

Intézményközi képmegosztás és számítógépes kiértékelés-támogatás – PI-PACS rendszerrel a korai és eredményes diagnózisért

Horváth Ákos, Innomed Medical Zrt.,

Dr. Horváth Gábor, Kapelner Tamás, BME Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék

A publikáció a radiológiai képalkotó eszközökről származó digitális felvételek lehetséges megosztásának, kommunikálásának kérdéseit, valamint ezen képi eredmények számítógépes feldolgozásának lehetőségeit járja körbe.

A digitális képalkotás lehetővé teszi a képi információ azonnali és olcsó megosztását. Ezzel egészen másfajta betegellátást képes nyújtani az ellátórendszer, hiszen mód nyílik a felvételek távolról való elérésére, ezáltal távdiagnosztizálásra, távkonzultációra, helyileg és időben egymástól teljesen független környezetben készült felvételek összevetésére, mindezek alapján sokkal megalapozottabb és gyorsabb diagnosztizálásra. A feladat azonban nemcsak gazdasági kérdéseket, de számos jogi kérdést is felvet.

Hasonlóképpen elgondolkodtató, hogy a felvételek gépi feldolgozására egyre több hatékonynak bizonyuló megoldás születik. Kérdés, hogy ezek a döntéstámogató rendszerek milyen mértékű segítséget jelentenek majd a megnövekedett képi információ feldolgozásában.

This paper is to present details about sharing and communicating data acquired from digital radiological imaging devices and it also discusses how to evaluate these digital images by computerised image processing algorithms.

The digital imaging techniques make it possible to distribute images on a fast and cheap way. Based on these properties there can be a brand new way of patient care making it possible to remotely diagnose using previous images or reports made on different places and devices. These give the radiologist expert a more depth insight on the actual status of the patient and he can make a more accurate report. This new concept raises questions regarding financial and legal issues.

Nowadays the Computer Aided Detection and Diagnose systems show a fast development and it is a question to be answered in the near future to how effective these systems can be at the hand of a radiologist to help his daily work with such an enormous amount of digital data.

INTÉZMÉNYKÖZI KÉPMEGOSZTÁS – TUDÁSTRANSZFER

Új eszközök, kevés orvos helyben

A radiológiai képalkotás világszerte növekvő szerepe strukturális változtatást követel több szempontból az egészségügyi intézmények és fenntartóik részéről.

Magyarországon is megnyíltak olyan források (pl.: kistérségi pályázatok – TIOP), melyek lehetővé tették, hogy hazai szakellátók, kórházak jelentős fejlesztéseket hajtsanak végre. Ugyanakkor egyenlőtlenül oszlott meg a radiológiai képalkotási képesség az ország különböző részeiben. A pályázati beszerzéseknek köszönhetően megdöbbentő felszereltségű kistérségi szakrendelők jöttek létre – nem kevésszer 100 millió forintos, csúcstechnikával ellátott radiológiai képalkotó berendezések kerültek olykor kis lélekszámú településekre is. A pályázati forrásokat azonban csak egyszeri eszközbeszerzésre lehetett elkölteni. Tehát már az üzemeltetésre, karbantartásra stb. nem maradt forrás, de ami ennél is fontosabb, nem segítettek ezek a pályázatok a működés finanszírozásában sem. Ráadásul, a kihasználtság alacsony foka is abba az irányba hatott, hogy az adott szakellátó intézmény ne foglalkoztasson teljes állásban radiológust. A felvételek kiértékelését ingázó szakorvosok – egy héten egy vagy két napig egy településen dolgozó radiológusok látják el.

Vagy – és akkor itt egy magyar viszonylatban gyökeresen új koncepció kezdhetett kibontakozni – távleletezésre keres megoldást az intézmény. Mindez koncepciójában kell, hogy átforrálásra készítse a döntéshozók közép- és hosszú távú elgondolásait.

Társintézmények teleradiológiai információcseréjének igénye és lehetősége

Évek óta küzdenek a háziorvosok azért, hogy az általuk beutalt páciensek vizsgálataihoz, vagy azok leleteihez hozzáférjenek. 2012. január elseje óta az egészségügyi és a hozzájuk kapcsolódó személyes adatok kezeléséről és védelméről szóló 1997. évi XLVII. törvény (a továbbiakban Eüak.) módosítása értelmében a betegnek kell tiltó tartalmú nyilatkozatot tenni, ellenkező esetben a páciens vonatkozó vizsgálati adatait a háziorvos elkérheti, sőt a diagnosztikai központ kifejezett kérés nélkül is automatikusan eljuttathatja a vizsgálat képi és szöveges eredményét a beutaló orvosnak. Ennek elektronikus megoldása lehetne az úgynevezett eLelet, melynek hazánkban meghonosodott, jogszabályban rögzített szabványos változata még nincs.

Egy másik kérdés, hogy a páciens a korábban róla készült felvételeket és az azokhoz tartozó leleteket „kézben” hordozta sok esetben részint elveszítve, vagy megrongálva azokat (például karcos CD-k formájában) juttatva el a következő vizsgálathoz. Miközben ma már általában másodpercek alatt, de nagyméretű vizsgálati eredmények esetében is (CT, MRI, PET-CT stb. képi anyaga) legfeljebb percek alatt digitálisan el lehetne juttatni ezeket az anyagokat az egyik helyről a másikra. Nem beszélve arról, hogy adott esetben

nemcsak időt, de a felesleges felvételmérlésből adódó sugárterhelést és jelentős költségeket is meg lehetne így takarítani.

Vannak továbbá speciális társintézmények, melyek között egészen más okokból is jelentkezhet az az igény, hogy egymás képtároló (PACS) rendszerét távolról is elérjék. Példaként említve ha a betegek mozgása teszi indokolttá (pl. a nyaralása alatt szorul ellátásra), hogy több, akár távoli intézményben is nyomon lehessen követni egy páciens vizsgálati eredményeit, adatait. Hasonlóképp a beteg mozgásának okán lehet szükség intézményközi adatcserére, amikor valaki hol egyik, hol másik – a lakóhelyétől távol eső – tüdőgondozó intézetben jelentkezik lakossági szűrésre.

Egy újabb elképzelhető helyzet, amikor két hasonló funkciót ellátó intézmény időszakosan kényszerül segítséget kérni egymástól. Például amikor valami miatt nincs elegendő szakorvos a leletezés időbeni elkészítéséhez – ilyen lehet a nyári szabadságok ideje, vagy speciálisan megnekedett páciensforgalommal járó időszakok esete.

Távkonzultáció igénye és lehetősége

Előfordulhat azonban az is, hogy egy adott intézmény diagnosztája távkonzultációra szorul, és egyes speciális esetekben a terület szaktekintélyét szándékozza a döntésbe bevonni. De ügyelet alatt különösebben extrém helyzet sem kell ahhoz, hogy a beosztott radiológus konzultálásra szoruljon, amikor is az éppen otthon tartózkodó felettesét, kollégáját kérhetné távkonzultációra.

Jogos igény minden olyan esetben, amikor kikerülhet egy intézmény zárt rendszeréből egészségügyi, vagy ahhoz kapcsolódó páciensadat, hogy kellő védelemmel, titkosítással, anonimizálással védjük a páciens egészségügyi és személyes adatait az illetéktelen hozzáféréstől.

Megoldatlan problémák

A fenti szükségletek és lehetőségek számos, máig megoldatlan kérdést is felvetnek. Nem teljes a jogi szabályozása a páciensadatok, egészségügyi adatok (vizsgálati eredmények) elektronikus továbbításának, távoli intézményből való megtekintésének. Így kérdés egyáltalán az is, hogy mit tartalmazhat az eLelet, ami aztán távolról is elérhetővé válik a távleletezés során. Ilyen jellegű adatok tárolására a jelenlegi jogszabályok kizárólag a felvételt készítő intézményt jogosítják fel, ott is csak meghatározott ideig és körülmények között.

A vizsgálatot készítő intézményen belüli betekintési jogok szabályozása sem tökéletes. Szemben más országok (pl. Svédország) joggyakorlatával, ahol a páciens maga jelölheti ki azokat az orvosokat, akik hozzáférhetnek az ő anyagához, eLeletéhez nálunk a fent említett Eüak tv. 8. § azt rögzíti, hogy kik ne férhessenek hozzá ezekhez az adatokhoz. „A betegellátót – az érintett választott háziorvosa, valamint az igazságügyi orvosszakértő kivételével – a titoktartási kötelezettség azzal a betegellátóval szemben is köti, aki az orvosi vizsgálatban, a kórisme megállapításában, il-

letve a gyógykezelésben vagy műtéténél nem működött közre, kivéve, ha az adatok közlése a kórisme megállapítása vagy az érintett további gyógykezelése érdekében szükséges.” Elvileg tehát jogosulatlan személy nálunk sem fér hozzá egészségügyi vagy páciensadatokhoz, a gyakorlatban azonban az egészségügyi intézményeink nem támogatják olyan technikai megoldások bevezetését, melyek bármilyen módon is korlátoznák az intézmény orvosait, hogy teljes hozzáférésük legyen ezekhez az adatokhoz az intézmény valamennyi betegére kiterjedően.

A jogi kereteken túl szükség lenne egységes technikai megoldásokat is rögzíteni, nemzetközi szervezetek által szabványosított megoldások alkalmazását (pl. a DICOM Structured Report) előírni teleradiológiai megoldások számára.

Elengedhetetlen szabályozni azt is, hogy távleletezés esetén a távleletezést végző orvos mennyi ideig és milyen formában tárolhatja az általa leletezett felvételeket. Erre annál is inkább szükség van, mert az orvosnak magát is meg kell tudnia védeni, ha esetleg később számonkérlik rajta az értékelést.

Ugyanakkor a technikai lehetőségek egyre nagyobb tárháza arra ösztökél egyre több céget, hogy különböző biztonsági képességekkel rendelkező megoldásokat kínáljanak.

Természetesen léteznek technikai megoldások, amelyek mégis működőképessé teszik ezt a területet. Webes távleletezés esetén a távoli felhasználónak jelszóval védett hozzáférése van minden esetben, éppen úgy, ahogy az intézmény szakorvosainak is csak autentikáció után van módjuk bármelyik, ma forgalomban levő PACS vagy HIS rendszerbe betekinteni. Távleletezés esetén, ha csak nem szükséges valamilyen különös oknál fogva minden vizsgálati és személyes adat, a felvételek anonimizálása, a páciensadatok törlése szintén bevett gyakorlat.

Mégis, addig, amíg nincs egy egységes, országos rendszer, amiben a páciens adhat jogokat arra, hogy a róla valaha készült felvételeket, leleteket mely orvosok tekinthetik meg, és amíg ezt nem kell minden szolgáltatónak egységes rendszerben naplózni, addig szorosan véve nem, vagy csak korlátozott mértékben beszélhetünk egészségügyi és páciensadataink feletti önrendelkezésről.

A MAI GYAKORLAT ÉS A RENDELKEZÉSRE ÁLLÓ TECHNIKAI MEGOLDÁSOK

A megnekedett mennyiségű képi információ kiértékelése ugyanakkor – tetézve a szakterületen egyébként is érezhető munkaerőhiányt – lehetetlen helyzet elé állította a diagnosztizálást végző szakorvosokat. Csökkenő létszámmal kellene egyre több és egyre összetettebb vizsgálóeszköztől érkező felvételt értékelni. Erre egyszerre többféle választ is kell adni.

Amellett, hogy elengedhetetlen növelni a radiológiai felvételek diagnosztizálására képes szakemberek számát, új informatikai megoldások bevezetése is szükséges, ami

megoldja a felvételek bizonyos számítógépes előszűrését, valamint azok szabályozott megosztását.

A fent felsorolt igényeket érzékelve az Innomed Medical Zrt. egy magyarországi fejlesztés keretében kidolgozott egy komplett PACS rendszert.

A PI-PACS rendszer

Az Innomed PACS rendszerének kidolgozása során is szembe találtuk magunkat ezekkel a kérdésekkel. Eleinte kisebb szakrendelők számára nyújtottunk PACS rendszereket, később nagy egyetemi klinika, de megyei kórház is a mi megoldásunkat választotta. Ekkor aztán már a környező PACS rendszerekkel történő együttműködések kérdéseire is válaszokat kellett adnunk. De a PI-PACS rendszer kínál távlelelezésre szolgáló webes és nem csak webes megoldást is, felvértve ezeket a megoldásokat mindazon biztonsági elemekkel, amelyek elengedhetetlenek a naplózott hozzáférés biztosításához.

PI-PACS Teleradiológia

Végül kidolgoztunk komplett teleradiológiai megoldást is, ami elsősorban olyan intézmények összekapcsolását kívánja megoldani, ahol már a PI-PACS rendszert használják. A kommunikációs csatornában titkosított kommunikációt megvalósítva, a kliens oldalon többszintű jogosultságkezelést alkalmazva nyújtjuk az elvárható adatbiztonságot.

PI-PACS Chest CAD

A PI-PACS rendszer fejlesztésekor az információ-megosztás szempontjain túl hamar felmerült az információfeldolgozás szükségessége is. A digitális radiográfia nyújtotta képi információk mindent elárasztó mértéke olyan technikák iránti igényt gerjesztett, melyek az elkészült felvételeket bizonyos szempontok szerint előzetes vizsgálatoknak tudják alá vetni. Ezeket a kérdéseket már a Semmelweis Egyetem Pulmonológiai Klinikájával és a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetemmel közösen gondoltuk végig és együtt fejlesztettünk ki rá saját megoldást.

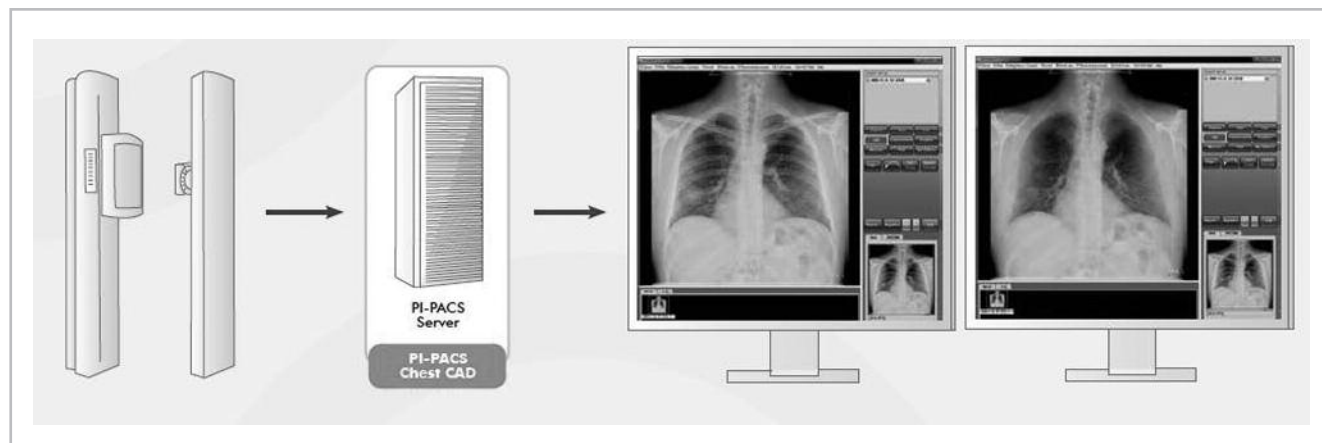
Mellkasröntgen felvételen a kisméretű kerekárnyékok, valamint az emberi szem számára nehezen elkülöníthető beszűrődések felismerése nagy kihívást jelent tapasztalt szakorvosok számára is. Különösen igaz ez ott, ahol naponta több tíz, esetleg száz felvételt kell monoton egymásutánban kiértékelni. A radiológusok, pulmonológusok, mérnökök, matematikusok által közösen fejlesztett orvosi döntéstámogató rendszer (1. ábra) közel áll ahhoz, hogy ezen nehezen észrevehető elváltozások kimutatásában meghaladja az orvosi szenzitivitás szintjét, miközben a fals pozitív találati aránya elfogadható mértékre csökken. Így a CAD rendszer különösen hasznosnak bizonyulhat a hazánkban is vezető haláloknak számító tüdőrák korai felismerésében, valamint a tuberkulózis és egyéb tüdőbetegségek diagnosztikájában [1, 2].

A PI-PACS rendszerbe épített CAD kétféle segítséget nyújt: bizonyos anatómiai struktúrák (mint a kulcscsont, bordák) okozta árnyékok elfedhetnek kerekárnyékokat, elváltozásokra utaló jeleket a mellkasröntgen-felvételeken. Összetett matematikai műveletekkel ezeket a zavaró árnyékokat elimináljuk a képről, ezáltal a tüdőszövet (lágyszövetek és erek) lenyomata sokkal könnyebben értékelhető. Másrészt a felvételen a CAD mesterséges intelligenciára épülő eljárások segítségével megjelöli azokat a területeket, ahol kóros elváltozásra utaló jeleket vél felfedezni. [3]

A folytatásban a CAD rendszerek kialakításának néhány fontosabb kérdését emeljük ki, utalva arra, hogy a közel-múltban a PI-PACS Chest CAD továbbfejlesztése érdekében milyen kutatásokat folytattunk.

SZÁMÍTÓGÉPES KIÉRTÉKELÉS TÁMOGATÁS – LOKÁLIS TUDÁSBŐVÍTÉS

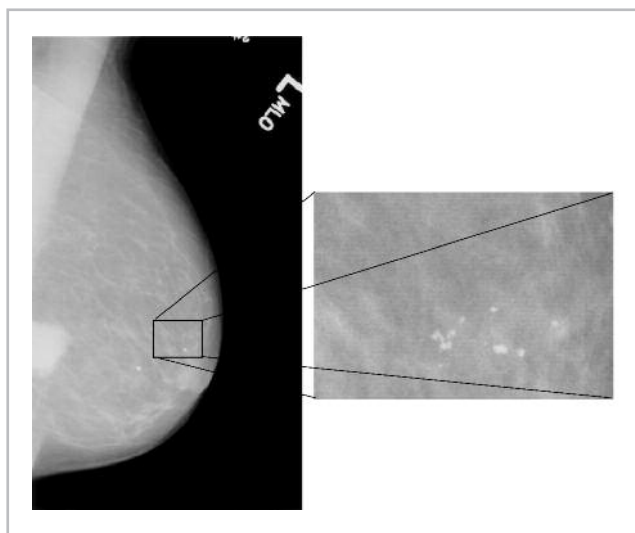
A digitális képalkotáson alapuló orvosi diagnosztikai módszerek forradalmának egy másik aspektusa tehát, hogy az eszközellátottság hirtelen megugrásának köszönhetően olyan mennyiségű digitális röntgen, CT, UH, MRI, PET, SPECT stb. felvétel készül évente, amit már nem győznek a



1. ábra
PI-PACS Chest CAD

radiológusok kiértékelni. Ez a folyamat Nyugat-Európában már hosszabb ideje megfigyelhető, és megfelelő lépések megtételét indította el. Az Egyesült Királyságban keletkező radiológiai felvételek jelentős százalékát már nem orvos, hanem radiográfus elemzi. Ehhez hasonlóan ma már a Debreceni Egyetem Orvos és Egészségtudományi Centrumában is folyik radiográfus képzés, azaz olyan leendő szakemberek képzése, akik nem orvosi diplomát kapnak, mégis ezeknek a fejlett digitális képalkotó eszközöknek a felvételeit ki fogják tudni értékelni éppúgy, mint egy radiológus.

A nagymennyiségű kép kiértékelését ugyanakkor a számítógépes rendszerek megjelenése is segíti. A szinte feldolgozhatatlan mennyiségű vizsgálati eredmény számítógépes előszűrésére egyre több kísérlet történik. Számítógépes döntéstámogató rendszerek jöttek létre, melyek a diagnosztizáló orvos munkáját támogatják. A képek kiértékelése – még ha sok esetben rutinmunkának is tűnik – igen nagy szakértelmet és figyelmet kíván. Ráadásul a képeken sokszor olyan finom részletek elemzésére van szükség, mely részletek kiértékelése az emberi szem számára közvetlenül már nem is lehetséges. Jó példa erre a mammográfiai felvételen történő mikrocalcifikáció detektálása, ahol adott esetben egy 25-30 millió pixelből álló képen kell felismerni egy egymáshoz közel elhelyezkedő néhány tíz(!) pixelből álló, esetleg kóros elváltozásra utaló alakzatot. Ez a feladat még nagyító használatával is szinte lehetetlen az emberi szem számára (2. ábra). Amikor viszont már szemmel is jól látható egy ilyen elváltozás, akkor az esetleges terápiás kezelés már nem a legkorábbi elérhető fázisban kezdődhet meg.



2. ábra
Egy mikrocalcifikációt tartalmazó oldalirányú (mlo) emlőfelvétel és annak egy nagyított részlete.

A képfeldolgozáson alapuló számítógéppel támogatott diagnosztika vagy detektálás (Computer Aided Diagnosis CADx, vagy Computer Aided Detection CADe) célja, hogy számítógépes képelemző és felismerő eljárások alkalmazásával minősítse a képeket, a képeken olyan területeket találjon és jelöljön meg, melyek kóros elváltozásra utalnak. A CAD rendszerek célja a diagnosztizáló orvos munkájának

segítése, tehát nem a CAD készíti a diagnózist, hanem csupán felhívja a diagnosztizáló orvos figyelmét bizonyos elváltozásra utaló képi alakzatok jelenlétére. Kiemelt szerepük elsősorban a tömeges szűrővizsgálatoknál van, ahol nagyszámú vizsgálatot kell rutinszerűen végezni és ahol viszonylag ritkán fordulnak elő kóros esetek.

A képfeldolgozáson alapuló CAD rendszerek – nem véletlenül – elsőként épp a mammográfia területén jelentek meg. Mágis ez az a terület, ahol a CAD rendszerek a legnagyobb segítséget jelenthetik a leletező orvos számára. Az ezen a területen folyó hazai kutató-fejlesztő munka fontosabb eredményeiről a lap korábbi számaiban már beszámoltunk [4, 5]. A mammográfias CAD rendszerek találati pontosság, de különösen a téves találatok száma tekintetében az elmúlt évek során jelentős fejlődésen mentek át. És bár időről-időre éles és néha szélsőséges véleményeket is tartalmazó viták zajlanak a CAD rendszerek szerepének fontosságáról, a trendek egyértelműen azt mutatják, hogy – amennyiben a képalkotó diagnosztikai módszereket más, olcsóbb, hatékonyabb módszer nem váltja ki – szerepük jelentősen növekedni fog.

A mammográfias vizsgálatokon túl számos további képalkotáson alapuló diagnosztikai eljárásnál van, vagy lehet szerepe a CAD rendszereknek. Ezek között első helyen kell megemlíteni a mellkas PA röntgenfelvételek kiértékelését, de a CAD-ek fontos szerepet tölthetnek be a CT, PET stb. felvételek elemzésénél is, sőt nemcsak a röntgenfelvételek kiértékelésénél, hanem a normál optikai tartományban készült képek diagnosztizálásánál is. Itt elsősorban a bőrelváltozások (pl. melanoma) vagy a patológiai vizsgálatoknál keletkező képek elemzésére gondolhatunk.

A mellkas-diagnosztikai CAD rendszerek szerepének kiemelt fontosságát az adja, hogy itt a mammográfias vizsgálatokhoz hasonlóan szintén elsődlegesen szűrővizsgálatról van szó. [6] A mellkas-diagnosztikai CAD rendszerek létrehozása a mammográfias rendszereknél jóval összetettebb feladat. Egyrészt a felvételek jellegéből adódóan maga a megoldandó feladat nehezebb, másrészt mivel a mellkas szűrővizsgálatok jóval kevésbé elterjedtek a világban, mint a mammográfias szűrések, tüdődiagnosztikai CAD rendszerek kialakítása terén kevesebb tapasztalat, jól bevált eljárás született eddig.

A mellkas röntgenfelvételek szummációs felvételek, így ezeken a felvételeken olyan árnyékok is megjelennek (pl. bordák és kulcscsontok árnyéka, szívárnyék), melyek a kóros elváltozások detektálását nehezítik, az algoritmikus megoldást, a gépi felismerést félre is vezethetik. A csontok és a szív árnyéka az elváltozások megtalálása szempontjából anatómiai zajnak tekinthető, melyet a további feldolgozás sikere érdekében „el kell tüntetni” a képről. Az így zajtalanított, előszűrt képeken már nagyobb eséllyel találjuk meg azokat a területeket, melyeknél a kóros elváltozás gyanúja felmerül. Itt a legfontosabb feladat a felvételen található kerékárnyékok detektálása (lung nodule detection), de más elváltozásokra utaló jelek (pl. beszűrődés) felismerése is cél lehet.

A feladat elvégzéséhez számos részfeladatot kell megoldani. Meg kell találnunk és körbe kell határolnunk az elemzés tárgyát képező tüdőterületet, meg kell tisztítanunk a képet a már említett zajoktól, majd az így előfeldolgozott képeken kell az elváltozásokra utaló jeleket keresnünk. Első lépésként egyes elváltozásokra utaló alakzatokat tartalmazó képterületek (érdeklődésre számot tartó terület, region of interest, ROI) megjelölése a feladat. Az így megjelölt képterületek azonban még nem feltétlenül jelentik azt, hogy kóros elváltozást találtunk. A ROI-k kiválasztása után azok minél teljesebb jellemzése, majd a jellemzést követően azok osztályozása következik. A jellemzéshez a képterületekről egy sor származtatott értéket kell kiszámítanunk, és az így meghatározott több tíz, esetleg száznál is több jellemző alapján el kell döntenünk, hogy a kijelölt területet végül is valóban gyanúsnak minősítsük-e. A feldolgozásnál a cél, hogy a kóros elváltozásokat lehetőleg hiánytalanul megtaláljuk (a rendszer érzékenysége legyen nagy, legyen minél közelebb a 100%-hoz), illetve, hogy feleslegesen ne minősítsünk kóros területnek egy képrészletet, vagyis a téves pozitív találatok száma legyen a lehető legkisebb, ideális esetben nulla. Ehhez a mesterséges intelligencia és a gépi tanulás eredményeit is felhasználó komplex osztályozó eljárásokat alkalmazhatunk, létrehozva egy képfeldolgozáson alapuló orvosi döntéstámogató rendszert [7].

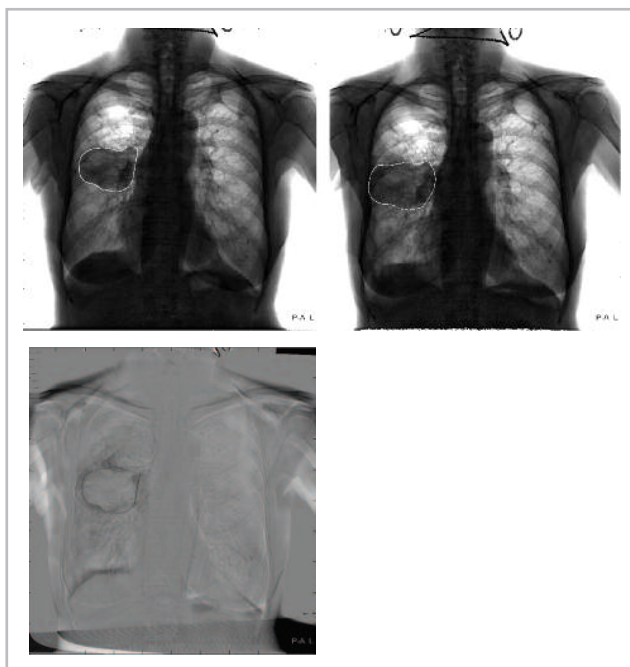
A 3. ábra a feldolgozás néhány fontosabb lépésének közbenső eredményét mutatja. A bal szélső kép a kiinduló és az anatómiai zajtól jórészt megtisztított felvétel. Balról a második kép a vizsgálandó tüdőterület kivágása és egy olyan szűrő alkalmazása után keletkezett, melynek feladata az elváltozásgyanús képrészletek kiemelése. Jól látható, hogy a gyanús területek a képen világosabbak. A következő lépés (harmadik kép) a ROI-k megjelölése, körberajzolása abból a célból, hogy ezen területek jellemzőit meg tudjuk határozni. Az utolsó (jobb szélső) kép pedig a jellemzők alapján a gyanús területek osztályozásának eredménye. Ez a kép azt mutatja, hogy a sok elváltozásgyanús területből végül is csak kettő maradt meg. A diagnosztizáló orvos ezt a képet kapja meg, aki ennek felhasználásával fogalmazhatja meg saját leletét.

A számítógépes diagnosztikai rendszerek – miközben a kép részleteinek feldolgozása tekintetében jóval többre lehetnek képesek, mint a közvetlen emberi kiértékelés – főképp a

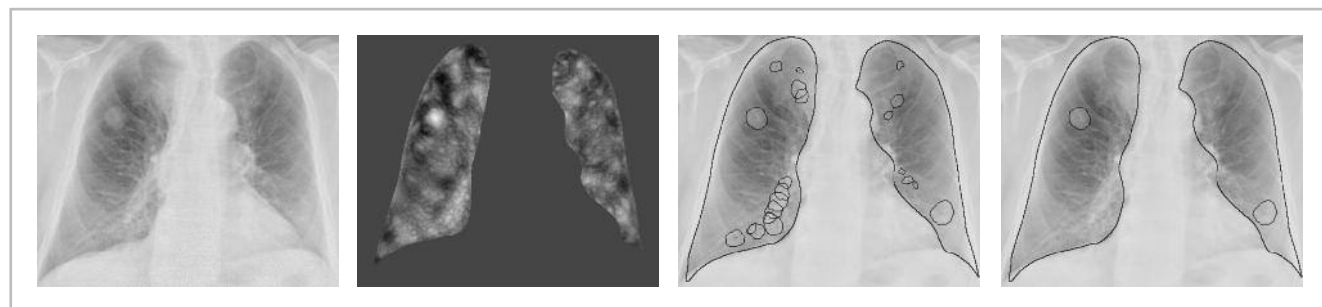
képek globális kiértékelése tekintetében messze a gyakorlott orvos felismerő, kiértékelő képessége mögött járnak. Célszerű ezért a CAD rendszerek kifejlesztésénél minden olyan megoldást ellesni a diagnosztizáló orvostól, mely a számítógépes rendszer eredményességét javítja. Ilyen elemzés lehet a képek bizonyos globális jellemzőinek vizsgálata, illetve amennyiben több kép készül egy páciensről, ezen képek együttes elemzése. Az együttes elemzésnek különösen fontos szerepe van a mammográfiában, ahol egyrészt mindkét emlőről készül felvétel, ráadásul nemcsak egy, hanem két eltérő szögből. Az ugyanazon oldali emlőről készült cranio caudalis (cc) és medio-lateralis oblique (mlo) felvételek együttes elemzése jelentősen javíthatja a gépi elemzés érzékenységét, csökkentheti a téves pozitív találatok számát.

Időbeli követés

Az orvosi kiértékelés másik fontos olyan eleme, melynek a CAD rendszerekben történő megvalósítása szintén jelen-



4. ábra
Különbésgép az eltérő időben és paraméterekkel készült felvételek között



3. ábra
A feldolgozási lépéssorozat néhány fontos közbenső eredménye

tős javulást hozhat, az időbeli követés. Amennyiben egy adott páciensről eltérő időben több felvétel készült, ezek összehasonlítása, az időbeli különbségvizsgálat (temporal subtraction) fontos eleme a képek elemzésének [8, 9]. Ehhez természetesen az eltérő időben készült képeket meg kell feleltetnünk egymásnak, amely összetett képtranszformációk alkalmazását igényli (ezt hívják képregisztrációnak), majd ezt követően lehet különbséget képezni. A két kép megfeleltetése igen nehéz és összetett feladat, ami tökéletesen sohasem valósítható meg, mégis a különbségképzéssel az adott páciensnél időközben bekövetkezett változások felismerését nagymértékben javíthatjuk. A 4. ábrán két eltérő időben készült felvételt és a különbségképet mutatjuk. Látható, hogy a két kép megfeleltetése nem tökéletes, de a bejelölt terület méretváltozása mutatja, hogy a mindkét

képen látható elváltozásra utaló árnyék mérete időközben változott, a tumor növekedett.

ÖSSZEFOGLALÁS

A cikk a radiológiai képalkotáson alapuló diagnosztika néhány kulcsproblémájával kívánt röviden foglalkozni. A kérdéskör aktualitását az adja, hogy a képalkotó diagnosztika eszközkészlete rohamosan fejlődik, újabb és újabb modalitások jönnek létre, melyek jogi, gazdasági és emberi erőforrásra vonatkozó kérdéseket vetnek fel. A cikk a teljesség igénye nélkül néhány ilyen kérdést tárgyal, és egy hazai fejlesztés eredményeire utalva bizonyos kezdeti lépéseket mutat be, melyek hozzájárulhatnak a kérdések megválaszolásához.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Á. Horváth, D. Bartusek, Z. Süttő, A. Nagy, Á., Horváth, G. Orbán, and G. Horváth: "Early lung cancer detection using decision support system based on different symptoms on chest radiographs", Poster no. P4.021 at the 14th World Conference on Lung Cancer, Amsterdam, 3-7 July 2011
- [2] Horváth Á., Bartusek D., Süttő Z., Nagy A., Orbán G., Horváth Á., Horváth G.: Computer Aided Detection in Chest Screening – new attempt to detect lung cancer, CELCC 2010. Budapest
- [3] Horváth Á., Bartusek D., Orbán G., Horváth Á., Horváth G.: Mellkasdiagnosztika – CAD rendszer segítségével – hatékony támogatás tüdőbetegségek korai felismerésében, IME, Vol. X. 2. szám pp. 40-44. 2011. Budapest
- [4] Dr. Kovács Gábor Csongor, Dr. Tarján Zsolt, Dr. Horváth Gábor, Kovács Árpád: Mammográfias felvételek értékelését segítő számítógépes döntéstámogató rendszerek: IME Vol. III. 6. szám pp 36-41. 2004. Budapest
- [5] Dr. Horváth Gábor, Altrichter Márta: Mammográfias CAD rendszerek, eredmények és új lehetőségek IME Vol. VI. Képalkotó különszám, pp. 39-45. 2007. Budapest
- [6] Horváth Á., Niházy L., Horváth G.: Új perspektíva a tüdőszűrésen alapuló hagyományos mellkas diagnosztikában CAD rendszerek segítségével, IME, Vol. IX. Képalkotó különszám pp. 6-10. 2010. Budapest
- [7] G. Orbán, Á. Horváth, and G. Horváth: Lung Nodule Detection on Rib Eliminated Radiographs, XII Mediterranean Conference on Medical and Biological Engineering and Computing, IFMBE Proceedings, 2010. Vol. 29, Chalkidiki, Greece, pp 363–366.
- [8] Lowe David G.. "Distinctive Image Features from Scale-Invariant Keypoints". International Journal of Computer Vision Vol. 60. No.2. 2004.
- [9] Loeckx D. Et al: Temporal Subtraction of Thorax CR Images Using a Statistical Deformation Model. IEEE Transactions on Medical Imaging vol. 22. No 11. 2003.

A SZERZŐK BEMUTATÁSA



Kapelner Tamás a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) egészségügyi mérnöki és villamosmérnöki MSc képzéseinek végzős hallgatója. Egészségügyi mérnöki diplomamunkáját a BME Méréstechnika

és Információs Rendszerek Tanszékén végezte az orvosi képregisztráció témakörében, leginkább a szimmetriavizsgálattal és az időbeli követéssel kapcsolatosan. Az orvosi képfeldolgozás mellett a villamosmérnöki szakhoz kapcsolódóan szabályzástechnikával és robotok irányításával foglalkozik.

Horváth Ákos bemutatása lapunk X. évfolyamának Képalkotó különszámában, **Dr. Horváth Gábor** bemutatása pedig lapunk VII. évfolyamának Képalkotó különszámában olvasható.