

Mammográfiás felvételek értékelését segítő számítógépes döntéstámogató rendszerek

Dr. Kovács Gábor Csongor, Dr. Tarján Zsolt Semmelweis Orvostudományi Egyetem,
Dr. Horváth Gábor BME, Kovács Árpád Kopint-Datorg Rt.

A mammográfiás szűréseken készült röntgenképek kiértékelésének igen nagy az emberi erőforrás igénye. A vizsgálatok nagy száma, egyes esetek nehéz felismerhetősége indokolja döntéstámogató rendszerek kifejlesztését. Egy mammográfiás döntéstámogató rendszer elsődlegesen a mammográfiás röntgenfelvételek elemzését végzi. Felhívja a figyelmet a felvételeken található kóros elváltozásokra utaló gyanús területekre, illetve jelzi, ha a kép nagy valószínűséggel negatív. A cikk egy a közelmúltban megindult hazai kutató-fejlesztő munka első tapasztalatait foglalja össze. Az ODR képfeldolgozáson alapuló orvosi döntéstámogató rendszer alkalmas nagytömegű röntgen-filmeken megjelenő kép elemzésére, a röntgenképeken található diagnosztikai jelentéssel bíró bizonyos alakzatok detektálására, felismerésére és ez alapján széleskörű orvosi szűrővizsgálatok kiértékelésének támogatására.

AZ EMLŐSZŪRÉS ELVI ALAPJAI

A daganatok fejlődésmenetének koncepciója azt a több-kevésbé általánosítható jelenséget fejezi ki, hogy a betegség kialakulása az élettani állapotból kiindul, több, fokozódó súlyosságú fejlődési szakaszból álló, időben elhúzódó folyamat eredménye. A panaszok és tünetek megjelenésével veszi kezdetét a betegség klinikai szakasza. A megbetegedettek hagyományosan a panaszok és tünetek megjelenése miatt fordulnak orvoshoz. A betegség kórisméjét klinikai vizsgálattal állapítják meg. A panaszok és tünetek jelentkezésével csak „a jéghegy csúcsa” mutatkozik. A betegség biológiai értelemben vett kezdetétől a tünetek jelentkezéséig terjed a betegség klinikum előtti szakasza. Ezen belül el különül egy olyan hosszabb-rövidebb ideig tartó szakasz, amely alatt a még rejtetten, tünetmentesen fejlődő daganat valamilyen paraméterében már jelt ad magáról. Például úgy, hogy jellegzetes röntgen-árnyékot ad, mielőtt még az emlőben bármilyen „kóros” tapintható lenne. Ezt a szakaszt nevezik a klinikum előtti kimutathatóság szakaszának.

A daganatok fejlődésmenetének koncepciója világossá teszi, hogy a szűrővizsgálat célja nem egyszerűen a más módon még fel nem ismert daganat kimutatása, nem is csak a tünetmentes, azaz klinikailag még nem megjelenő daganat. A szűrővizsgálat törekvése az is, hogy „kiszűrje” a még kialakulásának kezdeti szakaszában lévő betegséget, de még inkább a rákkeltekzés számára talajt jelentő daganatmegelőző állapotokat.

Az emlők lágyrész röntgenvizsgálata a mikrokalcifikáció vagy szerkezeti átépülés jelenlétében képes kimutatni az

emlő állományában rejtetten növvő, nem tapintható, akár 5 mm átmérőjű nem invazív, vagy korai invazív rákot is. A módszer érzékenysége idősebb korban magasabb.

A fejlett egészségügyi ellátórendszerrel rendelkező országokban egyre kiterjedtebben működtetnek szervezett emlőszűrési programokat. Ennek nyilvánvaló magyarázata az, hogy az emlőrák okozta halálozás mérséklésére, rendelkezésre álló stratégiák közül ez idő szerint a korai felismerés és a korai kezelés a legígéretesebb eljárás.

Az emlőszűrés kielégíti mindazokat a kívánalmakat, amelyet a szervezett szűrővizsgálatok működtetésével szemben állítanak:

- az emlőrák előfordulásának gyakorisága és halálhali szerepe miatt jelentős népegészségügyi problémát jelent;
- természetes kórlefolyása ismert, a már tüneteket okozó (1-2 cm) tumor-méret eléréséhez kellő időt néhány évre becsülik, így a kórlefolyása kellően hosszú ahhoz, hogy esélyt adjon a szűrésnek;
- a korai felismerésre randomizált ellenőrzött vizsgálatokkal igazolt, a lakosság számára elfogadható módszer áll rendelkezésre, továbbá
- a korábbi klinikai stádiumokban felismert emlőrák kezelése kedvezően befolyásolja a kórlefolyást.

MAMMOGRÁFIÁS SZŪRŐVIZSGÁLATOK ÉRTÉKELÉSE IRODALMI ADATOK ALAPJÁN

A szűréseknél az egyik figyelembe veendő szempont a költség hatékonyság. A korábbi szakirodalomban ellentmondásos adatok jelentek meg arra vonatkozóan, hogy az 50 évnél fiatalabb korosztályban is csökkenti-e a mortalitást a szűrés. Az USA 29 államára kiterjedő vizsgálat pozitív korrelációt mutatott ki a mammográfiás szűrések aránya (átlagosan 59,2% átszűrtség) és az incidencia között. Igazolható volt, hogy a mammográfia a korai észlelés révén javítja a túlélés esélyeit [1]. A publikált vizsgálatok egy 1995-ös metaanalízise szerint a rendszeres szűrésen részt vett 40-49 éves nők 10 éves utánkövetése a halálozásban 21%-os csökkenést mutatott [2]. Ezekhez hasonló következtetésre jutott az 1987-92 közötti finn nemzeti szűrőprogram vizsgálata is, mely szintén ellenőrizte a szűrések hatékonyságát. Megállapítása szerint a szűrt populáció javára szignifikáns előny igazolódott. Ez különösen jelentős volt az induláskor az 56 éves és az ennél idősebb nők körében.

Nem szabad azonban egy szűrőprogram eredményességét kizárólag a halálozás csökkenésével mérni. Számításba kell venni az elért életminőség javulást éppúgy, mint az elvesztett évekből eredő társadalmi veszteséget, és az egészségügy felhasznált forrásainak a különbségét az

időben detektált illetve a hosszas folyamatos terápiára szoruló, és végül letális eseteknél [3]. Az irodalom az alapellátási szakember teendőjeként a gondozást, a pszichés vezetést jelöli ki feladatul [4]. Magyar szerzők is ilyen értelemben hangsúlyozzák a háziorvosok szerepét [5].

A MAMMOGRÁFIÁS KÉPEK ÉRTÉKELÉSÉNEK BIZONYTALANSÁGA

Mindezek ellenére a mammográfiás standard szűrővizsgálat eredményei az optimálistól jelenleg még messze elmaradnak. Irodalmi adatok szerint, újra értékelve később daganatosnak bizonyuló páciensek filmjeit, mintegy 10%-30%-ban a szűrővizsgálat értékelése nem volt megfelelő [6]. Másfelől azonban 10 éves követési periódust elemezve kiderült, hogy a szűrésen rendszeresen résztvevő nők közel felénél legalább 1 alkalommal tévesen pozitív eredmény lehetősége felmerült [7].

Átlagosan a sebészeti biopsziáknak csak a 30%-40%-ánál igazolódik a rosszindulatú elfajulás. Sok tényező játszik szerepet abban, hogy az értékelés téves lesz. Ide tartoznak az időnként nehezen interpretálható radiológiai jelek, az esetleges képhibák, a gyengébb képminőség, a szemfáradás, az értékelési hiba, illetve az egyszerű tévedések is [8].

A következő években két tényező játszhat szerepet abban, hogy fokozódjon a szűrés céljából készített mammográfiás felvételekkel felismert korai emlődaganatok gyakorisága [9]:

- Új mammográfiás képalkotó technikák kifejlesztése.
- A detektálás javítása, mely során támogatást kap a radiológus a kép felismeréshez és/vagy a diagnózishoz jutáshoz különböző számítógépes vizualizáló és mesterséges intelligencia rendszerek segítségével.

E cikk egy olyan, a közelmúltban megindult hazai kutatófejlesztő munka első tapasztalatait foglalja össze, melynek célja mammográfiás szűrővizsgálatok segítése döntéstámogató rendszer segítségével. Az orvosi döntéstámogató rendszerek kifejlesztése lehetőséget biztosíthat a későbbiekben az előelemző stratégia alkalmazásához, hogy a mammográfiás kép értékelése pontosabbá váljon, esetleg alkalmas lehet a második szakorvosi vélemény kiváltására is, mert az eddigi tapasztalatok azt mutatják, hogy az emberi hiba meglehetősen sok [10]. A hibák közel felében a radiológus a finom elváltozásokat nem vette észre. Számos módszert dolgoztak ki a lágyszövet-árnyékok és a mikromeszesedések minősítésére és automatikus felismerésére; ezek szinte mindegyike igényli a mammográfiás kép digitalizálását [11], [12], [13]. A jelen munka is digitalizált képek feldolgozását, előminősítését célozza, azonban az eredmények várhatóan hasznosíthatók lesznek az egyre terjedő és hamarosan hazánkban is megjelenő közvetlen digitális mammográfiás szűrőkészülékekkel nyert képek elemzésére, előminősítésére is.

AZ ORVOSI DÖNTÉSTÁMOGATÓ RENDSZER (ODR) ÁLTALÁNOS JELLEMZŐI

Az ODR képfeldolgozáson alapuló orvosi döntéstámogató rendszer olyan képelemző és döntéstámogató rend-

szer, mely alkalmas nagytömegű röntgen-filmeken megjelenő kép elemzésére, a röntgenképeken található diagnosztikai jelentéssel bíró bizonyos alakzatok detektálására, felismerésére és ez alapján széleskörű orvosi szűrővizsgálatok kiértékelésének támogatására.

A rendszer

- felhasználja a korszerű képfeldolgozó eljárásokat,
- felhasználja a mesterséges intelligencia és a gépi tanulás eszközeit és módszereit,
- felhasználja a képi információn túl rendelkezésre álló további információkat (pl. anamnéziszból nyerhető ismeret, mely kockázati tényezők meglétét jelenthetik),
- alkalmas különböző tudásreprezentációk kezelésére,
- egyesíti a különböző – algoritmikus, szimbolikus, minták alapján tanuló stb. megközelítések előnyeit.

A felvételek elemzése, összetett speciális képfeldolgozó eljárások

A mammográfiás felvételek gépi diagnosztikájával az elmúlt években igen sok kutatóhelyen foglalkoztak és számos részeredményt sikerült elérni, sőt az első rendszerbe állított számítógéppel segített mammográfiás diagnosztikai (CAD) készülékek már meg is jelentek [14], melyeket a második szakorvosi vélemény kiváltására alkalmaznak. A feladat bonyolultsága, nem jól definiált volta miatt azonban a végleges megoldás még nem született meg.

A feladat bonyolultsága, a mammográfiás felvételek nagyfokú változatossága, a felismerendő, megtalálendő kóros elváltozásra utaló alakzatok különbözősége mind azt támasztja alá, hogy a feladat csak összetett, sokféle megközelítés együttes alkalmazásával oldható meg, a fejlesztés alatt álló rendszer ezért igen különböző megközelítéseket alkalmaz. A kép és jelfeldolgozás legkorszerűbb algoritmusainak széles választékán túl alkalmazásra kerülnek a mesterséges intelligencia eredményei, a tanuló rendszerek és neurális hálózatok is.

A komplex megközelítés lehetővé teszi az egyes képek részletekbe menő lokális vizsgálatát – e tekintetben a számítógépes rendszerek akár felülmúlhatják a humán diagnosztika eredményeit is – ugyanakkor biztosítják a globális értékelés lehetőségét is, mely területen a nagyon komoly erőfeszítések ellenére sem könnyű a szakorvosi eredményességet megközelítő eredmények elérése. Az eljárások ezért alapvetően kétféle megközelítést alkalmaznak. Vanak a teljes mammográfiás képpel dolgozó eljárások és vannak olyan eljárások, melyek a képek egyes szegmenseit vizsgálják, tehát a képet eleve részekre bontják és az egyes részek analízisét végzik. A különböző megközelítések együttes alkalmazásától remélhető csak, hogy kellő megbízhatóságú diagnosztikai támogatást nyújtó számítógépes rendszer legyen létrehozható.

Összehasonlító vizsgálatok, időbeli követés

Az eddig említett eljárások – akár globális, akár lokális módszerrel dolgoztak – egyetlen kép feldolgozását végezik, és így kísérelnek meg bizonyos képi alakzatokat megtalálni. A mammográfiás vizsgálatoknál azonban fontos szerepe le-

het különböző képek összevetésének, az összehasonlító elemzésnek. E tekintetben két dolgot kell feltétlenül megemlíteni. Egyrészt fontos diagnosztikai jelentést hordozhat a két emlőről készült kép összehasonlítása, másrészt az elváltozások időbeli alakulása is nagy jelentőségű lehet.

A két emlő képének összehasonlító elemzése különösen a nehezen felismerhető esetekben nagy jelentőségű, hiszen a kóros elváltozásra utalhat, ha az egy képen látható objektum ugyan önmagában nem mutat típusos elváltozás jegyeit, de a két mellről készült képnél jelentős szimmetriabeli különbségek találhatók.

Az összehasonlító vizsgálatok másik változata, ha az egy emlőről készült két nézet (cranio caudalis és medio-lateralis felvételek) együttes elemzését végezzük, hiszen ha az egyik nézeten egy elváltozásra utaló részlet található, nagy valószínűséggel ennek az elváltozásnak a másik nézeten is látszania kell. A feladat nehézségét mutatja, hogy a felvétel közbeni emlékkompresszió miatt a két nézet ugyanannak az emlőnek két, eltérő módon és mértékben deformált változatáról készül.

Az időbeli változás figyelése szintén igen fontos. Erre az ismételt szűrővizsgálatok eredményének összehasonlításánál van lehetőség és így az intervallumrákok felismerését nagyban segíti. Az összehasonlításnál szerepet kaphatnak azok a lineáris és nem-lineáris kép-transzformációs eljárások, melyek a két kép szignifikáns pontjai alapján a képeket olyan módon „torzítják”, hogy azok minél jobb fedésbe legyenek hozhatók. Bár a két eltérő időben készült kép felvételi körülményei eltérőek, a szövetszerkezet nagyfokú állandósága (az időközben bekövetkezett esetleges kóros folyamatoktól eltekintve) a transzformáció lehetőségét biztosítják.

Felismerő rendszerek

A döntéstámogató rendszer feladata, hogy elsődlegesen a képek alapján a pacienseket osztályokba sorolja. Valójában tehát osztályozási feladattal állunk szemben, ahol az osztályozás alapja a paciensről rendelkezésre álló összes információ kell legyen. Olyan felismerő rendszer létrehozása a cél tehát, amely bár döntően a képeket minősíti, azt határozza meg, hogy adott kép normál képnek tekinthető vagy található rajta valamilyen kóros folyamatra utaló elváltozás. Ennek érdekében a felismerés meghozatalához kiegészítő ismereteket is fel kell használnia. Ilyen kiegészítő ismeretek lehetnek kórelőzményi adatok, családon belüli előfordulások stb. A kiegészítő ismeretek feldolgozásának nehézsége, hogy ezen ismeretek általában szöveges formában állnak rendelkezésre, tehát a képfeldolgozó eljárásoktól nagymértékben különböző feldolgozó módszerek alkalmazását igénylik.

Felismerési feladatok megoldhatók statisztikai módszerekkel (a statisztikus döntésmélt megközelítést alkalmazva), alkalmazhatók szakértő rendszerek, melyek szabályok alapján hozzák meg a döntéseket és itt is fontos szerepet kaphatnak a neurális és tanuló eljárások is. A feladat komplexitásából adódóan azonban megfelelő eredmény elérése csak a különböző megközelítések együttes felhasználásával, hibrid rendszereket alkalmazásával lehetséges.

Bármilyen megközelítést is alkalmazzuk a közvetlen felismerési eljárást a hozzáférhető adatok előfeldolgozása kell, hogy megelőzze, ahol az adatokból a felismerés szempontjából lényeges, de minél tömörebb információ kinyerése a cél. A teljes felismerési folyamat tehát az alábbi fázisokra bontható: előfeldolgozás, felismerés, utófeldolgozás.

A mammográfiás képek előfeldolgozása alapvetően a klasszikus képfeldolgozó eljárásokat jelenti. Ezen eljárások egy részének feladata a kóros elváltozásokra utaló jelek „felerősítése”, a könnyebb felismerhetőség biztosítása a későbbi algoritmusok, de akár az emberi szem számára is. Más előfeldolgozó eljárások eredményeképpen jellemzővektorokat kapunk, melyek alapján történhet a tényleges felismerés (osztályozás). A felismerési feladatok elvégzésében – különösen azon esetekben, amikor a jellemzővektorok és az osztályba sorolás között egyértelmű matematikai kapcsolatot nem tudunk felállítani, ugyanakkor nagymennyiségű, minősített (osztályba sorolt) minta rendelkezésünkre áll – alkalmazhatók a tanuló rendszerek és azon belül is a neuronhálók.

A neurális hálózatok elsősorban osztályozási, modellezési feladatok megoldására alkalmasak. A problémamegoldás neurális hálózatokkal a hagyományos számítástechnikai megoldásokhoz képest jelentősen különbözik. Az alapvető különbség, hogy a neurális hálózatok nem számok, szimbólumok kezelése, hanem minták feldolgozása folyik, nem algoritmikusan határozzák meg a megoldást, ahol az algoritmus megvalósítása programozással történik, hanem minták alapján fokozatos tanulással.

Mammográfiás döntéstámogató rendszereknél a neuronhálók kitüntetetten fontos szerepet tölthetnek be, ugyanis a tényleges osztályozási feladaton túl számos előfeldolgozási feladat megoldásában is sikerrel alkalmazhatók.

A neuronhálók alkalmazásának, de általában a felismerési feladatok nagy többségénél a sikeres megoldás előfeltétele a nagymennyiségű minősített minta felhasználása. A mammográfiás rendszer kifejlesztésénél is az egyik legfőbb követelmény a nagyszámú, szakorvos által minősített és az esetek változatosságát jól reprezentáló képi adatbázis megléte. A rendszer kifejlesztéséhez kapcsolódóan biztosítani kellett, illetve létre kellett hozni egy mintegy 10 000 képből álló adatbázist. A megfelelő adatbázis a végső minősítéshez is nélkülözhetetlen. Jelenleg három adatbázis áll rendelkezésünkre. A MIAS adatbázis (a Mammographic Image Analysis Society adatbázisa) [14] mindössze néhány száz képet tartalmaz, ennél jóval több – mintegy 2600 – és kellően reprezentatív esetből áll a DDSM adatbázis [15]. Folyamatosan épül és bővül egy hazai adatbázis is a Semmelweis Egyetem Radiológiai és Onkoterápiás Klinikán. A hazai adatbázis különös jelentősége, hogy itt a szűrési képeken túl kiegészítő információk – anamnézis adatok – valamint korlátozott számban archív felvételek is rendelkezésre állnak. A hazai adatbázis fontosságát külön is kiemeli, hogy csak ennél az adatbázisnál van meg az egyes esetek szakorvosi konzultációval segített részletes elemzésének a lehetősége.

A teljes folyamat harmadik eleme az utófeldolgozás. Ennek szerepe orvosi diagnosztikai, döntéstámogató rendsze-

reknél különösen fontos. A felismerés-osztályozás eredményének indoklása, annak megjelölése, hogy mi a javasolt osztályba sorolás alapja – milyen jellemzőket talált a rendszer a képen – továbbá, hogy a javasolt osztályba sorolás milyen valószínűségű az orvosi döntéstámogató rendszerek fontos eleme.

AZ ORVOSI DÖNTÉSTÁMOGATÓ RENDSZER LOGIKAI RENDSZERTERVE

A mammográfiás feldolgozási folyamat logikai vázlatát az alábbi ábra mutatja. Logikailag a fejlesztés jelen fázisában kialakítandó rendszer és a végleges rendszer természetesen sok hasonlóságot mutat, ugyanakkor a felhasznált eszközök, az egyes lépések egymáshoz való integráltsága, a folyamat szervezése (ki, mikor, hol, milyen eszközökkel hajtja végre a lépést) jelentősen eltérő lehet. Az egyes lépések a fejlesztési fázisban törvényszerűen nem egy helyen, nem egy folyamatos időintervallumban történnek és nem egy integrált szoftver rendszer segítségével. A kifejlesztett rendszer használatának fázisában minden valószínűség szerint integrált szoftver rendszer használata célszerű, ugyanakkor továbbra is térben és időben elosztott lesz a folyamat (1. ábra).

A továbbiakban a kísérleti rendszer felépítéséről lesz szó a képfeldolgozó/kiértékelő rendszer kapcsán.

A feldolgozás lépéseinek sorrendje

Az ábrán bemutatott feldolgozási folyamat egy logikai lépés-sort mutat be, amelyben egyes lépések sorrendje kötött, míg más lépések sorrendje kisebb vagy nagyobb mértékben kötetlen.

Kötött sorrendű lépések:

- az első lépés a röntgenfelvétel elkészítése (az ábrán 1),
- a röntgenfelvétel készítését követő lépés a képdigitalizálás

lás (2), esetleg a humán diagnóziskészítés (3) megelőzheti ezt a lépést, lásd később,

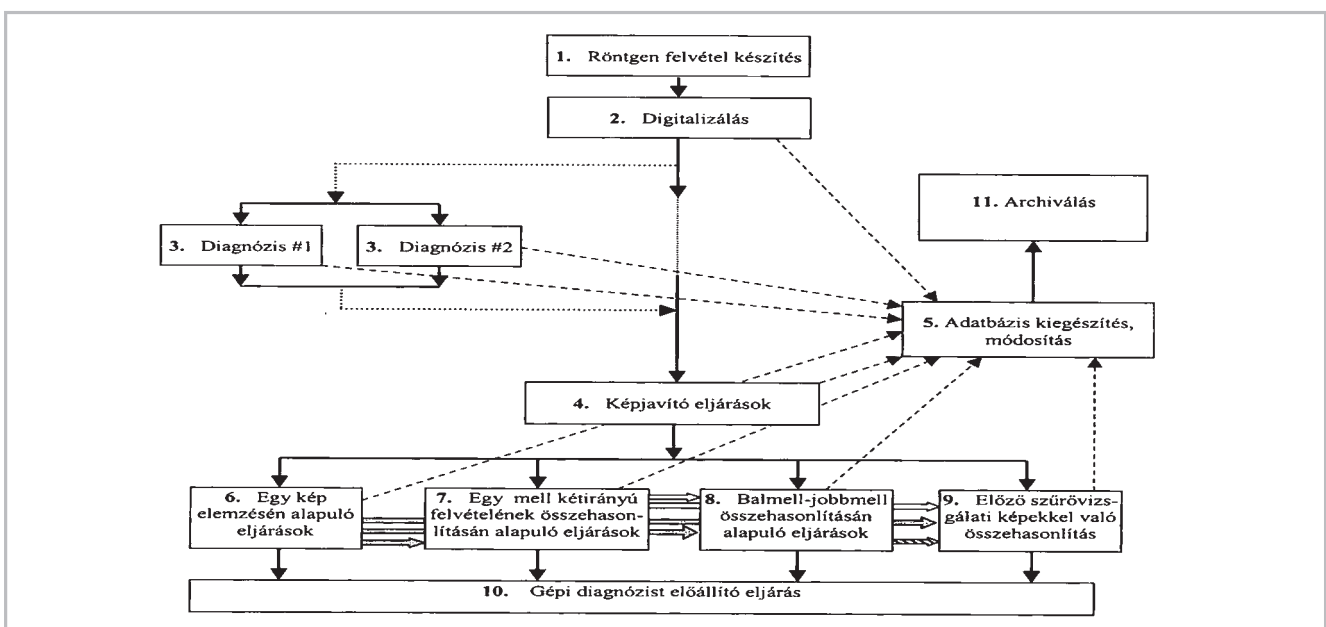
- a képdigitalizálást követő lépés a képjavító eljárások futtatása (4),
- a javított képen több – diagnosztikus paramétereket előállító – eljárást futtatunk (6, 7, 8, 9), itt célszerűen az egy kép paramétereit előállító eljárások az először futtatandók (6), ezt követően a több kép különböző jellegű összehasonlítását végző eljárások sorrendje kötetlen.

A rendszer architektúra

A tervezett és kifejlesztés alatt álló ODR rendszer az elosztott több klienst igénylő alkalmazás és a felhasználói telephelyeken rendelkezésre álló megfelelő sávszélesség miatt a több rétegű webes architektúrát alkalmazza.

A rendszer a mammográfiás képeket tároló adatbázist egy Microsoft SQL Server 2000 kiszolgálón keresztül ér el. Az alkalmazás logikáját megvalósító programrészek a szerver gépen kapnak helyet. A szervergép Windows 2000 alatt futó kiszolgáló, amely a http kliensek kéréseit az operációs rendszerbe beépített Internet Information Server felhasználásával szolgálja ki. A kliensek HTTP ügyleteket futatnak a szerver eléréséhez. A rendszer szerveréhez közvetlenül kliensként kapcsolódhatnak gépi diagnosztikai eljárásokat megvalósító, illetve ezek eredményeit a rendszerbe juttató kliensek.

A rendszer kialakításnál törekedtünk arra, hogy a mammográfiás szűrővizsgálatoknál jelenleg is alkalmazott informatikai háttér elemeit hasznosítsuk, és közvetlenül felhasználható szoftver rendszereket alkalmazzunk. Ennek megfelelően a kialakított adatbeviteli rendszer illeszkedik a Főnix informatikai rendszerhez [16], továbbá a képek digitalizálásánál és a minősített hazai képi adatbázis építésénél felhasználjuk az ImageMedical Practice builder és IMAS rendszereit [17].



1. ábra
A mammogramok feldolgozásának logikai folyamata

AZ ODR-TÁMOGATOTT MAMMOGRÁFIÁS MUNKAÁLLOMÁS ELŐNYEI

A szűrővizsgálat jellegéből adódóan a magasan kvalifikált radiológus orvos szerepe döntően a képanalízisből és betegadatokból történő véleményalkotás. Véleményük alapján a vizsgált személynél nem állapítható meg kóros elváltozás, vagy további vizsgálatok elvégzése válik indokolttá. A szűrővizsgálatban résztvevő személy és az orvos személyes találkozása a szűrés során a mammoográfias kép értékeléséig nem döntő. Ebből adódik, hogy megfelelő képdigitalizálás, informatikai háttér és a digitális képek megjelenítése a munkaszervezés tekintetében mind a szolgáltatónak, mind a mammoográfias képelemzésben jártas radiológus szakorvosnak számos előnyt nyújthat.

Az ODR-támogatott munkaállomással a mammoográfias képek előfeldolgozása elvégezhető, a rendszer kijelöli a minősítésre technikai okok miatt nem alkalmas képeket, továbbá azokat a területeket, melyekre javasolt külön figyelmet fordítani.

Az ODR-rel támogatott munkaállomás lehetőséget biztosít a diagnosztikai jellemzők kvantitatív értékelésére. Ezen kvantitatív értékek jellemzővektorokként történő osztályba sorolásával a radiológus határozottabb értékelése támogatható, illetve a radiológus a számítógépes elemzés eredményét felhasználva átértékelheti addigi véleményét.

Megfelelő validálás és gyakorlat esetén a rendszertől végső soron elvárható követelmény lehet a jövőben, hogy a jelenleg elfogadott értékelési rendszerben nélkülözhetetlen 2 szakorvosból az egyiket kiváltsa, vagy csak a döntési nehézséget okozó elemzésekbe vonja be. Az ODR rendszer emellett jól használható a mammoográfias képelemzés oktatására, a megszerzett tudás szinten tartására. A létrejövő digitális adatbázisok a további elemzések céljára összekapcsolható hasonló DICOM alapú rendszerekkel. Ilyen adatbázisok építése más országokban már megkezdődött.

Jelenleg az ODR rendszer alapvető elemei: az adatbeviteli rendszer, a képarchiváló és a részletes orvosi minősítést biztosító modulok elkészültek; a feldolgozó, gépi minősítő, diagnosztikai modulok szintén elkészültek, és megindult a kialakításnál fel nem használt, független adatbázison történő széles-

körű tesztelés. A tesztelési eredmények figyelembevételével folyamatosan bővül a felismerő-diagnosztizáló algoritmusok köre. Az eredmények részletes bemutatására e cikk keretében nincs lehetőség, erre egy későbbi riportban térünk ki.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az emlődaganat szűrésében kifejlesztett döntéstámogatott rendszer alkalmazása a mindennapi gyakorlatban a közeljövő feladata. OEP 2001 adatok (Pál Miklós: A szervezett emlőrák szűrések tapasztalatai a finanszírozó oldaláról) alapján, Magyarországon a 45-65 éves korosztály 2 évenkénti mammoográfias szűrésére – 100%-os átszűrés esetén –, éves szinten közel 2 milliárd forintot kell az egészségbiztosítónak fordítania.

Szerencsésnek mondható, hogy Magyarországon az országos szinten beindított emlőrák szűrőprogram korlátozott számú mammoográfias centrumot finanszíroz a feladatra, így a technikai erőforrások koncentrációja biztosítható. A szűrővizsgálat hatékonyságának növelése jelentős megtakarítást jelenthet egyrészt a tévesen pozitív visszahívások csökkenése, másrészt a hibásan negatívnak véleményezett esetek életévben mérhető kiesése, a magasabb kezelési költségek miatt. További megtakarítást jelenthet a megfelelő informatikai háttér megoldása esetén a korszerű munkaszervezési (táv munka) lehetőségek kiaknázása. A közel 25 centrum képi adatbázisának digitalizálása és megfelelő informatikai rendszertámogatása mérhető előnyt biztosíthat a fentiek alapján a finanszírozónak.

KÖSZÖNETNYILVÁNÍTÁS

A rendszer fejlesztése az OM támogatásával, az IKTA 102/2001 projekt keretében történik. A fejlesztésben a szerzőkön kívül mind a Semmelweis Egyetem (SE), mind a Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem (BME) sok munkatársa vesz részt. Minden közreműködő megemlézésére nincs lehetőség, de a rendszer létrehozásában fontos szerepet betöltő kollégákat meg kell említsük: Dömötöri Zsuzsa, Kulka Janina és Kári Béla, az SE részéről Pataki Béla, Valyon József, Takács Gábor, Székely Nóra, Sragner László, Tóth Norbert, Lasztovicza László és Horváth Ákos a BME részéről.

IRODALOMJEGYZÉK

- [1] Cooper G.S.; Yuan Z; Bowlin S.J.; Dennis L.K.; Kelly R; Chen H; Rimm A.A.: An ecological study of the effectiveness of mammography in reducing breast cancer mortality. *Am J Public Health*; 1998, 8,8 281-4.
- [2] Sickles E, Kopans D: Mammographic screening for women aged 40-49 years: The primary care practitioner's dilemma. *Ann Intern Med* 1995; 122, 534-8
- [3] Hakama M; Pukkala E; Heikkilä M; Kallio M: Effectiveness of the public health policy for breast cancer screening in Finland: population based cohort study. *BMJ*; 1997, 314, 864-7.
- [4] Cohen L: FPs have vital role in ensuring success of breast cancer screening programs. *CMAJ*; 1997, 157, 442-4
- [5] Dr. Gyenes György: A családorvos szerepe az emlődaganatok korai felismerésében, kezelésében és gondozásában. *Medicus Universalis*, 1999, 32, 3-9.
- [6] Bird R.E., Wallace T.W., Yankaskas B.C.: Analysis of cancers missed at screening mammography. *Radiology* 1992; 184:613-617.
- [7] Elmore J.G., Barton M.B., Moceri V.M., Polk S, Arena P.J, Fletcher S.W.: Ten-year risk of false positive scre-

- ening mammograms and clinical breast examinations. *N Engl J Med* 1998; 338:1089–1096.
- [8] Wallis M.G., Walsh M.T., Lee J.R.: A review of false negative mammography in a symptomatic population. *Clin Radiol* 1991; 44:13–15.
- [9] Adler D.D., Wahl R.L.: New methods for imaging the breast: techniques, findings and potential. *AJR Am J Roentgenol* 1995; 164:19–30.
- [10] Giger M.L.: Computer-aided diagnosis. In: Haus A.G., Yaffe M.J., eds. *Syllabus: a categorical course in physics – technical aspects of breast imaging*. Oak Brook, Ill: Radiological Society of North America, 1993; 283–298.
- [11] Karssemeijer N.: Computer-aided detection and interpretation in mammography. In: Yaffe M.J., ed. *Digital Mammography: 5th International Workshop on Digital Mammography*. Toronto, Canada: Medical Physics, 2001; 243–252.
- [12] Chan H.P., Sahiner B, Helvie M.A., et al.: Improvement of radiologists' characterization of mammographic masses by using computer-aided diagnosis: an ROC study. *Radiology* 1999; 212:817–827.
- [13] Liu S, Babbs C.F, Delp E.J.: Multiresolution detection of spiculated lesions in digital mammography. *IEEE Trans. Image Processing*, 2001; 10:874–884.
- [14] The Mammographic Image Analysis Society, *Digital Mammography Database*, <http://www.wiau.man.ac.uk/services/MIAS/MIASweb.html>
- [15] M. Heath, K. Bowyer, D. Kopans, R. Moore, K. Chang, S. Munishkumaran and P. Kegelmeyer: „Current Status of the Digital Database for Screening Mammography” in *Digital Mammography*, N. Karssemeijer, M. Thijssen, J. Hendriks and L. van Erning (eds.) *Proc. of the 4th International Workshop on Digital Mammography*, Nijmegen, The Netherlands, 1998. Kluwer Academic, pp. 457-460.
- [16] Békersoft: Főnix Mamma modulál integrált speciális egészségügyi informatikai rendszer, <http://www.bsi.hu/>
- [17] eRAD ImageMedical: PracticeBuilder 123®, <http://www.eradimagemedical.com/>

A SZERZŐK BEMUTATÁSA



Dr. Horváth Gábor villamosmérnök, a műszaki tudomány kandidátusa. 1970-ben végzett a Budapesti Műszaki Egyetem Villamosmérnöki Karán. Kandidátusi fokozatát digitális jelfeldolgozás témakörből szerezte 1987-ben. Egyetemi diplomájának megszerzése óta megszakítás nélkül a BME Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszékén dolgozik. Jelenlegi beosztása egyetemi docens, tanszékvezető helyettes. Az utóbbi 10 évben elsősorban neurális hálózatok elméleti kérdéseivel és gyakorlati alkalmazásaival – köztük orvosi alkalmazásaival is – foglalkozik.



Kovács Árpád közgazdász 1990-ben végzett a Budapesti Közgazdasági Egyetemen. Jelenleg a Kopint-Datorg Rt. vezérigazgató helyettese, üzletfejlesztési és értékesítési vezető. A digitális aláírás alkalmazásához kifejlesztett MultiSigno termékfejlesztésének vezetőjeként a Kopint-Datorg Rt.-t képviseli a chipkártyákkal foglalkozó Intelligens Kártya Fórum szervezetben. Ehhez kapcsolódva a heterogén egészségügyi informatikai rendszerek közötti chipkártyás és digitális aláírású kommunikációs eszköz termékfejlesztése is hozzá tartozik. További egészségügyhöz kapcsolódó fejlesztési terület a jelenlegi projekt is, melyben a Kopint-Datorg Rt. konzorciumi tagként vesz részt.



Dr. Kovács G. Csongor sebész, gastroenterológus, 1989-ben végzett a Semmelweis Orvostudományi Egyetemen. Jelenleg az egyetem III. sz. Sebészeti Klinikáján dolgozik. Az orvosi munka mellett tanácsadóként vesz részt egészségügyi szoftverek fejlesztésében. A szakterülethez kapcsolódó emlő és colorectalis daganatok szűrését támogató szoftverek fejlesztésében koordinátorként működik közre.



Dr. Tarján Zsolt, radiológus, PhD 1987-ben végzett a Semmelweis Orvostudományi Egyetem Általános Orvosi Karán. Azóta az Egyetem ÁOK Radiológiai és Onkoterápiás Klinikájának munkatársa jelenleg osztályvezető adjunktus beosztásban. Radiológusként a radiológia valamennyi diagnosztikus képalkotó be rendezésével dolgozik (hagyományos radiológia, ultrahang CT, MR, izotóp, angiográfia, mamográfia). Az általános képzésen túl gyermekradiológiával (1991-92), neuro- és musculosceletalis radiológiával (1994-95, Raditec KFT 1996-jelenleg) foglalkozik. 2001-2002-ben a Dunaújvárosi Szt Panthaleon Kórház CT osztályának konzulense volt. 1997 óta az ultrahang osztály osztályvezetője. 2003 májustól a Semmelweis Egyetem Szív és Érszívészeti Klinikájának Radiológiai Diagnosztikája MR laborában is végez vizsgálatokat.