

Új információs technológiák az egészségügyben Lehetőség a minőségi, gazdaságossági és versenyképességi elvárások teljesítésére

Dr. Kozmann György, Veszprémi Egyetem és MTA MFA

Az informatika tudományának gyors fejlődése, az informatikai infrastruktúra lassan mindent behálózó rendszere ismert módon minőségi változást képes hozni a társadalom életének legkülönbözőbb területein, az egészségügyben is. A dolgozat az egészségügyi alkalmazás fontos területeit tekinti át, konkrét és eredeti hazai példákat villantva fel. Az áttekintés lényeges mondanivalója, hogy a hazánkban is intenzíven művelt kórházi informatikán túlmenően az alkalmazhatóság területe sokkal szélesebb, érinti az egészségmegőrzést, az alap és alkalmazott kutatásokat, az intelligens protézis rendszerek fejlesztését stb. További fontos üzenet, hogy a hazai egészségügyi ipart nemzetközileg is versenyképes helyzetbe, csak az originális hazai egészségügyi/orvosi informatikai (és biomérnöki) kutatások hozhatják.

BEVEZETÉS

A mérnöki tudományok (informatika, számítás- és mérés-technika, az anyagtechnológia stb.) hosszabb ideje alapvető formálóiá váltak a modern orvostudománynak és az egészségügyi ellátásnak. Ebből a szempontból elegendő a képalkotó rendszerek (CT, MRI stb.) kidolgozására ill. az ehhez kapcsolódó iparág – szakmai és gazdasági – sikertörténetére gondolni. Ismert, hogy a különböző modalitásokat előállító ipar értékteremtő képessége messze meghaladja a klasszikus iparágakét.

Úgy tűnik, hogy az egészségügy alapfeladatainak megoldásában (az ellátás mennyiségi és minőségi növelése, a költségstruktúra ésszerűsítése) a jövőben is meghatározó lesz az informatika szerepe. A feladatok jelentősége túlmutat az ágazati kereteken, hiszen a kidolgozandó jobb diagnosztikai és terápiás eljárások várhatóan javítják a népesség egészségügyi mutatókat, ennek következtében csökkenhet a munkaképes népesség fogyása, javulhat a foglalkoztatási hányad, nőhet a nemzeti jövedelem stb. A tennivalók feszítő sürgősségét jól illusztrálja, hogy Magyarországon a férfi lakosság közel 40%-a nem éri el a nyugdíj korhatárt, tehát tapasztalt, alkotóképes életkorban halálozik el, ellentétben a fejlettebb országok 20-30%-ával. A különbség önmagában éves szinten mintegy 10 000 munkaképes korban lévő férfi elvesztését jelenti. Ez a személyes tragédiákon túlmenően az egész ország jövője szempontjából a „brain drain”-nél jelentősebb szakértelem-, munkaerő- és jövedelemkiesést okoz.

Amennyiben az informatikaéhség megszüntetése nem pusztán követő típusú fejlesztéssel, az élvonalbeli technoló-

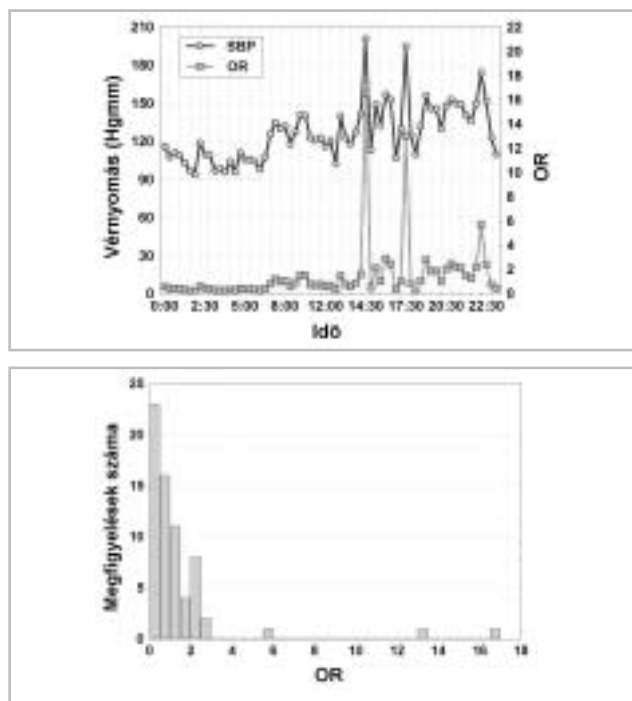
giák kereskedelmi beszerzésével oldódik meg, hanem jelentős hányadban eredeti hazai informatikai, biomérnöki (anyagtudományi, szenzorikai), kutatási tevékenységre támaszkodik, akkor a jelenlegi feszítő szükség mással nem pótolható módon javíthatja a hazai egészségügyi vállalkozások nemzetközi versenyképességét, ami nem elhanyagolható szempont a jövőre nézve.

Jelen dolgozat néhány fontos lehetőséget foglal össze, és utal a kapcsolódó érdemi hazai kutatásokra is.

AZ INFORMATIKA EGÉSZSÉGÜGYI ALKALMAZÁSÁNAK FŐ LEHETŐSÉGEI

Intelligens állapotmonitorozás és tanácsadás

Az egészségmegőrzés és az egészségügyi ellátás javítása iránti társadalmi igény teljesítéséhez rövidtávon is kitérő lehetőséget kínál az általános célú információs technológiák (IT) alkalmazása, esetleg kisebb egészségügy-specifi-



1. ábra

Példa a kardiovaszkuláris megbetegedés – incidencia esélyhányados – (OR) meghatározásának módszertani bizonytalanságára, a felső ábrán feltüntetett napi szisztolés vérnyomásingadozás következtében. Attól függően, hogy az OR meghatározás mikor történik, a becslésben nagyságrendnyi eltérés is történhet.

kus egységekkel kiegészítve. A korszerű információs rendszerek nem egyszerűen a létező – papír alapú – eljárások gépi adaptációját valósítják meg, hanem kihasználva a rendelkezésre álló algoritmizálható tudáselemeket, a gyors adatfeldolgozási lehetőségeket, idáig nem látott, tömeges igények esetén is egyénre szabott szolgáltatásokat hoznak létre.

Az alábbiakban néhány példával bemutatott alkalmazások, egyszerre növelik a költséghatékonyságot és az ellátás szakmai minőségi mutatóit.

Népegészségügyi szempontból a legfontosabb (az Internet felhasználásával megvalósítható), a felvilágosító, rizikóelemző, életmód tanácsadó, rendszerek kidolgozása. Ezen a műfajon belül minőségi változást a magas szinten automatizált, interaktív, statisztikai törvényszerűségeken alapuló, a nagy tömegeket kiszolgálni képes rendszerektől várhatjuk (pl. Cordelia rendszer) [1].

Az internet, mint közeg biztosítja a széleskörű elérhetőséget, a háttérben megvalósított szakértői rendszer pedig személyre szabottan értékeli az életmódban rejlő veszélyeket és konkrét tanácsokat ad. Az Internet biztosíthatja az ismételt mérések, értékelések elvégezhetőségét. Ennek fontosságát a megbízható rizikó meghatározás szempontjából az 1. ábra érzékelteti. Az ábrán ugyanazon egyén incidenciabecslései láthatók az esélyhányados (odds ratio, OR) értékével kifejezve. Az értékek különbözősége az időskála mentén kizárólag a systolés vérnyomásértékek változékonyságából adódik, ugyanis a számítási képletben szereplő további rizikó tényezőket állandónak tekintettük. A bemutatott extrém értékekből kitűnik, hogy a korszerű rizikóanalízis nem elégedhet meg a véletlenszerűen választott pillanatban mért vérnyomásmérés alapján történő rizikóbecsléssel. Szerencsére, a páciens „állandó hozzáférhetőségét” biztosító internetes technológiával reálisan leküzdhető a korábbi humán feldolgozhatósági korlátokból adódó mérés egységesség problémája. További problémaként megemlíthető, hogy a jelenleg még elterjedten használt „pontozásos” rizikóbecslési egyszerűsítések alkalmazása a jövőben meg kell szűnjön, hiszen a használatos rizikószámítási táblázatok esetén, a pontozásos módszer kerekítéseiből adódóan (kvantálási zaj) jelentős becslési hibák, torzulások keletkezhetnek.

A kockázatbecslés már önmagában is hasznos szolgáltatás, de a jelentősége tovább növekedhet, ha rizikócsökkentő, személyre szabott, életmód (pl. táplálkozási) tanácsadással párosul. A személyre szabott és konkrét táplálkozási tanács meghatározása számítástechnikai feladat, de szerencsére a mai mesterséges intelligencia alapú számítástechnikai rendszerek számos menügenerálási tulajdonságukban képesek felülmúlni az emberi képességeket [2,3]. Ilyen tulajdonság a szolgáltatás gyorsasága, a javasolt táplálék összetétel arányainak pontossága, a figyelt összetételi paraméterek és az egyéni preferenciák száma stb. A betegek részére készülő táplálkozási tanácsadás esetén a számítási metodika azonos, így a jelenleg már létező program alkalmas a dietetikusi munka hatékonyságának növelésére is.

A rizikóelemzés informatikai rendszerei alkalmassá tehetők arra, hogy a becslésekre szolgáló külföldi tanulmányokban leírt statisztikai egyenleteket a hazai populáció tulajdonságaihoz igazítsuk. Amennyiben ez megtörténik, akkor egyetlen lépést jelent olyan populációs szintű népegészségi modellek kidolgozása, amelyek a népegészségi szempontból fontos intézkedések hatását szimulálják, lehetővé téve azok optimalizálását.

Az általános célú IT-infrastruktúra, a hazai ipar által gyártható speciális érzékelő és mérő egységekkel kiegészítve, lehetővé teszi a diagnosztizálási vagy terápiás célra szánt távmonitorozó rendszerek (EKG, diabétesz stb.) létesítését. A mindenhol és tetszőleges gyakorisággal működtethető monitorozó rendszerek birtokában olcsóbbá, költséghatékonyabbá tehető az ellátás. Ezen túlmenően elvi jelentőségű, hogy eltűnhetnek a gyakorlati akadályok a betegségfolyamatok részletes időbeni vizsgálata elől (akár a páciens otthonában vagy munkahelyén), betartásra kerülhet az egzakt természettudományok esetében megkövetelt gyakoriságú (tér- és időtartománybeli) mintavételezés, ami ma már nem csak a mért jelre, hanem az annak forrásául szolgáló monitorozott folyamatra is vonatkozik. A távmonitorozás új generációja nem csupán a jelek, és a kísérő információk átviteléről, megjelenítéséről és tárolásáról szól. Az új generációkban már biztosítani lehet a mért jelek hihetőségét (minőségét), hatékonyan lehet detektálni az orvosi értelemben szignifikáns változásokat stb. Mindez számítástechnikai „intelligens” megoldásokat igényel, ami érinti – többek között – a hagyományos gyógyászati körülmények között bevált kritériumok megváltoztatását is, figyelembe véve a jelek variabilitását, a mérések reprodukálhatóságát meghatározó ismereteket is [4,5].

Infokommunikáció, új összefüggések feltárása

A nagysebességű kommunikáció, a számítógép hálózatok birtokában a költséghatékonyság növelésének kézenfekvő lehetősége a populáció meglévő és folyamatosan bővülő egészségügyi adatvagyonával történő ésszerű gazdálkodás. Megvalósítható a szakmailag nem alátámasztható ismételt vizsgálatok számának minimalizálása, a diagnosztikai döntésekhez szükséges vizsgálati adatmennyiség összegyűjtésének gyorsítása és ezzel a kórházi tartózkodás idejének rövidítése. Ebben a vonatkozásban nehezen túlbecsülhető a kórházi, regionális, esetleg országos egészségügyi információs hálózatok szerepe. A jelenlegi hazai fejlesztési törekvéseknek ez az egyik meghatározó eleme. Ennek előkészítését segíti elő az eEgészség program keretében az IME hasábjain is ismertetett „e-...” szabványok sora. Ugyanakkor látni kell, hogy akkor is, ha az új fejlesztések maradéktalanul teljesülnek, a feladatoknak egy fontos, de relatíve kis hányada oldódik meg. Arról van szó ugyanis, hogy ma kevés olyan egészségügyi információs rendszer van az országban, amely egymással, vagy az újonnan létesített regionális rendszerekkel összekapcsolható [6]. Megoldást az új szabványok előírásait megvalósítani képes kon-

vertáló (interfész) rendszerek segítségével lehet elérni. A tennivaló hasonlít a PACS-rendszerek létesítésének feladataihoz, a DICOM-szabványok érvényesítéséhez.

A megnövekedett, számítógéppel értékelhető adatmennyiség gyűjtésének akkor van értelme, ha annak szakmai korrektsége és teljessége biztosítható. Ilyenkor a közvetlen gyógyítási hasznosítás mellett, az adatbányászati eszközök lehetőséget adnak eddig még nem ismert összefüggések kinyerésére, statisztikai értékelésére is. Az adatbányászati módszer egészségügyi alkalmazási területei két főcsoportra oszthatók:

- Vezetői döntéstámogatás kórházi ill. ágazati vezetők számára. Az adatok mögött meghúzódó összefüggések feltárása ugyanis hozzájárul a gazdasági folyamatok, a betegutak optimalizálásához. Ennek a területnek rendkívül gazdag irodalma alátámasztja, hogy a vizsgált esetekben az ellátási minőség csökkentése nélkül számos területen csökkenthető volt a kórházi ápolás időtartama, és költsége [7,8].
- Új népegészségügyi, orvos-szakmai tudás kinyerése a páciensrekordok elemzése révén. A feltárt összefüggések tudományos jelentőséggel bírhatnak, hatékonyabbá tehetik a megelőzést ill. a betegségek kezelését.

Példaként említhető, hogy a Veszprémi Egyetemen évek óta folynak kutatások az egészségügyi adatbányászat területén, az IKTA-00142/2002 sz. kutatási program támogatásával. A balatonfüredi DRC Kft. együttműködésével longitudinális osteoporosisrekordok feldolgozása folyik. A megvizsgált és vizsgálat alatt lévő kérdések közül néhány:

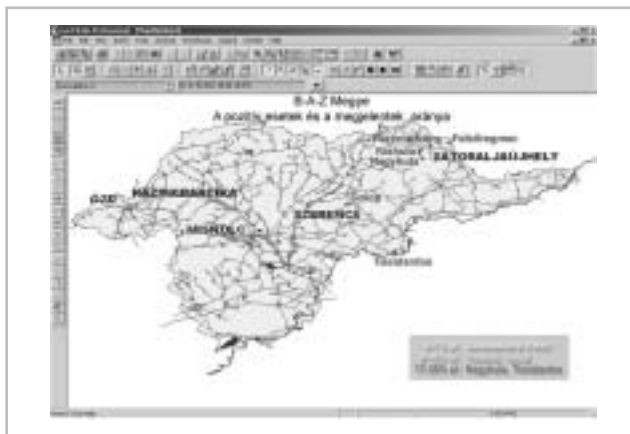
- a csonttörések, osteopenia, osteoporosis területi megoszlása a régióban (Veszprém megye),
- az osteoporosis környezettel, a beteg foglalkozásával, táplálkozásával, életvitelével való összefüggése
- a települések ivóvíz-összetételének és az osteoporosis kialakulásának az összefüggése
- a különböző terápiák hatékonysága, értékelése, a szövődmények és a kezelés összefüggései stb.

A szolgáltatás egyik grafikus felületét egy ún. fa-osztályozási feladat eredményével a 2. ábra mutatja.



2. ábra
Példa a „fa-osztályozás” eredményének (a valóságban színekkel áttekinthető megjelenítésére).

Az adatbányászat hasznosságára, kiragadott példaként, a 3. ábra a miskolci Bay Zoltán Intézet kutatói által végzett feldolgozást mutatja a mammográfiai szűrések alapján [9]. A térképen bemutatott értékelés szignifikáns eltéréseket mutatott a térség egyes településein előforduló pozitív esetek térbeli gyakorisága között.



3. ábra
Példa a pozitív mammográfiai adatok területi eloszlására. Az ábrán kisebb betűkkel írt helységeken belül a pozitív esetek aránya (17-25%) lényegesen meghaladta a más települések esetében mutatózó gyakoriságot.

A 3. ábrához hasonló összefüggések ismerete figyelemfelhívó kiindulási adatként szolgálhat a jelenség mögött lévő mélyebb, a ma esetleg még rejtett okok célratörő feltárására és (remélhetőleg) orvoslására.

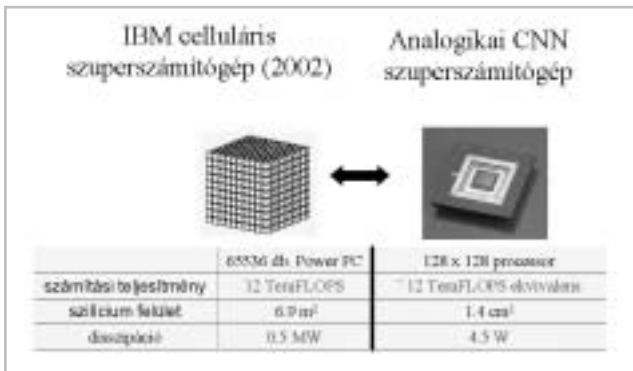
DÖNTÉSTÁMOGATÁS, SZÁMÍTÁSI KORLÁTOK LEDÖNTÉSE

A költséghatékonyság ill. az ellátási esélyegyenlőség növelhető olyan eljárások kidolgozásával, amelyek optimálisan hasznosítják a meglévő vizsgáló rendszerek diagnosztikai információtartalmát, valamint az országban (esetleg nemzetközileg) fellelhető speciális szakértelmet. A fentiekre jó példa lehet a stroke-esetek távkonzultációja, videokonferenciás és képátviteli munkaállomások segítségével. Az utóbbi években több száz publikáció támasztja alá az informatikai megoldás életképességét [10].

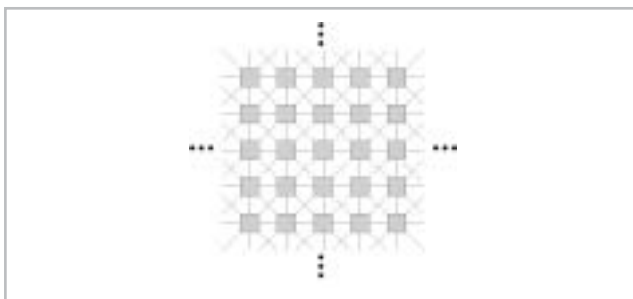
A külföldi példákkal gyakorlatilag egy időben, hazánkban az NKFP pályázati rendszer keretei között ugyancsak kifejlesztésre került az irodalomban közölt megoldásokkal ekvivalens, sőt döntéstámogatási szolgáltatásokkal is ellátott stroke-távkonzultációs és döntéstámogató rendszer, ami remélhetőleg áttörést hozhat a korszerű trombolízis terápia alkalmazása terén, a „kritikus időablakon belül”, ha a rendszer alkalmazásának finanszírozási és kórházon belüli organizációs hátterét sikerül kialakítani és megtartani a projektfinanszírozást követő időben [11].

A Veszprémi Egyetemen fejlesztett döntéstámogató rendszer magát a szakértőt azzal segíti, hogy a CT-képeken megjelöli a korai stroke-jel gyanús részeket [12], ill. az eset-

leges összehasonlítások támogatására tartalmaz egy speciális kép- és klinikai dokumentáció visszakereső rendszert [13].



4. ábra
CNN új eszköz a számítási korlátok leküzdéséhez képfeldolgozási alkalmazásoknál



5. ábra
A CNN-chip belső struktúrájának sematikus ábrázolása. Egy-egy kis négyzet egy-egy analóg processzort, az összekötő vonalak az ezek között lévő (programozható) összeköttetést reprezentálják. A ma rendelkezésre álló legnagyobb CNN 128x128 processzort tartalmaz.

A hivatkozott képfeldolgozási feladat megoldásánál felhasználásra került az IT egy új eleme, az un. analogikai CNN-szuperszámítógép, amely a 4. ábrán feltüntetett módon, képfeldolgozási alkalmazásoknál az általános célú digitális szuperszámítógépekkel azonos teljesítményre képes (gyorsaságát tekintve), töredék áron, egy egyszerű PC-be történő beépíthetőséget biztosító fizikai méret mellett. Az 5. ábra a négyzetekkel jellemzett analóg processzorok elrendezését mutatja, egyszerűsített formában. A CNN-technológia széleskörű használhatóságának alátámasztására megemlítjük, hogy ugyanezen eszközbázison kidolgozásra került az egyes speciális orvosi alkalmazások szempontjából kiemelkedő fontosságú színhelyes képátviteli technika is. Ennél az alkalmazásnál bonyolult képtranszformáció végzésére van szükség valós időben, ezért a CNN nyújtotta nagy processzási sebesség alapvető fontossággal bír.

A CNN más klinikai alkalmazásai közül csupán utalunk az MTA SztAKI-ban kidolgozott 2D és 3D echo-képfeldolgozó rendszerre [14].

A számítás-intenzív egészségügyi kutatási vagy szolgáltatási feladatok egy másik ígéretes technológiai bázisát az un. grid-technológia alkalmazása szolgáltathatja. A grid-technológia elosztott számítástechnikai rendszer, amely le-

hetővé teszi egymástól földrajzilag távol elhelyezkedő, különböző intézményi fennhatóság alá tartozó rendszerek biztonságos összekapcsolását, felhasználását adott feladatok elvégzésére. A gridrendszerek kutatása a 90-es évek közepén kezdődött. A kutatás eredeti célkitűzése az volt, hogy a meglévő szuperszámítógépek, egyetemi számítógép laborok felhasználásával addig nem látott méretű ún. virtuális szuperszámítógépet lehessen alkotni, ami lehetővé tenné addig el nem képzelhető méretű tudományos számítási feladatok megoldását, a meglévő erőforrások hatékonyabb kihasználását. Az eltelt egy évtized fejlesztéseinek legfontosabb eredménye, hogy mára valamennyi fejlett országban üzemzerűen működő gridrendszerek támogatják a kutatást. Időközben világossá vált, hogy a grid nem csupán a tudomány, hanem az élet más fontos területein (üzleti élet, közigazgatás, egészségügy, oktatás, szórakozás) is sikeresen használható. Ennek köszönhetően a grid kutatás ma az Európai Unió kutatási keretprogramjának kiemelt területei közé tartozik. Az Európai Unió IST- (Information Society Technologies) [15] programja jelenleg 12 gridkutatási projektet támogat, amelyből kettő kapcsolódik a gyógyszerkutatás és e-egészségügy területéhez.

Az Egyesült Királyság 200 millió font értékű e-Science programja [16] keretében az orvosi területen 21 gridprojekt fut. További 20 projekt esik a biológiai tudományok és a bioinformatika gridalkalmazási területeire.

A jövő gridrendszere lehetővé teszi majd, hogy egyszerűen érjünk el távoli erőforrásokat (számítógép, szoftver, műszer vagy adatforrás). Habár a gridtechnológia még nem kiforrott, már most jól látható, hogy legígéretesebb felhasználási területei között lesz a bioinformatika és az orvosi informatika. A grid segítségével genetikusok, molekuláris biológusok hozzáférhetnek genetikai és molekula-adatbázisokhoz, vagy szimulációkat futtathatnak távoli, nagyteljesítményű számítógépeken az újabb gyógyszerek kifejlesztése érdekében.

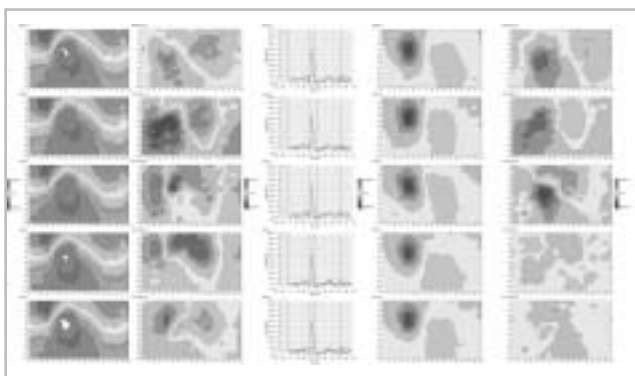
Az orvosi képkalkoló rendszerek egyre nagyobb mennyiségben termelik a digitálisan tárolt két-, három-, négydimenziós felvételeket. Mivel nem minden kórház rendelkezik a tároláshoz, feldolgozáshoz szükséges számítástechnikai erőforrással, a grid segítséget nyújthat ezen feladatok megoldásához. A grid segítségével a szakemberek bárholonnan hozzáférhetnek betegek adataihoz, nagyobb támogatást kap a távdiagnosztika, specialisták együttműködése.

Magyarországon is megtörténtek az első lépések a grid elterjesztése és a kutatás megerősítése terén. Az állami beruházással megvalósított ClusterGrid [17] projekt keretében 27 felsőoktatási intézmény kapott több mint 1000 számítógépet, melyek éjszaka grid üzemmódban működnek. Jelenleg kb. 800 számítógép üzemel a rendszerben. Az MTA SztAKI, BME, ELTE, KFKI, NIIF részvételével létrejött a Magyar Grid Kompetencia Központ [18] melynek feladata a hazai gridkutatás koordinálása, és a gridtechnológia elterjedésének támogatása. Nemzetközi és hazai kutatási források támogatásával folyik gridkutatás az MTA SztAKI, KFKI-RMKI, BME, ELTE, Debreceni Egyetem és a Veszprémi Egyetem kutatócsoportjaiban.

HATÉKONYABB DIAGNOSZTIKAI/TERÁPIÁS ELJÁRÁSOK, MODELLEZÉS

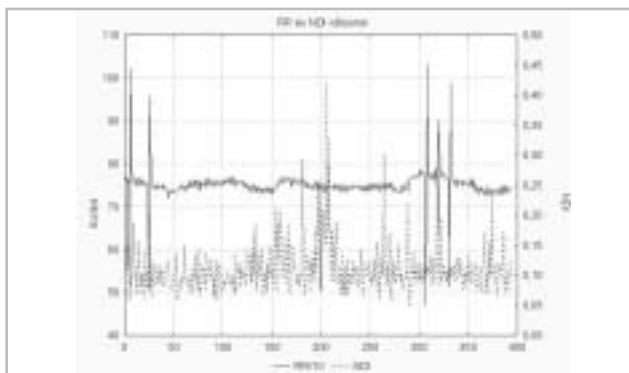
Az informatikai és a biomérnöki módszerek együttese alkalmas a diagnosztikai arzenál lényeges továbbfejlesztésére. A „klasszikus mérések” és/vagy kiértékelések egzaktságának növelésével, ami a mai technológiai háttér mellett megvalósítható, lényegesen jobb diagnosztikai paraméterek érhetők el. A különbség néha óriási. Példaként említhető, hogy akut myocardialis infarktus esetében a 12-elvezetéses EKG szenzitivitása alacsony, meglehetősen magas specificitás mellett. Ugyanebben az esetben az elektrodiagnosztikai képalkotó eljárás, az un. testfelszíni potenciáltérképezés a szenzitivitas értékét duplájára növelte változatlan specificitás mellett. Amennyiben a jobb szenzitivitas érdekében nem csupán a térbeli mintavételezést javítjuk, hanem számítási eljárásokkal figyelembe vesszük a testnek, mint térfogati vezetőnek a tulajdonságait, a hatékonyság további 20%-kal növelhető [19-20].

Más esetben, pl. a veszélyes aritmiára (hirtelen szívhálálra) való hajlam kimutatásában hasonlóan nagy különbség származik abból, hogy a vizsgált jelben/képben meglévő diagnosztikai információ teljes egészében kinyerhető. A 6. és 7. ábra egy példával illusztrálja, hogy egy elektrokardiológiai képalkotó eljárás (testfelszíni potenciáltérképezés) miként teszi láthatóvá a kamrai depolarizáció ill. repolarizáció néhány fontos paramétereit az egymást követő szív ciklusokban. A 6. ábra 2. és 5. oszlopa (színes ábrázolás esetén) plasztikusan láttatja az egymást követő ciklusok dinamikáját, ezen belül a repolarizáció tér és időbeli variabilitását, ami a hirtelen szívhálál egyik prediktora [21-23].



6. ábra
A szív depolarizációjának és repolarizációjának megjelenítése, QRS- és QRST-integrált térképekkel (1. és 4. oszlop), valamint ezek térbeli variabilitásával (2. és 5. oszlop). A harmadik oszlopban az egymást követő ciklusokhoz tartozó V2-elvezetések láthatók.

Vegyük észre, hogy az új technológia minden korábbtól eltérően láttatja a variabilitás térbeliségét. Ennek kompakt megjelenítése látszik, az un. nondipolaritási paraméterrel (NDI) a 7. ábrán, amiből kitűnik, hogy a repolarizáció inhomogenitása (heterogenitása) nagymértékben ingadozik kóros körülmények között, miközben a jól ismert szívfrekvencia variabilitás (HRV) jelentősen lecsökken a normál esethez képest.



7. ábra
A repolarizáció időbeli instabilitásának új jellemzése. (A felső görbén az EKG R-R távolságának nagy kilengései ectópiás ütések jellemzők, az alsó görbe ezzel párhuzamosan a térbeli repolarizáció-inhomogenitást, az NDI ingadozását mutatja, egy ötperces intervallumban)

Perspektivikusan a terápia sokat várhat a kutatás, a technológia és az informatika megfelelő kombinációjától. Az MTA SzTAKI együttműködve neves hazai és külföldi kutatóhelyekkel alapvető eredményeket ért el a látás (a retina működés) folyamatainak megértésében a korábban már említett CNN-alapú analogikai szuperszámítógép alkalmazásával. Ezen kutatások nem titkolt célja a retina-protézis CNN-alapú megvalósítása, aminek kezdeti sikereiről Roska Tamás akadémikus nemrégiben a *Mindentudás Egyetemének* előadásán beszámolt.

Az IT más alkalmazásai új utakat mutatnak a Brain Mapping alapján az agyi plaszticitás vizsgálatában, az EEG és az MEG felbontóképességének meghatározásában, a közvetlen brain-computer interfész kidolgozásában stb.

KONKLÚZIÓ

Az informatika sok szinten képes hozzájárulni a minőség, a költséghatékonyság és az ellátási esélyegyenlőség javításához az egészségügyben. Várhatóan a korábbi mérési, adatfeldolgozási és megjelenítési kapacitások megnövekedésével az alaptudományi kutatástól a klinikai hasznosításig sok terület lényeges fejlődése fog bekövetkezni. A dolgozatban felsorolt példák elsősorban az egészségmegőrzés és a diagnosztika terén született eredményeket mutatták, az összefoglaló nem törekedhetett teljességre.

A tudásintenzív technikák rohamos térhódítása idején magyar viszonyok között ma a legfontosabbnak az tűnik, hogy:

- az egészségügyi informatika K+F intézményi háttére erősödjön,
- az utóbbi évek nagy EU és hazai pályázataival (NKFP, IKTA, GVOP, OTKA stb.) hasonló forrásmennyiség stabilan rendelkezésre álljon,
- megerősödjön a szakemberképzés minden szinten, az alapvetően interdiszciplináris tevékenység mindkét oldalán (orvosi és mérnöki). Ma ezen a területen Magyarország jelentős hátránnyal rendelkezik.

- Fontos, hogy a kutatásszervezési és finanszírozási tevékenység ágazatközi (műszaki és egészségügyi) összhangja erősödjön. (Az elmúlt években e két terület tevékenysége egymástól izoláltan folyt, ennek megváltoztatására irányuló törekvés csak az utóbbi években indult meg.)
- Fontos, hogy a több szálon futó egészségügyi informatikai kutatások, fejlesztések klinikailag hasznosuljanak, fogadásuk finanszírozási, szervezeti feltételei harmonikus módon megszülessenek.
- Végül fontos, hogy folyamatosan megtörténjen az eredmények ipari hasznosítása. Az itt tapasztalható fejlődés ugyancsak az utóbbi évek terméke, de még erőtlén.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A dolgozatban példaként megemlített eredmények az NKFP 2/52/2001, az IKTA-00101/2001, az IKTA-00142/2002 és az IKTA-00089/2002 projektek keretében születtek.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Jókuthy A, Vassányi I, Kozmann Gy.: Internet bázisú kardiovaszkuláris rizikóelemző és tanácsadó rendszer. *IME II. évf. 3.:*30-33, 2003.
- [2] Gaál B, Vassányi I, Kozmann Gy.: Étkezési javaslat automatizált generálása táplálkozási és életmód-tanácsadó rendszerhez. *IME II. évf. 3.:*51-55, 2003.
- [3] Gaál B, Vassányi I, Kozmann Gy.: Automated Planning of Weekly Dietary Menus for Personalized Nutrition Counseling, *AIA 2005, Innsbruck, 2005.*
- [4] Balazs G, Kozmann Gy, Vassanyi I: Intelligent Cardiac Telemonitoring. *Proc. Computers in Cardiology, The 31st annual meeting of Computers in Cardiology, 2004, Chichago, September 19-22, 2004 (to be published)*
- [5] Végső B, Balázs G, Kozmann Gy.: Intelligens kardiológiai távmonitorozó rendszer. *IME III. évf. 8.:*47-52, 2004.
- [6] Vassányi I, Gaál B, Balkányi L: Információs referenciamodellek az egészségügyben. *IME II. évf. 3.:*37-41, 2003.
- [7] Wentworth DA, Atkinson RP: Implementation of an acute stroke program decreases hospitalization costs and length of stay. *Stroke; 27(6):*1040-3, 1996.
- [8] Santoso U, lau PT, Lim J et al.: The mastectomy clinical pathway: what has it achieved? *Ann Acad Med Singapore. 31(4):*440-5, 2002.
- [9] Hoffman Z: Képfeldolgozáson alapuló orvosi döntésmogató rendszer kifejlesztése (IKTA-00101/2001). XXI-II. Centenárium Neumann Kollokvium CD kiadványa, Veszprém, 2003.
- [10] Wiborg A, Widder B.: Teleneurology to improve stroke care in rural areas. *Stroke 34:*2951-2957, 2003.
- [11] Bársony P, Mayer I: Telestroke rendszer (agyérbetegségek intézetközi távkonzultációs rendszere). *IME I. évf. 5.:*29-32, 2002.
- [12] Szabó T, Szolgay P.: Analogic CNN Computing Fosters Detecting Stroke Signs. *ERCIM News. No. 60. 59-60, 2005.*
- [13] Dominich S, Góth J, Kiezer T, Szlávik Z: NeuRadIR: Neurológiai információ visszakereső rendszer. *IME II. évf. 1:*41-45, 2003.
- [14] Hiller D, Czeilinger Zs, Vobornik A et al.: Development of a Real-Time 2D and 3D Echocardiographic System. *ERCIM News. No. 60.,*73-74, 2005.
- [15] EU grid projektek, http://www.cordis.lu/ist/grids/fp6_grid_projects.htm
- [16] National e-Science Centre, <http://www.nesc.ac.uk>
- [17] ClusterGrid projekt, <http://www.clustergrid.niif.hu>
- [18] Magyar Grid Kompetencia Központ, <http://www.mgkk.hu/>
- [19] McClelland AJ, Owens CG, Menown IB et al.: Comparison of the 80-lead body surface map to physician and to 12-lead electrocardiogram in detection of acute myocardial infarction. *Am J Cardiol., 92(3):*252-7, 2003.
- [20] Navarro C, Owens C, Riddel J et al.: The use of calculated epicardial potentials improves significantly the sensitivity of a diagnostic algorithm in detection of acute myocardial infarction. *J. Electrocardiol. 36 Suppl 127-132. 2003.*
- [21] Restivo M, Caref EB, Kozhevnikov DO, El-Sherif N: Spatial dispersion of repolarization is a Key Factor in the Arrhythmogenicity of Long QT Syndrome. *J. Cardiovasc Electrophysiol. 15(3):*323-331. 2004.
- [22] Berger RD, Kasper EK, Baughman KL, et al.: Beat-to-beat QT interval variability: novel evidence for repolarization lability in ischemic and nonischemic dilated cardiomyopathy. *Circulation, 96(5):*1557-65, 1997.
- [23] Haigney MC, Zareba W, Gentlesk PJ, et al.: QT interval variability and spontaneous ventricular tachycardia or fibrillation in the Multicenter Automatic Defibrillator Implantation Trial II investigators. *J Am Coll Cardiol. 44(7):* 1481-7, 2004.

Dr. Kozmann György bemutatása lapunk III. évfolymának 3. számában olvasható.