

Slike v medicini

Emil Hudomalj, 2002/2003, V1.0

Inštitut za biomedicinsko informatiko

Emil.Hudomalj@mf.uni-lj.si

www2.mf.uni-lj.si/~emil

Literatura

Bemmel JH, Musen MA. Handbook of Medical informatics. Springer 1997. (poglavja 9,10 in 26), <http://www.mieur.nl/mihandbook/>

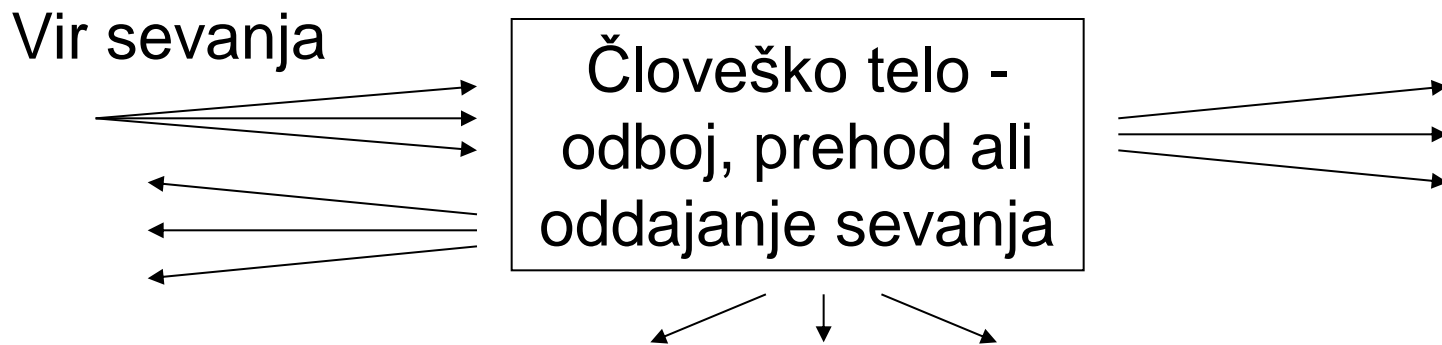
Shortliffe E et al. Medical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine. Springer 2000. (poglavje 14)

Russ JC. The Image Processing Handbook. CRC Press, 1999.

Osnovni cilji predavanja

- spoznati vrste medicinskih slik glede na vir sevanja
- spoznati osnovne pojme pri obdelavi slik

Nastanek medicinskih slik



Slika nastane zaradi interakcije med virom sevanja in človeškim telesom, večinoma zaradi razlik v absorpciji energije.

Sevanje

- *Sevanje (radiacija)* je oddajanje energije v obliki valov ali delcev, npr. fotonov.
- *Ionizirajoče sevanje (ionizing radiation)* je močno sevanje, ki lahko povzroči ionizacijo, tj. iztirjenje elektronov v neki snovi. Lahko uničuje celice.
- *Radioaktivnost* je lastnost nestabilnih atomov (izotopov), ki povzroči ionizirajoče sevanje.

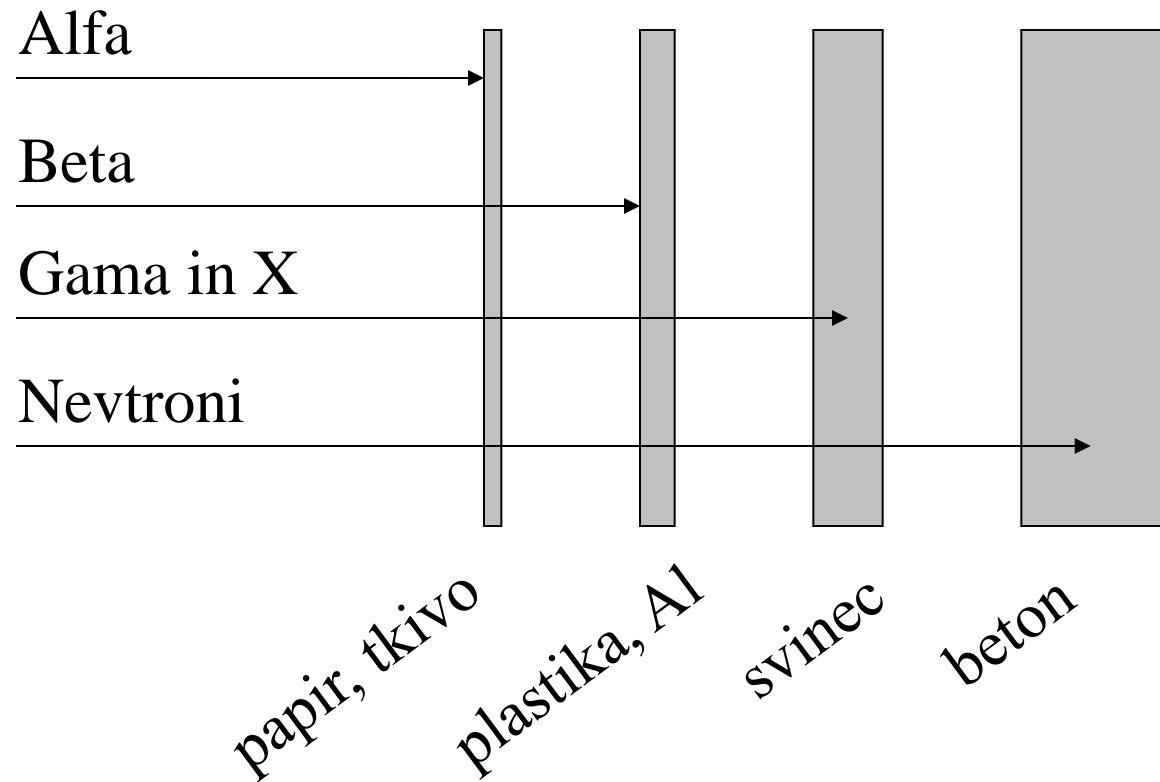
Vrste ionizirajočega sevanja

- *Alfa*: delci z dvema protonoma in dvema nevtronoma (brez elektronov).
- *Beta*: elektroni z veliko hitrostjo, ki jih oddaja jedro.
- *Gama*: fotoni, ki jih oddaja at. jedro.
- *X-žarki*: EM valovanje (fotoni), ki se sprošča pri zaviranju elektronov.
- *Nevtroni*: delci iz atomskega jedra, ki se sproščajo pri zlitju ali cepitvi jeder.
- Razpad jeder povzroča več vrst sevanja!

Vrste ne-ionizir. sevanja

- *Vidna svetloba*
- *Ultrazvok*: zvok od 20kHz do 10 MHz (v medicini od 2 do 10 MHz)
- *Elektromagnetno*, radijski valovi (o škodljivosti so mnenja deljena)

Lastnosti ioniz. sevanja, primeri



Zvrsti medicinskih slik

- Ultrazvočne slike
- Rentgenske slike (klasične, DSA, CT)
- Slike z jedrsko magnetno resonanco
- Nuklearna medicina (gama kamera, SPECT, PET, FMRI)
- Svetlobne (npr. mikroskopija, endoskopija)

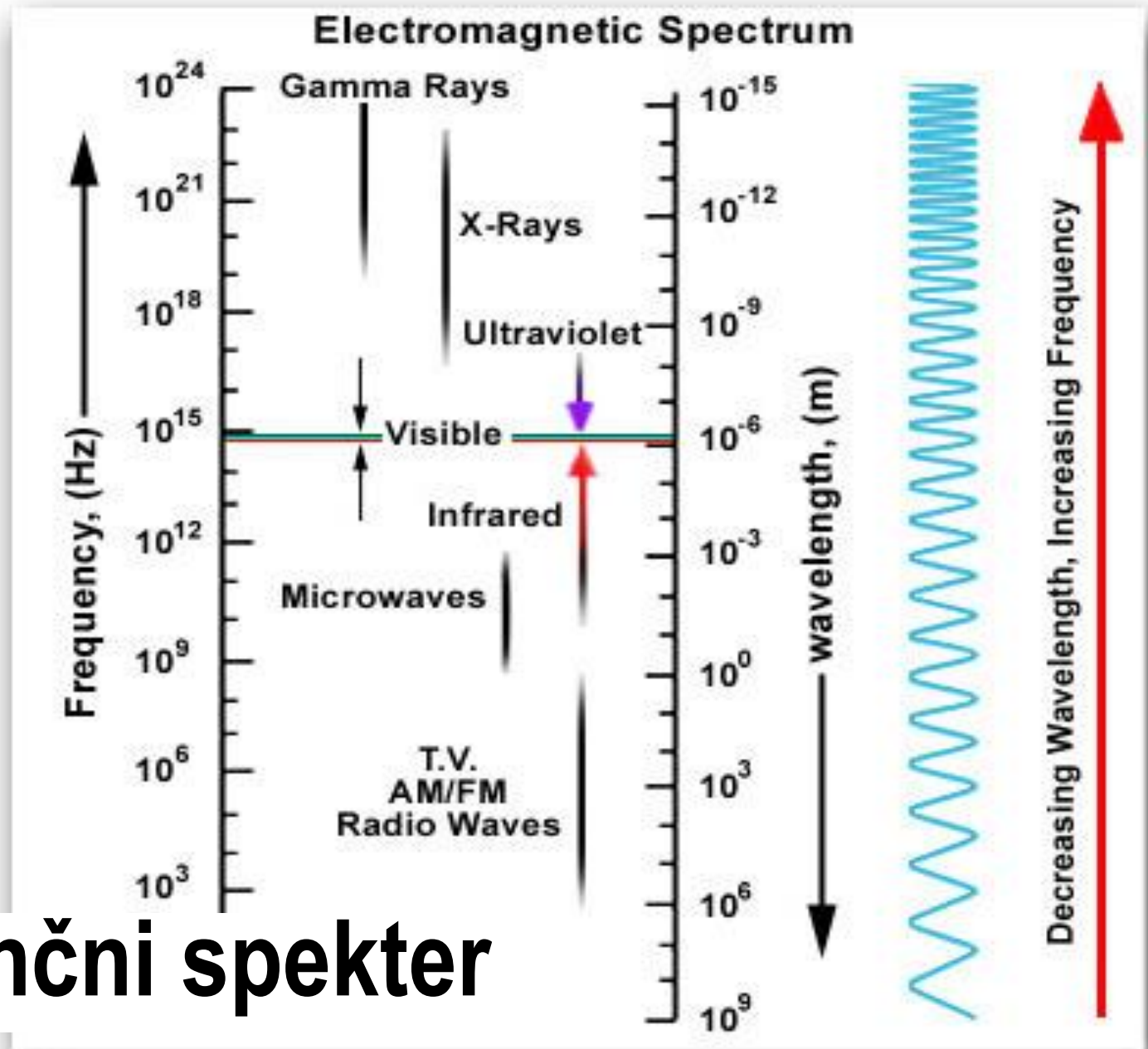
Primerjava parametrov zvrsti slik

	CR (rentgen)	MRI	CT	US	NM
Pixels per image	2,048 x 2,560	256 x 256	512 x 512	512 x 512	128 X 128
Bits per pixel	12	10	12	8	8
Typ. nr. of images / study	2	100	60	30 (+dyn.)	30
Bytes per study	20 million	12 million	30 million	7.5 million	0.5 million
Contrast resolution	Low	High	High	Low	Low
Spatial resolution	High	Low	Moderate	Moderate	Low
Temporal resolution	Low	Low	Moderate	High	High
Radiation	Moderate	None	Moderate	None	Moderate
Portability	Some	No	No	Yes	Yes
Physiological function	No	Yes	No	No	Yes
Cost	Moderate	High	High	Low	Moderate

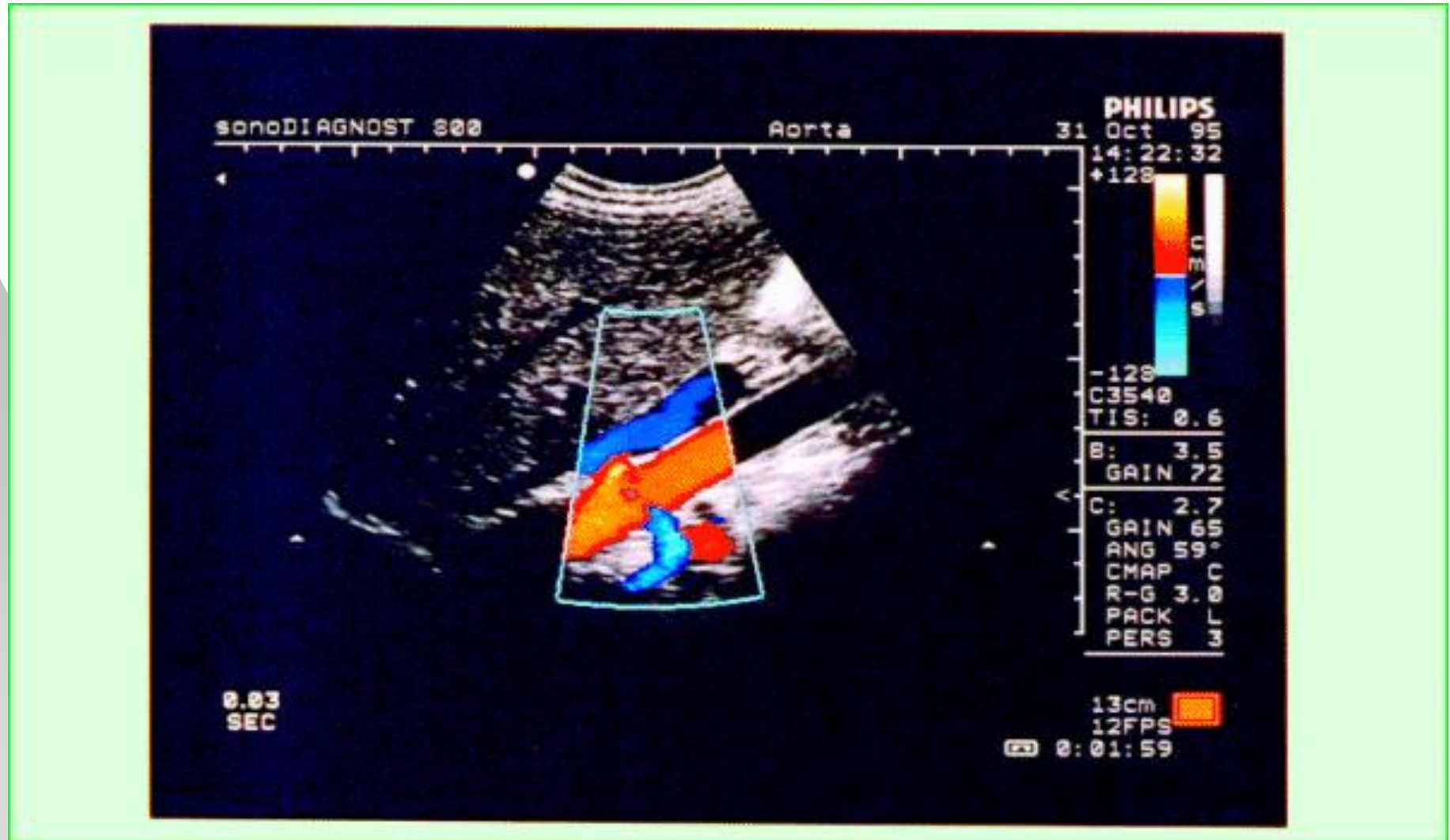
CR = computed radiography; MRI =magnetic resonance imaging; CT = computed tomography; US = ultrasound; NM = nuclear medicine.
We assume that 2 bytes are needed per pixel for images that have a pixel depth of 10 or 12 bits.

Po: Shortliffe E et al. **Medical Informatics: Computer Applications in Health Care and Biomedicine. Springer 2000. (poglavje 14)**

Frekvenční spekter



Ultrazvočna slika - primer



Iz: Bemmell JH, Musen MA. Handbook of Medical informatics. Springer 1997.

Ultrazvok

- Piezoelektrični kristali pretvarjajo zvočno energijo v električno in obratno
- Osnovni princip: Odboj zvoka, kjer se spremeni gostota snovi.
- Potek meritve: oddajanje zvočnih pulzov in merjenje odbite energije ter zakasnitev
- Računalnik rekonstruira sliko

Ultrazvok (nadalj.)

- Uporabljajo se frekvence od 2 do 10MHz, višje za večjo natančnost in manjšo globino
- Varianta: dodatno merjenje gibanja z Dopplerjevim efektom
- Prednost: neškodljivost; slabost: slaba kvaliteta slike.

Rentgenska slika - primer



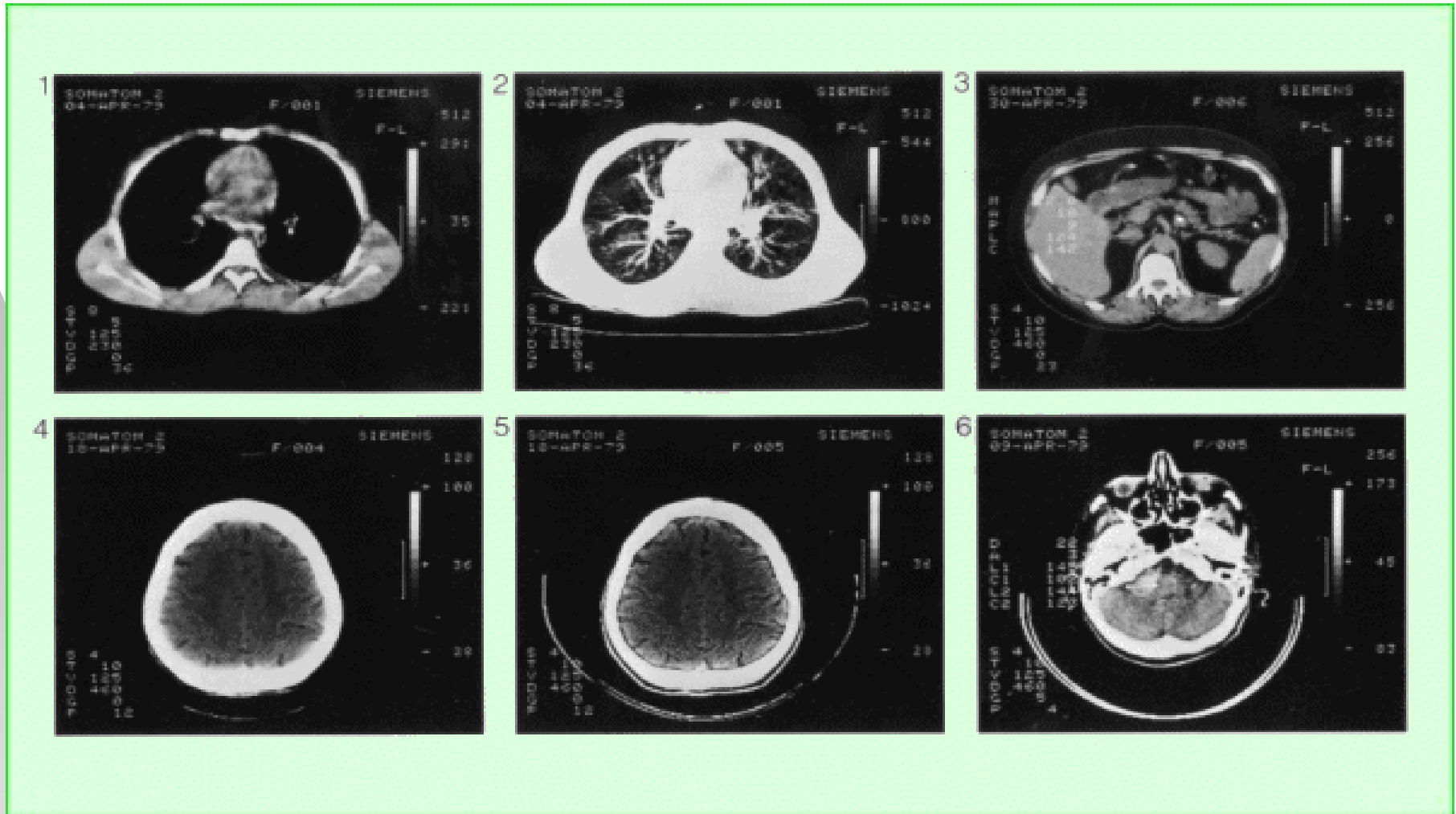
Rentgensko slikanje

- Osnova so X-žarki, ki nastanejo v posebnih ceveh
- Sliko dobimo na fluorescentnem zaslonu, filmu itd.
- Pomen sivin od črne do bele: plini, maščoba, tekočina, kosti, kovine.
- Z uporabo kontrastnih sredstev lahko bolje prikažemo predele telesa, ki sicer niso razpoznavni.

DSA: Digital subtraction angiography

- Osnova so X-žarki
- Omogoča slike z večjim kontrastom
- S posebnimi snovmi se poveča absorpcija v krvnih žilah
- Dobljeno sliko odštejemo od osnovne
- Slike obdelamo z računalnikom

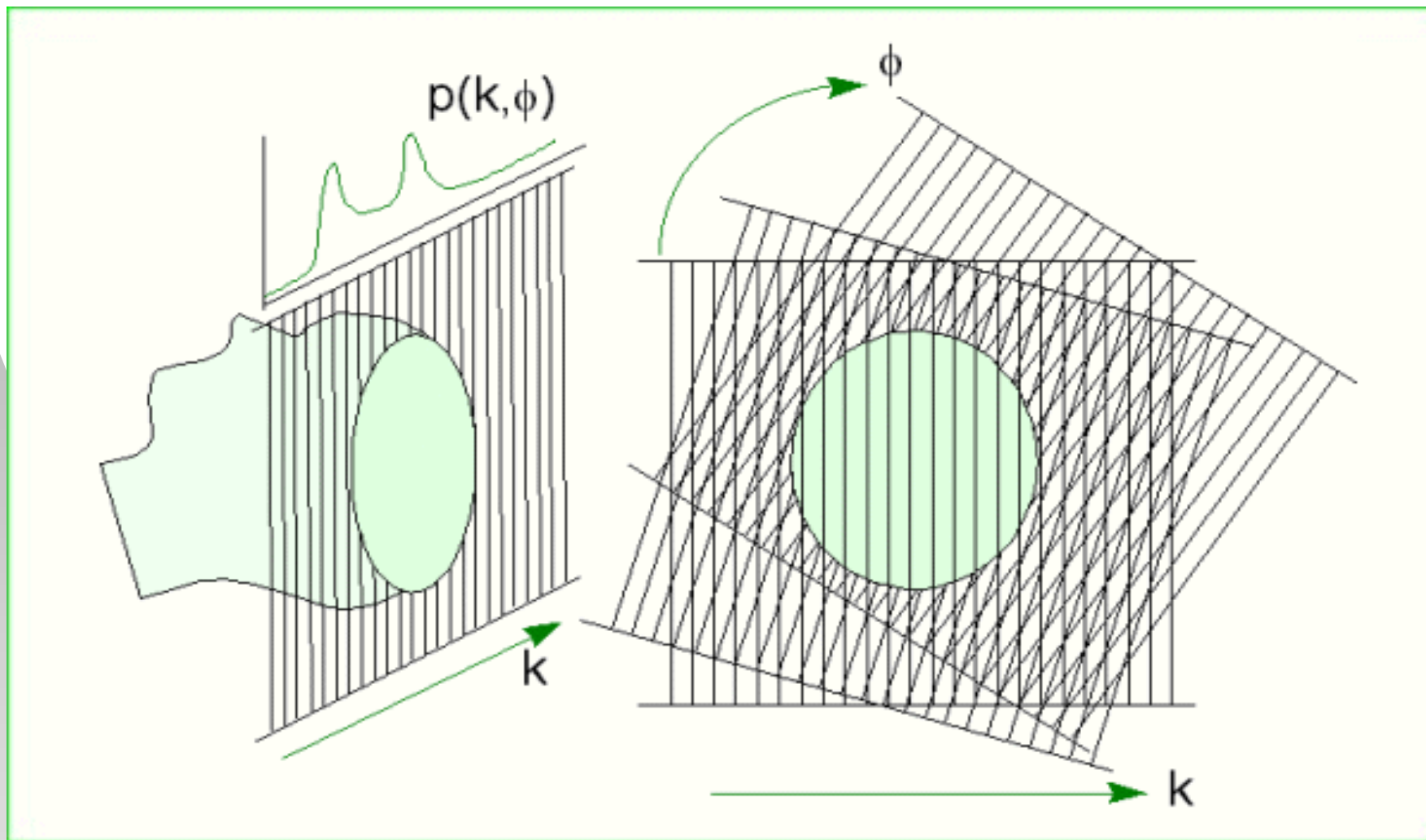
CT - primer



CT: računalniška tomografija

- Computed tomography
- Osnova so X-žarki
- Z rotacijo sistema okoli objekta dobimo več slik
- Iz zaporednih (2D slik) računalnik izračuna prerez (3D sliko) s ti. rekonstrukcijo iz projekcij (back-projection reconstruction)

Rekonstrukcija iz projekcij



Iz: Bemmell JH, Musen MA. Handbook of Medical informatics. Springer 1997.

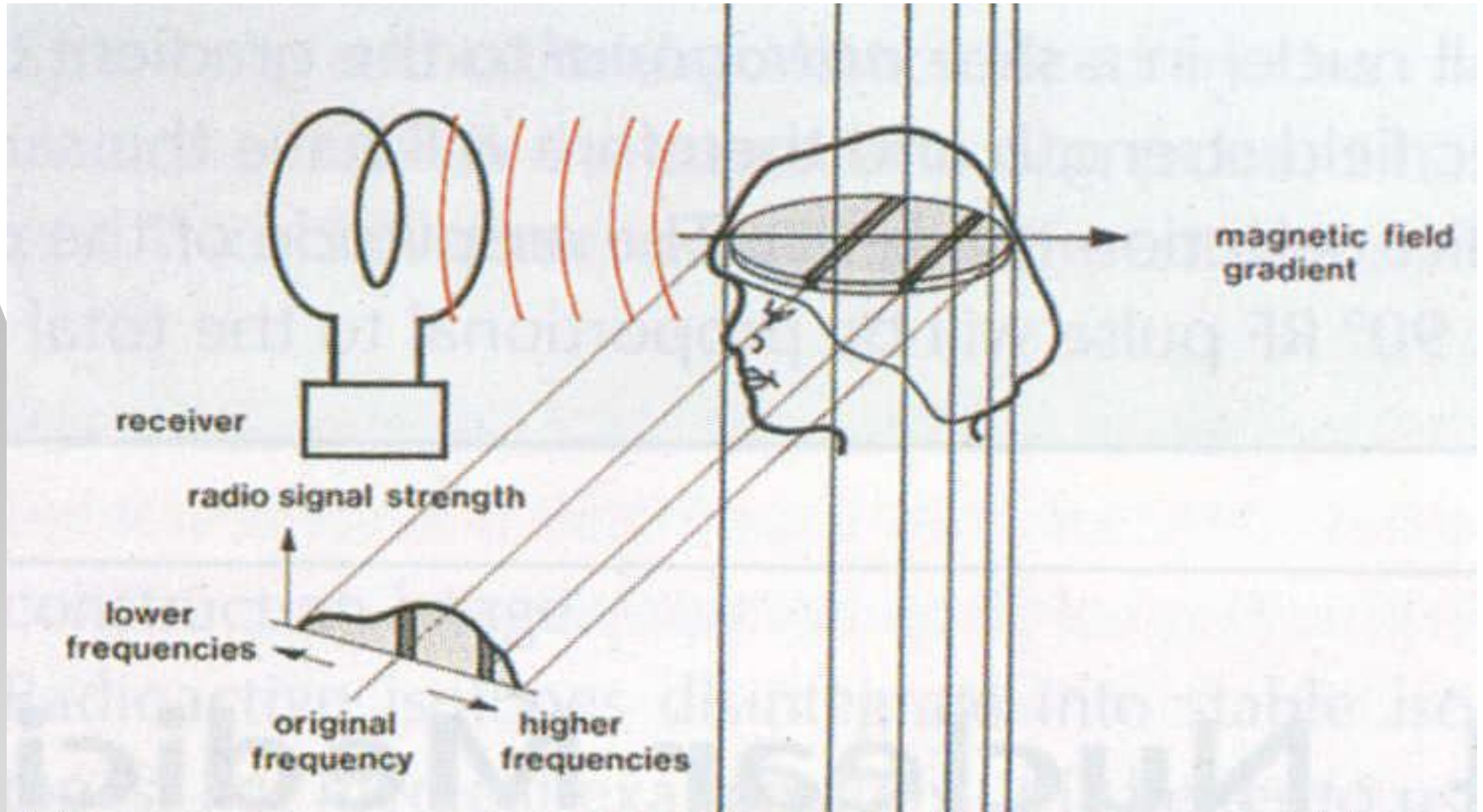
MRI: Magnetic Resonance Imaging

- Nekatera atomska jedra se obnašajo kot magnetki (npr. vodik)
- Z magnetnim poljem in pulzi pravokotnega EM valovanja povzročijo njihovo precesijo in indukcijo toka v merilni tuljavi
- Tok v merilni tuljavi je sorazmeren gostoti 'magnetkov', tkiva lahko ločimo po tej gostoti

MRI (nadalj.)

- Pri obdelavi slike (podobno kot pri CT) uporabljajo tehniko back-projection
- Prednost: velika kvaliteta, ni škodljivih učinkov.

MRI - shema

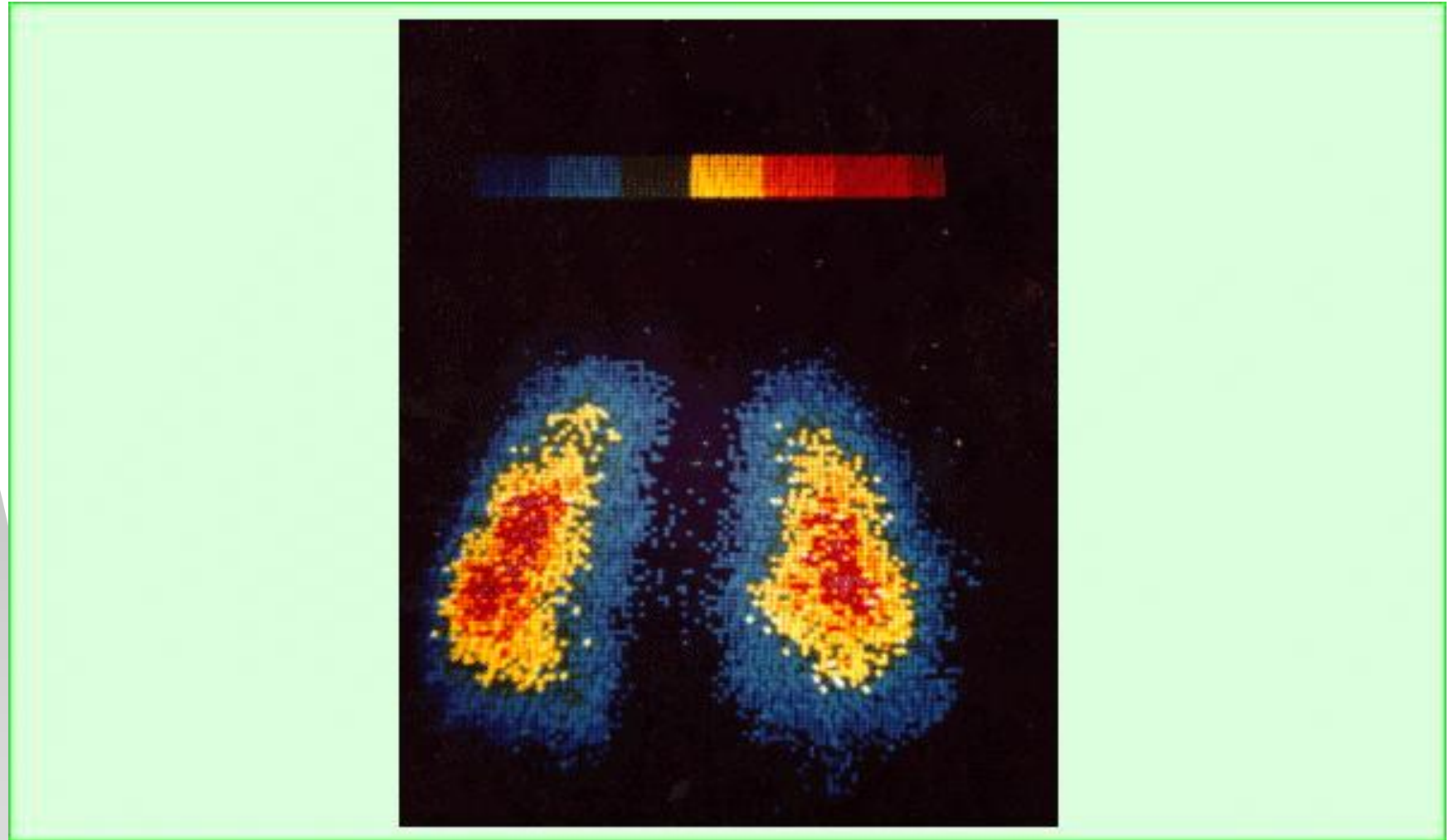


Iz: Bommel JH, Musen MA. Handbook of Medical informatics. Springer 1997.

MRI - primer slike



NM - primer slike



Iz: Bemmell JH, Musen MA. Handbook of Medical informatics. Springer 1997.

Dignostična nuklearna medicina (NM)

- Snov, ki se veže na nek organ, označijo z radioaktivnimi izotopi in nato vbrizgajo v telo
- Uporabljajo se izotopi, ki oddajajo gama žarke
- Sevanje opazujejo z gama kamero
- Točke (x, y) na sliki so premosorazmerne radioaktivnosti v tkivu

Nuklearna medicina (nadalj.)

- Z rotiranjem gama kamere, drugačnimi izotopi ipd., lahko dobimo 3D slike:
 - SPECT: Single photon emission CT
 - PET: Positron emission tomography
- Za študij dinamičnih procesov se uporablja:
 - primerjava zaporednih slik NM
 - PET

Tomografija (po Fidler V in Prepadnik M.)

v medicini pomeni slikanje fizikalne količine skozi telo, npr. gostote radioakt. preparata.

Tomografske naprave so sestavljene iz

- detektorskega dela in
- računalniškega dela

Tomografske metode:

- izsevna gama
- presevna rentgenska
- jedrsko magnetna resonančna in
- ultrazvočna

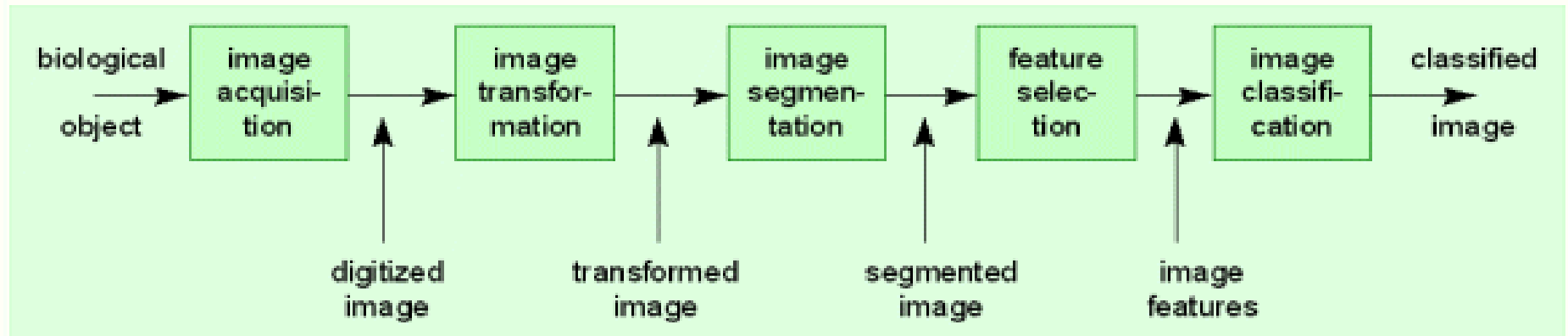
Obdelava slik - cilji

- prikaz (vizualizacija)
 - npr. poudarjanje objektov, 3D prikaz, interaktivno 'vrtenje' in 'rezanje'
- avtomatizacija postopkov
 - npr. štetje delcev v vzorcu krvi
- vrednotenje (kvantitativna analiza)
 - mnogokrat je človeško posredovanje nujno, npr. ugotavljanje števila kapilar ob vlaknih,

Faze v obdelavi slik

- Zajemanje (acquisition)
- Predprocesiranje (transformation)
- Segmentacija
- Parametrizacija ali izločanje značilnic
- Klasifikacija

Faze v obdelavi slik



Iz: Bemmell JH, Musen MA. Handbook of Medical informatics. Springer 1997.

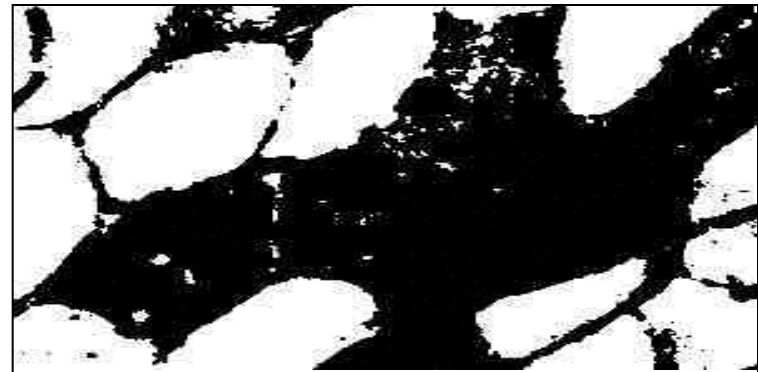
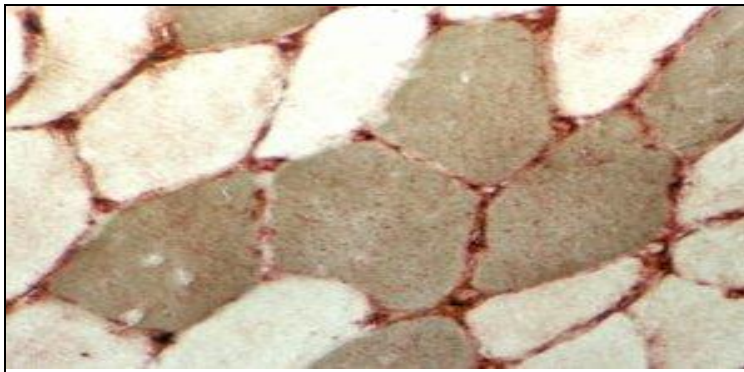
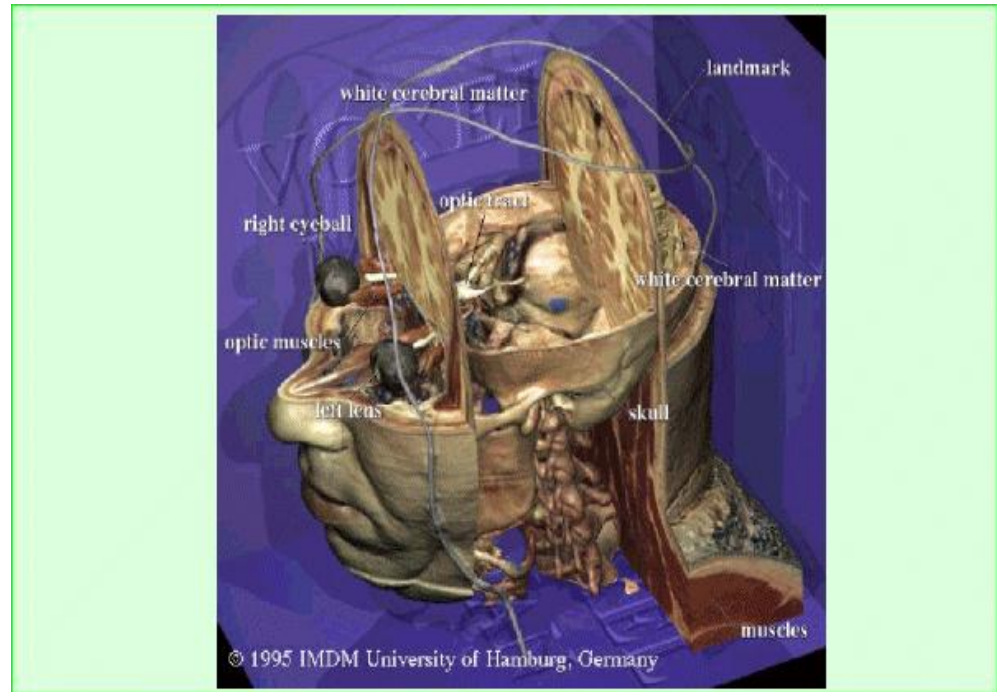
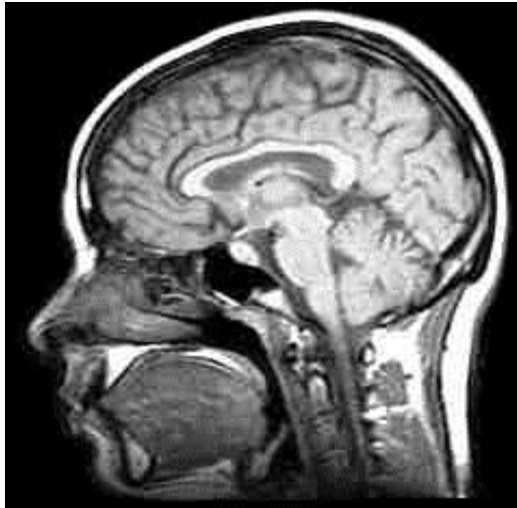
Piksel in voksel

- Piksel (picture element, pixel) je najmanjši del 2D slike (običajno element matrike).
- Voksel (volume element, voxel) je element 3D slike.

Predstavitev slik z rač.

- Sive: matrika $N \times M \times V$
- Barvne: 3 matrike $N \times M \times V$, RGB ali HSV
- 3D: matrika $N \times M \times H$
- Binarne: matrika $N \times M \times V$, V je 0 ali 1
- Vektorske slike: npr. poligoni, valji
- Kombinirane (npr. barvne 3D)
- ...

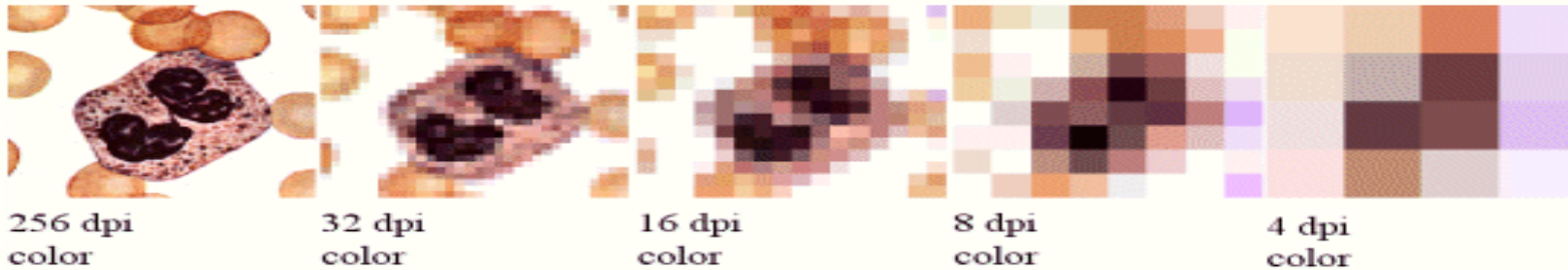
Primeri slik



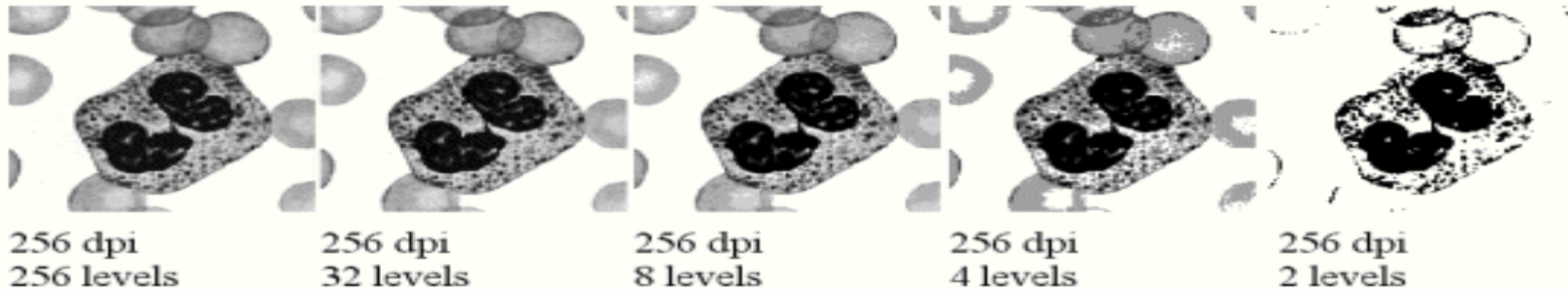
V procesu zajemanja

- različna sevanja zajamemo s kamerami ali detektorji: gama kamera, TV, CCD kamera, UZ itd.
- zajamemo dve dimenziji in enega ali več kanalov, npr. RGB.
- analogno sliko pretvorimo z AD pretvorniki
- sliko vzorčimo prostorsko in po vrednosti signala, z neko prostorsko in amplitudno natančnostjo (resolucijo)

Primeri različnega vzorčenja



Razlike v prostorski resoluciji



Razlike v amplitudni resoluciji

Predprocesiranje

Značilnost: obdelava poteka na celotni sliki ne glede na lokalno vsebino.

Cilj: izboljšava kvalitete za človeka ali nadaljnjo obdelavo.

Zajema lahko več faz:

- Komprimiranje
- Restavriranje: popravljanje geom. napak, fokusiranje, izločanje senc
- Filtriranje šuma, poudarjanje kontrastov, robov, izravnava histograma, odštevanje slik itd.
- Merjenje na slikah (razdalje, koti, tekstura...)
- Poravnavanje pri primerjanju več slik

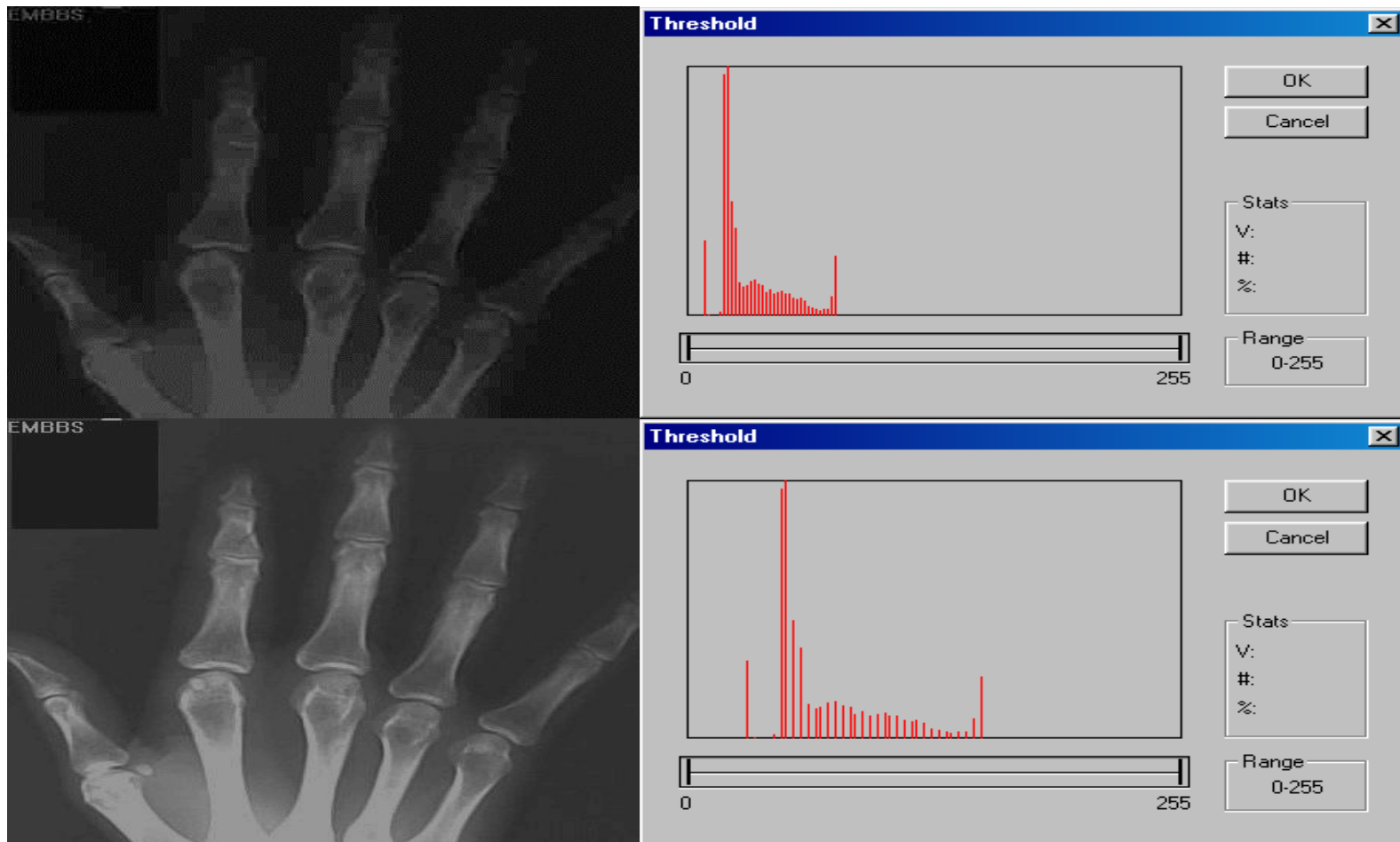
Komprimiranje (stiskanje)

- Slike zavzamejo veliko prostora, npr. za barvno 1024x1024 in 8 bitno kodiranje potrebujemo 3MB pomnilnika
 - Obstajata dve vrsti tehnik
 - brezizgubne (npr. arj)
 - izgubne (npr. jpg)
- Razlika med njimi je v izgubi informacije in stopnji komprimiranja

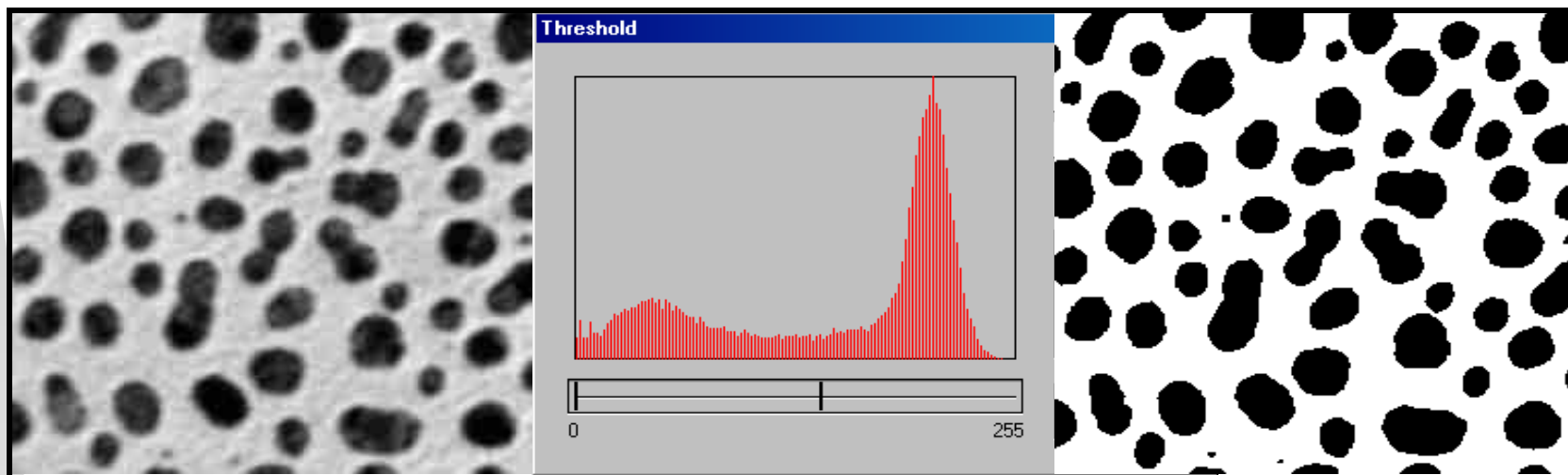
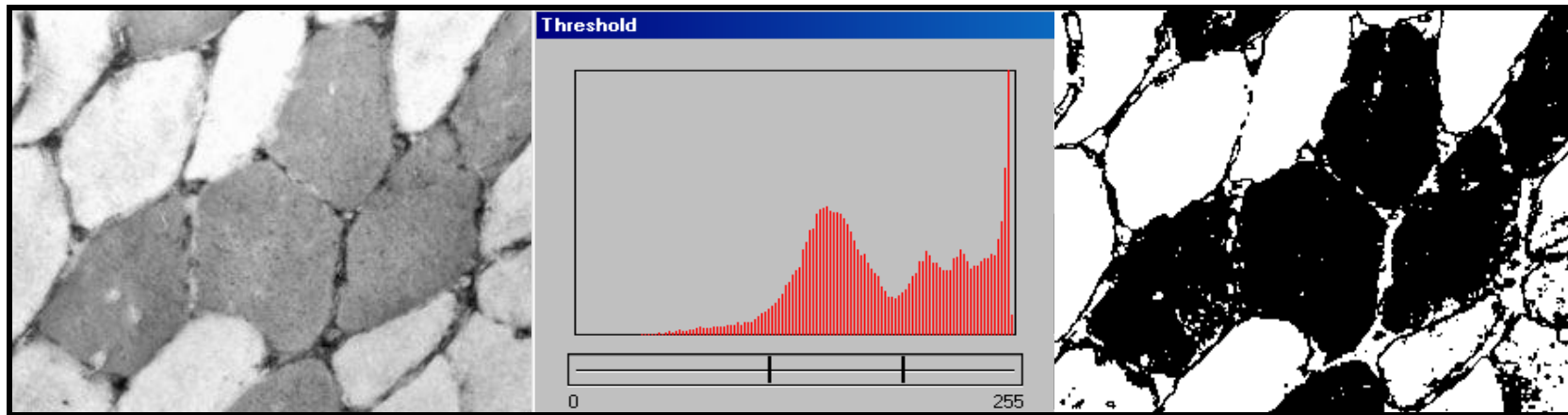
Histogram

- je porazdelitev sivih nivojev na sliki
- uporablja se pri
 - izboljšavi kvalitete (ekvalizacija, ročno nastavljanje kontrasta)
 - binarizaciji
 - segmentaciji itd.

Izboljšava slike s histogramom - primer



Binarizacija slike - primera



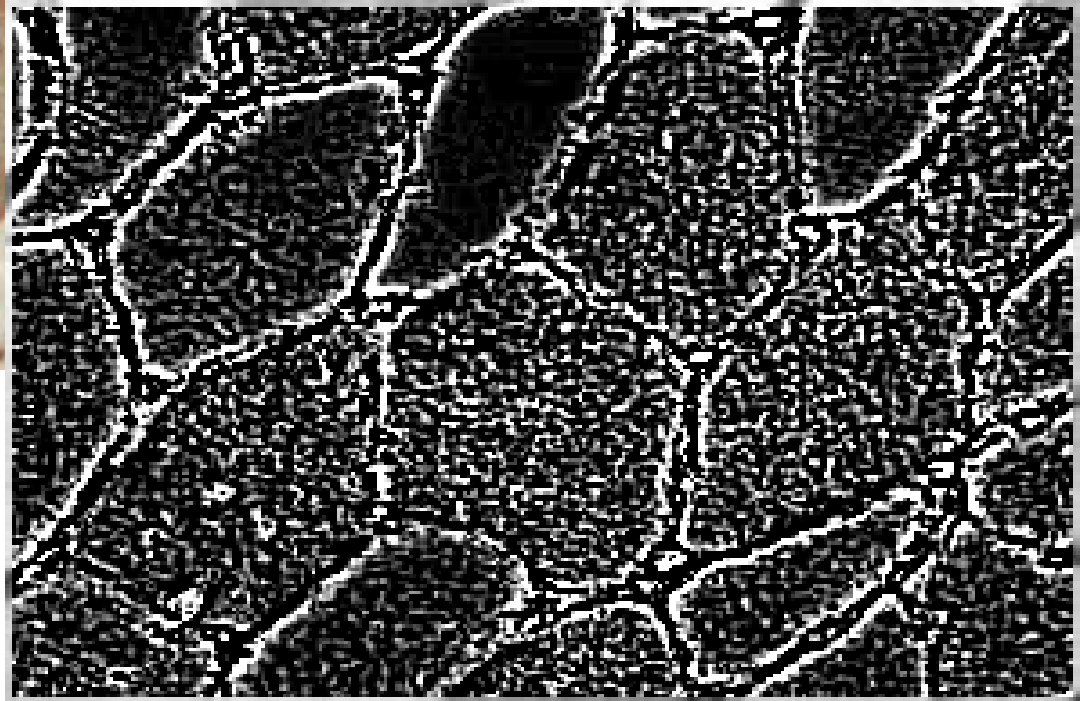
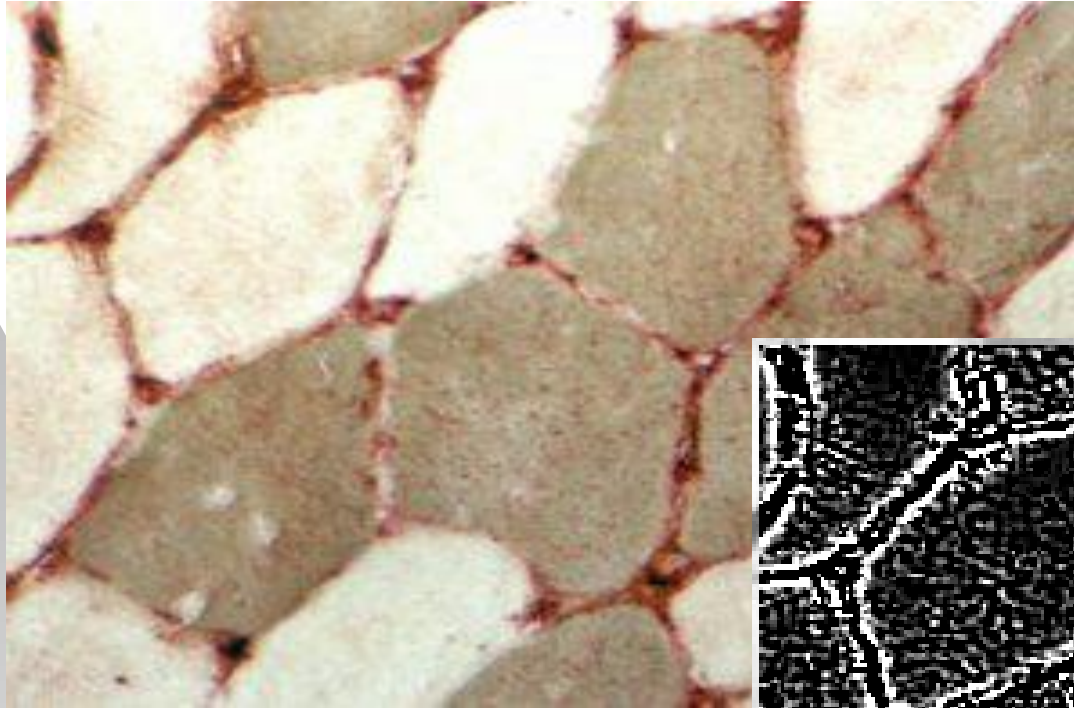
Zaznavanje robov

je lahko del predprocesiranja ali segmentacije

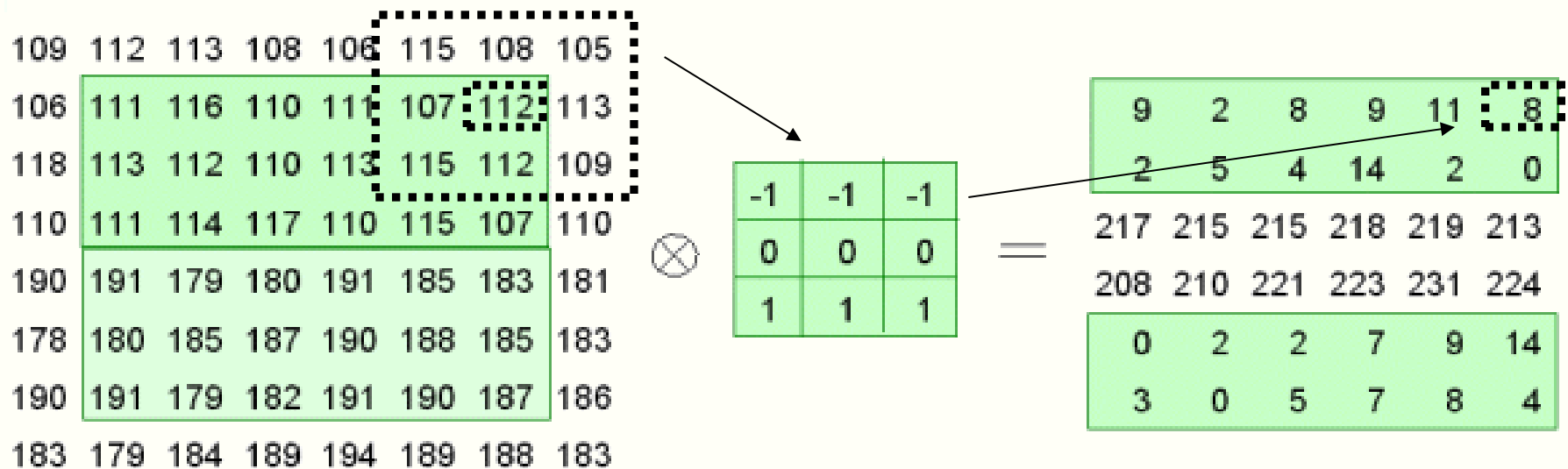
Rob je meja med dvema predeloma na sliki, ki se ločita po svetlosti. Zaznamo ga z gradientnimi operatorji, npr. Laplace:

0	1	0
1	-4	1
0	1	0

Primer iskanja robov: Laplace



Primer iskanja vodoravnih robov



Iz: Bemmell JH, Musen MA. Handbook of Medical informatics. Springer 1997.

Segmentacija

- Cilj: razdelitev slike na posamezne sestavne predele
- Zahtevno opravilo, včasih nemogoče brez dodatnega znanja ali ročnega posega
- Tehnike:
 - segmentacija histograma (v najbolj preprostem primeru binarizacija)
 - 'region growing'
 - gradientne metode
 - vključevanje znanja itd.

Merjenje na slikah

- Vrste značilnic:
 - geometrijske (npr. površina)
 - svetlostne (npr. srednja vrednost)
 - barvne
 - teksturne
- Zadnje faze pri obdelavi slike mnogokrat nedomesti ročno merjenje značilnic

Moderni trendi

- Združevanje tehnik in slik
 - Npr. ultrazvok in endoskopija
 - Združevanje različnih vrst slik istega dela telesa z računalnikom, 3D rekonstrukcija
- Vizualizacija 3D
- Vključevanje znanja
- Izdelava atlasov
- Obdelave dela uporabnik sam
- Avtomatsko indeksiranje slik
- Iskanje slik