

# Foltok detektálása mammogramokon textúra-analízis segítségével

TÓTH NORBERT

Konzulens: dr. Pataki Béla

BME, Villamosmérnöki és Informatikai Kar, Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszék  
ntoth@mit.bme.hu

Reviewed

**Kulcsszavak:** orvosi képfeldolgozás, számítógéppel segített diagnózis, textúra-analízis, döntési fa

*Jelenleg a mammográfia az egyik legmegbízhatóbb módszer az emlőrák detektálására. Egy olyan rendszer, amely előzetesen feldolgozná a felvételeket – kiszűrné azokat, amik biztosan negatívak, és felhívna a figyelmet azokra, amelyek gyanúsak – nagyon hasznos lenne. Egy ilyen orvosi döntéstámogató rendszer (ODR) fejlesztése folyik a Budapesti Műszaki Egyetem Méréstechnika és Információs Rendszerek Tanszékén együttműködésben Semmelweis Orvostudományi Egyetem radiológus szakembereivel.*

## 1. Bevezetés

A nők daganatos megbetegedései között az egyik leggyakoribb az emlőrák [1]. Statisztika szerint minden nyolcadik nőben élete során kifejlődik ez a betegség. Mivel az emlőrák oka mindmáig ismeretlen, a korai felismerés döntő fontosságú. Korai felismerés esetén az öt éves túlélés esélye 95% körüli.

A mammográfiás szűrés során mindkét emlőről két-két röntgenkép készül, egy oldal-, egy felülnézetből. A mammográfiás képeken a betegség okozta két legjellegzetesebb elváltozás az úgynevezett mikrokalcifikáció, amely apró élesebb kontúrú, fényes pöttyként jelentkezik, illetve a tumorok okozta röntgenárnyék, ami nagyobb, de elmosódottabb foltként jelenik meg.

A mammográfiás szűrésen készített felvételeket két független orvosnak kell diagnosztizálnia, de ez számítógépes segítséggel is történhetne. Egy mammográfiás szűrés óriási mennyiségű felvételt jelent (több száz-ezer nőről készült négy-négy felvétel kiértékelése évente). Minden egyes felvétel értékelése sokáig tart és hibákhoz is vezethet a folyamat hossza és monotonitása miatt, ezért egy rendszer, amely előzetesen feldolgozná a felvételeket – kiszűrné és felhívna a figyelmet a gyanúsakra – nagyon hasznos lenne.

A bemutatásra kerülő algoritmus részét képezi a rendszernek, az említett tumorárnyékok, foltok keresésére szolgál a felvételeken. A végleges rendszeren belül több – párhuzamosan futó – algoritmus is foglalkozik egy-egy részprobléma megoldásával, majd ezek kombinációja adja a rendszer végső választ.

## 2. Textúra-alapú folt detektálás

A mammográfia sikere a felvételen látható különféle szövetek elkülöníthetőségén múlik. Alapvető feltételezés, hogy az eltérő szövetek eltérő textúráként jelennek meg a képen. Textúra-analízis segítségével [5] képesek lehetünk részeire bontani a felvételt és osztá-

lyozni ezeket a részeket. Ezen részek felhasználhatók diagnózis alkotására, illetve paraméterül szolgálhatnak további algoritmusok számára. Az itt bemutatásra kerülő textúra elemző algoritmus célja egyfajta szövettípus felismerése, a rosszindulatú tumoré.

Ez a foltkeresést végző alrendszer két alapvető részre osztható. Egy durva előszegmentáló részre, valamint egy szegmentálást finomító részre.

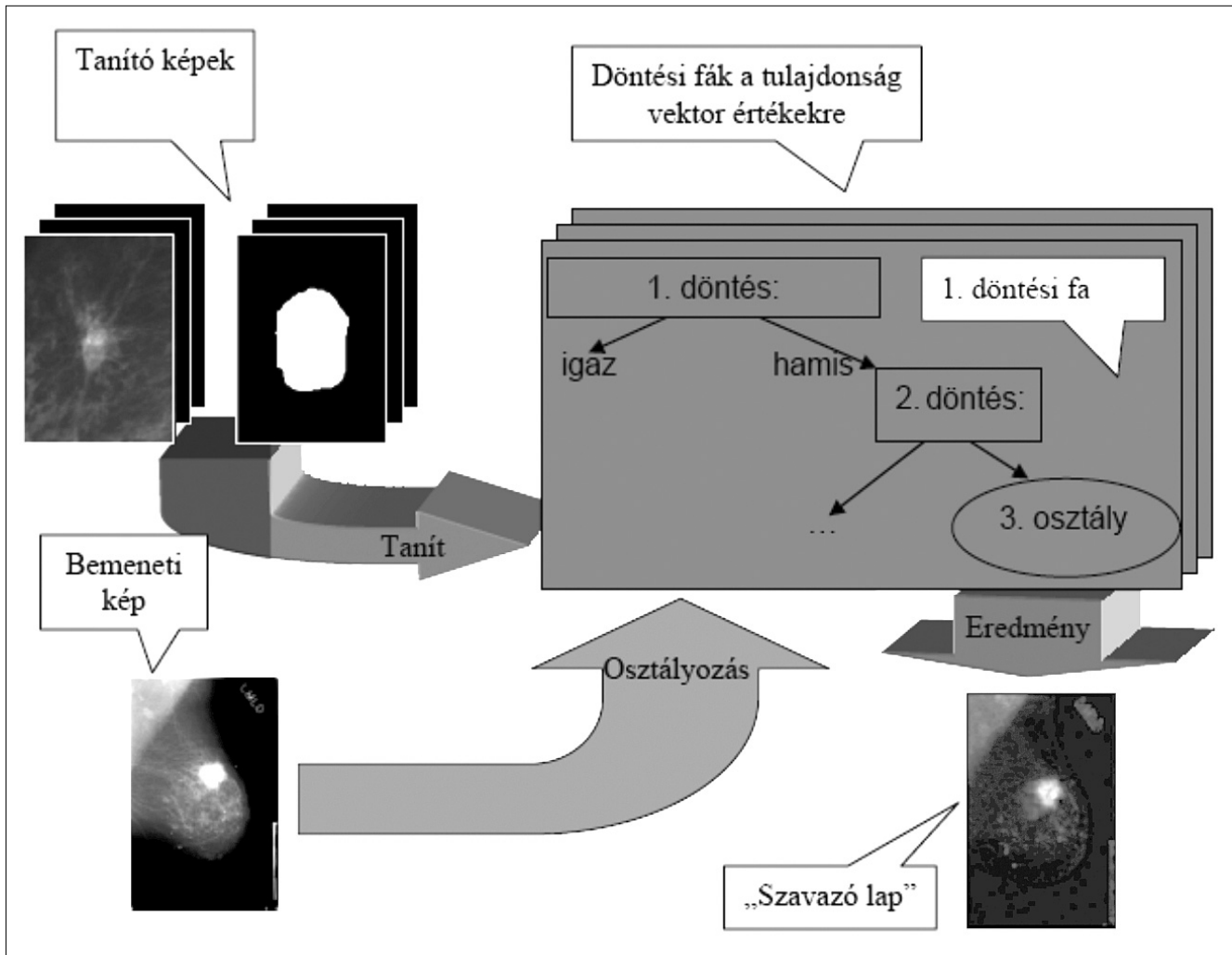
Az algoritmus a felvételt elemi egységekre bontja egy meghatározott ablak méretnek megfelelően. Ebben az ablakban kerülnek kiszámításra a tulajdonság vektor értékek. A jelenlegi implementációban 17 textúrára jellemző [5,7,8] paraméterrel írunk le minden textúrát. Ezek a paraméterek ko-okkurencia mátrix [7,8], hisztogram, valamint intenzitás futáshossz jellemzők [5].

Az így kapott tulajdonság vektorokat egy döntési fákból [2,9] álló osztályozó halmaz értékeli ki úgy, hogy egy adott tulajdonság vektort minden egyes döntési fa osztályoz. A döntési fák előzetesen, orvosok által kiértékelt tanító mintákból kerülnek kialakításra CART [2] algoritmussal. A tanítás során az algoritmus különféle foltokat tanul meg megkülönböztetni különféle hátterektől.

Kísérletek során az összes tanító mintából egyetlen központi döntési fa kialakítása olyan bonyolultságú osztályozót eredményezett, mely kezelhetetlenné vált. Ezért a végső megoldásban minden egyes tanító mintából egy különálló fa keletkezik (1. ábra). Ezek a fák a tanítás végeztével, a működés során egy szavazó mechanizmuson keresztül alakítják ki a végleges döntést az adott terület textúra osztályba tartozásáról.

A döntési fák által leadott szavazatok által egy szavazólap jön létre a felvételtől. Ez a szavazólap minden egyes pontban tartalmazza az adott pozícióban kiszámított tulajdonság vektorra leadott pozitív szavazatok számát. Minél nagyobb az érték a szavazólapon belül, annál valószínűbb, hogy az adott helyen tumor található.

A szavazólapot ezután egy adaptív küszöböző eljárás – melynek feladata a környezeténél több szavaza-



1. ábra A szegmentálást végző rendszer vázlatja

tot kapott részeket megjelölni – bináris maszká alakítja. Ez a bináris maszk az elsődleges folt jelölteket tartalmazza, de az ablakméretnek megfelelően durva méret és alak információval.

A következő feldolgozási lépés célja ennek a bináris maszknak finomítása. Ezt a lépést végző algoritmus az előszegmentált képet egy Markov-mezőnek [3,4] tekintti, a bemeneti felvételt (ami ebben az esetben a szavazólap) pedig a szegmentált kép és Gauss-zaj keverékének. Az optimális szegmentálást kereső eljárás ICM (Iterated Conditional Modes) [3,4] módszert használ, hogy becsülje a kép MAP (Maximum A Posteriori) szegmentálását.

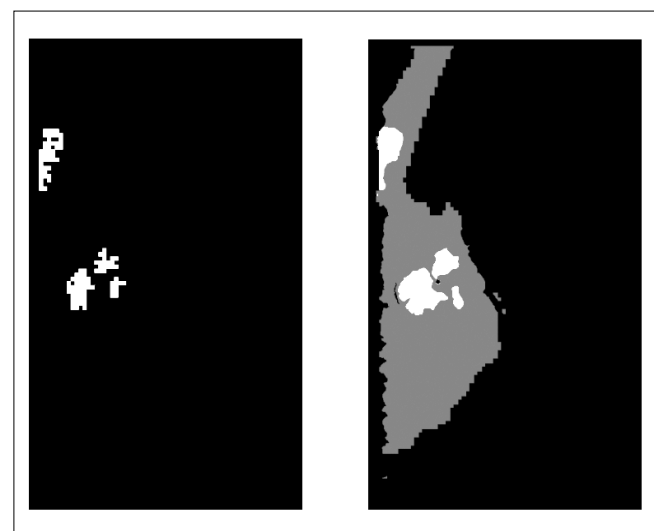
Ez az eljárás egy bináris maszkot ad eredményül mely tartalmazza a végleges folt jelölteket, pontosabb alak és méret jellemzőkkel (2. ábra).

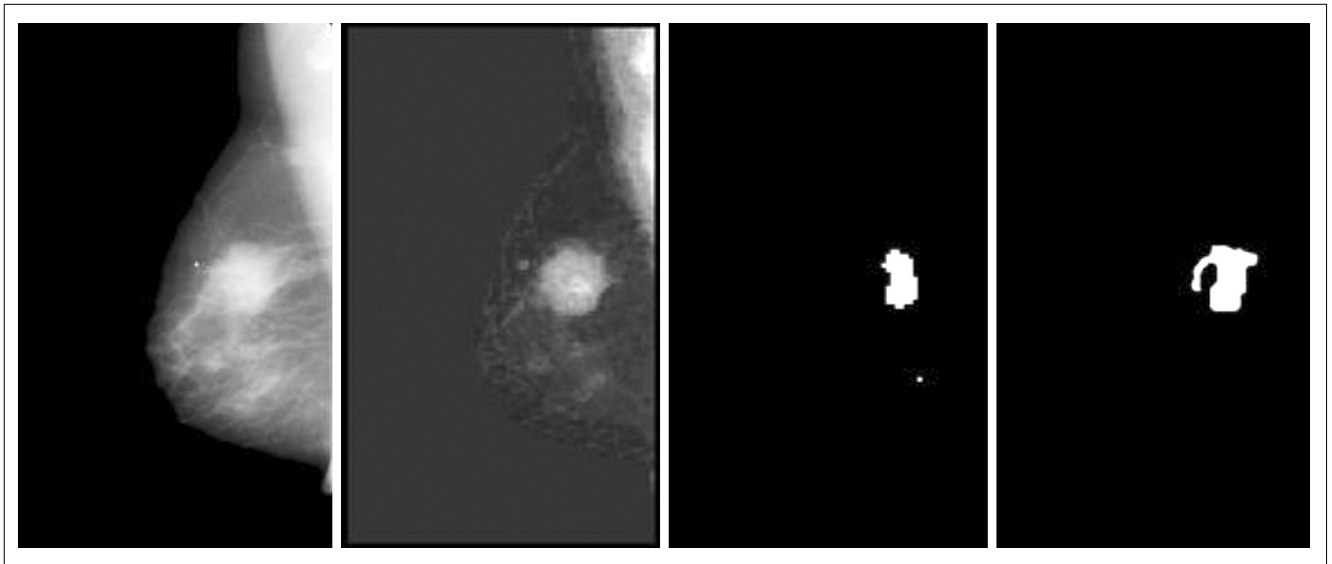
### 3. Eredmények

Egy olyan komplex rendszer került bemutatásra, melynek célja foltok keresése mammogramokon textúraanalízis segítségével. Az egyes algoritmus lépéseinek bemeneti képei és eredmény képei a 3. ábrán (a következő oldalon) láthatók.

A rendszer tesztelése – párhuzamosan más foltkereső algoritmusokkal – jelenleg is folyamatosan történik. Az elvégzett nagy méretű tesztek arra vezettek, hogy összességében az ODR rendszer úgy éri el a maximális hatékonyságot a folt keresésében, ha a bemutatott foltkereső algoritmus egy másik foltkereső alrend-

2. ábra A szegmentálás finomítása





3. ábra  
Az eredeti felvétel, a szavazólap,  
az előszegmentált kép és a finomított eredmény

szer (ami intenzitáskülönbség alapján dolgozik) [6] eredményével kombinálva adja a végeredményt. Ebben az esetben a textúra-elemző rendszer bizonyos speciális esetekben segít, ahol pusztán intenzitáskülönbség alapján nem található meg a folt, ilyenkor segítséget jelent a textúra jellemzők vizsgálata.

A legutóbbi tesztelés során 523 eset került kiértékelésre, ami 2092 felvételt jelent. Az 1. táblázat (lent) mutatja az eredményeket.

A bemutatott textúra alapú eljárás segítségével sikerült javítani az intenzitás alapú algoritmus teljesítményét. A javulás ugyan csak néhány százalékpontnyi, de ebben a találati tartományban már minden javulás igen nehezen érhető el.

Az elért eredmény különösen értékes abból a szempontból, hogy a fals pozitív jelölések számának csökkentése mellett sikerült elérni. (Az intenzitás alapú algoritmus érzékenységének növelése, amely a rosszindulatú esetek jobb felismerését szolgálhatná, jelentős fals pozitív arány növekedéssel is járna.)

A rosszindulatú esetek felismerésének aránya megfelelőnek mondható (a humán diagnózis sem ér el jobb eredményt), jelenleg a fals pozitív jelzések csökkentése a cél, ez többek közt a két (oldal- és felülnézeti) kép együttes kiértékelésével érhető el.

1. táblázat  
A foltkereső rendszerek eredményei

	Rosszindulatú eset felismerési arány	Fals pozitív jelölés / kép
Intenzitás alapú algoritmus	93.9%	4.5
Textúra alapú algoritmus	70.0%	3.0
Kombinált algoritmus	95.1%	4.3

**Irodalom**

[1] R. Highnam, M. Brady: Mammographic Image Analysis, Kluwer Academic Publishers R, 1999.  
 [2] Richard O. Duda, Peter E. Hart, David G. Stork: Pattern Classification, John Wiley & Sons, NY., 2001.  
 [3] H.D. Li, M. Kallergi, L.P. Clarke, V.K. Jain: "Markov Random Field for Tumor Detection in Digital Mammography", IEEE Transactions on Medical Imaging, Vol. 14, No.3, pp.565–576, Sept. 1995.  
 [4] S.Z. Li: Markov Random Field Modeling in Computer Vision, Springer-Verlag, New York [etc.], 1995.  
 [5] I. Pitas: Digital Image Processing and Algorithms and Applications, John Wiley & Sons, NY., 2000.  
 [6] Gábor Takács: "Computer-Aided Detection of Mammographic Masses", Proc. of the 12th Mini-Symp., Budapest, Feb. 8-9, 2005.  
 [7] J. Iivarinen: "Texture Segmentation and Shape Classification with Histogram Techniques and Self-Organizing Maps", Acta Polytechnica Scandinavica, No.95, Helsinki, 1998.  
 [8] William K. Pratt: Digital Image Processing, John Wiley & Sons, NY., 2001  
 [9] Stuart J. Russel, Peter Norvig: Artificial Intelligence, Prentice Hall, 1995.