometriában használnak. A Fresnel-Kirchhoff integrál numerikus feldolgozása, közelítés alkalmazása nélkül elég időigényes.

$$\Gamma(\xi, \eta) = \frac{i}{\lambda} \int \int_{-\infty}^{\infty} h(x, y) E_R^*(x, y) \frac{\exp\left(-i \frac{2\pi}{\lambda} \rho\right)}{\rho} dx dy \quad (1)$$

A numerikus feldolgozás, más egyenértékű formulával viszont sokkal kézenfekvőbb lehet. A konvolúciós tétel alapján, ebben a fejezetben a konvolúciós megközelítéses módszer kerül bemutatásra. Demetrakopoulos és Mitra alkalmazta elsőnek ezt a numerikus feldolgozást, rekonstrukcióra, optikai hologramoknál [6]. Későbbiekben ezt a megközelítést Kreis is alkalmazta az optikai holográfiában [7]. A rekonstrukciós képlet (1) úgy is értelmezhető, mint egy szuperpozíció integrál, ahol az impulzusválaszt $g(x,y, \xi, \eta)$ megkapjuk a következő összefüggésből (2):

$$g(\xi, \eta, x, y) = \frac{i}{\lambda} \frac{\exp\left[-i \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{d^2 + (x - \xi)^2 + (y - \eta)^2}\right]}{\sqrt{d^2 + (x - \xi)^2 + (y - \eta)^2}} \quad (2)$$

A szuperpozíció integrál konvolúciós tulajdonságúnak tekinthető, ezért a konvolúciós tételt lehet alkalmazni. Tehát kiszámolható a Fourier transzformációval. Ezek után megszorozzuk a g Fourier transzformáltjával és ennek az eredményeként kapott összefüggés inverz Fourier transzformáltját vesszük. Az egyes Fourier transzformációk, hatékonyan megoldhatóak a gyors Fourier transzformációval is. A numerikus impulzusválasz függvény a következő (3):

$$g(k, l) = \frac{i}{\lambda} \frac{\exp\left[-i \frac{2\pi}{\lambda} \sqrt{d^2 + \left(k - \frac{N}{2}\right)^2 \Delta x^2 + \left(l - \frac{N}{2}\right)^2 \Delta y^2}\right]}{\sqrt{d^2 + \left(k - \frac{N}{2}\right)^2 \Delta x^2 + \left(l - \frac{N}{2}\right)^2 \Delta y^2}} \quad (3)$$

A $g(k, l)$ Fourier transzformáltja kiszámítható és kifejezhető analitikusan, ez megspórol egy Fourier transzformációt a rekonstrukció során.

A hologramnál és a konvolúciós megközelítést alkalmazó rekonstrukciónál lévő pixeltávolságok egyenlők:

$$\Delta \xi = \Delta x ; \quad \Delta \eta = \Delta y \quad (4)$$

A pixeltávolságok eltérnek a rekonstruált képen és a Fresnel közelítéssel rekonstruált képen. Első ránézésre úgy tűnhet, mintha el lehetne érni nagyobb felbontást a konvolúciós megközelítéssel, ha a pixeltávolságok elég kicsik. Jobban megvizsgálva látszik, hogy a kalkulált felbontás (4. egyenlet szerint) csak egy számérték. A fizikai képfelbontást a diffrakció határozza meg.

A numerikus rekonstrukciós folyamatnál elhanyagolható a diffrakciós integrál elhajlási tényezője. Azonban meg kell említeni azt, hogy lehetséges az is, hogy vizsgálni kell az elhajlási tényezőt a konvolúciós megközelítésnél.

A konvolúciós megközelítéssel lehetőség van arra, hogy a rekonstrukciós folyamatot egy nagyított képen végezzük el. Bevezetve egy nagyítási tényezőt, mely a rekonstrukciós távolságot változtatja, megkapjuk a következő egyenletet (5), mely alkalmazható a rekonstrukcióra.

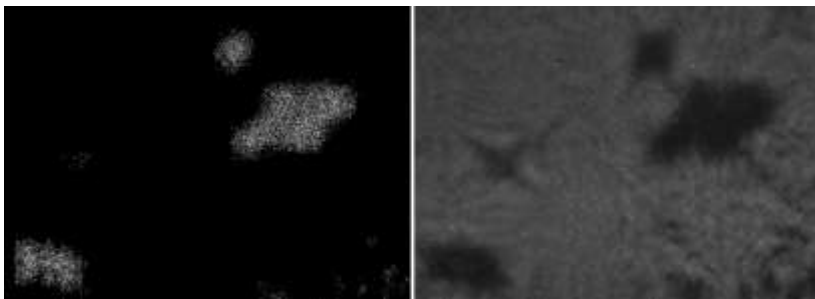
$$L(x, y) = \exp\left[i\frac{\pi}{\lambda f}(x^2 + y^2)\right] = \exp\left[i\frac{\pi}{\lambda}\left(\frac{1}{d} + \frac{1}{d'}\right)(x^2 + y^2)\right] \quad (5)$$

A d' a nagyítási tényezővel módosított távolság érték. A konvolúciós módszernél, a nagyítási tényező $m=1/7$ volt, valamint a pixeltávolság fele akkora volt, mint a Fresnel eljárásnál, ami azt jelenti, hogy kétszer annyi pixel érhető el az objektum mezőben. Ki kell emelni azonban azt, hogy a fizikai felbontás, megfigyelik mind a két esetben.

Eredmények

A tesztelés során egy felbontás tesztelő lemezről készültek képek először, ezzel megállapítható volt a felbontás, és a különböző objektumok mérete. Ez a felbontás azonban a hardver (holografikus mikroszkóp) és a szoftver együttes felbontása, ami azt jelenti, hogy az egyik nagyban befolyásolja a másikat. A különböző beállítások alapján, a felbontóképesség 10-20 mikrométer között van, ami azt jelenti, hogy minimum egy 10-20 mikrométeres objektum ismerhető fel teljes biztonsággal, ez beállítás és megvilágítás függő.

Ezután egy kapilláris csőbe folyadékot vezetve, erről készültek holografikus képek. A folyadékokban 4-5 mikrométeres szemcsék voltak, azonban a kapilláris cső belső átmérője 1mm volt. Ezáltal nagyon sok szemcse átfedésbe került, és a sok folyadék torzította a képet, de ennek ellenére is látszódnak a folyadékokban található szemcsék. Mivel ezek a szemcsék fele akkorák voltak, mint a rendszer felbontóképessége, ezért csak korlátozottan alkalmasak további feldolgozásra. A mérések elvégezhetőek, az objektumok megszámlálhatóak, viszont háromdimenziós modellalkotáshoz nem elegendő a kapott információ.



1. ábra: rekonstruált kép, holografikus kép

Következtetések

Az elkészített rekonstrukciós eljárás, alkalmazható holografikus képeken szereplő objektumok rekonstruálására. A konvolúciós eljárással nagyobb felbontást lehet elérni, mint a korábban használt Fresnel eljárással, valamint a végrehajtási ideje is kevesebb, ezáltal nagyobb biztonsággal lehet alkalmazni holografikus rekonstrukcióra.

Azonban a holografikus mikroszkópon további változtatások szükségesek. Megoldandó feladat a kapilláris cső kiváltása, mellyel csökkenteni lehet az átfedésben lévő objektumokat, valamint a tesztek során az látszódott, hogy a megvilágító fény nagyban befolyásolja az eredményt.

Köszönetnyilvánítás

A szerzők ezúton mondanak köszönetet az Óbudai Egyetem, Egyetemi Kutató és Innovációs Központjának (EKIK) a kutatásokhoz biztosított anyagi támogatásért.

Hivatkozások

- [1] Joseph, W. G., „Introduction to fourier optics, second edition.” Optical Eng. 35(5), 1513 (1996.)
- [2] Atsushi, S., Yusuke, T., Tomoyoshi, S., Nobuyuki, M., Tomoyoshi, I.: „Handheld and low-cost digital holographic microscopy.” (2012.)
- [3] Z. Göröcs, L. Orzó, M. Kiss, V. Tóth, Sz. Tőkés: „In-line color digital holographic microscope for water quality measurements” MTA SZTAKI (2010)
- [4] Z. Garaguly, M. Kozlovsky, L. Kovács: „High resolution digital holographic microscope and image reconstruction.” (INES 2015)
- [5] Schnars U: „Direct phase determination in hologram interferometry with use of digitally recorded holograms.” Journ. Opt. Soc. Am. Vol. 11, 2011-2015
- [6] Demetropoulos TH, Mitra R: „Digital and optical reconstruction of images from suboptical diffraction patterns.” Appl. Opt. 12, 665-670
- [7] Kreis T, Jüptner W: „Suppression of the dc term in digital holography”. Opt. Eng. 36, 2357-2360

Képregisztrációs algoritmusok alkalmazása fej-nyak régió szerveinek szegmentálásához MRI felvételeken

Tanács Attila¹, Nagy Antal¹, Urbán Szabolcs¹,

Dobos Judit², Kerekes Fanni², Palkó András³

¹Szegedi Tudományegyetem, Informatikai Intézet,

{tanacs, nagya, urbansz}@inf.u-szeged.hu

6720 Szeged, Árpád tér 2.

²Affidea Diagnosztika Kft, {lyudit, kerekesfanni88}@gmail.com

6725 Szeged, Semmelweis u. 6.

³SZTE ÁOK Radiológiai Klinika, palkoand@gmail.com

6725 Szeged, Semmelweis u. 6.

Összefoglaló: Munkánk során azt vizsgáltuk, hogyan segíthető az orvos munkája fej-nyak régióban készült MRI felvételek szegmentálása során. Az első megközelítésünk multimodális adatokra épül, vagyis a betegről többféle súlyozású MRI kép készül és ezek kiegészítő információt tartalmaznak plusz információt. A másik esetén több betegről készült, szegmentált vizsgálatok alapján építünk statisztikai atlaszt, amit automatikus szegmentáló algoritmusok inicializálásához lehet felhasználni. Mindkét esetben legalább kettő, vagy több képpel dolgozunk, amelyek között kisebb-nagyobb mértékű geometriai eltérések tapasztalhatók. Ezen eltérések képregisztrációs technikákkal kompenzálhatók. Vizsgálataink során karakterizáltuk a vizsgálati protokoll alapján az eltérések különböző típusait, ami meghatározza, milyen képregisztrációs módszert válasszunk. A multimodális esetben a regisztrációs eredményeket radiológusok értékelték ki, ami alapján megállapítható, hogy időben közeli felvételek esetén a regisztráció utáni illeszkedés általában megfelelő, így a kiegészítő képtartalmak segítik a manuális szegmentálást. Az atlasz alkalmazását vizuálisan értékeltük. Ez nem tekinthető önálló szegmentálásnak, de segítheti a szerv specifikus automatikus algoritmusok kezdeti érték beállítását.

Bevezető

Orvosi képek szegmentálása az orvosi képfeldolgozás évtizedek óta vizsgált területe. 3D képkötés esetén, mint amilyen az MRI, nagy mennyiségű képi adat keletkezik. Ezeken az egyes szervek területeinek manuális meghatározása szakértői munkát, és rengeteg időt igényel. Ennek az időnek a csökkentése fontos feladat.

Munkánk során a fej-nyaki régióban készült MRI vizsgálatokkal dolgoztunk. Ha egy betegről több vizsgálat is rendelkezésre áll, hasznos lehet ezek közös koordináta-rendszerbe transzformálása. Így a vizsgálatok

közvetlenül egymásra vetíthetők, az egymással párba kerülő intenzitásértékek a szegmentálási feladat során felhasználhatók például a nehezen megítélhető szövethatárok azonosítására. Ezt a közös térbe transzformálást nevezzük *képregisztrációnak*.

Mivel a képek készítése között rövidebb-hosszabb idő eltelik, ezért a beteg mozgása, valamint a szervek elmozdulásai miatt a képek között geometriai különbözőség alakul ki még egyazon beteg esetén is. Ez fokozottan igaz különböző páciensekről készült képek esetén, ahol az orientáció és az egyes szervek elmozdulásai mellett a páciensek közötti anatómiai különbségek is nagy szerephez jutnak.

Munkánk során azt vizsgáltuk, hogy egyazon beteg különböző modalitású vizsgálatait, valamint több páciens ugyanazon modalitású vizsgálatait között hogyan biztosítható az illesztés, és ez hogyan segítheti a szegmentálási feladatot. Meg kell állapítani a képek közötti lehetséges geometriai különbözőségek fajtáit és ki kell dolgozni ezek kompenzálását.

Módszerek

A rendelkezésre álló MRI modalitások közül a radiológusok a T2 FR FSE súlyozású axiális képen végeztek szervkontúrozást. Emellett minden beteg esetén háromféle T1 súlyozású (FSE, FatSat, PostGad) axiális vizsgálatot vettünk még figyelembe. A vizsgálatba bevont szervek az alábbiak: trachea, gerincevelő, bal és jobb oldali fültömirigy (parotis), nyaki verőér (carotis), torkolati véna (vena jugularis) és fejbiccentő izom (SCM).

Egy páciens multimodális vizsgálatainak illesztésekor azt feltételeztük, hogy csak globális, merev elmozdulásbeli különbség van közöttük. Mivel a modalitások az egyes szövettípusokat különféle intenzitástartományokra képzik le, ezért ennek megfelelő hasonlósági mértéket kell választani. A szakirodalomban ilyen célokra a *kölcsönös információtartalmat* javasolják [1]. A regisztrációt az *Insight Toolkit* segítségével oldottuk meg [2,3].

Különböző páciensek ugyanazon modalitású vizsgálatainak és szegmentált szerveinek közös referenciatérbe transzformálásával egy statisztikai atlaszt készíthetünk [4]. Megfelelő minőségű regisztrációtól azt várjuk el, hogy ugyanazon szervek a közös térben egymás közelében, lehetőség szerint minél jobban átfedve jelenjenek meg. Ha ez teljesül, minden képponthez egy számérték fog tartozni, ami azt mutatja, hogy a mennyire valószínű egy adott szerv megjelenése az adott ponton. Ezt az atlaszt egy új, szegmentálandó képhez illetve használhatjuk a szerv-specifikus szegmentáló algoritmusok inicializálásaként. A páciensek közötti anatómiai különbségek miatt ebben az esetben kétlépéses stratégiát alkalmazunk. Először egy skálázott

merev transzformációt keresünk, ami a globális mozgásokat és méretbeli különbözőségeket kompenzálja. Ezután egy nemlineáris transzformációval a lokális különbözőségeket közelítjük. Az általunk vizsgált területen külön problémát jelent, hogy a fej és a nyak egymáshoz képesti relatív helyzete nagymértékben különbözik a vizsgálatok között, ami globálisan nem modellezhető. Erre külön modellt nem készítettünk, egy alkalmasan választott nemlineáris transzformáció ezt is kezelni tudja. Választásunk ezért a B-Spline alapú geometriai transzformációra esett [2].

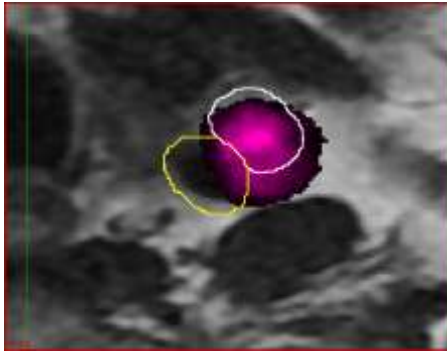
Kiértékelési módszerek és eredmények

Az ugyanazon beteghez tartozó multimodális illesztés kiértékeléséhez két radiológus 20 kiválasztott vizsgálaton ellenőrizte, hogy a merev módon illesztett T2-T1 vizsgálatokon megjelenő szervek milyen mértékben fednek át. Az osztályozáshoz egy 1-5 skálát vezettünk be, ahol az 5 jelenti a jó átfedést, a 4 a megfelelőt kisebb eltérésekkel, a 3 a nagyjából megfelelőt, a 2 a nagyjából megfelelő, de néhol nagy eltérésekkel, az 1 pedig a használhatatlanul nagy eltéréseket. A számértékeket átlagoltuk (1. sz. táblázat). Az eredmények alapján megállapíthatjuk, hogy a T2 FR FSE – T1 FSE illesztés az esetek többségében megfelelő pontosságú. A T2 – T1 FatSat illesztés minősége ettől kicsit elmarad. A T2 – T1 PostGad esetén az eltérések általában túl nagyok ahhoz, hogy jól használható legyen a szegmentálási feladat segítésére.

Megfelelő illesztés esetén kétféle módon is felhasználhatjuk az eredményt. Manuális kontúrozáskor a két képet együttesen megjelenítve a kérdéses esetekben a másik modalitás képi információja alapján dönthet a szakértő. Másrészt a célterületen kialakuló intenzitáspárok információja klaszterező algoritmusok tanítására is alkalmas lehet.

1. sz. táblázat Szervek fedési értékei regisztráció után

		T1 FSE	T1 FatSat	T1 PostGad
Trachea		4,7	4,4	3,0
SCM		5,0	4,6	3,1
Parotis		4,9	4,5	2,7
Jugularis		4,6	4,3	2,5
Gerincvelő		4,9	4,8	2,6
Carotis		4,7	4,4	2,5



1. ábra Képtérbe transzformált jugularis statisztikai atlasz (lila folt), valamint az orvos által meghatározott jugularis terület (fehér kontúr). A világosabb szín nagyobb valószínűséget jelent. Sárga színnel a carotis körvonala van ábrázolva.

A fej-nyaki atlasz készítéséhez 30 darab T2 FR FSE vizsgálatot illesztettünk egy referencia térbe a rajtuk végzett szerv szegmentálásokkal együtt. Az atlasz készítésénél és alkalmazásánál egyelőre vizuálisan ellenőriztük az eredményeket. Az 1. ábrán a lila színnel jelölt jugularis atlaszt láthatjuk, amely nagyrészt átfed az orvos által rajzolt területtel. Az atlasz egy része a szomszédos carotis struktúrával is átfed. Megjegyezzük, hogy az atlasz illesztése nem ad közvetlenül szegmentálást, egy kezdeti kiindulási pont lehet a szegmentáló algoritmusok számára.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a VKSZ_12-1-2013-0012 azonosító számú „Világszínvonalú Intelligens és Inkluzív Egészségügyi Információs és Döntéstámogató Keretrendszer (Analytic Healthcare Quality User Information) kutatása” pályázat támogatta.

Hivatkozások

- [1] Josien P. W. Pluim , J. B. Antoine Maintz , and Max A. Viergever. “Mutual-information-based registration of medical images: a survey”. IEEE Transactions on Medical Imaging, pp. 986-1004, 2003
- [2] Luis Ibanez, Will Schroeder, Lydia Ng, Josh Cates. The ITK Software Guide: The Insight Segmentation and Registration Toolkit. Kitware Inc, 2003
- [3] Insight Toolkit. <http://www.itk.org>.
- [4] B.M. Dawant, S.L Hartmann, JP. Thirion, et al. Automatic 3-D segmentation of internal structures of the head in MR images using a combination of similarity and free-form transformations. IEEE Trans Med Imaging, 18 (1999), pp. 909–916

MRI szekvenciák kombinált megjelenítése RGB képeken

Varga László¹, Tanács Attila¹,

Csomor Angéla², Szabó Endre², Palkó András²

¹Szegedi Tudományegyetem, Informatikai Intézet,

{vargalg, tanacs}@inf.u-szeged.hu

6720 Szeged, Árpád tér 2.

²SZTE ÁOK Radiológiai Klinika,

csomorangela@freemail.hu, {endrebacsi, palkoand}@gmail.com

6725 Szeged, Semmelweis u. 6.

Összefoglaló: Különböző típusú MRI szekvenciák együttes elemzése mindennapos gyakorlat a radiológiai leletezésben. Munkánk során megvizsgáltuk, hogy milyen lehetőségek vannak a különböző felvételek együttes megjelenítésére egyetlen képen. Ennek elérésére a leletezés folyamatának elemzésével felderítettük azon kép-együtteseket, amelyek jelentős kölcsönös információtartalommal bírnak. A képkombinációk felderítése után különböző technikákat dolgoztunk ki az MRI szekvenciák csoportjainak kombinált megjelenítésére.

Bevezető

A különböző MRI szekvenciák [4] különböző típusú információkat adnak az a páciensek állapotának felmérésére. A T1 súlyozott felvételeken nagy intenzitásokban jelenik meg a zsírszövet, és alacsony intenzitásokon a víz. Ezen felvételeket jól felismerhető az agykéreg szövege, és a máj léziók. A T2 súlyozott felvételeken nagy intenzitással jelennek meg a vízzel telt régiók, és jól elkülöníthetők rajtuk belső szervek és a léziók. A diffúzió-súlyozott MRI képeken [2,3], és az azokból számított látható diffúziós együtthatóból a víz molekulák mozgásának követésével következtetni lehet az idegrendszer elváltozásaira. További információt szolgáltathat a kontrasztanyagok szervezetbe való bejutása, amelyek a képeken markánsan megjelenve az testen belüli anyagcsere folyamatokba engednek betekintést.

Az MRI szekvenciák egymást kiegészítő információkat adnak, így az orvosi gyakorlatban sokszor együttesen elemzik a képeket a páciensek állapotának felmérésére. Ennek megoldásához az orvosok általában a különböző képeket párokban jelenítik meg külön-külön képernyőkön, és a képeket párhuzamosan elemzik. A képek elkülönült vizsgálata miatt viszont az apróbb eltérések, formációk megtalálása nehézkes lehet.

A kutatásuk célja, hogy a leletezés gyakorlatának segítésére hatékony eszközöket adjunk, amelyek segítségével a képeket együttesen, egyetlen képen megjelenítve a diagnózis felállítása pontosabb, és egyszerűbb lehet.

Módszer

A módszerek tervezésében és kidolgozásában több szempontot vettünk figyelembe. A feladatunk az volt, hogy kidolgozzuk azok kép kombinációs technikákat, amelyek segítségével az MRI szekvenciákat egyetlen képen tudjuk megjeleníteni. Ezen technikák főleg képfeldolgozási alapokon nyugszanak [1].

A módszerek kidolgozása közben figyelembe kellett vennünk azonban, hogy az emberi szem csak korlátos mennyiségű információt képes befogadni, így az összes szekvencia együttes megjelenítése nem kivitelezhető feladat. Ezen okból a második szempontunk annak meghatározása volt, hogy mely szekvencia együttesek adnak kölcsönösen egymást kiegészítő információkat. A végső eszközökben csak ezen limitált szekvenciacsoportok együttes megjelenését céloztuk meg.

A megjelenített adatok

- A vizsgálatok során főleg a feji régióról készült MRI szekvenciák kombinálásán fáradoztunk. Ezen szekvenciák között volt:
- T2 súlyozott frfse (a továbbiakban *T2 frfse*) felvétel.
- T2 súlyozott flair (a továbbiakban *T2 flair*) felvétel.
- T1 súlyozott fse (a továbbiakban *T1 fse*) felvétel.
- Gadolinium kontrasztanyag bejuttatása után készült T1 súlyozott (a továbbiakban *T1 Post-Gadolinium*) felvétel.
- Diffúzió-súlyozott felvételek magas (1000-es), és alacsony (800-as) B értékkel. (A továbbiakban *DWI magas-*, és *alacsony B értékű* felvételek.)
- A diffúzió súlyozott képekből számított látszólagos diffúziós együttható térkép (a továbbiakban *ADC map*).

Három szekvencia kombinálása

A vizsgálatok kezdeti fázisában két képkombinációs módszert dolgoztunk ki. Ezen módszerekben három képet kombináltunk a megjelenítésben. A T2 frfse, T2 flair, és T1 Post-Gadolinium képeket. Képek kombinálását úgy oldottuk meg, hogy a különböző szekvenciákat a kombinált kép különböző színsatornáira helyeztük. Például a T2 frfse szekvencia adta a vörös színsatornát, a T1 Post-Gadolinium szekvencia a zöld színsatornát, és a T2

flair kép a kék színcsatornát. A színcsatornák, és a szekvenciák párosítását több kombinációban is kipróbáltuk a legjobb láthatóság elérése érdekében.

Az orvosi környezetben történő elemzések arra engedtek következtetni, hogy már három szekvencia együttes megjelenítése is túl sok információt tartalmazhat egyszerre, és az ilyen képek elemzése nehézkes és bonyolult lehet. Speciális esetekben viszont ezen módszereknek is van létjogosultsága.

Két kép kombinálása

A fenti okok miatt megvizsgáltuk két felvétel megjelenítésének lehetőségét is. Figyelembe vettük azt is, hogy az emberi szem a különböző színeket különböző mértékben érzékeli. A kék színnek például kevesebb árnyalatát tudjuk megkülönböztetni, mint a vörös és zöld színek esetében.

A felhasznált párosítások a fentiekben leírt szekvenciák párjaiból alakultak ki. A képeket ebben az esetben két technikával kombináltuk.

Az egyik a szekvenciákon található intenzitások adott színekhez rendelésén, majd a kapott eredmények összeadásán alapult. A kiválasztott színeket komplementer színpárok adták, mint a piros-cián, vagy a zöld-magenta. A kombinációk kialakítása ebben az esetben egyszerű feladat, mivel ha például a T2 frfse, és T2 flair képek piros-cián színpárban való kombinálása a célunk, akkor annyit kell tennünk, hogy a megjelenített képen a pixelek vörös intenzitását a T2 frfse szekvenciából, a zöld és kék intenzitását pedig a T2 flair szekvenciából vesszük.

Egy másik kombinációs technikát az adott, hogy a kép-párokból kijelöltünk egy alap színt, ami mind a három színcsatorna felhasználásával alapvetően fehér színben jelent meg a képernyőn. Ehhez a szürkeárnyalatos képhez kevertük hozzá a második szekvenciát olyan módon, hogy a második szekvenciában megjelenő intenzitások arányában a pixel színét eltoltuk egy kiválasztott szín felé. Az ilyen típusú kombinációk hasznosak lehetnek például a T2 flair, és az ADC map képek kombinálására, ahol a T2 képet elsődlegesen használva láthatóvá válik a szervek finomabb struktúrái, míg az ADC-map-en vizsgálhatóvá válnak diffúzió elváltozásai.

Az orvosi környezetben folytatott vizsgálatok során arra a következtetésre jutottunk, hogy a fej régióban az alábbi szekvencia kombinációk bizonyulnak hasznosnak:

- T2 frfse, és T2 flair szekvenciák.
- T2 frfse, és magass B értékű DWI képek.
- T1 Post Gadolinium, és magas B értékű DWI képek.
- T1 fse képek a Gadolinium befecskendezése előtt, és után.
- T2 frfse kép, és ADC (Apparent Diffusion Coefficient) map.

A kombinációs technikák alkalmazása mellett meg kell említenünk, hogy a fenti módszerek csak abban az esetben alkalmazhatóak, ha a felhasznált modalitások pixel szinten is jól illeszkednek egymásra. Ezért a felvételek megfelelő regisztrációja elengedhetetlen.

Összefoglalás

Munkánk során olyan képmegjelenítési módszereket fejlesztettünk, melyek segítségével a különböző MRI szekvenciák felvételei egyetlen képen jelennek meg az a leletezés folyamatának segítésére. Felderítettük azon szekvencia együtteseket, amelyek kölcsönösen, egymást kiegészítő információkat mutatnak a diagnózis felállításához, és egyszerű képfeldolgozó módszerekkel kombináltuk azokat egyetlen RGB színes képen.

A munkánk további részében a kidolgozott módszerek klinikai integrációjára, és további módszerek fejlesztésére koncentrálnunk majd.

Köszönetnyilvánítás

Munkánkat a VKSZ_12-1-2013-0012 azonosító számú „Világszínvonalú Intelligens és Inkluzív Egészségügyi Információs és Döntéstámogató Keretrendszer (Analytic Healthcare Quality User Information) kutatása” pályázat támogatta.

Hivatkozások

- [1] R. C. Gonzalez, R. E. Woods, Digital Image Processing, 3rd edition, Prentice Hall (2008)
- [2] T. C. Kwee, et al., Complementary Roles of Whole-Body Diffusion-Weighted MRI and 18F-FDG PET: The State of the Art and Potential Applications, J Nucl Med. 2010 Oct;51(10):1549-58. doi: 10.2967/jnumed.109.073908. Epub 2010 Sep 16.
- [3] M.Y. Park, J.Y. Byun. Understanding the Mathematics Involved in Calculating Apparent Diffusion Coefficient Maps, DOI:10.2214/AJR.12.9231.
- [4] P. Sprawls, Magnetic Resonance Imaging: Principles, Methods, and Techniques, ISBN: 978-0944838976

Characterizing blood glucose response to specific meals in pre-diabetes: a small scale study

Rebaz A. H. Karim, István Vassányi, István Kósa
Medical Informatics Research and Development Center
University of Pannonia
Egyetem u. 10, Veszprem, H-8200 HUNGARY
e-mail: rebazah@ gmail.com , vassanyi@almos.vein.hu,
kosaist@gmail.com

Abstract: Our research area is prediction of blood glucose level. Usually, we use a combination of two state-of-the-art models reflecting the real process happening in the body. However, this model cannot handle the blood glucose control system for pre-diabetes cases. In this paper, we present an approach that tries to give prediction for two hours period after meals based on a dietary log and a calibration measurement.

Introduction

Prediabetes is a “pre-diagnosis” of diabetes which is characterized by an elevated blood glucose level (BGL). Frackmann et al. [1] proved that the postprandial glucose profile depend on meal’s absorption characteristics. The goal of the study was to characterize blood glucose response to specific types of meals using a continuous glucose monitor (CGM). If the response proves to be characteristic to the individual and the meal type, this could be used in short term postprandial blood glucose prediction for lifestyle support. Such a prediction, when implemented on a mobile device [2], can assist users in meals composition. For blood glucose prediction our research group already developed a method [3] that uses the combination of two state-of-the-art models reflecting the real process happening in the body. However, this method, running mathematical models for the digestion and blood glucose control system, is not feasible in pre-diabetes because the endogenous insulin production is hard to estimate.

Method

The study was performed with 6 healthy volunteers [2 female, 4 male, age 29.5 ± 8.5 years, body mass index 24.5 ± 5.4 kg/m²]. We performed 6 days CGM measurement, with 3 days of standardized diet with 5 meals per day, and 3 days normal meals according to the individual eating habits. Meals were designed according to daily energy needs. We had a lower (2000 kcal) and an upper (2500 kcal) energy need group. The participants used the Lavinia dietary mirror application to log their meals. We carried out the trial

with healthy people instead of pre-diabetes patients, since our experiment was designed to investigate the effect of meals on blood glucose level in short term, and also since pre-diabetes is very similar to the healthy state as in both cases the body has its own insulin production.

We characterized the postprandial glucose response profile with three numeric parameters, the first is the time to peak of glucose concentration in minutes, the second is the blood glucose level difference between the start and the peak in mmol/l, and the third is the time of the whole curve runoff. Our goal was to link these 3 parameters to the carbohydrate content and the glycemic composition of the meals [4, 5] for each investigated subject, thus setting up an ‘impulse response’ type method to predict the glucose concentration evolution for two hours after the meals.

Results

Due to measurement errors we cannot use two of the data sets (PD02 and PD06) but in the other data sets we can recognize the significant similarity of the three breakfast curves (FIGURE I).

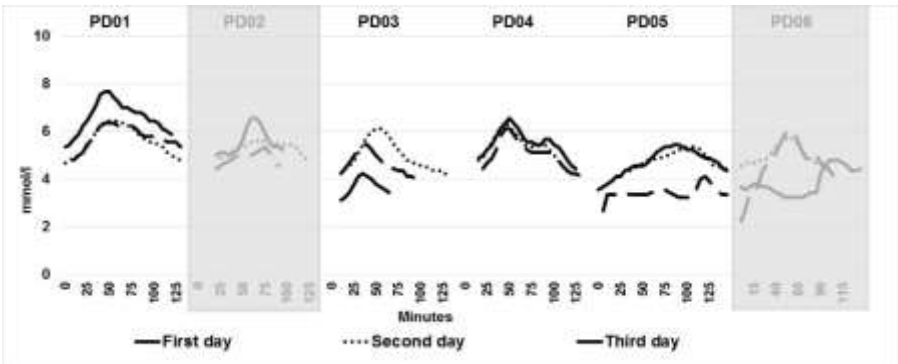


FIGURE I. Blood glucose level curves in 2 hours after breakfast for 6 participants (PD01-06). The three curves were recorded on three consecutive days, with the same breakfast.

In order to define the postprandial glucose profiles we calculated the three vectors from the average of the three breakfast responses. (TABLE I).

TABLE I. Postprandial glucose curve parameters, average of three breakfast records

People	Avg. time to max (minutes)	Avg. difference (mmol/l)	Avg. time start->end (minutes)
PD01	42	3.48	128
PD03	28	1.33	90
PD04	30	1.63	115
PD05	80	1.45	133

In order to check the similarity of the response curves belonging to the same person, we performed k-means clustering based on the above parameters of all meals. The resulting 3 clusters show that three of the four persons (PD01, PD04, and PD05) have a response quite different from one another (FIGURE II).

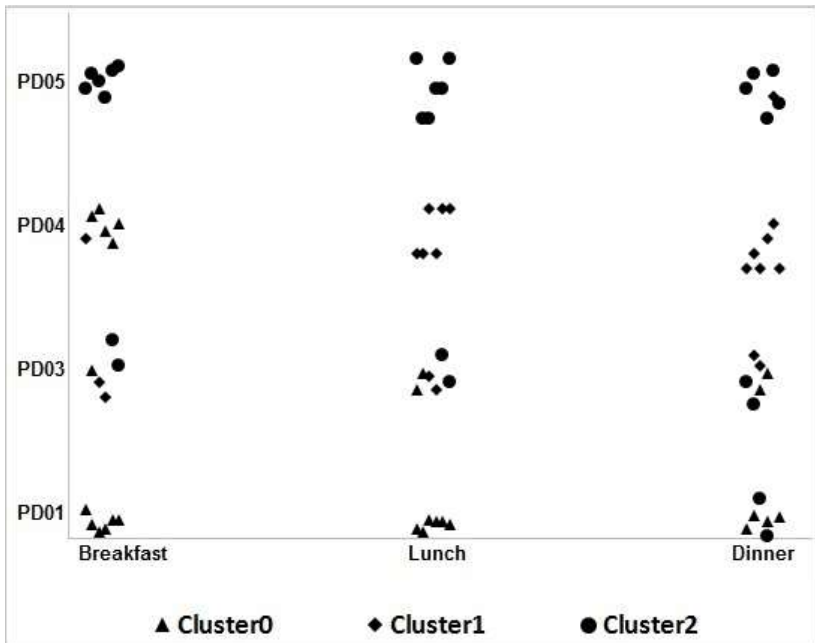


FIGURE II. Results of k-means clustering

The results show that at least 3 (PD01, 04 and 05) of the 4 persons have a rather characteristic (personal) BGL response to the meal. This result can be a basis for personalized BGL predictions relying solely on the dietary log.

Discussion

We run this 6-person trial as a pre-study to investigate the feasibility of a more serious clinical trial. The results are yet in an initial phase. We plan to develop a numerical method based on the principles of the BGL prediction model used for diabetics, that uses such personalized vectors derived from the ‘impulse responses’ of a CGM-controlled meal and lifestyle log, to find and estimate for the responses belonging to other meals, possibly taking into account also the daily variations of insulin sensitivity.

If we can predict the postprandial BGL at least for the meals in the current 6-day experiment with acceptable reliability, e.g. the lunches using the breakfast profiles, then we must design a larger scope clinical trial (n>20) to be performed in the future.

References

- [1] Freckmann, G., Hagenlocher, S., Baumstark, A., Jendrike, N., Gillen, R.C., Rossner, K. and Haug, C. (2007) Continuous glucose profiles in healthy subjects under everyday life conditions and after different meals. *J. Diabetes Sci. Technol.* 1, 695–703
- [2] I. Kósa, I. Vassányi, M. Nemes, K.H. Kálmánné, B. Pintér, and L. Kohut, “A fast, android based dietary logging application to support the life change of cardio-metabolic patients”, *Global Telemedicine and eHealth Updates: Knowledge Resources*, 7, 2014, pp. 553-556 [http:// www.lavinia.hu/](http://www.lavinia.hu/).
- [3] Peter Gyuk, Tamas Lorincz, Rebaz A. H. Karim, Istvan Vassanyi. *Diabetes Lifestyle Support with Improved Glycemia Prediction Algorithm*. In Marike Hettinga et al. (eds.) *Proc. of the Seventh International Conference on eHealth, Telemedicine, and Social Medicine (eTELEMED 2015)*, ISBN 978-1-61208-384-1, Lisboa, Portugal, 22-27 February 2015, pp. 95-100.
- [4] Kaye Foster-Powell, Susanna HA Holt, and Janette C Brand-Miller “International table of glycemic index and glycemic load values: 2002” *Am J Clin Nutr* 2002;76:5–56. Printed in USA. © 2002 American Society for Clinical Nutrition
- [5] Atkinson FS, Foster-Powell K, Brand-Miller JC. “Glycemic index (GI) and glycemic load (GL) values determined in subjects with normal glucose tolerance: 2008” *International Tables of Glycemic Index and Glycemic Load Values: 2008*. *Diab Care* 2008; 31 DOI 10.2323/978-1-61499-389-6-77, pp. 77-81. [glucose absorption from mixed meals.pdf](#)

Párhuzamos jelfeldolgozási módszerek bioelektromos jelek valós-idejű feldolgozására

Juhász Zoltán

Pannon Egyetem, juhasz@virt.uni-pannon.hu
8200 Veszprém Egyetem u. 10.

Összefoglaló: A cikk a bioelektromos jelfeldolgozó algoritmusok párhuzamosítására mutat be két módszert. Az egyik a többmagos CPU-kon futtatható párhuzamos pipeline, míg a másik a grafikus processzorok (GPU) alkalmazásával létrehozott, nagyfokú párhuzamos kernel-ek segítségével növeli a rendszer számítási teljesítményét. Bemutatjuk a konkrét implementációk elvét és az elért eredményeket.

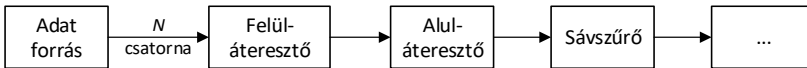
Bevezető

A bioelektromos jelek feldolgozása közismerten számításigényes feladat. Különösen igaz ez a sokcsatornás, zajjal jellemzően terhelt EKG és EEG jelekre. A mérési adatok számítógépes feldolgozása több lépcsőből áll, az előfeldolgozás után különböző jellemzők kiszámítása a feladat, majd ezek osztályozása következik [1]. Nagyszámú programcsomag és rutinkönyvtár segíti a fejlesztők munkáját ezen jelfeldolgozási feladatok megoldásában. Az EKG/EEG kutatói körökben különösen elterjedt a MATLAB használata. Míg ezek a kész szoftverek sok időt takarítanak meg a fejlesztők-kutatók számára, a kész program teljesítménye gyakran kívánnivalót hagy maga után. Ennek oka, hogy a legtöbb szoftver még mindig szekvenciális algoritmus implementációkat használ, amik nem használják ki a mai modern többmagos processzorokban rejlő lehetőségeket. Egy szekvenciális algoritmus csak egy magot tud kihasználni a gépeinkben rendelkezésünkre álló négy vagy akár nyolc mag közül.

Ebben a cikkben azt mutatjuk meg, hogy a jelfeldolgozó algoritmusok párhuzamos implementáció alkalmazása esetén nagyon jól kihasználják a processzorok teljesítményét és akár valós idejű feldolgozást is lehetővé tesznek, ami nagyon fontos az EKG/EEG feldolgozás vagy a Brain-Computer Interface (BCI) alkalmazások terén. A terjedelmi korlátok miatt ebben a cikkben csak az előfeldolgozó szakaszra, az ott alkalmazott legfontosabb algoritmusokra szorítkozunk. Néhány példa segítségével illusztráljuk, hogy alapos algoritmus tervezés valamint a hardver működésének megértése hogyan segíthet nagyteljesítményű implementációk kifejlesztéséhez.

Előfeldolgozás pipeline technikával

A tipikus jelfeldolgozási lánc számos előfeldolgozó lépés alkalmazását igényelheti, mint például különböző szűrések (alul-, felül-áteresztő, sávszűrő), műtermék-mentesítés, alapvonal korrekció, mintavételezés, FFT vagy wavelet transzformáció [2]. Gyakran magas mintavételi frekvenciát (2-4 kHz) és nagyszámú (128/256) bemenő csatornát használunk. Két feldolgozási stratégiát különböztetünk meg, az egyik az offline (a már tárolt adatok utólagos feldolgozása, tipikusan adatszegmensekre bontva) és az online (a mért adatokat mérés közben dolgozzuk fel, minden új beérkező mintára). Mindkét esetben a feldolgozás egymás utáni lépések sorozata, ahogy az az **Hiba! A hivatkozási forrás nem található.** ábrán látható. Mindkét esetben egyaránt fontos a gyors feldolgozás, de igazán az online módszer követeli meg a minél nagyobb sebességű számításokat, ha lépést akarunk tartani a beérkező adatokkal. Emiatt a cikk hátralévő részében csak az online, adatfolyam (stream) jellegű feldolgozásra koncentrálnak.



1. ábra Példa egy bioelektromos jelfeldolgozó feldolgozási sorra.

Szekvenciális implementáció

A hagyományos, több évtizede használt implementációs módszer az egyes lépések egymás utáni végrehajtása, megfelelő függvények meghívásával. Az alábbi online feldolgozási példa – az egyszerűség kedvéért egy csatornára – ezt illusztrálja:

```
while (has samples){
    double x = readNextSample();
    double data = filter_1(x);
    data = filter_2(data);
    data = filter_3(data);
    data = filter_4(data);
    ...
    process(data);
}
```

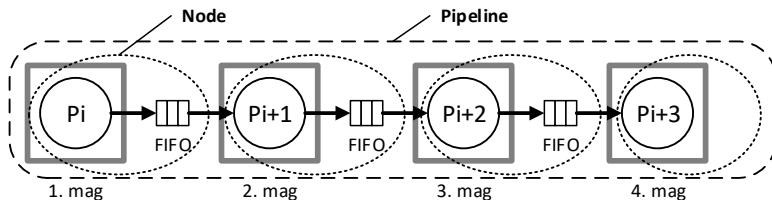
2. ábra Szekvenciális jelfeldolgozó kódrészlet.

A fenti megoldás legnagyobb hiányossága, hogy minden lépésnek meg kell várnia az előző lépés befejeződését. Ellentmondás van a feldolgozás logikai és fizikai modellje között. Logikailag az adat átfolyik egy feldolgozó soron (pipeline), amelynek minden tagja minden időpillanatban aktív, míg a fizikai

implementációban csak egy tag aktív egy időpillanatban. A következmény a processzor alacsony kihasználtsága és a mintánkénti nagy késleltetés. Hatékonyabb megoldást adhat egy valódi pipeline architektúra alkalmazása, ez azonban konkurens/párhuzamos programozási módszereket igényel.

Konkurens implementáció

Amennyiben a pipeline valamennyi tagját egy-egy szálként implementálhatjuk, a tagok konkurensen fognak működni. A szálak közötti kommunikációt FIFO csatornákkal oldjuk meg. Egy K elemű pipeline feltöltődése után, a mintánkénti késleltetés $T_d = \max(T_k)$, $k = 1, \dots, K$. Java implementációinkban saját Node és Channel osztályokból építjük fel a Pipeline példányt.



2.ábra Négytagú (P_i) konkurens pipeline implementáció 4 CPU magon, Node és Pipeline Java osztályok felhasználásával.

A Pipeline osztály feladata a tagok példányosítása, a pipeline felkonfigurálása és elindítása. Az 1. táblázat ismerteti négy 100-rendű FIR szűrő esetén mért szekvenciális és párhuzamos futási eredményeket

1. táblázat 1 másodperces 128 csatornás EEG adat ($f = 2048$ Hz) feldolgozási ideje különböző pipeline implementációkkal.

Pipeline típus, 128 csatorna	Futási idő [msec]		Gyorsulás
	Szekvenciális	Konkurens	
1 FIR szűrő (100)	31.200	33.565	0.929
4 FIR szűrő (100)	109.200	41.348	2.640
1 FIR szűrő (1000)	218.401	247.033	0.884
4 FIR szűrő (1000)	920.405	432.737	2.126
8 FIR szűrő (1000)	1809.611	1341.608	1.348

A párhuzamos CPU implementáció 4 és 8 tag esetén láthatóan jobb eredményeket ad, mint a szekvenciális változat, azonban a magok száma továbbra is limitálja az elérhető gyorsulást. Nagyobb gyorsulást remélhetünk a sokkal több magot és nagyságrendekkel magasabb elméleti számítási teljesítményt nyújtó grafikus processzorok alkalmazásától.

GPU implementáció

A mai videokártyákban található grafikus processzorok nagyfokú párhuzamos feldolgozó egységek, több ezer magot tartalmaznak, csúcsteljesítményük meghaladja a több teraflops számítási teljesítményt (NVIDIA GTX 1080: 2560 mag, 8228 teraflops, GTX 1080 Titan X: 3584 mag, 10157 teraflops). Ez a teljesítmény azonban csak körültekintő tervezés és implementáció esetén érhető el.

A GPU-k hagyományos felhasználása az ún. co-processor üzem módban történik, a CPU vezérlésével fut le a GPU programkód (kernel). Végrehajtás előtt a host memóriából a PCI-e buszon keresztül kerül a bemeneti adat a GPU memóriába, majd innen másolódik vissza a host-ra a kernel lefutása után. A kernel végrehajtása során az adatok a GPU globális (device) memóriájából töltődnek be a regiszterekbe.

A kernel végrehajtása 32 százból álló egységekben, ún. *warp*-okban történik. Ez a hardver ütemezés alapegysége. Mivel a GPU nagyon sok szálat képes kezelni, a szálak 1-, 2- és 3-dimenziós rácsokba szervezhetők. A processzor maximális kihasználtságának érdekében fontos, hogy minden mag folyamatosan dolgozzon, ne kelljen *warp*-okra vagy adatra várakoznia a rendszernek.

A hagyományos co-processor üzem mód (host-device adatmásolás – kernel végrehajtás – device-host adatmásolás) a gyakori adatmásolás és viszonylag kis számításintenzitású kernel-ek miatt rendkívül rossz hatékonyságot eredményez valós-idejű jelfeldolgozás esetén. A mi implementációnk központi filozófiája az adatátvitel minimalizálása, illetve elrejtése a számítás mögött a pipeline elv és a GPU stream-ek alkalmazása segítségével. Célunk a feldolgozó pipeline valamennyi elemének a GPU-ra helyezése, ezáltal a közbenső adatmozgások kiiktatása. Két CUDA [3] implementációt hasonlítottunk össze.

Az elsőben a párhuzamosítás a csatornák szintjén valósul meg. Példánkban 128 EEG csatornát dolgozunk fel egy 4-tagú pipeline-nal. A négy tag egy-egy kernel-ben jelenik meg, minden kernel 128 szálon fut, 128 csatornát párhuzamosan dolgoz fel 1 szálon – 1 csatorna hozzárendeléssel. A kernel egy

bemeneti mintát szűr meg egy szekvenciális FIR szűrő (időtartománybeli konvolúció) implementációval: $y(n) = \sum h(k)x(n-k)$.

```
int i = blockIdx.x * blockDim.x + threadIdx.x;
float output = 0.0f;
for (int j = 0; j < coeff_size; j++) {
    output += coeffs[j] * buffer[i*128 + index];
    index--;
    if (index < 0) {
        index = 100;
    }
}
result[i] = output;
```

3.ábra Naiv CUDA kernel FIR szűrő implementálásra.

A program futási ideje 1 másodpercnyi adat feldolgozására (1 FIR szűrő) 303.532 msec, szemben a CPU-n kapott 31.2 msec idővel. Az aktuális GPU számítási idő 79.263 msec. Látható az alacsony GPU kihasználtság, az adatátvitel és szinkronizáció miatti jelentős idővesztés.

A második implementációban a FIR szűrő is párhuzamos implementációt kap, pl. egy 100-tagú szűrőben egy lépésben történik meg a szűrő koefficiensek összeszorozása a jel buffer elemével, majd ezt követi egy szummázás. A kernelek 128 thread blokkot indítanak, ahol egy blokk 101 szálát tartalmaz.

```
int i = blockIdx.x; // channel index
int j = threadIdx.x; // tap index
__shared__ float coefficients[128];
__shared__ float output[128];
__shared__ float buf[128];
coefficients[j] = coeffs[j];
output[i] = 0.0f;
buf[j] = buffer[i*128 + j];
__syncthreads();
output[i] += coefficients[j] * buf[j];
result[i] += output[i];
```

4.ábra Több párhuzamosítást alkalmazó CUDA FIR kernel.

A második változat futási ideje 1 másodpercnyi adat feldolgozására (1 FIR szűrő) 176.453 msec, amiből az aktuális GPU számítási idő 6.413 msec. Bár a GPU idő jelentősen jobb a CPU végrehajtásénál, a memória átviteli idők továbbra is szűk keresztmetszetet jelentenek.

A program alapos, Profiler-rel történő elemzése megvilágítja a veszteségek okait: szálak szinkronizációja, adatra és utasításra várakozás, a belső utasítás pipeline rossz kihasználtsága, nem elegendő párhuzamosság és-vagy munkamennyiség, kernel-indítási overhead, stb. Ezek egy része csökkenthető a program megfelelő átstrukturálásával, az adatátvitel és utasítás végrehajtás átlapolásával (CUDA stream-ek használatával). Az alábbi táblázat ismerteti egy közepes teljesítményű GPU-n (NVIDIA Quadro K2000M, 384 mag) elért eredményeket. Nagyobb teljesítményű kártyán további gyorsulás várható.

Pipeline típus, 128 csatorna	Futási idő [msec]		Gyorsulás
	Szekvenciális	GPU optimalizált	
1 FIR szűrő (100)	31.200	30.59	1.019
4 FIR szűrő (100)	109.200	29.611	3.687
1 FIR szűrő (1000)	218.401	151.09	1.445
4 FIR szűrő (1000)	920.405	154.613	5.953
8 FIR szűrő (1000)	1809.611	155.387	11.645

Összegzés

Cikkünkben azt mutattuk be, hogy a hagyományos szekvenciális jelfeldolgozó algoritmusok teljesítmény problémaként jelennek a modern orvosi képalkotó és diagnosztikai rendszerekben. A többmagos CPU és GPU rendszerek elterjedésével szükség lesz hatékony, nagyfokú párhuzamos implementációk kifejlesztésére. Az igazán nagy számítási teljesítmény elérése azonban nem várható automatikus párhuzamosítási módszerektől, hanem nagy valószínűséggel a hardver tulajdonságait maximálisan kihasználó kézzel optimalizált kód fejlesztése szükséges. Bemutattuk egy CPU pipeline megvalósítását, valamint ennek kiegészítését GPU algoritmus implementációkkal, amelyek együtt egy optimalizált hibrid CPU-GPU számítási környezetet alakítanak ki.

Hivatkozások

- [1] A. Delorme, T. Mullen, C. Kothe, Z. A. Acar, N. Bigdely-shamlo, A. Vankov, and S. Makeig, "EEGLAB, SIFT, NFT, BCILAB, and ERICA: New Tools for Advanced EEG Processing," vol. 2011, 2011.
- [2] a. Roman-Gonzalez, "EEG signal processing for BCI applications," *Adv. Intell. Soft Comput.*, vol. 98, pp. 571–591, 2012.
- [3] Nvidia, "Programming Guide," 2009. [Online]. Available: <http://docs.nvidia.com/cuda/cuda-c-programming-guide/index.html#axzz4NRkx7ma3>.

Az EKG parametrizálásának egy biztató kísérlete III.

Kobzos László

kobzos.laszlo@upcmail.hu

1131 Budapest, Futár u. 15.

„Minden elvezetés különböző szögből látja a szívet”. (wiki)

„A Frank féle 3 elvezetésből kiszámolható a 12 konvencionális”. (Dower).

Összefoglaló: Az EKG jelet racionális törtfüggvénnyel közelítjük.
- Egy páciens 125 jelperiódusa paramétereinek statisztikai vizsgálata.
- A QRS komplexum a két kamra által generált jel eredője (Antalóczy).
A kamrák jelei, és a QRS parciális törtjei meglepően hasonló jellegűek.
- Ha a PQ szakasz nem izoelektromos, azt a P repolarizációja is okozhatja. Ez a Ta hullám megtévesztő ST-t eredményezhet (Cardioblog).
- A vizsgált esetben az U hullám biztosan a T-hez tartozik, nem önálló.
- A QRS térgörbéje [Frank elvezetések: $x(t)$, $y(t)$ és $z(t)$] közel síkgörbe (Pipberger, 1962, analóg módszer). E sík keresése egy sajátvektor feladat (digitális módszer). A 3 merőleges vektorral definiált transzformáció veszteségmentesen(!) 3 virtuális elvezetést határoz meg (Own Reference Frame). Ezek lefutása: az XX a maximális pozitív értéket tartalmazó görbe, az YY egy pozitív-negatív lefutású, a ZZ pedig "jó" közelítéssel nulla (mivel "síkgörbe").
E transzformáció után talán még a közelítés is egyszerűbb lesz.

Bevezető

A 70-es években a Távközlési Kutató Intézetben EKG-jelek digitalizálásával, átvitelével és feldolgozásával is foglalkoztunk. Az orvosi szakértelmet az OKI nyújtotta. A munka fázisairól a Neumann-kollokviumokon rendszeresen beszámoltunk. Ennek [1] késői folytatásáról két éve [2] írtunk.

Módszer

Racionális törtfüggvénnyel való közelítést választottunk, azzal a megszorítással, hogy az valódi tört, és a nevezőnek nincsenek valós gyökei. A legkisebb négyzetek módszerét alkalmaztuk. Az [1]-ben már vázolt módszerrel akkor még csak a QRS-t közelítettük, míg most az EKG-jel teljes periódusát: P, QRS és T (és esetleg Ta és/vagy U).

Egy jelperiódus három hulláma általában különálló. Mivel a közelítő függvény mindkét irányban szintén nullához tart, adódik, hogy a jel három része (szinte) függetlenül közelíthető. A teljes közelítést a 3 függvény össze-

ge adja. Végül egy negyedik lépésben ennek az összefüggvénynek még csökkentjük a hibáját. A 3 amplitúdó értéket kivéve, az összes paraméter idő dimenziójú (hely, távolság). Ezeknek szemléletes jelentésük, pl. a P-nél: a P csúcs helye és a félérték távolsága.

A felhasznált eszközök és adatok

Az EKG adatok forrása a PhysioNet [3]. A PTB adatbázisban 290 személy 549 EKG jele érhető el (12 konvencionális + 3 Frank elvezetés).

Ezen kívül anonimizáltan az életkor, diagnózis, stb. adatok.

A jelek 1 kHz mintavételűek és 1mV 2000 kvantálási szint.

Bár a közelítés módszere elvezetésrendszertől független, mi most csak a Frank rendszer 3 elvezetését vizsgáltuk (vx, vy és vz).

A használt programok: Gfortran(GNU), Lmdif [4], Notepad++, MinGW.

Eredmények

Az ábrákon 1kk-val jelöltük a „kiskockát”: azaz 0,1mV ill. 40ms.

Statiztika

Egy páciens 125 periódusából számolt 125 paramétercsoport vizsgálatáról számolunk be. Az 1. ábrán egy paraméter (vz: R-T távolság) sorbarendezett értékei láthatók. Az extrém értékek kiszórása után maradtak átlatgát és szórását is feltüntettük. A szórás számszerűen 2,89, azaz kb. 1 kiskocka 14-ed része. A többi paraméter hasonlóan viselkedik. Tehát a módszer stabilnak mondható. Az ábra nem Gauss-eloszlást mutat, az extrém értékeket levágva, inkább egyenletes eloszlású.

A paraméterek számát általában nullhipotézissel állapítják meg. Itt ez szükségtelen, ugyanis ha már túl sok lenne a paraméter, akkor egyes paraméterek szórása túl nagy lenne, mivel már a zajt közelelnének.

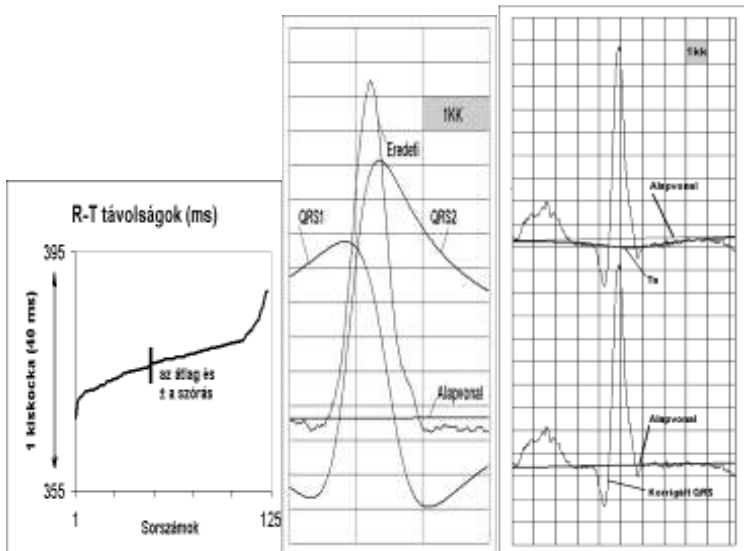
A helybázisnak a legnagyobb energiájú időpontot választottuk, ami a vektorhossz maximumánál van. (5. ábra V2 görbe.)

A 3 elvezetés összes paraméterei alapján a legjellemzőbbnek az átlaghoz legközelebbi periódus paramétereit választottuk, és nem a paraméterek átlagát (ennek a szórásokkal normalizált átlagtávolságnak az értéke: 0,58).

Parciálisok

A QRS komplexum a két kamra jelének az eredője. Ezek időben egymáshoz képest kissé eltolódva, és általában ellenkező irányban képződnek. A Q részt inkább a bal-, míg az S részt a jobbkamra határozza meg [5] p 42.

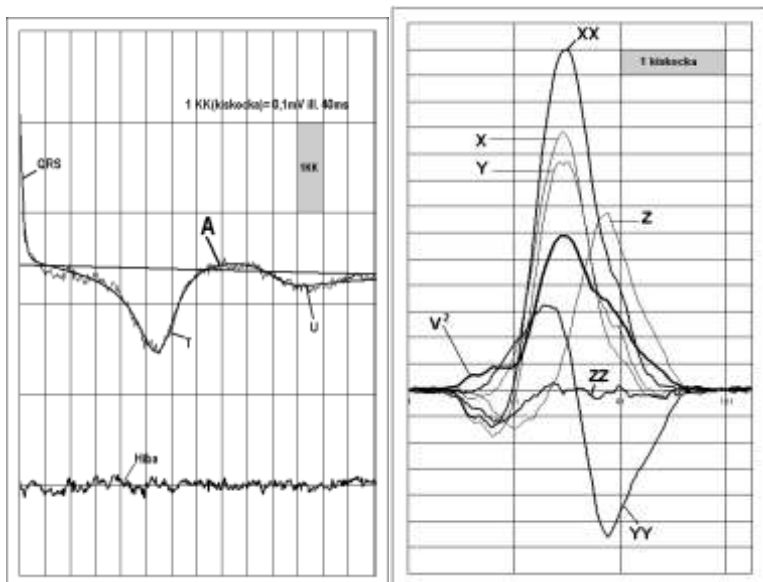
Ismeretes, hogy a racionális törtfüggvények parciális (rész) törtre bonthatók. A 2. ábrán a QRS két résztörteje látható, ezek megfelelnek a fentiek-



1. ábra

2. ábra

3. ábra



4. ábra

5. ábra

nek: összegük a QRS, ellenkező előjelűek, és időben kissé eltolva indulnak. (Természetesen, az egyik rész növelhető, ha a másikat csökkentjük.)

Ezt eddig semmilyen elmélet, tapasztalat vagy mérés nem támasztotta alá, de érdemes erre a továbbiakban is figyelni.

Ta hullám (az átrium T-je, a P repolarizációja)

A 3. ábrán a v_y elvezetés PQ szakasza nem izoelektromos. Ez problémát jelentett a közelítésnél. Kiderült, ezt a P repolarizációja okozza [6]. A Ta közelítését kivonva az eredeti jelből egy „korrigált” görbét kapunk, amelyet már az eddigi közelítő módszer kezelni tud. A Google kevés találatot adott, és csak egyetlen hazai cikket [7]. „Olykor a pitvari repolarizáció is láthatóvá válik a differenciáldiagnosztika számára megtevesztő... (ST) depressziót eredményezve.” Talán nincs mindig jelentős diagnosztikus értéke, de ezt esetenként a kardiológus tudja eldönteni.

U hullám

A 4. ábrán a v_z -ben levő U hullám közelítése látható. Ez az U – véleményünk szerint – a jelen esetben a T hullámhoz tartozik. Ugyanis, ha a közelítést az elejétől csak az ábrán „A”-val jelölt pontig végezzük, akkor is jelez a közelítés után U hullámot. (Természetesen – mint a közelítéseknel általában – minél messzebb megyünk a közelítés határától, annál pontosabb, esetünkben a valóságnál nagyobb U hullámot „jósolt”).

QRS síkja és a virtuális elvezetések

Az 5. ábrán az „Összefoglaló”-ban leírtak láthatók. Az X, Y és Z az eredeti jelek, az XX, YY ZZ pedig a transzformáltak. A ZZ a kezdeti szakaszon nem nulla, és ugyanitt a V2 görbe is „furcsa”. Lehetséges, hogy ezek a jelenségek összefüggnek a páciens inferior infarktusával.

Hivatkozások

- [1] Kobzos László, TKI. "Az EKG parametizálásának egy biztató kísérlete". Számítástechnikai és kibernetikai módszerek... 6. kollokvium, Szeged, 1975, pp. 181-183
- [2] Kobzos László, "Az EKG parametizálásának egy biztató kísérlete II". Orvosi Informatika, A XXVII. Neumann Kollokvium konferencia-kiadványa, 2014, pp. 25-28
- [3] 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
- [4] <http://www.netlib.org/minpack/>
- [5] Antalóczy Zoltán, "Electrocardiológia az orvosi gyakorlatban". 2. kiad., 1976 Medicina
- [6] <http://hqmeded-ecg.blogspot.hu/2011/11/atrial-repolarization-wave-mimicking-st.html>
- [7] <http://www.cardioblog.hu/ekg-rejtvenyek/vi19-mit-abrazolnak-ezek-a-gorbek/>

Implantálható hallókészülékkel rendelkező pácienseket nyilvántartó web alapú rendszer

Nagy Roland¹, Tóth Ferenc¹, Dimák Balázs¹, Nagy Attila^{1,2},
Rovó László¹, Kiss József Géza¹

¹Szegedi Tudományegyetem, Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti
Klinika, Szeged

office.ori@med.u-szeged.hu

²SZTE ÁOK Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet, Szeged

Bevezető

Hiv. [1, 2] Az implantátumokat és külsőegységeiket kezelő szoftverek nem adnak lehetőséget oly módon adminisztrálni a pácienseken mért értékeket a vizsgálatok során, hogy az felhasználható legyen közvetlen a program grafikus felületéről tudományos célokra. Korlátozott hozzáférést biztosítanak és korlátozott mennyiségben, melyben saját tapasztalatainkat és eredményeinket nem rögzíthetjük, elemezhetjük. Nincs lehetőség arra, hogy a korábbi implantátum beállítás értékeit összevegyük az aktuálissal, nincs jól követhető kórtörténete az betegeknek.

Célkitűzés

A cél az volt, hogy olyan egységes rendszert hozzunk létre, amely képes csontba, középfülbe vagy belsőfülbe (esetleg agytörzsbe) implantálható hallókészülékkel rendelkező páciensek adatait adminisztrálni és a tapasztalt eredményeket összetett statisztikai módszerekkel elemezni úgy, hogy az az adatvédelemi jogokat ne sértse.

Módszer

Az alkalmazás a páciens általános adatainak rögzítésével létrehozza a betegkartont. A kartonhoz dokumentumok csatolhatók, megjegyzések fűzhetők, és olyan adatsorok tölthetők be, amely a kontrollvizsgálatok alkalmával készültek. A beimportált adatok feldolgozása a háttérben fut, és a háttéradatbázisból lekérdezhető formátumban tárolódnak. Az adatbázis MySQL alapú, ennek köszönhetően az eltárolt értékek rugalmasan, könnyen kezelhetővé válnak, melyek azonosítóik alapján reprezentálhatunk grafikus felületünkön. A megjelenített számértékek akár egyedi képletek megadásával táblázatos formátumban lekérdezhetők és sorba rendezhetők, szűrhetők, szükség esetén exportálhatók. A statisztikai elemeket alkalmazhatjuk csoportokra is, amelyek kialakítására saját megszorításainkat használhatjuk.

Ezen funkciók elérhetőek a páciensek anonimitásának megőrzésével is, amely alkalmas a publikációkhoz felhasználható kimutatások elkészítésére.

GUI - Grafikus felhasználói felület

A rendszer alapját a népszerű nyílt forráskódú AdminLTE WebApp sablon adta. Hiv. [2] Az AdminLTE rendszer Bootstrap 3 CSS keretrendszeren alapuló HTML sablon, amely rugalmasságot és platformfüggetlenséget biztosít. Hiv. [3] A Bootstrap és a JavaScript komponensek által az egységek kiegyensúlyozott, dinamikus működést szolgáltatnak a plug-in –ek segítségével, mind felhasználói-, mind a backend réteg számára is. A web applikáció alapja egy moduláris kialakítás, amely lehetővé teszi a könnyű testreszabhatóságát.

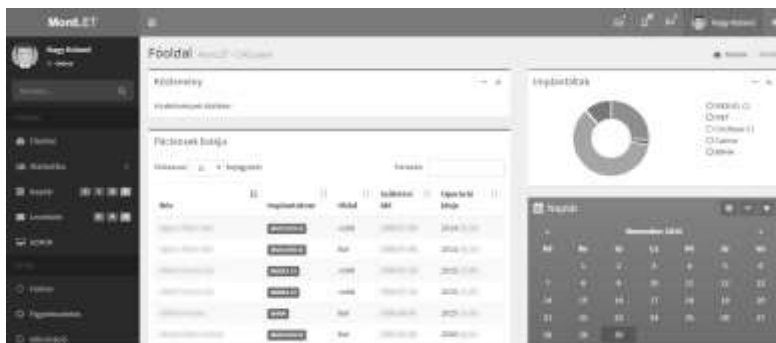
Eredmények

Számos eszközt magában foglal a rendszer a többretű felhasználhatóság érdekében, amely a MontLET (1. ábr.) névre hallgat. A felhasznált modulok HTML kódba ágyazott PHP és JavaScript nyelven íródtak.

Modulok és funkcióik

Adatvédelmi okok miatt a rendszer minden menüpontja regisztrációs és bejelentkező egységekkel ellátott. Az adatbázisban tárolt felhasználók jogosultságuknak megfelelően láthatják a megjelenített adatokat.

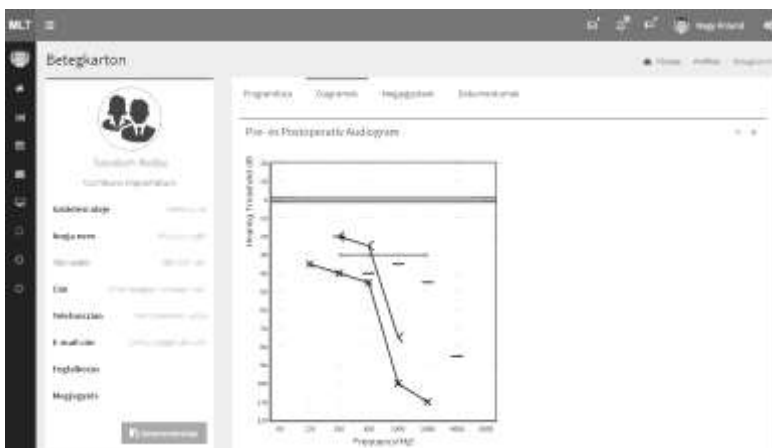
Bejelentkezés után a felhasználó egy táblázat jellegű adatsorból választhatja ki a vizsgált páciens adatlapját. Hiv. [3] Az adattábla motorja DataTables jQuery táblázat plug-in. Lehetőség van benne megadni az egyszerre megjelenítendő sorok számát, azokat sorba rendezni oszlopok szerint, és keresni bennük a cellák értékei alapján.



4. ábra Főoldal – Páciens adattábla

A kiválasztott páciens adatlapja összetettebb egységet alkot. Megtekinthetők a személyes adatok, a beültetett implantátum és a külső egységének jellemzői is, melyek jogosultságnak megfelelően láthatók és szerkeszthetők. Az adatlap elemei lehetőséget nyújtanak orvosi képkötők eredményeinek feltöltésére, melyek közvetlenül a webapplikációban megtekinthetők. A feltöltött dokumentumokhoz üzenőfal-szerűen megjegyzések fűzhetők. Hiv. [4, 5, 6, 7, 8] Ugyanezen az oldalon az implantátumgyártó cégek szoftverei által mért eredmények tárolhatók, és grafikon formájában megjeleníthetők. Kiválasztható, hogy egyes diagramokon mit jelenítsünk meg, úgy mint elektromosan kiváltott hallás- és komfortküszöb, vagy NRT (Neural Response Telemetry). Hiv. [9] Egy másik grafikonon fixált tengelyek segítségével digitális audiogramot készíthetünk el (2. ábr.). Hiv. [10] A grafikonok ábrázolását JavaScript alapú Flot modul szolgáltatja (3. ábr.).

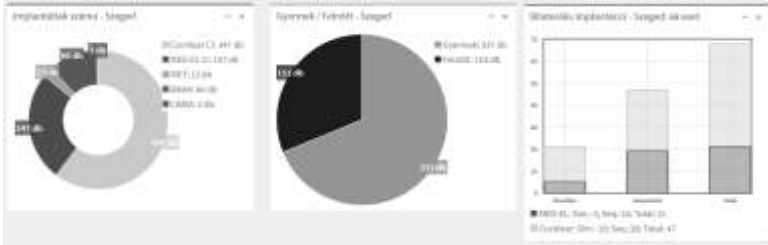
Hiv. [11] Az adminisztrált páciensek előjegyzésében a Fullcalendar nyújt segítséget. A dinamikus, könnyen beépíthető naptármodul lehetőséget kínál többféle megjelölésre az eseményekhez, melyek szabadon mozgathatók a kijelölt időpontokra. Hiv. [12] A könnyebb eligazodást a naptárelőjegyzésekben, és előzmények visszakeresésében az AJAX Live Search keresőmotor adja.



2. ábra MontLET webapplikáció: Betegkarton

Diszkusszió

A program folyamatos fejlesztés, bővítés alatt áll, de jelenlegi állapotában is napi használatú funkciókkal bír, amely megkönnyíti munkánkat. A rendszer kisebb átalakításokkal vagy modulok hozzáadásával más területen is hasznos segítség lehet.



3. ábra Implantáció Statistika - Flot

Köszönetnyilvánítás

Köszönetemet fejezem ki Tóth Ferencnek, Kiss József Gézának, Nagy Attilának és Dimák Balázsnak mind szakmai, mind technikai segítségükért tudományos munkámban.

Hivatkozások

- [1] Küstel M., Ribári O., Répássy G.: A siketség gyógyításának hazai eredményei és perspektívái: a cochlearis implantáció. LAM 2002;12(4):235-9.
- [2] Ribári O., Küstel M., Speer J., Korpássy P.: A cochlearis implantáció. Orvosi Hetilap 1996;137:1291-8.
- [2] A. Almsaeed, "AdminLTE", <https://almsaeedstudio.com/themes/AdminLTE/>, 2014.
- [3] M. Otto, J. Thornton, "Bootstrap", <http://getbootstrap.com/>, 2013
- [4] 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.
- [5] Tóth F.: Akusztikusan kiváltott válaszok speciális alkalmazása. Ph.D. Tézisek. 2010.
- [6] 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.
- [7] Kiss JG et al. Neural response telemetry in cochlear implant users. Int Tinnitus J. 2003;9(1):59-60. PubMed PMID: 14763333.
- [8] Tóth F et al: Idegi válasz telemetriás (NRT) vizsgálatok cochlearis implantált betegeken. Fül-Orr-Gégegyógyászat 48(4), 268-271. 2002.
- [9] Dr. Pytel J.: Audiológia, Victoria Kft., 1996.
- [10] O. Laursen, D. Schnur "Flot", <http://www.flotcharts.org/>, 2014.
- [11] FullCalendar LLC "FullCalendar", <https://fullcalendar.io/>, 2016.
- [12] E. Abbasi "AJAX Live Search", <http://ajaxlivesearch.com/>, 2015

Több szabadsági fokú beviteli eszköz fejlesztése számítógéppel segített műtéttervezéshez

Vecsernyés Endre¹, Nagy Attila^{1,2}, Tóth Ferenc¹, Rovó László¹,
Kiss József Géza¹

¹SZTE ÁOK Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti Klinika, Szeged
office@med.u-szeged.hu

6725 Szeged, Tisza Lajos krt. 111.

²SZTE ÁOK Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet, Szeged

Összefoglaló: Létrehoztunk egy eszközt, ami természetesebb beviteli módot biztosít a számítógépes egérnél és megalapoz egy olyan készüléket, amely segítségünkre lehet műtétek tervezésénél. Tartalmaz egy szenzort és egy feldolgozó egységet, ami a számítógépre továbbítja az adatokat. A számítógépen egy szoftver az egér mozgását szimulálva átadja a vezérlést a képalkotó programnak.

Bevezető

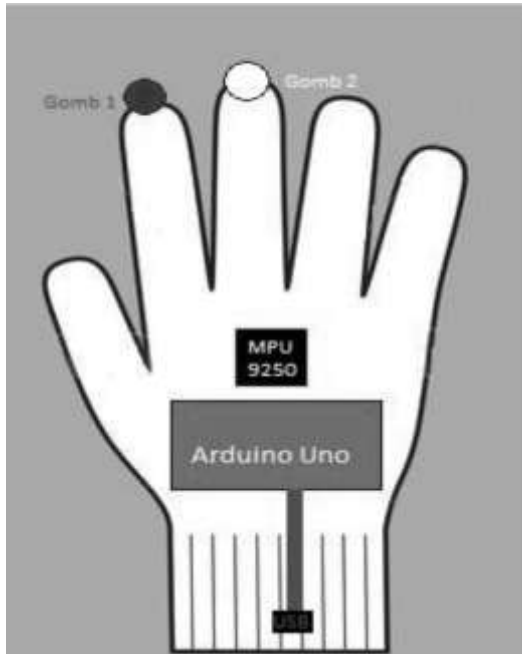
A műtétek számítógéppel segített tervezése során használt beviteli eszközök nem fejlődtek sokat az elmúlt évtizedekben. A számítógépes egér, mint ilyen, nem biztosít eléggé természetes beviteli módot ahhoz, hogy valósághűen tervezhessük meg a beavatkozás menetét. Sok cikk született az egér helyettesítésére készült módszerekről. Volt, ahol számítógépes látás segítségével kézmozdulatok érzékelésével kommunikáltak a számítógéppel [1]. Készítettek 5D-s összejt képek tanulmányozására interfészt [2]. Készült módszer ahol, ehhez a fejlesztésben szereplő kesztyű jeleit egészítették ki Kinect kamerával [3].

Célkitűzés

Célunk egy olyan készülék megtervezése és kivitelezése, ami olcsó, a saját igényeink szerint készül el és az orvosok számára a számítógépes egértől természetesebb irányítási módot tesz lehetővé.

Módszer

A legvalósághűbb irányítási módot úgy érhetjük el, ha az eszköz a kezünk mozgását érzékeli, így a terv egy kesztyű formájában jött létre (1. ábra). A prototípus elektronikáját egy szenzor, egy feldolgozó egység és két nyomógomb építi fel. Szenzornak egy MPU9250-es chip-et választottunk, amely 10 szabadsági fokkal rendelkezik (3 irányú gyorsulásmérő, 3 irányú giroszkóp, 3 irányú magnetómer és egy nyomás érzékelő) [4]. A prototípus esetében a gyorsulásmérőket és a giroszkópokat használtuk, ezek jeleit

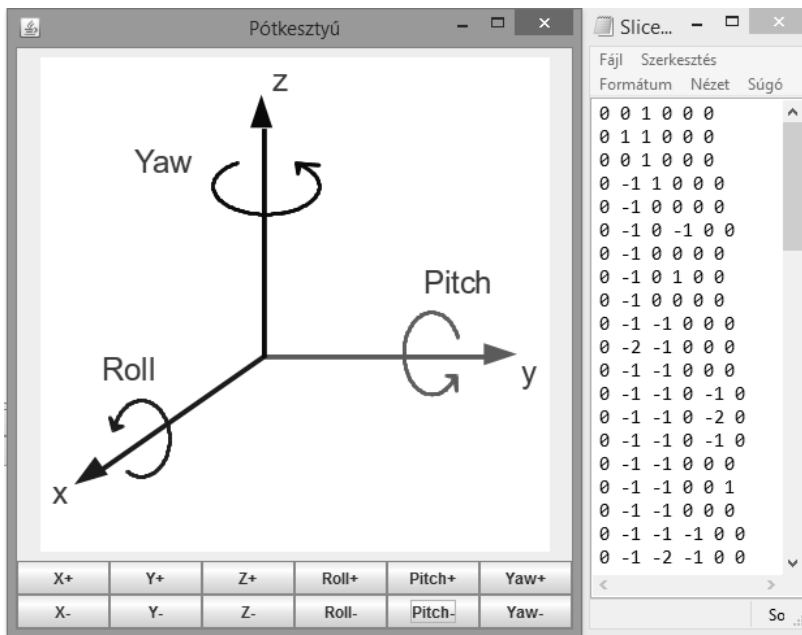


1. ábra Az eszköz terve

továbbítottuk feldolgozó egységbe. A feldolgozás elvégzéséhez egy Arduino Uno panel-t szereztünk be. Az Arduino egy fejlesztőplatform, mely két részből épül fel: a fejlesztői környezetből és a hardverből. A hardvert a fejlesztői környezet segítségével C nyelvben lehet programozni. A panel továbbítja az adatokat a számítógépnek, ahol egy JAVA nyelvben írt program fogadja a jeleket. A prototípust a 3DSlicer program segítségével teszteljük, ezért a JAVA program feladata, hogy a beérkező adatokat át alakítsa a 3DSlicer-nek meg felelő billentyű és egér kombinációkra (ezt a beépített Robot osztállyal tehetjük meg) [5]. Például ha az x tengelyen szeretnénk a 3D-s objektumot mozgatni, akkor a jobb egér gomb lenyomása mellett kell a kurzort le-fel mozgatnunk. A mozgatás előtt ajánlott az adatok szűrése, hogy a kéz apróbb remegéseit, illetve az esetleges kiugró értékeket ne érzékelje mozgásnak.

Eredmények

A prototípus összeállítása előtt készítettünk egy felhasználó felületet, aminek a célja az volt, hogy a JAVA programunkat teszteljük (2. ábra). A felület segítségével egy mozgássorozatot hozhatunk létre, amit a program olvasott be. A program tesztelése után létrehoztuk a prototípust, amely akkor végzi a mozgatót, amikor az egyik gombot lenyomva tartjuk. A mozgató kalibrálása és tesztelése még folyamatban van.



2. ábra A felhasználói felület és a mozgássorozat

Következtetések

Jelenleg a kesztyű egy USB kábellel csatlakozik a számítógéphez, ez azonban akadályozza a mozgás szabadságát így tervezzük vezeték nélküli kapcsolatot létrehozni a számítógéppel.

A kesztyű jelenleg csak mozgatni tudja a térben az objektumot, ha a későbbiekben manipulálni is szeretnénk, akkor szükség lesz az ujjak érzékelésére is.

Köszönetnyilvánítás

Szeretnék köszönetet mondani témavezetőimnek: Dr. habil Kiss József Géza professzor úrnak és Dr. Nagy Attilának, hogy tapasztalataikkal és tanácsaikkal támogattak.

Hivatkozások

- [1] Wan S and Nguyen HT. Human computer interaction using hand gesture. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2008;2008:2357-60.
- [2] Koerner M et al. Multisensory interface for 5D stem cell image volumes. Conf Proc IEEE Eng Med Biol Soc. 2014;2014:1178-81.
- [3] Arkenbout EA, de Winter JC, and Breedveld P Robust Hand Motion Tracking through Data Fusion of 5DT Data Glove and Nimble VR Kinect Camera Measurements. Sensors (Basel). 2015 Dec 15;15(12):31644-71.
- [4] MPU-9250 Product Specification
- [5] JAVA dokumentáció <https://docs.oracle.com/javase/7/docs/api/java/awt/Robot.html> (2016.11.09)

Tapasztalataink az objektív elektrofiziológiai mérések és a későbbi posztoperatív küszöbértékek kapcsolatáról cochlearisan implantált betegek esetén

Dimák Balázs¹, Tóth Ferenc¹, Nagy Roland¹, Nagy Attila^{1,2}, Rovó László¹,
Kiss József Géza¹

¹SZTE ÁOK Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti Klinika, Szeged
office@med.u-szeged.hu

6725 Szeged, Tisza Lajos krt. 111.

²SZTE ÁOK Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet, Szeged

Összefoglaló: Tapasztalataink és a szakirodalom alapján az elektromosan kiváltott intraoperatív küszöb értéke becslést adhat a szubjektív komfortküszöb értékre cochlearisan implantált páciensek esetén. Klinikánkon prae- és postlingualis siket felnőtt Nucleus típusú implantátummal kezelt betegeket vizsgálva összehasonlítottuk az intraoperatív ESRT, NRT értékeket a későbbi posztoperatív szakaszok (fél és egy év) komfortküszöb értékeikkel.

Bevezető

A szakirodalomban utalást találunk arra, hogy különböző objektív elektrofiziológiai mérési technikák (elektromosan kiváltott intraoperatív stapédius reflex (ESRT), intraoperatív neurális válasz telemetria (NRT)) eredményeit a szubjektív komfortküszöb értékek becslésére alkalmazzák. Célunk volt a klinikán vizsgált postlingualis felnőtt beteganyagból a lehetséges korrelációt kimutatni.

Módszer

Az intraoperatív ESRT, valamint NRT értékeit hasonlítottuk össze a posztoperatív beállítások során regisztrált komfortküszöb értékekkel. Méréseinket a stabilizációs időszakig végeztük. Megvizsgáltuk az intraoperatív küszöbértékek és a komfortküszöb kapcsolatát különböző elektróda régiókban. Az első posztoperatív, valamint az operációt fél és egy évvel követő beállítások eredményeit használtuk fel munkánk során.

Eredmények

A vizsgálati eredmények összesítésében átlagoltunk, és ezeket az értékeket tüntetjük fel a következő diagramokon. Az x - tengelyen az oszlopok az adott elektródának az operáció utáni első beállítás során felvett elektromos

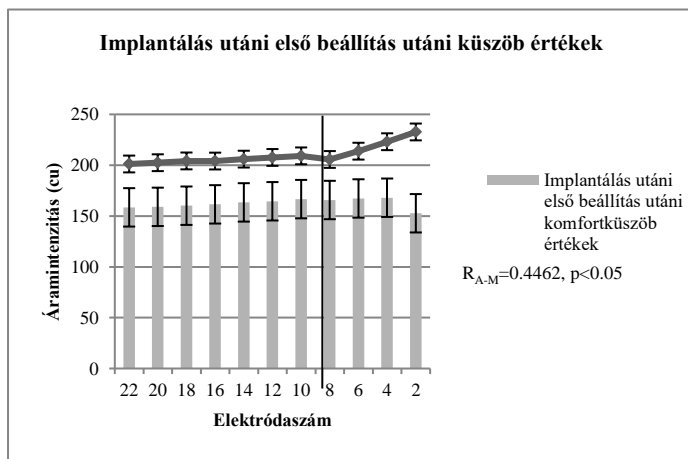
komfortküszöbértékét, még a vonal az intraoperatív stapediuss reflexküszöbértékét – a 25 eset átlaga alapján - jeleníti meg. Az y - tengelyen a stimuláló áramimpulzus intenzitása olvasható current unit-ban kifejezve. Ezt figyelhetjük meg a 1. ábrán.

A 2. ábra az operációt követő fél éves, a 3. ábra az egy éves ellenőrzésen regisztrált C-level értékeket mutatja az intraoperatív stapediuss reflexküszöb értékekhez képest. Jól megfigyelhető, hogy milyen pontosan követik az egyes elektróda komfortküszöb értékei az ESRT szintjét.

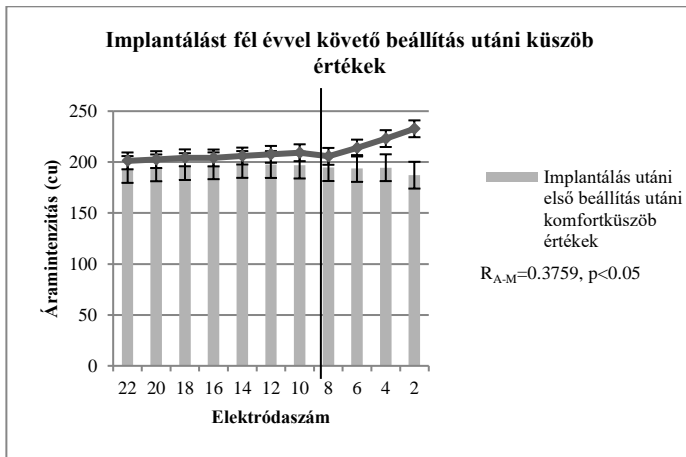
Mind a három ábra alátámasztja a tapasztalati hipotézisünket, miszerint az apicalis elektródák pontosabban mutatják az ESRT szintjét, mint a basalis elektródák.

Új implantátumok (CI422, CI512, CI532) esetén kíváncsiak voltunk az NRT értékek és a későbbi posztoperatív komfortküszöb értékek kapcsolatára. Eredményeinket a 4. ábrán 16 lelet átlag eredményei alapján ábrázoltuk. Ugyanis klinikánkon korábban készült már egy hasonló tanulmányok, akkor régebbi (CI24M) típusú implantátummal kezelt betegeket vizsgáltak. [1][2][3]

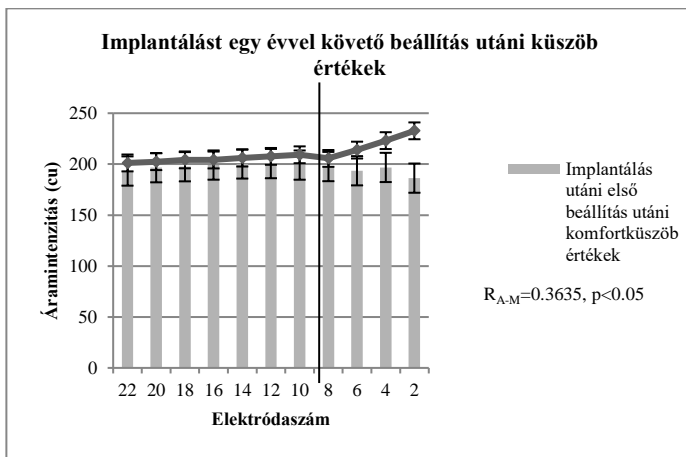
Az ábrán láthatják, hogy míg az ESRT értékek 0.3187 Pearson-féle korrelációs értékkel vannak, addig az NRT értékek csupán 0.1997-tel. Ez nem azt jelenti, hogy nincsen kapcsolat, csak nem olyan nagy mértékű.



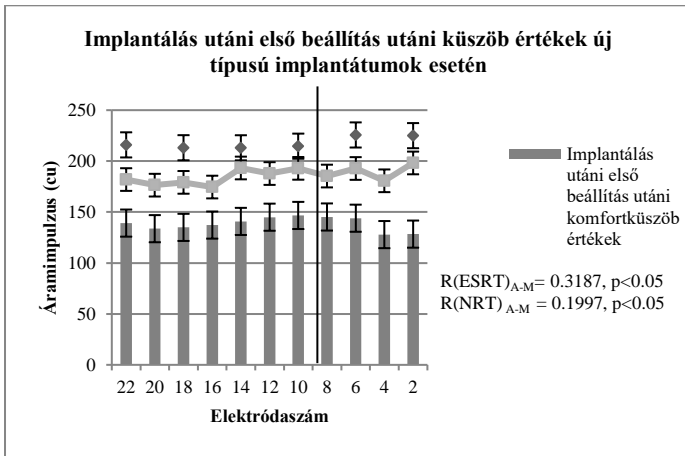
1. ábra. Az első posztoperatív beállítás során regisztrált elektromos komfortküszöb értékei az intraoperatív stapediuss reflexküszöbértékekhez viszonyítva 25 eset alapján.



2. ábra. Az implantációt fél évvel követő beállítás során regisztrált elektromos komfortküszöb értékei az intraoperatív stapediuss reflexküszöbértékekhez viszonyítva 25 eset alapján.



3. ábra. Az egy éves posztoperatív beállítás során regisztrált elektromos komfortküszöb értékei az intraoperatív stapediuss reflexküszöbértékekhez viszonyítva 25 eset alapján.



4. ábra. Az első posztoperatív beállítás során regisztrált elektromos komfortküszöb értékei az intraoperatív ESRT értékekhez, illetve a kiváltott idegi válasz teletmetria értékekhez viszonyítva 16 eset alapján.

Megbeszélés

Eredményeink alátámasztják, hogy megbízhatóan becsülhetjük meg az ESRT szintje alapján a beszédprocesszor beállítandó szubjektív paramétereit, amit később felhasználhatunk a kisgyermek posztoperatív beállításai során is. Az NRT szintje alapján ez a becslés kevésbé megbízható.

Köszönetnyilvánítás

Köszönöm Tóth Ferencnek, Kiss József Gézának, és Nagy Rolandnak hogy támogattak ezen tudományos munkám létrejöttében.

Hivatkozások

- [1] *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.
- [2] *Kiss JG et al.* Neural response telemetry in cochlear implant users. *Int Tinnitus J.* 2003;9(1):59-60. PubMed PMID: 14763333.
- [3] *Tóth F et al:* Idegi válasz teletmetriás (NRT) vizsgálatok cochlearis implantált betegeken. *Fül-Orr-Gégegyógyászat* 48(4), 268-271. 2002.

Számítógéppel segített műtéttervezés a középfül sebészetben

Nagy Attila^{1,2}, Perényi Ádám¹, Tóth Ferenc¹, Rovó László¹,
Kiss József Géza¹

¹SZTE ÁOK Fül-Orr-Gégészeti és Fej-Nyaksebészeti Klinika, Szeged
office@med.u-szeged.hu

²SZTE ÁOK Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet, Szeged

Összefoglaló: A számítógéppel segített képalkotás egyre inkább a mindennapi sebészeti eszköztár részévé válik. A műtétek előtt CT, vagy MR felvételekből elkészített, az anatómiai viszonyokat ábrázoló 3D rekonstrukciók több szempontból segítségére lehetnek az operáló orvosnak. Esetenként olyan anatómiai variációt tár fel, amely komoly műtéti kockázatot jelent, és 3D-ben történő megjelenítés nélkül nagyon nehéz észrevenni.

Bevezető

A számítógéppel segített műtéttervezés során lehetőségünk nyílik többek között a beavatkozás előtt a műtéti terület bizonyos anatómiai markereinek megjelenítésére, vagy ezek távolságának a pontos előzetes megvizsgálására. Az információ adott, a DICOM állományokban a felvételek készítése során a páciens térbeli elhelyezkedése, valamint (természetesen csak abban az esetben, ha a szóban forgó modalitás esetében van értelme), a voxelméret, a szeletvastagság, és a szeletek közötti távolság is eltárolásra kerül. Hiv 0A DICOM szabvány kiterjedt, nagyon részletes specifikációkat tartalmaz, a képalkotás, tárolás, és átvitel módozatait egyaránt leírja, az ISO szabványgyűjtemény része.

Célkitűzés

Célunk a sebészi munka megkönnyítése, azáltal, hogy a műtéti terület előzetes áttekintésével az operációt végző orvos a beavatkozást előre meg tudja tervezni. Így a műtétek kockázata csökkenthető, a gyógyulási idő rövidebb lehet, illetve a beavatkozás költségei is optimalizálhatók.

Elképzeléseink szerint korcsoportonként meghatározzuk a későbbiekben felsorolt anatómiai markerek távolságának átlagát, szórását, szélsőértékeit, és így próbálunk egy „atlaszt” létrehozni, amely segít az operációt végző orvosnak.

Módszer

Munkánk során jellemzően a hallójárat atresia rekonstrukciója, cochlearis implantáció, illetve egyéb, a közép- vagy belfülét érintő műtétek esetében mértük meg a sebészeti szempontból fontosabb távolságokat. Hogy a műtéti terület a beavatkozás előtt jobban áttekinthető legyen, a kérdéses régió struktúrájának 3D rekonstrukcióját is elvégeztük. (1. táblázat) Az alábbi táblázatban foglaltuk össze az általunk mért távolságokat.

1. táblázat A mért távolságok

sorszám	A mért távolságok
1.	tegmen mastideum - mastoid csúcs
2.	tegmen tympani - incus rövid nyújtvány
3.	nervus facialis - rostos dobgyűrű
4.	incus rövid nyújtvány - foramen stylomastoideum
5.	nervus facialis - kerek ablak
6.	corticalis csont - facialis
7.	sinus sigmoideus - külső hallójárat
8.	lateralis ívjárat - incus rövid nyújtvány
9.	kerek ablak - basalis kanyarulat
10.	cochlea 2. kanyarulatának szélessége
11.	scala tympani hossza

Hiv 00 A mérésekhez és a megjelenítéshez, valamint az esetleges egyéb képfeldolgozási feladatokhoz (szegmentálás, képregisztráció, reslicing) a 3D Slicer nyílt forrású, ingyenesen hozzáférhető szoftvert használtuk.

A munka során több megközelítést alkalmaztunk. A méréseket mind a „hagyományos” módon, a CT, vagy MR szeleteken elvégeztük, úgy, hogy a 3D rekonstrukciót később készítettük el; mind úgy, hogy előbb a szegmentálás került sorra, és az abból származó térbeli információkra támaszkodva határoztuk meg a mérési pontokat.

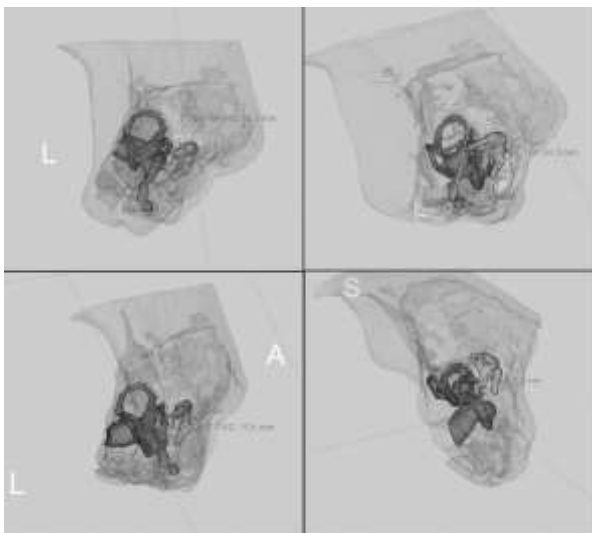
Mindkét esetben az arra megfelelő kiválasztott sík (axialis, sagittalis, coronalis) szeleteit használtuk fel, de szükség esetén lehetőségünk volt arra is, hogy a síkokat tetszőleges origóval tetszőleges irányba elforgassuk, ezzel új „síkokat” hozva létre.

Eredmények

Eredményeink azt mutatják, hogy nincs jobb, vagy rosszabb stratégia. A 3D rekonstrukció természetesen segíti a műtéti terület előzetes áttekintését, de a szegmentálás nem mindig egyértelműen segít a konkrét mérésekben. A szegmentálás során a szürkeskála egy tartományát cseréljük le a hozzárendelt egyedi értékekre, így hozzuk létre az úgynevezett „label”-eket. A művelet során a feladatot végző személy tapasztalata, technikai tudása, rutinja nagy szerepet játszik, jellemzően nem túl nagy eltérések előfordulhatnak.

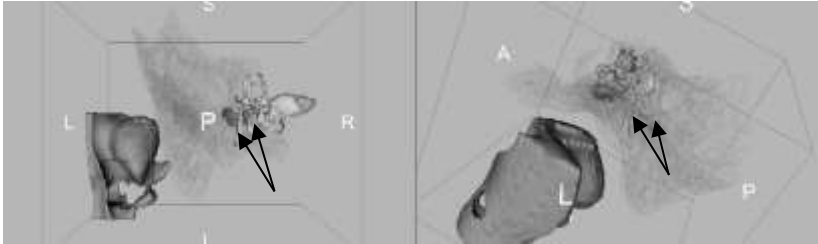
Ez a szemlélődés során nem zavaró, de a mérések során 1-2 mm-es eltérések adódhatnak, ha csak erre támaszkodunk, attól függően például, hogy a rekonstrukció készítője a szürkeskála mekkora tartományát választja az adott labelhez tartozónak.

Viszont olyan esetekben, amikor a keresett távolság egy pontszerű alakzat, és egy nagyobb kiterjedéssel bíró struktúra között kerül meghatározásra, jó támpontot ad a mérésekhez a kérdéses régió anatómiájának részletes ábrázolása.



1. ábra Néhány példamérés

Munkánk során az egyik betegünkénél az incus rövid nyújtvány - foramen stylo-mastoideum (azaz a n. facialis kilépése) közötti távolság mérésénél vettünk észre egy ismert, de ritka anatómiai eltérést, nevezetesen, hogy a n. facialis a dobüregből való kilépése után elágazik.



2. ábra Az elágazó n. facialis hátsó (bal oldal), illetve felső-oldalsó (jobb oldal) nézete az ideget nyíllal jelöltük

A műtetre való felkészülés során az információ az érdekességen túlmenően nagyon hasznos volt, hiszen az operátor a beavatkozás során könnyen károsíthatta volna az ideget, ezzel maradandó funkcióvesztést okozva. Ugyan ennek bekövetkezése a beteggel ismertetett műteti kockázatok közé tartozik, mégis az, hogy erre előre fel lehetett készülni, az esélyét a lehető legminimálisabbra csökkentette.

Következtetések

A kapott adatok a műtétekre való előkészületek során hasznosnak bizonyultak, tapasztalt szakember belső- vagy középfület érintő operációk esetében 15-20 perc alatt el tudja készíteni mind a 3D rekonstrukciókat, mind a méréseket.

Az eredmények segíthetnek az esetleges anatómiai variációk kiszűrésében, így a műteti kockázatok minimalizálásában.

Hivatkozások

- [1] ISO 12052:2006 - Health informatics -- Digital imaging and communication in medicine (DICOM) including workflow and data management
http://www.iso.org/iso/catalogue_detail?csnumber=43218 (2016. 11.10)
- [2] Fedorov A., Beichel R., Kalpathy-Cramer J., Finet J., Fillion-Robin J-C., Pujol S., Bauer C., Jennings D., Fennessy F., Sonka M., Buatti J., Aylward S.R., Miller J.V., Pieper S., Kikinis R. 3D Slicer as an Image Computing Platform for the Quantitative Imaging Network. *Magnetic Resonance Imaging*. 2012 Nov;30(9):1323-41. PMID: 22770690.
www.slicer.org (2016.11.10)

E-recept megvalósításának gyakorlati előkészítése, program fejlesztési állapota a gyógyszertárakban

Mészáros István

Quadro Byte Zrt., meszaros.istvan@qb.hu

1037, Budapest Bokor utca 9-11

Összefoglaló: az Elektronikus Egészségügyi Szolgáltatási Térhez történő csatlakozás gyógyszertárakban várható legfontosabb gyakorlati kihatásairól, és a gyógyszerári program fejlesztőjeként, és üzemeltetőjeként ránk váró feladatokról szól e cikk.

Magyarországon 2017 szeptemberére ütemezve megnyílik az Elektronikus Egészségügyi Szolgáltatási Tér (EESZT), amely az egészségügyi ellátásban résztvevő intézmények, ellátók és szolgáltatók részére alapozza meg a jövő egészségügyi ellátási rendszer adatfolyamának és adattartamának informatikai hátterét.

Cégünk, a Quadro Byte Zrt. 27 éve vállal szerepet az egészségügyi ellátás egyik fontos szegmensében: szoftverrendszer fejlesztőként és szállítóként, illetve informatikai üzemeltetési rendszergazdaként a gyógyszerári területen keletkező adatok kezelésében és feladatok megoldásában is részt vállal. Számunkra az EESZT elérésének kezelése elsősorban az eRecept kezelését jelenti.

Piaci szereplőként az egyik legfontosabb szempont számunkra ügyfeleink elégedettsége. Ügyfeleink gyógyszerészek, gyógyszerári asszisztensek, akik a szoftvereinket kezelik, és többek között pontosságot, gyorsaságot, könnyű kezelhetőséget, átláthatóságot várnak rendszereinktől az EESZT-hez történő csatlakozás után is.

A pontosságot az adatok terén maga az EESZT alapozza meg. A gyorsaságot az ügyfeleink és azok ügyfeleinek (a betegeknek) elégedettsége indokolja, a könnyű kezelhetőséget és az átláthatóságot pedig a rendszer felhasználói igénylik. Ha mindezt sikerül megvalósítanunk, egy ideális állapotot érhetünk el.

Az ideális állapot eléréséhez azonban számos gyakorlati kérdés is felmerül.

- az érintettek körében milyen változásokat hoz a rendszer?
- humán és műszaki erőforrásokat tekintve felkészültek-e a csatlakozók?
- miben tudjuk támogatni a csatlakozás gyakorlati megvalósítását?

A várható változásokat vizsgálva az egyik legfontosabb számunkra az azonosítás és hitelesítés kérdése. Műszaki oldalról természetesen fejlesztést, és új eszközök bevezetését hozhatja, felhasználói szemszögből új a felhasználói magatartás változását igényelheti, hiszen az informatikában régebb óta ismert eljárásokról van szó, de a felhasználási módok kiterjesztése a gyógyszerárakán újszerűnek mondható.

A műszaki erőforrások oldaláról a gyógyszerárak internet ellátottsága és annak minősége lehet az egyik legfontosabb vizsgálati szempont.

Azonosítás és hitelesítés a gyakorlatban

Gyógyszertári rendszer szállítójaként számunkra természetesen az egészségügyi adatok elérésének új módja jelent fejlesztési feladatot. Mivel az egészségügyi adatok különösen érzékeny személyes adatoknak minősülnek, az azokhoz történő hozzáférés nagyobb biztonságot, és magasabb biztonsági besorolású azonosítást igényelnek a jelenleg általánoshoz képest.

Az „1.tábl.”-ban a folyamatban érintett szereplők azonosíthatóságának lehetséges módjait gyűjtöttem.

1. számú táblázat:

Szereplő	Mód
felhasználó (gyógyszerész)	e-személyi
intézmény (gyógyszertár)	intézményi tanúsítvány
beteg	e-személyi? biometrikus azonosítás?
kiszolgáló rendszerek	biztonsági kommunikációs protollok alkalmazása

A gyakorlatban a szigorúbb azonosítási módok gyógyszerári rendszerbe implementálása és az érintettektől az azonosítás gyakorlata jelenthet változást:

- A rendszer felhasználóinak új felhasználói magatartást kell megszokniuk: pl. gyakoribb azonosítási kérések érkeznek a rendszer felől.
- A rendszer üzemeltetőinek az intézményi tanúsítványok megszerzését és bevezetését kell előkészíteniük, lebonyolítaniuk, és hosszú távon támogatniuk (természetesen akkor, ha érintettek az intézményi azonosítást igénylő funkcionalitások használatában)
- Folyományként jelentkezhet az azonosítási protokollok időérzékenysége. A kiállított azonosítási kulcsok elévülhetnek akár percekben belül is. Ezért egyre szélesebb körben követelménnyé válhat az időszolgáltató szerverek (NTP) használata.

Internet állapota a patikákban

A gyógyszerárak zöme régóta használ internetet, számos, az interneten kiépített informatikai adatkapcsolattal rendelkeznek partnereik irányába. A Quadro Byte Zrt. által fejlesztett QB-PHARMA³ rendszerben például 51 darab, internet kapcsolatot igénylő szolgáltatás van adaptálva. Rendelések, számla letöltések, adatszolgáltatások, szállítói akciós listák letöltése, fiókpatikai kapcsolat, webáruház kapcsolatok, könyvelési rendszerek felé kapcsolatok, OEP kapcsolat, egészségpénztári kapcsolatok – ezek csak a legfontosabbak.

Mivel az eRecept adatforgalma is az interneten keresztül zajlik majd, a megbízható, redundáns internet elérése a gyógyszerárakban is sarkalatos gyakorlati kérdéssé válik.

Cégünk saját hatókörében a közelmúltban felmérést végzett 280 gyógyszerárban a gyógyszerárak internet ellátottságának tekintetében.

Internet kapcsolattal rendelkező patikák aránya: 93,6% - azaz a kiszolgált gyógyszerárak 6,4%-a nem rendelkezik internet kapcsolattal sem.

2. számú táblázat

	Megfelelő	Nem megfelelő	Nincs internet
Letöltési sebesség (>2 Mbps)	87,5%	6,1%	6,4%
Válaszidő (<30ms)	82,1%	11,5%	6,4%
Feltöltési sebesség (>2 Mbps)	17,5%	76,1%	6,4%

A vizsgálatunk végső eredményét a megfelelőségi minősítésünk adta. A gyógyszerterek internet kapcsolatait 82% arányban találtuk megfelelőnek, 18%-t minősítettük nem megfelelőnek.

A redundáns internetelérést tekintve a 280 gyógyszerteréből összesen 2 gyógyszerter rendelkezik egynél több, azonnal rendelkezésre álló alternatív internetvonallal.

Mivel tudja támogatni a Quadro Byte Zrt. az eRecept bevezetését a gyógyszerterekben?

Természetesen a megszokott rendszergazdai és fejlesztői támogatások, és azokon belül még:

- szoftverfejlesztés, és az új komponensek használatának betanítása
- új eszközök bevezetése, bevezetés támogatása, használatuk betanítása
- hatékony és biztonságos felhasználói magatartások betanítása.
- támogatás az intézményi tanúsítványok beszerzésében, azok bevezetésében
- internet bekötés megfelelőségének vizsgálata, redundáns elérés kidolgozása, bevezetése

PSA mérőszorozat matematikai elemzése

Fésüs Péter, Nagy Károly

Debreceni Egyetem, Informatikai Tudományok Doktori Iskola,

peter.fesus@gmail.hu

4028 Debrecen, Kassai út 26.

Jahn Ferenc Dél-pesti Kórház, Urológiai osztály, dr.nkaroly@gmail.com

1204 Budapest, Köves u. 1.

Összefoglaló: A prosztata specifikus antigén (PSA) a prosztatarák egyik tumormarkerje, amelynek mérése napjainkban a betegség tekintetében a leginkább költséghatékony és emiatt vizsgálata a leginkább elterjedt. Kedvező paraméterei ellenére a PSA értékét a prosztatarákon kívül befolyásolhatja például a szervezetben belüli gyulladás. A vonatkozó orvosi protokollokat ennek megfelelően alakították ki, de még így is túl nagy a tapasztalt hibaszázalék az elfogadhatóhoz és az elvárthoz képest. A dolgozatban bemutatott kutatás célja, hogy PSA értékek mérőszorozatából pontosabb becslést adjon a PSA pillanatnyi értékének változására és a folyamat várható lefolyására.

A bevezetésben a matematikai modell leírása olvasható. A vázolt algoritmusok tekintetbe veszik a mérési sorozatban előforduló anomáliákat, az – infekcióból eredő – egyedi, kiugró értékeket; a kezelések, beavatkozások hatására módosuló PSA értékeket és ennek megfelelően korrigálják a becslések eredményét. A tárgyalás foglalja magába a kapott eredmények statisztikai vizsgálatát, valamint az összevetést a gyakorlati tapasztalatokkal. A következtetések levonása és az algoritmusok lefutását befolyásoló paraméterek finomhangolása szintén ebben a részben kapott helyet. A dolgozat a következmények bemutatásával zárul.

Bevezető

A hámsejtek kóros elszaporodásából támadt rosszindulatú – környezetét pusztítva növekedő – daganatot *rákosnak*, a szervezetnek ebből adódó betegségét *rákbetegségnek* nevezzük. A prosztatarák a férfiak körében ez egyik leggyakoribb rákos betegség. Ugyanakkor a betegség a legtöbb esetben lassú lefolyású, korai stádiumban észlelve és kezelve nagy arányban gyógyítható, a beteg életminősége javítható.

A rákos elváltozások meglétére utaló anyagokat *tumor markereknek* nevezik. A tumor markerek többnyire fehérjék, vérben, vizeletben, szövetekben vagy sejtekben mutathatók ki. Ezek az anyagok vagy magukból a rákos daganatból származnak, vagy a test tumorra adott reakciója során keletkeznek a szervezetben. A prosztatarák esetén a legelterjedtebb tumor marker vizsgálat a *PSA teszt*. A *Proszтата Specifikus Antigén* vérben

előforduló fehérje, amelynek szintje tumor esetén jelentősen megemelkedik. Normál (tumor mentes) esetben is igaz, hogy az életkor növekedésével a PSA szint a vérben enyhén emelkedik. Emiatt a kritikus határértéket az életkortól függően választják. A normál PSA szint függ az emberi rassztól is. Az afrikai, az ázsiai és a kaukázusi típusokat szokás elkülönítetten kezelni.¹

Általánosságban elmondható, hogy a 4-es érték felett mindenképpen figyelni kell a betegre, valamint 10-es érték felett komoly kockázata van a kialakult tumornak. A 4-10 intervallumot szokás az „szürke” tartományának nevezni. Részletesebben lásd [2].

Kutatásunk célja az volt, hogy olyan *sztochasztikus folyamattal* leírjuk a PSA szintjének változását, amellyel előre jelezhető a veszélyes állapotok kialakulása. Veszélyes állapotnak tekintett valamely *konkrét PSA szint meghaladása* (pl. a 4-s, vagy a 10-s érték), vagy a rákos folyamat *beindulási idejének*² elérése. A kiinduló matematikai modellről részletesebben lásd [1].

Fontos megjegyezni, hogy az algoritmus előzetes szűrés céljára készült, azaz olyan adatsorra vannak optimalizálva, amely feltételezi, hogy a természetes hatásokon kívül (pl. infekció, öregedés) más mesterséges, külső hatás (pl. gyógyszeres kezelés, beavatkozás) nem befolyásolta még a PSA szintet. Az eredmény olyan algoritmus, amely valamely páciens PSA értékeinek sorához meghatározza egy alkalmas közelítő függvény paramétereit, amely függvény becslést tud adni tetszőleges időpontban a PSA szint várható értékére. Az algoritmus kiinduló változatáról részletesebben lásd [3].

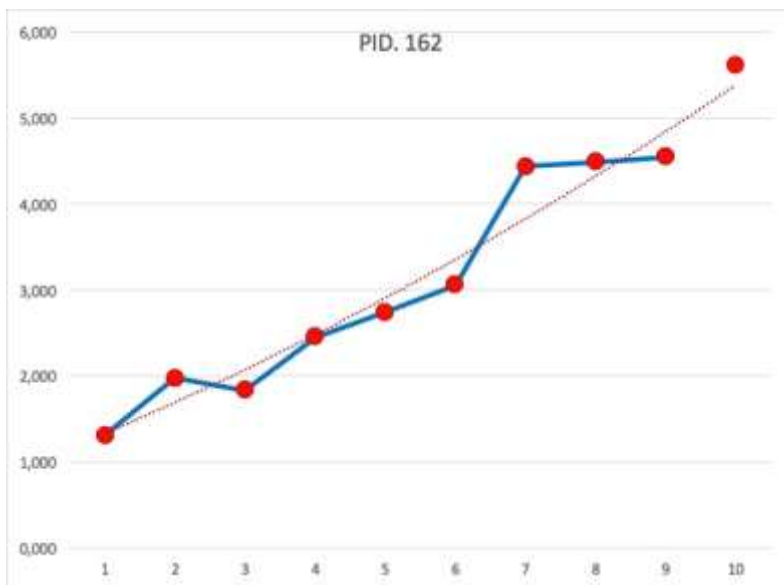
Példaként nézzük az *1. ábrán* látható a 162-es páciens adatsorát. A vízszintes tengely az időtengely, a függőleges tengelyen az egyes időpontokhoz tartozó PSA mérés értékei olvashatók le. A nagyméretű pontok jelölik a mért PSA értékeket. (Valószínűsíthető, hogy a 2-s adatpont a szervezeten belüli infekció miatt magasabb értéket mutat mint az utána következő 3-s adatpont. Ezt az anomáliát azonban az algoritmusnak kezelnie kell.)

Az adatsort *retrospektív vizsgálatnak* vetettük alá. Ennek során a vastag, folytonos vonallal összekötött adatokat, valamint hozzájuk tartozó normált időpontokat kapta meg bemenő adatként az algoritmus és feladatul kapta, hogy a 10-s időpontban (a vastag, folytonos vonallal össze nem kötött)

¹ Érdemes megjegyezni, hogy az egyes orvosi társaságok Amerikában és Európában kismértékben eltérő értékeket használnak.

² Beindulási időnek nevezzük azt a dátumot, amikor a PSA érték várhatóan (vagy mérhetően) 1 éven belül a duplájára növekszik.

nagyméretű pont esetén becsülje meg a PSA szint várható értékét. Az algoritmus a vékony szagatott vonallal jelölt görbét illesztette a mintára, és a látható becsült értéket adta válaszul.



1. ábra: A 162-es páciens adatsora a tisztított adathalmazból

A tömegesen elvégzett egyedi vizsgálatokat eredményét statisztikai módszerekkel vizsgáltuk tovább azért, hogy megállapítsuk a módszer várható pontosságát és következtessünk az alkalmazhatóságára.

Módszer

A nyers, kiinduló adatok összesített jellemzőit az 1. táblázat tartalmazza. Az adatok anonim, valós klinikai adatok, a 2000. augusztus és 2014. október közötti időszakból. A rendelkezésünkre álló adathalmazt korcsoportok szerint klasszifikáltuk. Célunk volt, hogy az algoritmus becslési pontosságát összességében és korcsoportok szerint is meghatározzuk.

Korcsoport	Páciens	Mérés	Átlag életkor	Maximális adathossz
-40	41	161	34	6
40-50	180	680	46	5
50-60	716	3497	65	14
60-70	1093	8522	65	15
+70	780	10365	76	16
Összes	2810	23225	68	

1. táblázat: A kiinduló adatok mérete és jellemzői

Mivel a kiinduló adatok nem feleltek meg az algoritmus alkalmazási előfeltételének, a nyers adatokon több vizsgálatot és szűrést kellett elvégezni, amíg a tisztított és feldolgozható adathalmazhoz eljutottunk. Mindenek előtt konvertáltuk a szövegesen megadott, de számként értelmezhető PSA értékeket. Ezután elhagytuk azokat a személyeket, ahol a szöveges formában megadott PSA adatok nem voltak numerikus értéké alakíthatók (pl. „jelentősen magas”, „elenyésző”, „méréshatáron túl”).

El kellett vetnünk azokat a pácienseket, ahol a mérések száma nem érte el minimálisan szükséges 4-t. Nem vettük figyelembe azokat a mérési sorokat, ahol gyógyszeres kezelés, vagy egyéb beavatkozás hatására módosultak a PSA értékek. (Ennek felderítésére heurisztikus megoldásokat kellett találnunk, mert a kórházi rendszerből ezek az adatok nem voltak minden esetre megszerezhetők.) A PSA és vizsgálatának természetéből fakadóan el kellett vetnünk azokat az adatsorokat, ahol nem szélső helyen megjelent a 0 érték, vagy ahol a PSA mérések között 20 napnál kevesebb telt el. (Jellemzően 1-2 napos eltéréssel találoztunk.)

Korcsoport	Páciens	Mérés	Átlag életkor	Maximális adathossz
-40	2	12	29	6
40-50	13	35	46	5
50-60	54	239	56	14
60-70	69	408	65	13
+70	38	392	75	13
Összes	176	1086	65	

2. táblázat: A tisztított és konzekvens adatok mérete és jellemzői

Végezetül a vizsgálatok dátumait az első vizsgálat dátumához normáltuk. Az így kialakult adathalmaz jellemzőit a 2. táblázat tartalmazza. Látható, hogy kezdeti páciensek mindössze 6%-a rendelkezett alkalmas adatsorral

arra, hogy az algoritmus egyáltalán elindulhasson. Ez a kezdeti adatok mindössze 5%-át jelentette.

A nehézséget az okozta, hogy a meglévő kórházi informatikai rendszerek nem az ilyen típusú adatok kigyűjtésére készültek, az összefüggések megadása és az adatok kinyerése programozási munkát igényelt. Az utólagos tisztítás és szűrés jóval nagyobb erőfeszítést igényel, mintha az elejétől fogva tudatosan úgy és azokon végezzük a vizsgálatokat, akik az előfeltételnek megfelelnek.

Az előzetes feldolgozás után a 2. táblázatban szereplő páciensek és adataik alkalmasak a retrospektív tesztek elvégzésére. A tömörebb fogalmazás miatt vezessük be a következő pár jelölést.

Jel	Jelentés
n	Valamely adatsorban található mérések száma.
t_n	Valamely adatsorban az n . mérés időpontja, vagy valamely becsléshez felhasznált időpont.
PSA_n	Valamely adatsorban az n . mérés PSA értéke.
p_n	A t_n időpontban az algoritmus által eredményül adott közelítő érték, amely a PSA_n mérés értéket hivatott közelíteni.
(t_n, PSA_n)	Az értékpár egy PSA mérés időpontját és értékét jelöli.
(t_n, p_n)	Az értékpár a közelítő függvény adott időpontban felvett értékét jelöli.

3. táblázat: Alkalmazott jelölések

Retrospektív vizsgálatok során az algoritmus megkapta minden páciens esetén a hozzátartozó vizsgálatok dátumát és értékét, az utolsó (t_n, PSA_n) pár kivételével. A pácienshez kalkulált közelítő formula segítségével azután kiszámítottuk a közelítő függvény p_n értékét t_n időpillanatra. Minden esetben összehasonlítottuk a p_n becslt értéket a PSA_n ténylegesen mért értékkel, kiszámítottuk a szórásnégyzetet és a relatív (százalékos) eltérést. Az egyedi eredmények meghatározása után elvégeztük a vizsgálatokat a korcsoportosan és a teljes adathalmazon is.

A 2. táblázatban jelzett 176 páciensből az algoritmus 128 esetben tudott megfelelő közelítő függvényt előállítani. Ennek oka, hogy az algoritmus – jelenlegi heurisztikái alapján – nem ad eredményt olyan esetekben, amely ellentétes értelmű a PSA időbeli változásának természetével. Nevezetesen nem készül közelítő függvény olyan esetben, amikor a közelítő függvény

szigorúan monoton csökkenő függvény lenne.³ Erről a témáról, valamint a páciensek másfajta klasszifikációjáról (pl. „*menthetetlen*”, „*szerencsés*”) részletesebben *Dobó Andor* tanulmányaiban lehet olvasni [4].

Következmények

A 128 kiértékelt eset vizsgálata azt mutatta, hogy a becslés átlagos pontossága **95,3%**-s. Mintaként a 4. táblázatban látható az első 10 páciens esetén a mért és a becsült PSA érték, azok távolsága egymástól valamint a becslés pontossága.

PID	Születési dátum	Mért PSA érték	Becsült PSA érték	Szórás-négyzet	Pontosság
4	1935.06.23	4,879	4,891	0,00	1,00
14	1941.08.04	1,800	1,818	0,00	0,99
22	1921.12.08	6,720	6,249	0,22	0,93
124	1936.04.30	4,770	4,669	0,01	0,98
162	1936.08.17	5,610	5,476	0,02	0,98
187	1929.04.12	0,715	0,703	0,00	0,98
202	1942.05.06	2,000	1,997	0,00	1,00
221	1925.09.07	8,990	8,758	0,05	0,97
292	1957.09.28	0,614	0,610	0,00	0,99
359	1936.04.04	4,650	4,602	0,00	0,99

4. táblázat: A becslési pontosság az első 10 páciens adatsorának retrospektív vizsgálata esetén

Ez alapján elmondható, hogy jelenleg alkalmazott, egyetlen PSA teszt alapján értékelő és fajlagosan nagy hibaszázalékkal operáló protokoll jelentősen javítható, ha több PSA mérésből álló sorozatot értékelünk ki, arra alapozzuk döntéseinket.

Tovább elemezve a tesztek kiszámolható, hogy az páciensek

- 81%-a esetén volt a becslés megbízhatósága 0,92-nél nagyobb;
- 70%-a esetén volt a becslés megbízhatósága 0,95-nél nagyobb;
- 42%-a esetén volt a becslés megbízhatósága 0,98-nál nagyobb.

³ A szigorúan monoton függvény ebben a környezetben azt jelentené, hogy későbbi időpontban a becsült PSA érték biztosan mindig kisebb lenne, mint a korábbi. Ez ellentétes a PSA szint megfigyelt természetével.

Kiderült továbbá az is, hogy a hosszabb adatsorok nem jelentettek pontosabb becslést, azaz az olyan heurisztikák, amelyek a korábbi adatokat egyre kisebb súllyal vették figyelembe pontosabb becsléseket adtak, mint azok, akik azonos fontossággal számoltak minden mért PSA értékkel.

Kimutatható volt az is, hogy a korcsoportos klasszifikáció nem jelentett számottevő eltérést a becslések pontosságát illetően.

Az így előállított algoritmus már olyan közelítő függvényeket kalkulál, amelyek alkalmasak *prospektív tesztek* végzésére és azokon további vizsgálatok elvégzésére. Az eredmények felhasználhatók az előjelzésben, valamint a PSA tesztek alapján megállapított konklúziók megbízhatóságának növelésében. Matematikailag megalapozott sejtés, hogy további heurisztikák beépítésével az előjelzés kiterjeszhető olyan esetekre, amelyekkel ismételen kialakuló tumorerő folyamatát lehet jellemezni.

Köszönetnyilvánítás

Hálás köszönet és tisztelet illeti meg *Dobó Andor* alkalmazott matematikust, aki betegsége idején és okán indította el a kutatásokat kezelőorvosával és társával, *dr. Nagy Károllyal*. Ketten együtt alapozták meg az itt olvasható eredményeket. Köszönet illeti *Keszthelyi Lászlót* és *dr. Reiber Istvánt*, akik támogatták a kutatást és lehetőséget biztosítottak az algoritmus nagytömegű adathalmazon történő tesztelésére.

Hivatkozások

- [1] *Dobó Andor*: Prosztatárak terjedésének matematikai leírása, (Budapest, 2012.03.07., Kézirat)
- [2] *dr. Tenke Péter–dr. Köves Béla–dr. Nagy Károly*: A prosztatarák szűrése (Abstr. hun. In: Házi orvos Továbbképző Szemle, Budapest 2010, ISSN 1219-8641. 299. o.)
- [3] *Fésüs Péter–dr. Nagy Károly–Molnárné Nagy Mária*: A prosztatarák kialakulásának és lefolyásának modellezése tumormarker mérések sorozatából (Orvosi Informatika 2014, Szeged 2014, ISBN: 978-963-396-040-0. 1-5. o.)
- [4] *Dobó Andor*: Rákinvázió (Budapest, 2013.01.31., Kézirat)

Kontrollcsoport-generálási lehetőségek retrospektív egészségügyi vizsgálatokhoz

Szekér Szabolcs¹, Fogarassyné Vathy Ágnes²

¹Pannon Egyetem Rendszer- és Számítástudományi Tanszék,
szekersz@gmail.com

8200 Veszprém Egyetem utca 10.

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

8200 Veszprém Egyetem utca 10.

Összefoglaló: Retrospektív vizsgálatok esetén az eredmények validálása gyakran igényli olyan független kontrollcsoport kialakítását, amely bizonyos tulajdonságok mentén hasonló eloszlást mutat, mint az elemzés alapját adó mintacsoport. Jelen publikációban ezen feladat megoldására alkalmas lehetőségeket mutatunk be, rávilágítva azok előnyeire és hátrányaira.

Bevezető

A retrospektív vizsgálatok hátránya, hogy a vizsgálatok eredményeinek értékeléséhez szükséges kontrollcsoport a vizsgálat jellegéből fakadóan az adatok rögzítésekor nem került meghatározásra, így az nem áll az elemzők rendelkezésére. A vizsgálati eredmények kontrollcsoporttal történő összevetése azonban elengedhetetlen az eredmények értékelése szempontjából, így a kontrollcsoport utólagos kialakítása szükséges. A kontrollcsoportba bevonható személyeket oly módon kell meghatározni, hogy azok a vizsgált kezelés/beavatkozás tekintetében eltérjenek a vizsgált betegcsoporttól, és az eredményekre hatással lévő paraméterek tekintetében hasonló eloszlást mutassanak a betegcsoport egyedeihez. Ezen hasonló eloszlások hiányában a paraméterek kiigazítása szükséges. Munkánk során olyan algoritmusok kialakításával és vizsgálatával foglalkozunk, amelyek egy előre meghatározott populációból olyan kontrollcsoport kiválasztását teszik lehetővé, amely kontrollcsoport meghatározott tulajdonságok tekintetében hasonló eloszlást mutat egy adott mintacsoporthoz képest.

Módszer

Kutatásaink során négy algoritmust vizsgáltunk, melyek közül három algoritmus a k -legközelebbi szomszéd elvén alapul, míg a negyedik algoritmus alapját a klasszikus rétegtképzéses mintavételezés gondolata adja.

Az első algoritmus (továbbiakban *Algoritmus 1*) a k -legközelebbi szomszéd algoritmus alapváltozata, amely a vizsgálat szempontjából releváns

tulajdonságok által meghatározott N -dimenziós térben keresi a mintacsoport egyedeihez legközelebb eső kontrollcsoportbeli egyedeket. Az algoritmus működése során az adatok normálását követően az Euklideszi-normát alkalmazva meghatározza a mintacsoport és a populáció minden egyes elemének távolságát, majd a kontrollcsoport kívánt méretétől függően kiválasztja a mintacsoport összes eleméhez a k -legközelebbi populációbeli egyedeket. Az így kiválasztott egyedek képezik a generált kontrollcsoport egyedeit.

A második algoritmus (*Algoritmus2*) az első algoritmus továbbfejlesztésének tekinthető. Az Algoritmus1 alkalmazásának eredményeképpen előfordulhat, hogy a populáció egyedeinek eloszlásától függően egyes populációbeli egyedek több mintacsoportbeli egyedhez is hozzárendelésre kerülnek. Ily módon az Algoritmus1 bizonyos esetekben csak alulról közelíti a kontrollcsoport kívánt méretét. A második algoritmus ezt a problémát küszöböli ki oly módon, hogy azon populációbeli egyedeket, amely több mintacsoportbeli egyedhez is hozzátartozna a k -legközelebbi szomszéd elve alapján, ahhoz a mintacsoportbeli egyedhez rendeli, melyhez a legközelebb található. Azon mintacsoportbeli egyedek esetében, ahol a k -legközelebbi szomszéd elvén kiválasztott egyedek száma nem éri el k -t, iteratívan addig növeljük a figyelembe vehető legközelebbi szomszédok számát, amíg a párosított populációbeli egyedek száma el nem éri a kívánt értéket.

A harmadik algoritmus (*Algoritmus3*) az Algoritmus2 továbbfejlesztett változatának tekinthető, s szintén garantálja a kialakítandó kontrollcsoport pontos méretét. Az Algoritmus3 működése során a kiválasztáskor jelentkező ütközések feloldását az előző algoritmustól eltérően már nem a legkisebb Euklideszi távolság elvén valósítja meg, hanem egy általunk definiált hibafüggvényt értékel ki. Ezen hibafüggvény (E_{dist}) a normák távolságát veszi figyelembe és az ütközésben részt vevő populációbeli egyed esetében a mintaegyed és a populációegyed összerendelését úgy valósítja meg, hogy az ütköző egyedeket helyettesítő egyedek által meghatározott mintaegyed-populációegyed távolságok összege minimális legyen. Az E_{dist} hibafüggvény P_j ütközésben részt vevő populációbeli egyedre és egy A_i mintacsoportbeli egyedre vonatkozóan a következőképpen határozható meg:

$$E_{dist_{A_i P_j}} = \left\| A_i - NN_{A_i}^{(1)} \right\| - \left\| A_i - NN_{A_i}^{(2)} \right\| = \left\| P_j \right\| - \left\| A_i - NN_{A_i}^{(2)} \right\|,$$

ahol $NN_{A_i}^{(1)}$ az A_i mintacsoportbeli elem első, $NN_{A_i}^{(2)}$ pedig az A_i mintacsoportbeli elem második legközelebbi szomszédját jelöli, j pedig a beválasztásra jelölt populációbeli elem indexe, amely egyben az A_i egyed

legközelebbi szomszédja is. Az alkalmazott hibafüggvény minden mintacsoportbeli elem esetén kiszámolja a hozzá legközelebb és második legközelebb eső populációbeli elem távolságát. Amennyiben egy populációbeli elem több mintacsoportbeli elemnek is a legközelebbi szomszédja, akkor azon mintacsoportbeli egyedhez választjuk ki ezt a populációbeli egyedet, amely esetében a hibafüggvény értéke a legnagyobb. Ezt a kiválasztási folyamatot addig folytatjuk iteratívan, míg minden ütközést fel nem oldunk a hibafüggvény kiértékelése által.

A negyedik algoritmus (*Algoritmus4*) az előző három algoritmushoz képest teljesen más megközelítést alkalmaz. Ezen algoritmus működése során a klasszikus rétegeképzeses mintavételezés módszerét felhasználva legenerálja a mintacsoportban előforduló rétegeket, majd megvizsgálja, hogy melyik réteghez mennyi elem tartozik. Ezt követően a populációban is meghatározza a mintacsoportban előforduló rétegeket, majd a mintacsoportban előforduló rétegyakoriságoknak megfelelően a populációbeli rétegek elemeiből random módon kiválogatja a kontrollcsoport egyedeit.

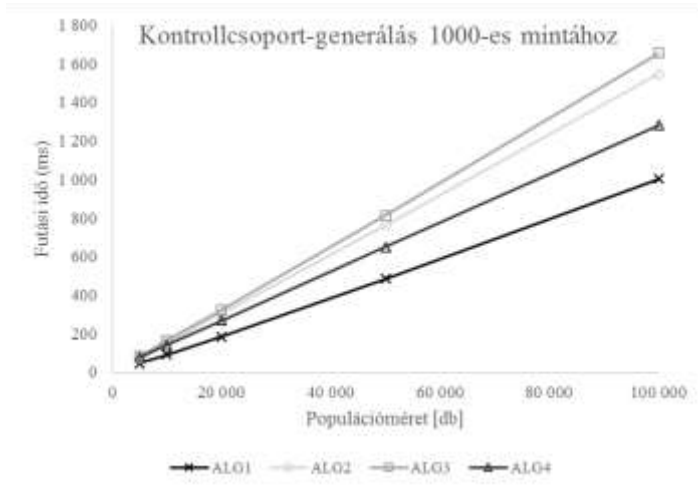
Összehasonlítás

Az Algoritmus1 által szolgáltatott kontrollcsoport hasonlósága nagymértékben függ a kiindulási populáció méretétől és egyedeinek eloszlásától. Ha a populációból leválogatott kontrollcsoport mérete pontosan megegyezik a kívánt kontrollcsoportmérettel, akkor az eredményhalmaz a kívánt eloszlást mutatja, ellenkező esetben a kontrollcsoport egyedeinek eloszlása eltérést mutat a mintacsoport eloszlásához képest. Az Algoritmus2 az alapalgoritmus esetleges hibáját hivatott kijavítani, azonban kis populáció esetében a kontrollcsoport eloszlásában torzulásokat eredményezhet. A harmadik algoritmus az előző két algoritmus hibáit küszöböli ki. Garantálja, hogy a generált kontrollcsoport mérete megfelel az elvárásoknak és csökkenti az Algoritmus2 kezdetleges megközelítésének pontatlanságát. Mindezen három algoritmus alapvető hibája azonban, hogy a mintacsoport és a populáció méretének növelésével megnő a memóriaigényük, és nagyobb elemszámú mintacsoport-populáció páros esetén egy átlagos asztali számítógép már nem képes végrehajtani őket.

Az Algoritmus4 előnye, hogy a populáció megfelelő mérete és egyedeinek megfelelő eloszlása esetén mindig a mintacsoporttal teljesen azonos eloszlású kontrollcsoportot eredményez. Működésének alapja azonban egyben a hátránya is, hiszen kontrollcsoport alapját adó populációbeli egyedek nem megfelelő eloszlása esetén (pl. kevés elem egy rétegben) működése nehezen

hangolható. Mindemellett azonban a rétegek meghatározása nem igényel sok memóriát, ezért futtatása során nem fordul elő memóriahiány.

A fent említett négy algoritmus futási ideje lineáris. A mintacsoport-populáció páros méretétől függően pár ezredmásodperctől pár másodpercig terjed, ami megfelelően gyorsnak tekinthető. Ezen futási időket szemlélteti az 1. ábra, amely a 4 algoritmus futási idejét hasonlítja össze abban az esetben, ha egy 1000 fős mintacsoporthoz keresünk 1000 elemet tartalmazó kontrollcsoportot, eltérő méretű (5000, 10000, 20000, 50000, 100000 főt tartalmazó) populáció esetén. Jól látható, hogy az Algoritmus1 futási ideje kisebb, mint a második és harmadik algoritmusé, mivel nem követeli meg, hogy a generált kontrollcsoport mérete pontosan megfeleljen az elvártaknak. Az Algoritmus4 futási ideje ugyan meghaladja az Algoritmus1 futási idejét, de gyorsabb, mint a második és harmadik módszer.



1. ábra Futási idők 1000-es minta és 1000-es kontrollcsoport esetén

Fontos kiemelni, hogy bár mindegyik algoritmus futási ideje lineáris, nagyobb elemszámok esetén az Algoritmus4 jobban teljesít, mivel a problémater mérete additívan és nem multiplikatívan nő, vagyis x méretű minta és y méretű populáció esetén, ha bármelyik csoport méretét k -val növeljük, akkor az elvégzendő lépések száma $x + k$ -ra vagy $y + k$ -ra nő, nem pedig $(x + k) * y$ -ra vagy $(y + k) * x$ -re. Ez skálázhatóság szempontjából azt jelenti, hogy jóval robusztusabb, vagyis kevésbé érzékeny

a problémater méretének növekedésére. Ugyanez a tulajdonság nyilvánul meg a korábban említett memória-felhasználás terén is.

Konklúzió

Kutatásunk során nyilvánvalóvá vált, hogy bizonyos áldozatokat kell hoznunk a kívánt eredmény eléréshez – beszéljünk akár futásidőbeli, memóriaigénybeli vagy pontosságbeli megkötésekről. Az optimális algoritmus megvalósításához hosszú és rögzös út vezet, mely rengeteg próbálkozást és tesztelést tartalmaz. A fentebb taglalt algoritmusok közül kettő, az Algoritmus3 és Algoritmus4, a jövőbeli kutatásaink alapját képező algoritmusok. Futási idejük megfelelő, pontosságuk növelését pedig olyan további hibafüggvények bevezetésével tervezzük, melyek segítségével nem csupán lokális optimumot érünk el, hanem globálisan optimális döntést tudunk hozni a kontrollcsoport egyedeinek kiválasztásához.

Köszönetnyilvánítás

A publikációt és a kapcsolódó kutatásokat a VKSZ_12-1-2013-0012 azonosítójú "Világszínvonalú Intelligens és Inkluzív Egészségügyi Információs és Döntéstámogató Keretrendszer (Analytic Healthcare Quality User Information) kutatása" című projekt keretében Magyarország Kormánya támogatta.

Szezonális vizsgálatok daganatos betegségek mortalitásában

Virág Katalin¹, Nyári Tibor²

¹SZTE TTIK Bolyai Intézet, virag.katalin@t-online.hu

²SZTE ÁOK Orvosi Fizikai és Orvosi Informatikai Intézet, nyari.tibor@med.u-szeged.hu

Összefoglaló: A magyarországi rosszindulatú daganatos betegségek okozta halálozások szezonális változásait vizsgáltuk általánosított lineáris modellekkel, illetve Edwards és Walter–Elwood-tesztekkel. A legtöbb havonkénti megfigyelt haláleset a rosszindulatú daganatos betegeknel télen történt, de a részarányos halálozásoknál augusztusi maximummal, szignifikáns szezonális volt megfigyelhető.

Bevezető

Az elmúlt két évtizedben Európában a legmagasabb összesített daganatos mortalitás a felnőtt populációban Magyarországon történt.

Magyarországon a szájüregi és a kolorektális (vastag- és végbélrák) halálozás mindkét nemnél, és férfiaknál a tüdőrák okozta halálozás a legmagasabb volt Európában 2012-ben, de kiemelkedően magas (második) mortalitási arány volt férfiaknál a hasnyálmirigy-daganat és nőknél a tüdődaganat okozta halálozás. A 40 európai ország között 2012-ben 17. volt a magyarországi női mellrákhalálozás, és 10. az Európai Unión belül. A női nemi szervi daganatos halálozásoknál a méhnyakrák-halálozás a 40 európai ország között 13., az Európai Unión belül 7. helyen állt.

Vizsgálatunk célja a magyarországi rosszindulatú daganatos betegségek okozta halálozások ciklikus (szezonális) változásainak elemzése, és az alkalmazott statisztikai módszerek bemutatása volt.

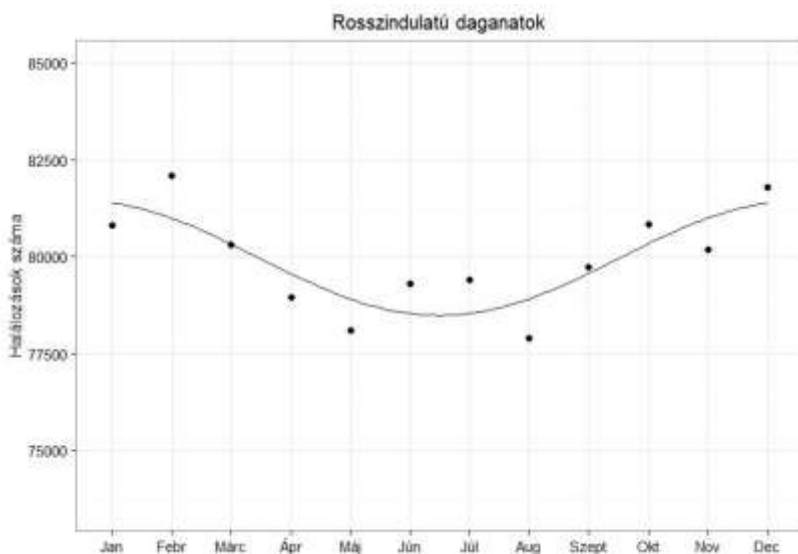
Módszer

A halálozási adatokat a Központi Statisztikai Hivatal Demográfiai Évkönyveiből gyűjtöttük ki. A betegségek nemzetközi osztályozására használt 10. revízió (BNO-10) szerinti besorolás alapján az összes daganatos halálozási (C00–D48) esetszámokat vizsgáltuk elsődlegesen. Mindemellett néztük a ciklikusságot a prosztatatarákos (C61) és a női nemi szervi rosszindulatú daganatok és emlőrákos betegeknel, ahol a vizsgált kategóriák a következők voltak: a női mell (C50) rosszindulatú daganata, a méhnyak (C53) rosszindulatú daganata, a petefészek (C56) rosszindulatú daganata, és a méhtest (C54), illetve a méh nem meghatározott részének rosszindulatú daganata (C55).

A szezonális vizsgálatához az adott évben bekövetkezett halálozások hónapok szerinti megfigyelt gyakoriságait használtuk. A naptári év 12 hónapjára vonatkozó adatokat havonként összegezve alkalmaztuk a ciklikus modellezésben. A szezonális vizsgálatát általánosított lineáris modellekkel[1], illetve Edwards[2] és Walter–Elwood-tesztekkel[3] elemeztük. A ciklikus trendeket elemeztük a megfigyelt gyakoriságokra és részarányokra is. Részarányoknál az összes halálesetre vonatkoztattuk a rosszindulatú daganatos halálozások számát. Az elemzéseket a STATA 9.0 programmal végeztük el.

Eredmények

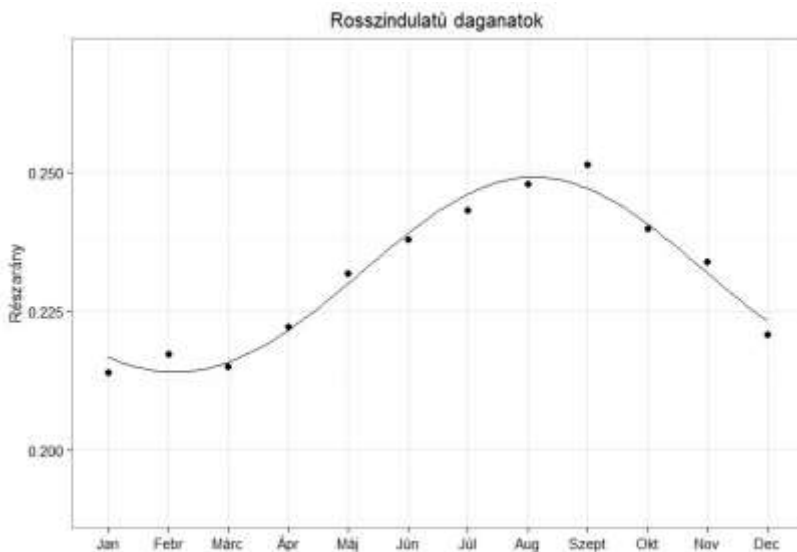
A legtöbb havonkénti megfigyelt halálest a rosszindulatú daganatos betegeknél télen történt (1. ábra), de a női nemi szervi daganatos betegeknél júliusban történt.



1. ábra. A rosszindulatú daganatos betegségek okozta halálozások havonkénti alakulása

A megfigyelt havonkénti gyakoriságokat használva az Edwards-módszer alkalmazásával szignifikáns ciklikus trend volt az összes rosszindulatú daganatos halálózásoknál, illetve a prosztatata és mellrákhalálózásoknál decemberi és januári maximummal.

A méhnyakrák- és méhtestrák-halálózásnál nem volt kimutatható ciklikus változás. Azonban az összes halálesetre vonatkoztatott rosszindulatú daganatos részarányos halálózásoknál szignifikáns szezonális volt megfigyelhető augusztusi maximummal és februári minimummal, de nem volt szignifikáns kétperiódusú szezonális (2. ábra).



2. ábra. A rosszindulatú daganatos betegségek okozta részarányos halálózás

Megbeszélés

A legtöbb havonkénti megfigyelt haláleset a rosszindulatú daganatos betegeknel télen történt, de a részarányos halálózásoknál augusztusi maximummal, szignifikáns szezonális volt megfigyelhető. A magasabb augusztusi halálózási részarányt a rosszindulatú daganatos betegeknel véleményünk szerint inkább nosocomialis fertőzések okozzák, akiknek a legyengült immunrendszere már nem képes megfelelően védekezni a fertőzéssel szemben.

A daganatos halandóság viszonylagos súlya növekszik a haláluki megoszlásban és több daganatos megbetegedés mortalitása Magyarországon a legmagasabb az Európai Unió országai között.

Az alkalmazott statisztikai eljárások előnye a könnyű értelmezhetőség. A ciklikus trendek, ismétlődések egy betegség etiológiájában vagy mortalitásában a környezeti hatások szerepét jelezhetik amennyiben olyan visszatérő időpontot, amelyben a kockázat szignifikánsan kiugró (magasabb, illetve alacsonyabb).

A daganatos betegségeknél megfigyelt ciklikus mortalitás pontos megértéséhez azonban további vizsgálatok szükségesek, mivel a kockázati tényező(ke)t pontosan nem tudjuk meghatározni ökológiai tanulmányokban.

Köszönetnyilvánítás

Virág Katalin kutatása a TÁMOP-4.2.4.A/2-11/1-2012-0001 Nemzeti Kiválóság Program című kiemelt projekt keretében zajlott. A projekt az Európai Unió támogatásával, az Európai Szociális Alap társfinanszírozásával valósul meg.

Hivatkozások

- [1] Stolwijk AM, Straatman H, Zielhuis GA. "Studying seasonality by using sine and cosine functions in regression analysis", *J Epidemiol Community Health*, vol. 53, pp. 235-238, 1999
- [2] Edwards JH. "The recognition and estimation of cyclic trends", *Ann Hum Genet*, vol. 25, pp. 83-87, 1961
- [3] Walter SD, Elwood JM. "A test for seasonality of events with a variable population at risk", *Br J Prev Soc Med*, vol. 29, pp. 18-21, 1975

Névmutató

- Bari Ferenc, 75
Barna István, 53
Bilicki Vilmos, 65, 69
Csomor Angéla, 89
Csontos Balázs, 35
Daiki Tennó, 53
Dankovics Gergely, 53
Dimák Balázs, 107, 115
Dinya Elek, 21
Dobos Judit, 85
Fésüs Péter, 127
Fidrich Márta, 61, 65, 69
Fogarassyné Vathy Ágnes, 5, 11, 135
Forczek Erzsébet, 75
Garaguly Zoltán, 79
Garaí Ábel, 25
Guzsvinecz Tibor, 45
Havasi Anett, 31
Hunyadi Zsombor, 65, 69
István Kósa, 17, 93
István Vassányi, 17, 93
Juhász Zoltán, 97
Juhos István, 65
Kékes Ede, 53
Kerekes Fanni, 85
Kiss István, 53
Kiss József Géza, 75, 107, 111, 115, 119
Kobzos László, 103
Kósa István, 5, 31
Kovács Levente, 79
Kozlovszky Miklós, 79
Machalik Károly, 11
Magyar Attila, 45, 49
Medve Anna, 35
Mészáros István, 123
Nagy Antal, 85
Nagy Attila, 75, 107, 111, 115, 119
Nagy Károly, 127
Nagy Roland, 107, 115
Nyári Tibor, 141
Palkó András, 85, 89
Palla Gergely, 21
Perényi Ádám, 119
Pollner Péter, 21
Posta Bálint, 75
Rebaz A. H. Karim, 93
Rovó László, 75, 107, 111, 115, 119
Ruzsa Zoltán, 1
Sebők Dávid, 41
Seffer Péter, 61
Sikné Lányi Cecília, 35, 41, 45
Surján György, 1
Szabó Endre, 89
Szabó Zoltán, 69
Szabó Zoltáni, 65
Szakács László, 75
Szakonyi Benedek, 31
Szekér Szabolcs, 135
Szuchy Krisztina, 31
Szücs Veronika, 41, 45, 49
Tanács Attila, 85, 89
Tatár András, 49
Tóth Ferenc, 107, 111, 115, 119
Tóth Krisztina, 5
Tóth Noémi, 31
Tóth Tamás, 21
Unger Vivien, 31
Urbán Szabolcs, 85
Varga László, 89
Vecsernyés Endre, 111
Virág Katalin, 141
Zsolt Vassy, 17

