



Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

Znanstveni projekt: Inteligentno određivanje značajki slike
u sustavima za otkrivanje znanja (036-0982560-1643)

Jelena Božek, dipl. ing.
Sveučilište u Zagrebu
Fakultet elektrotehnike i računarstva
Zavod za radiokomunikacije
Unska 3 / XII, 10000 Zagreb

www.imagefeatures.org





ZRK i VCL

Zavod za radiokomunikacije (ZRK)

- 27 djelatnika (5 redovitih profesora, 6 izvanrednih profesora, 2 docenta, 1 asistent, 11 znanstvenih novaka, 2 tehničke i administrativne osobe)



Jedan od ZRK laboratorija:

Laboratorij za videokomunikacije

Video Communications Laboratory (VCL)

- 6 članova; >18 suradnika



www.vcl.fer.hr





VCL - Laboratorij za videokomunikacije

Projekti u tijeku (MZOŠ)

- Upravljanje kvalitetom slike u radiodifuziji digitalnog videosignalna
Voditelj projekta: prof. dr. sc. Sonja Grgić
(036-0361630-1635)
- **Inteligentno određivanje značajki slike u sustavima za otkrivanje znanja**
Voditelj projekta: prof. dr. sc. Mislav Grgić
(036-0982560-1643)
- Utjecaj okoliša na rad satelitskih sustava za određivanje položaja
Voditelj projekta: prof. dr. sc. Tomislav Kos
(036-0361630-1634)





VCL - Laboratorij za videokomunikacije

Projekti u tijeku (COST, EC)

- **Action IC0604: Telepathology Network in Europe: EURO-TELEPATH**
Član Upravnog odbora: prof. dr. sc. Mislav Grgić
(do 2011.)
- Action 296: MIERS - Mitigation of Ionospheric Effects on Radio Systems
Član Upravnog odbora: prof. dr. sc. Tomislav Kos
(do 2009.)





Inteligentno određivanje značajki slike u sustavima za otkrivanje znanja

Područje istraživanja

- kompresija slika i videosignalna (DCT, waveleti)
- subjektivna i objektivna ocjena kvalitete slike
- pretraživanje slika (MPEG-7)
- prijenos i distribucija televizijskog signala
- upravljanje bojama i kolorimetrija
- raspoznavanje lica (biometrija)
- klasifikacija i raspoznavanje uzorka





Inteligentno određivanje značajki slike u sustavima za otkrivanje znanja

Suradnici na projektu



prof.dr.sc. Mislav Grgić, FER, voditelj projekta



dr.sc. Marta Mrak, University of Surrey, Guildford, UK



prof.dr.sc. Branka Zovko-Cihlar, FER



mr.sc. Vedran Klepac, HRT - Hrvatska radiotelevizija



prof.dr.sc. Sonja Grgić, FER



Mario Muštra, dipl.ing., FER



dr.sc. Krešimir Delač, b4b d.o.o.



Jelena Božek, dipl. ing., FER





Inteligentno određivanje značajki slike u sustavima za otkrivanje znanja

Trenutne aktivnosti i plan istraživanja

- Kompresija slika u sustavima za raspoznavanje lica
- Raspoznavanje lica u domeni kompresije
- Metode analize mamografskih slika (suradnja FER-IRB-KBD)
 - Proučavanje postojećih metoda, mogućnosti sinteze značajki slike s povijesti bolesti i drugim metapodacima o pacijenticama te primjena KDDM
- Proučavanje postojećih metoda analize i obrade slike
- Osmišljavanje i realizacija eksperimenata u području projekta
 - U dogovoru s ostalim projektima (pristup razvijenim metodama KDDM-a na IRB-u, protokol razmjene eksperimentalnih podataka, zajedničko tumačenje preliminarnih rezultata)





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

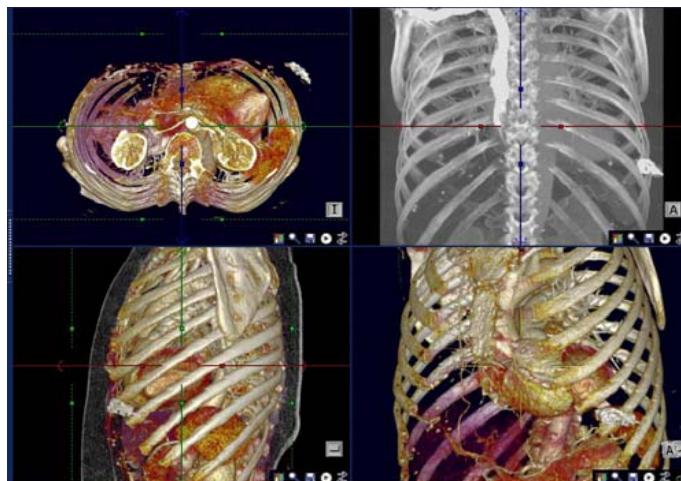
- Mamografija omogućava detekciju ranih znakova karcinoma dojke i može otkriti prisutne abnormalnosti (tvorbe, kalcifikacije, bilateralna asimetrija, poremećaj arhitektonike)
- Mamografske slike pohranjuju se u skladu sa standardom DICOM (*Digital Imaging and Communications in Medicine*) koji je objavila NEMA (*National Electrical Manufacturers Association*)





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

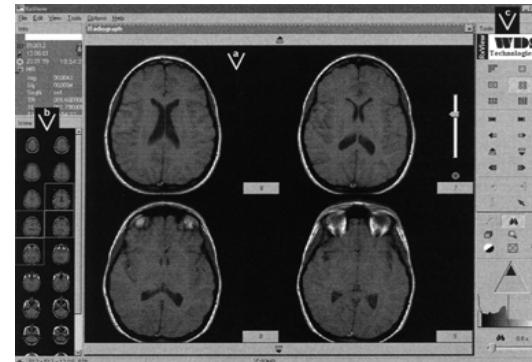
- Standard DICOM omogućava sigurnu i standardiziranu razmjenu medicinskih informacija i slika (CT, MRI, SPECT, PET, ...)
- DICOM nije format slike
- DICOM podržava različite formate slike (JPEG, JPEG2000, LJPEG, TIFF, GIF, MPEG)



3D-CT slike



MR slike glave





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

- Standard DICOM podržava monokromatske (*grayscale*) i slike u boji različitih formata te uključuje i podatke vezane uz sliku (rezolucija slike, vrsta slike, broj pohranjenih bitova, ime pacijentice itd.)
- Standard DICOM omogućava:
 - kompatibilnost između opreme različitih proizvođača
 - daljnji razvoj
 - korištenje novih formata slika





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

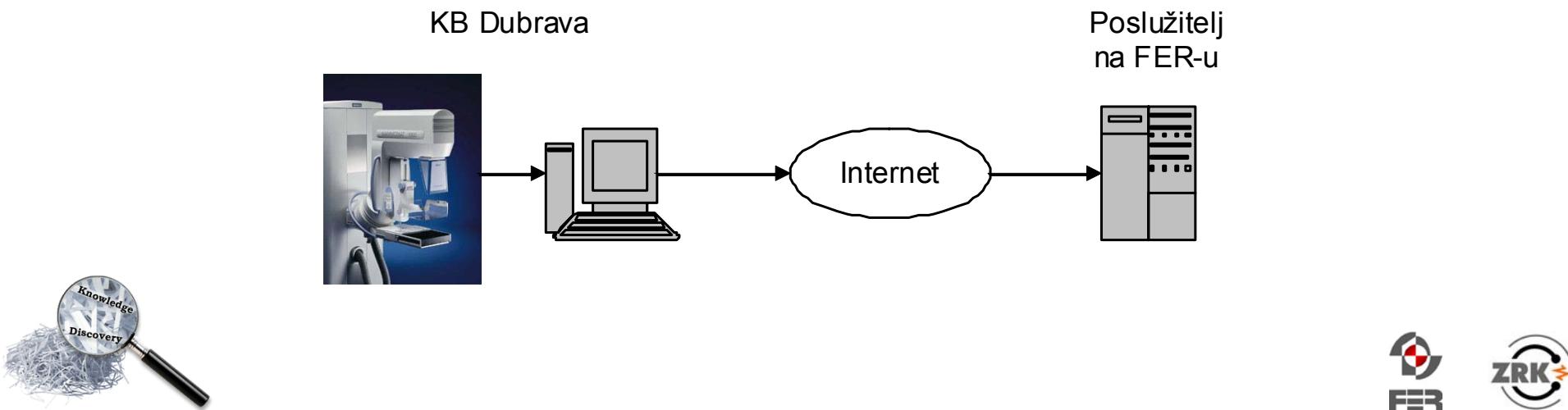
- Sporazum o suradnji na znanstvenoistraživačkom radu iz područja inteligentnog određivanja značajki mamografskih slika s primjenom u sustavima za otkrivanje znanja sklopljen je između Sveučilišta u Zagrebu Fakulteta elektrotehnike i računarstva (FER) i Kliničke bolnice Dubrava (KBD)
- Na temelju tog Sporazuma i suradnje na znanstvenim projektima započeto prikupljanje:
 - digitalnih mamografskih slika u DICOM formatu u svrhu formiranja baze i korištenja u sustavima za otkrivanje znanja
 - unaprijed definiranih podataka o pacijenticama u svrhu korištenja u sustavima za otkrivanje znanja





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

- Krajem 2007. godine na FER-u je lociran i pokrenut mamografski poslužitelj na kojem se putem web-sučelja prikupljaju mamografske slike i pripadajući metapodaci
- U nastavku istraživanja:
 - izrada baze digitalnih mamografskih slika i pripadajućih metapodataka
 - određivanje napredne metode obrade slika s ciljem razvoja sustava za računalnu pomoć u detekciji i dijagnozi





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

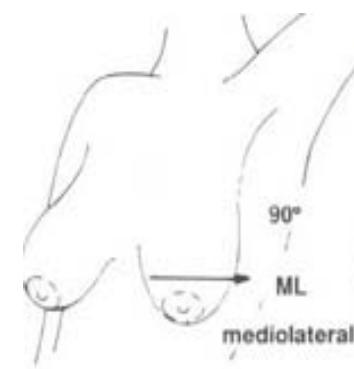
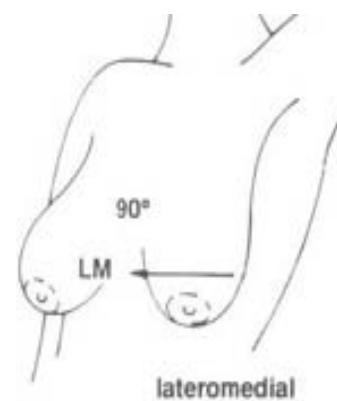
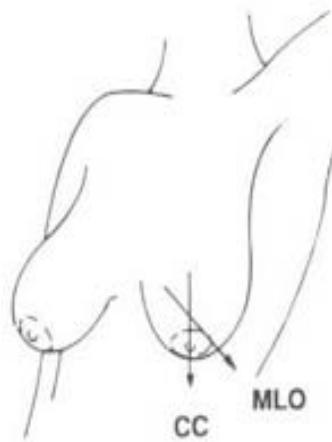
- Postoje problemi u detekciji i dijagnozi:
 - vidljivost lezije
 - mogućnost razlikovanja lezije od okolnog tkiva
 - prikladna klasifikacija promjene kao maligne ili benigne
- Lezije su definirane širokim rasponom značajki - oblik, granice, raspodjela, veličina itd.
- Sustav BI-RADS (*Breast Imaging Reporting and Data System*)
 - predlaže standardiziranu metodu za izvještavanje o promjenama u dojki
- Sustav BI-RADS opisuje:
 - gustoću dojki - 4 kategorije
 - značajke lezija - oblik, veličina, granice itd.
 - klasifikaciju lezija - BI-RADS kategorije (0-6)





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

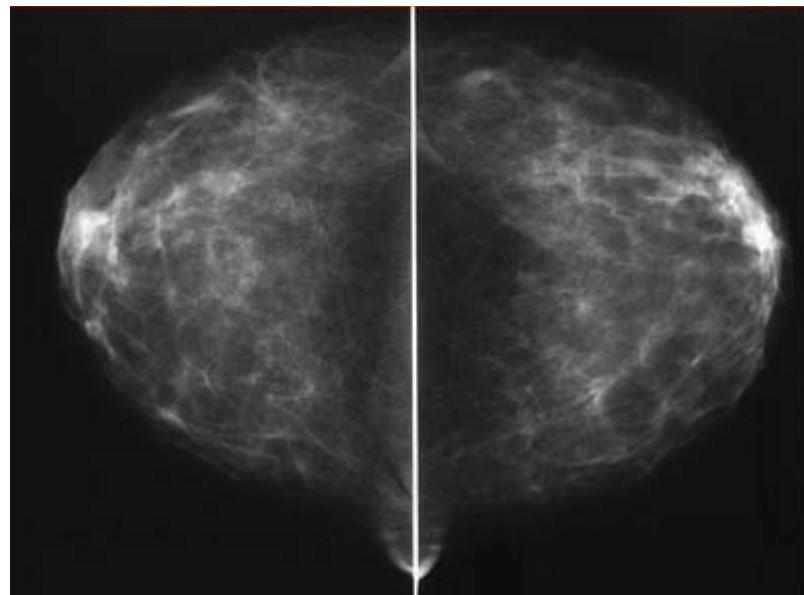
- Postoje 4 projekcije snimanja mamografske slike:
 - kraniokaudalna (CC, *Cranio-Caudal*)
 - kosa mediolateralna (MLO, *Mediolateral Oblique*)
 - lateromedijalna (LM, *Lateromedial*)
 - mediolateralna (ML, *Mediolateral*)



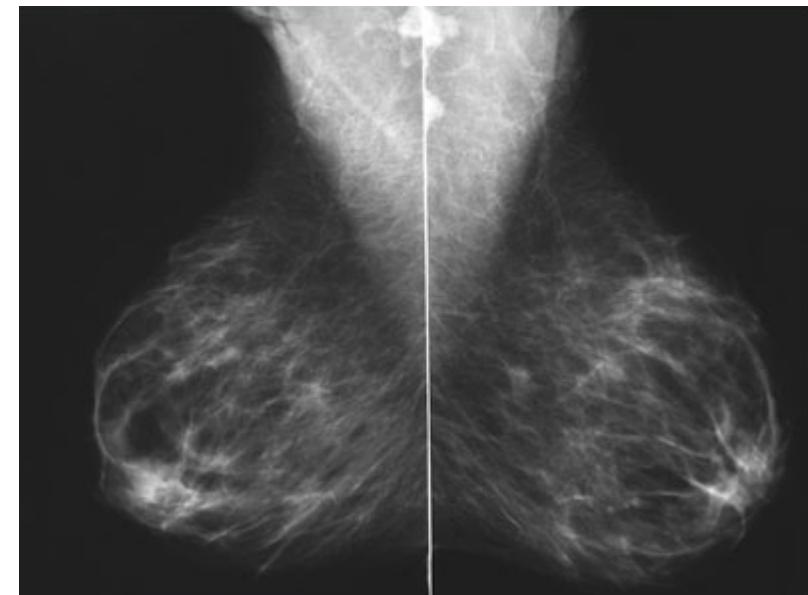


Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

- Primjeri projekcija snimanja mamografske slike:



kraniokaudalna
(CC, Cranio-Caudal)



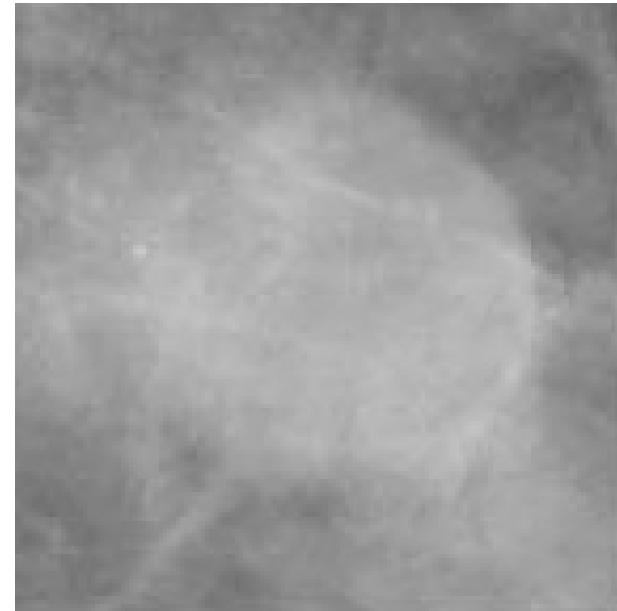
kosa mediolateralna
(MLO, Mediolateral Oblique)





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

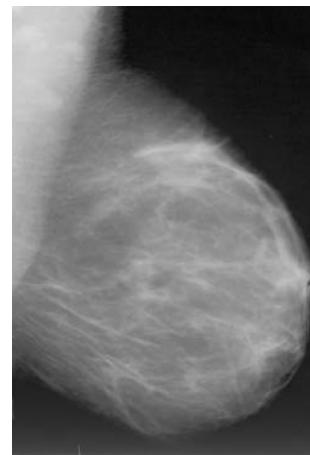
- Tvorba je lezija ispunjenog obujma uočljiva na barem dvije različite mamografske projekcije snimanja



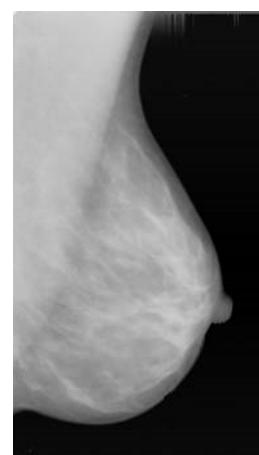


Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

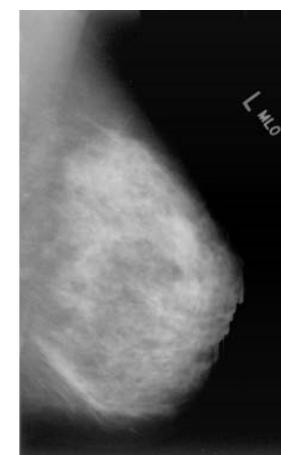
- Tvorbe se razlikuju po gustoći:
 - hipodenzne, izodenzne, hipodenzne koje ne sadrže mast, radiolucentne koje sadrže mast



hipodenzne



izodenzne



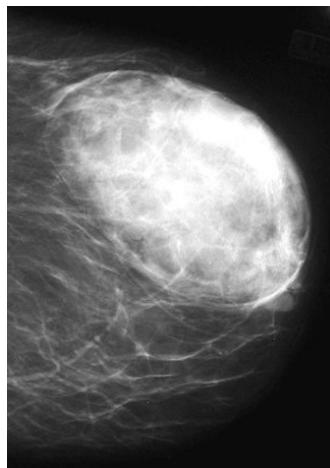
radiolucentne



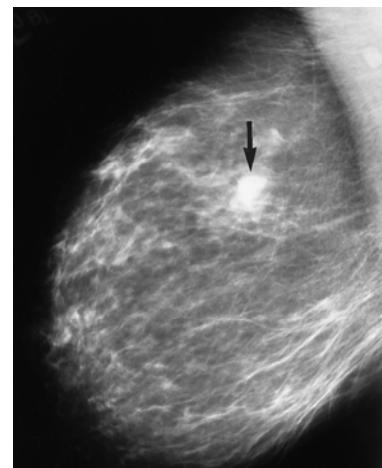


Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

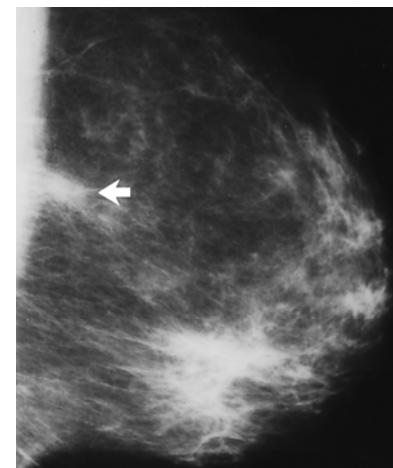
- Tvorbe se razlikuju po granicama:
 - jasne, mikrolobulirane, nejasne ili "brisane", nepravilne ili slabo definirane, spikulirane



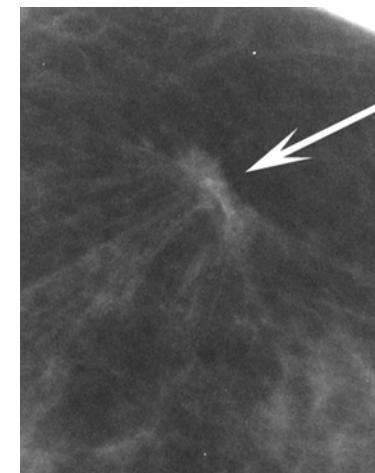
jasne



nejasne lobulirane



slabo definirane



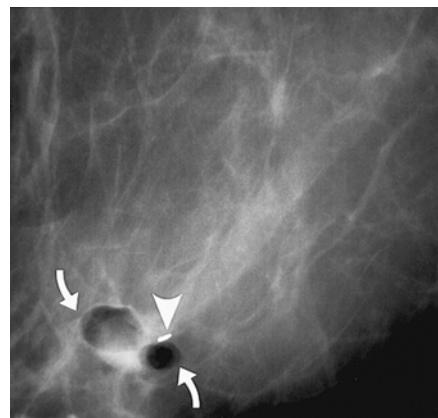
spikulirane



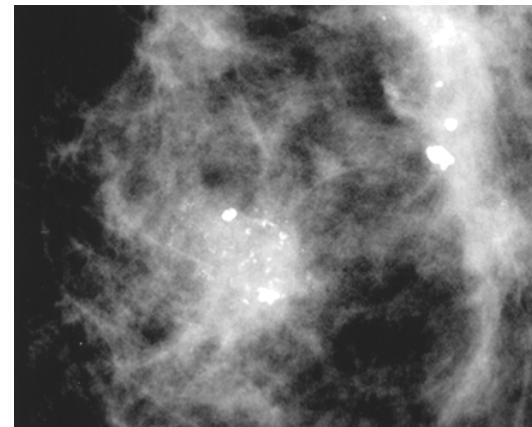


Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

- Tvorbe se razlikuju po obliku:
 - okrugla, ovalna, lobulirana, iregularna



ovalna



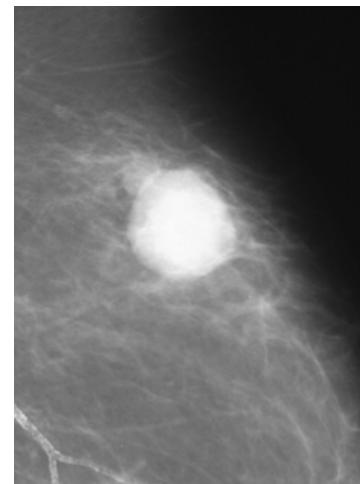
iregularna



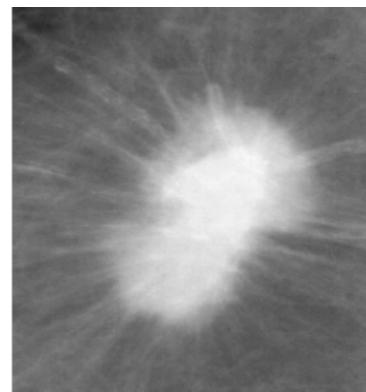


Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

- Tipična benigna tvorba ima okruglu, glatku i jasnu granicu



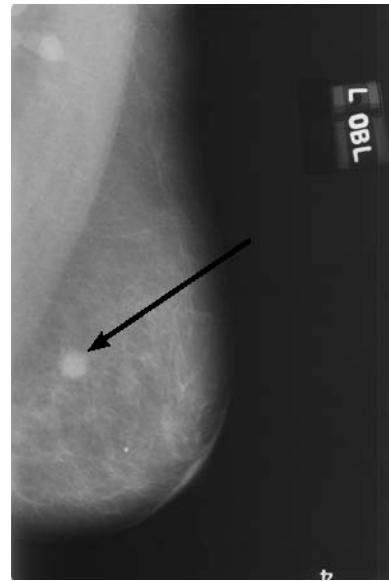
- Tipična maligna tvorba ima spikuliranu, grubu i nejasnu granicu





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

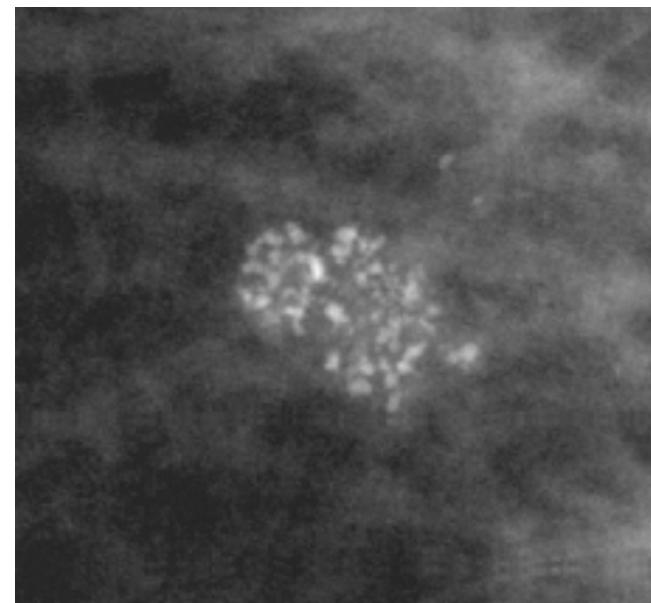
- Detekcija tvorbi:
 - segmentacija svih sumnjičivih područja
 - značajke koje se koriste za razlikovanje tvorbe od normalnog tkiva:
 - značajke teksture
 - intenzitet, područja iste gustoće (*iso-density*), lokacija, kontrast





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

- Kalcifikacije su male nakupine kalcija i relativno su svijetle (guste) u odnosu na okolno normalno tkivo





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

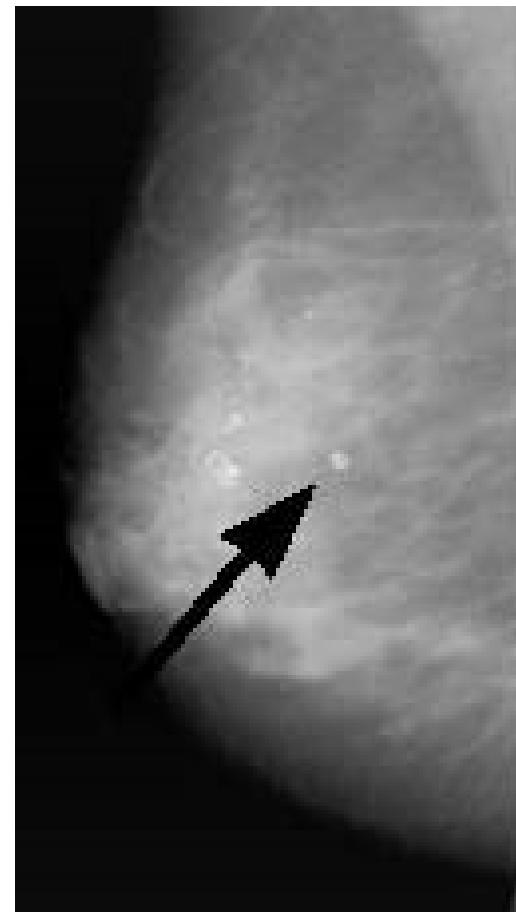
- Tipične maligne kalcifikacije:
 - brojne
 - locirane u nakupinama
 - male
 - promjenjive veličine i oblika
 - nepravilnog oblika
 - razgrilate orientacije





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

- Tipične benigne kalcifikacije:
 - veće
 - grube
 - okrugle
 - glatkih granica
 - malobrojne
 - difuzno razmještene
 - homogene u veličini i obliku





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

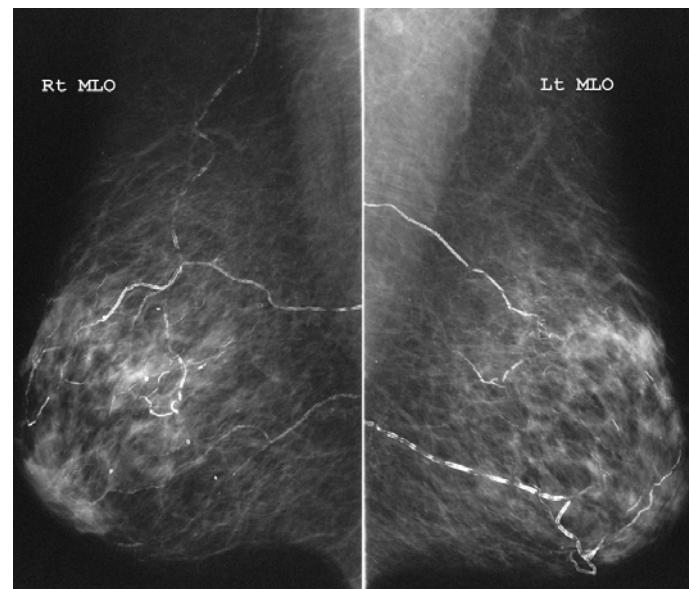
- Promatrajući kalcifikacije važno je uzeti u obzir njihov razmještaj (difuzno, regionalno, u nakupinama, linearno, segmentalno), veličinu, oblik i broj
- Problemi kod detekcije kalcifikacija:
 - jako su male i mogu promaknuti zbog preklapanja tkiva
 - u područjima gustog tkiva teško ih je lokalizirati
 - kalcifikacije ponekad imaju slabi kontrast u odnosu na okolno tkivo zbog čega se mogu protumačiti kao šum u nehomogenoj pozadini





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

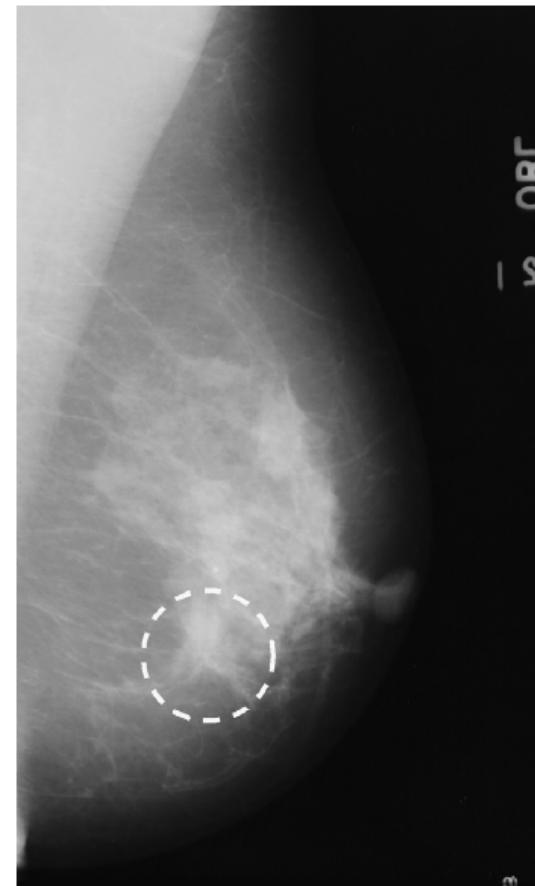
- Detekcija kalcifikacija:
 - jedan način detekcije - lokaliziranje visokih prostornih frekvencija u slici korištenjem wavelet transformacije
 - druge ne-wavelet metode - iskorištavaju činjenicu da kalcifikacije imaju više razine intenziteta u odnosu na okolno tkivo





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

- Poremećaj arhitektonike
 - poremećaj normalne arhitekture bez vidljive tvorbe
 - upućuje na maligne promjene ako je prisutna neka druga vidljiva lezija
 - benigna promjena ako uključuje postoperativni ožiljak ili oštećenje tkiva uslijed traume





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

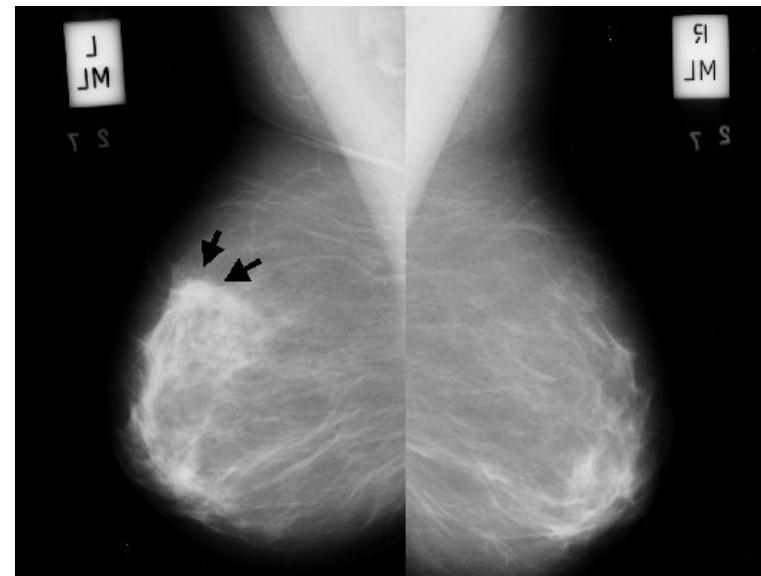
- Metode detekcije poremećaja arhitektonike
 - temelje se na detekciji spikuliranih lezija
 - temelje se na detekciji poremećaja arhitektonike oko linije kože i unutar žljezdanog tkiva
 - temelje se na teksturi





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

- Bilateralna asimetrija
 - globalna asimetrija - veći volumen fibrožljezdanog tkiva prisutan je u jednoj dojci u usporedbi s odgovarajućim područjem u drugoj dojci bez prisutnosti druge vidljive lezije
 - fokalna asimetrija - područje asimetrije vidljivo u dva prikaza, ali nema granice i obilježja tvorbe





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

- Detekcija bilateralne asimetrije
 - prvi korak je poravnavanje dojki - pojavljuju se problemi:
 - prirodna asimetrija dojki
 - nedostatak dobrih referentnih točaka između slika lijeve i desne dojke kako bi se provela usporedba
 - distorzija svojstvena slikanju dojki
 - metode detekcije temeljene na:
 - teksturi
 - mjerenu obliku, topologiju i raspodjele svjetline u fibrožljezdanom tkivu
 - mjerenu svjetline, grubosti i usmjerenosti





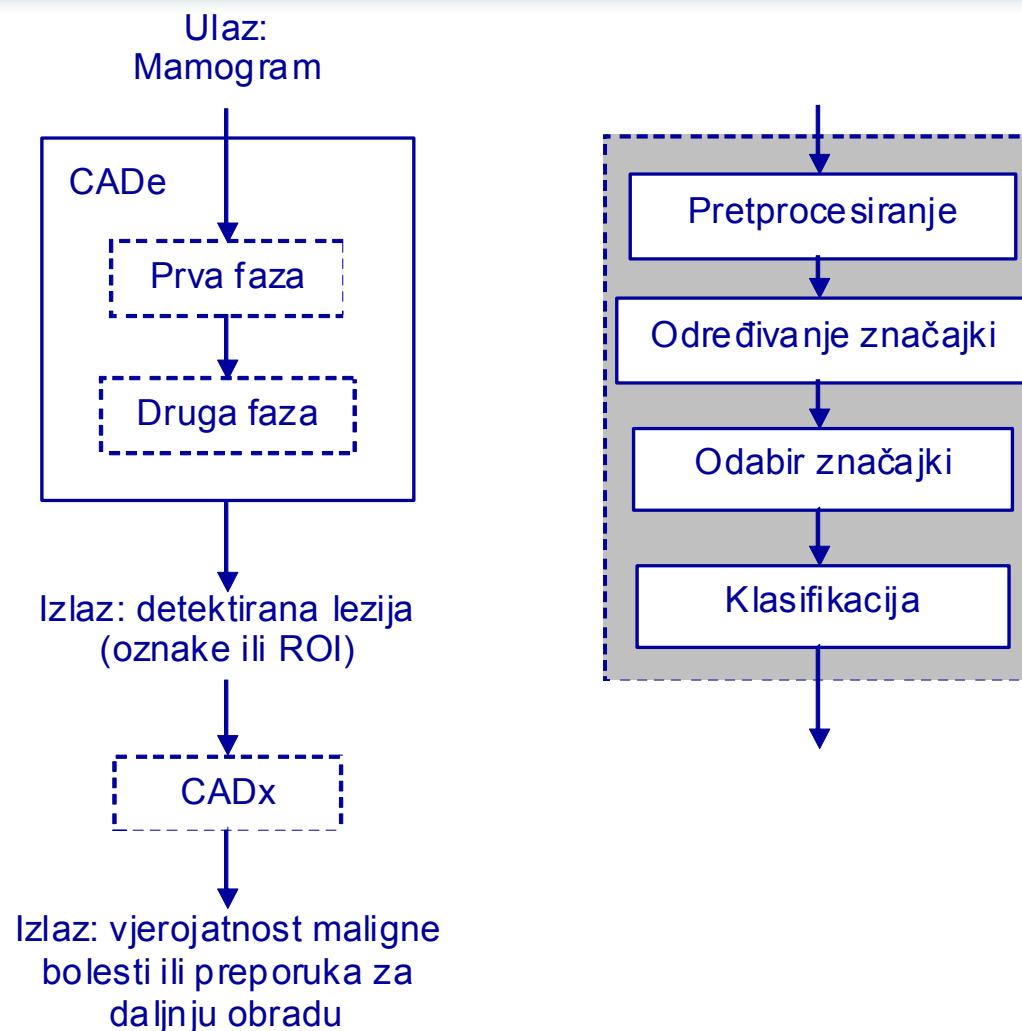
Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

- Računalna pomoć u detekciji i dijagnozi
 - CADe (*Computer-Aided Detection*) označava područja interesa (ROI, *Region of Interest*)
 - CADx (*Computer-Aided Diagnosis*) razmatra rezultate detekcije zajedno s pacijentičinom anamnezom i nalazima radiologa





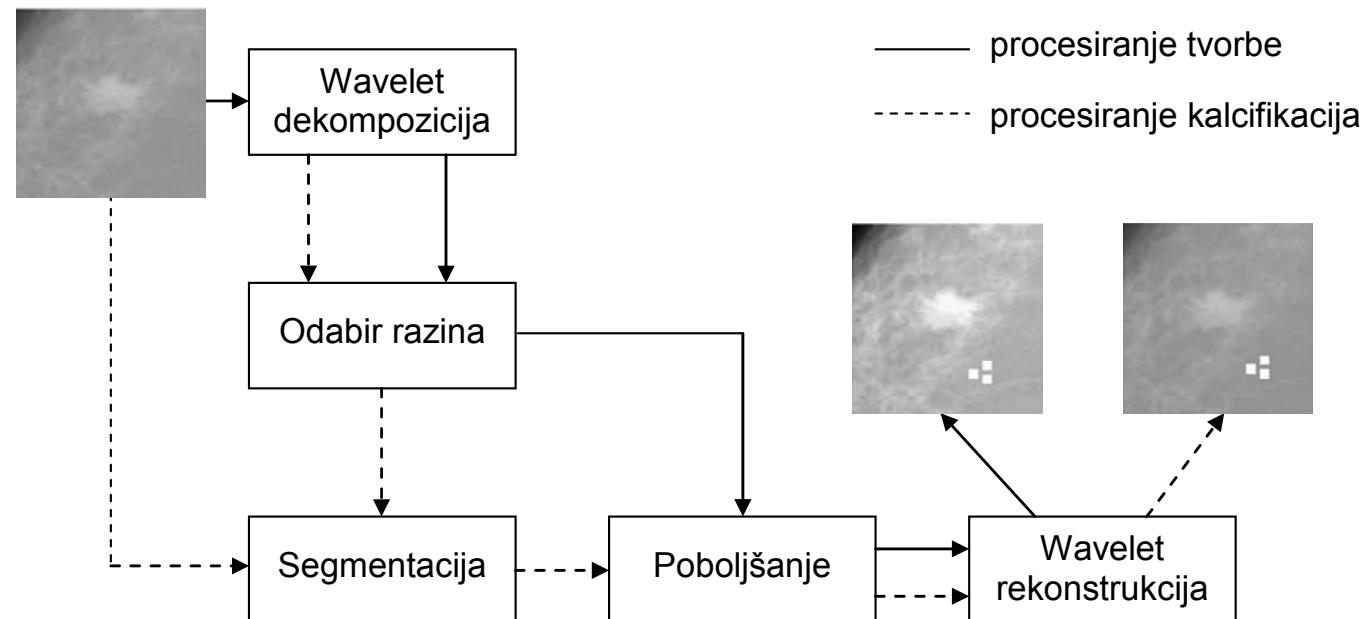
Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

- Prijedlog algoritma za detekciju kalcifikacija i tvorbi



Mencattini, A., Salmeri, M., Lojacono, R., Frigerio, M., Caselli, F., Mammographic Images Enhancement and Denoising for Breast Cancer Detection Using Dyadic Wavelet Processing, IEEE Transactions on Instrumentation and Measurement, Vol. 57, Issue 7, July 2008, pp. 1422-1430



Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

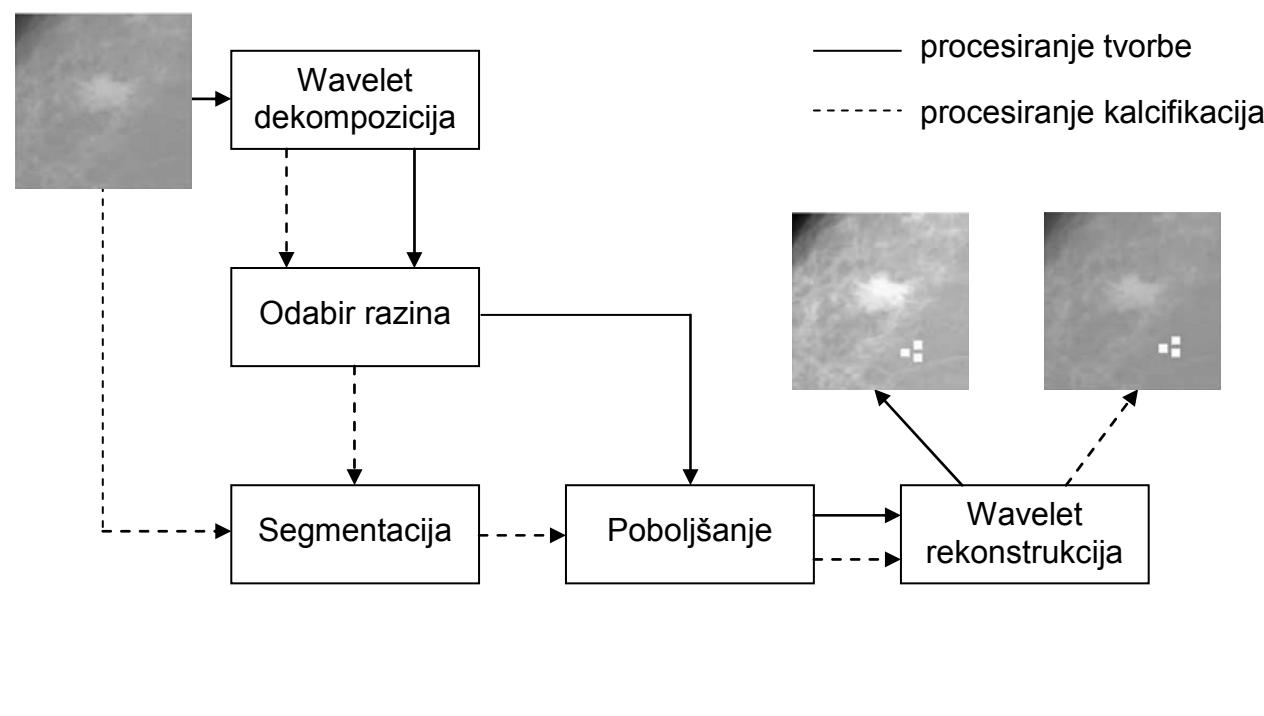
- Prijedlog algoritma za detekciju kalcifikacija i tvorbi
 - relevantne značajke kalcifikacija i tvorbi:
 - promjenjivost
 - različite skale (mjerila) i orientacije
 - neujednačene promjene intenziteta
 - promjene u teksturi
 - korištenjem waveleta moguće je detektirati detalje koji se pojavljuju u različitim skalama te ih selektivno poboljšati unutar različitih rezolucijskih razina





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

- Prijedlog algoritma za detekciju kalcifikacija
 - nelinearno poboljšanje kontrasta u više skala čime bi se izbjeglo zasićenje koeficijenata velikih vrijednosti koji uzrokuju gubitak detalja poslije rekonstrukcije





Analiza mamografskih slika - smjernice budućeg istraživanja tijekom izrade doktorske disertacije

- Prijedlog algoritma za detekciju tvorbi
 - tvorbe djeluju skriveno u tkivu, a u wavelet domeni je teško razlikovati koeficijente povezane sa sumnjivim tvorbama od koeficijenata pozadine
 - potrebno je najprije provesti segmentaciju
 - tehničke segmentacije slike:
 - modeli diskretnih kontura (*discrete contour models*)
 - tehničke detekcije ruba
 - *region growing* - područje unaprijed određeno
 - dobre rezultate pokazuje metoda segmentacije koja učinkovito kombinira informaciju o granicama i strukturu slike

