

Tentagenomgång HL1202

2020-08-13

Matilda Larsson

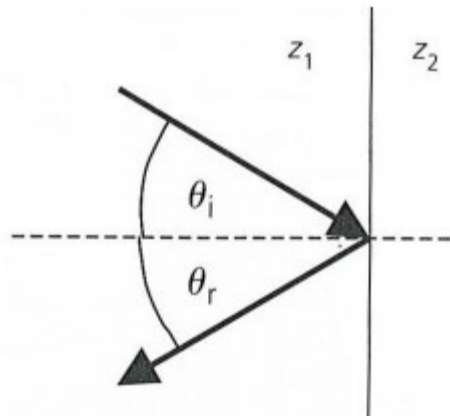
OBS!

- Ofta står det "beskriv" i frågan. Svaren jag stolpar upp här hjälper er att veta vad som ska beskrivas men är inte alltid fullständiga beskrivningar
- Alla beräkningar ska redovisas
- Fler svar än de jag nämner här kan vara korrekta
- Antaganden ska vara rimliga

Ultraljud - E

1.E En ultraljudspuls propagerar i medium A och träffar en rak yta B med infallsvinkel 30° . Beräkna och beskriv vad som händer med ultraljudspulsen efter att den träffat yta B. Den akustiska impedansen är $1\,600\,000\text{ kg/m}^2\text{s}$ i A och $1\,300\,000\text{ kg/m}^2\text{s}$ i B.

$$\frac{I_r}{I_i} = R_i = R_A^2 = \left(\frac{Z_2 - Z_1}{Z_2 + Z_1} \right)^2$$



- gränsskikt med skillnad i akustisk impedans → reflektion
- ange hur mycket som reflekteras, vilket kan beräknas med formeln ($R_i = 0,01$), dvs 1% av ljudet reflekteras, resten propagerar in i B
- rita eller förklara att ljudets infallsvinkel = ljudets reflektionsvinkel

2.E Beskriv ultraljudsmaskinens beamforming-funktion.

- Förklara vad det används till – att skapa fokuserade strålar
- Förklara hur det görs – elektronisk fokusering genom att olika tidsfördröjningar läggs på olika element
- Exempelvis elementen på kanterna av transducern först och de i mitten sist om fokus ska vara i centrum av transducern

3.E Beskriv två sätt att i en ultraljudsbild förbättra den:

a) laterala upplösningen

- Exempelvis skapa en smalare stråle genom

1) Elektronisk fokusering

2) Akustisk lins

b) axiella upplösningen

- Öka frekvensen (minska våglängd) eller dämpningen i transducern så pulslängden blir kort, eftersom axiell upplösning = halva pulslängden.

c) temporala upplösningen

Exempelvis:

- Mindre djup
- Färre linjer i bilden
- Färre fokusdjup

MR - E

4.E T2-viktning är en vanlig kontrasttyp i en MR-bild.

a) Beskriv varför olika typer av vävnader har olika T2-tider.

- Beskriv att vävnadens uppbyggnad avgör hur mycket magnetfälten från protonerna påverkar varandra

b) Förklara skillnaden mellan T2 och T2*.

- Förklara att T2 är vävnadsspecifik och T2* även tar hänsyn till yttre faktorer (inhomogent magnetfält)

c) Motivera hur TR och TE bör väljas för att få en T2-viktad bild.

TR – lång så att både fett och vatten hinner relaxera tillbaka till M_z → ingen skillnad i T1-kontrast nästa gång de flippas

TE – lång så att det hinner bli skillnad i M_{xy} pga T2-relaxation, dvs fett har tappat M_{xy} medan vatten inte har gjort det.

5.E För att avbilda med MR behöver man 1) ett statiskt magnetfält, 2) RF-pulser och 3) gradientfält. Beskriv hur dessa skapas samt dess funktioner i en spinekosekvens.

1) Protonerna ställer in sig antiparallellt och parallellt → skapar M_z – dvs en nettomagnetisering som sedan kan användas för att skapa bilder, genom att flippa ner den i xy-planet. Det statiska magnetfältet skapas av huvudmagneten, ström i supraledande magnet runt patienten, B_0 i patientens längsriktning

2) Skapas av RF-spolar, protonerna precesserar i fas och M_{xy} skapas som är det som sedan skapar bilden

3) Skapas av gradientspolar för att få små skillnader i magnetfältet i olika riktningar och därav kunna lokalisera signalen spatiellt i x, y, z - led

6.E Beskriv hur faktorerna nedan påverkar slice-tjockleken?

a) Gradientens lutning i faskodningsriktningen.

Påverkar inte (OBS faskodningsriktningen), utan bestämmer upplösning i en riktning i skivan

b) Magnetfältstyrkan (B_0)

- Påverkar signalstyrkan och temporal upplösning men inte skillnaden i magnetfält längs med patienten

c) RF-signalens bandbredd

Ja det avgör hur stor slice av protoner som exciteras av RF-pulsen, dvs hur tjock skivan blir

d) RF-signalens amplitud

Påverkar inte tjockleken

Övrigt

7.E Vilken avbildningsmetod skulle du välja för att detektera tumör i hjärnan? Ditt svar ska innehålla tre motiveringar som var och en jämförs med minst en annan avbildningsmetod.

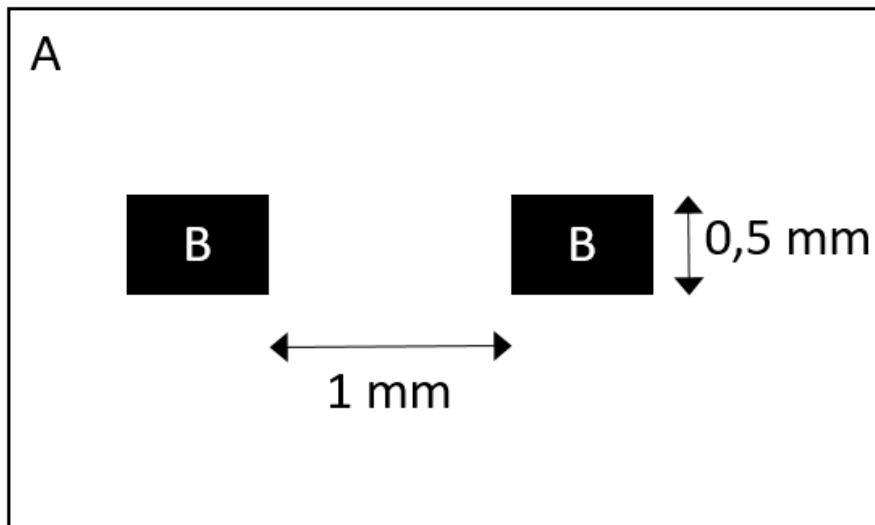
- Många svar är möjliga och måste innehålla 3 motiveringar som jämför med minst en annan avbildningsmetod. (exempelvis säkerhet, avbildningsmöjlighet, kontrast, upplösning, ekonomi osv.)

7.E Rangordna följande avbildningsmetoder från bäst till sämst med avseende på avbildningsmöjligheter för hjärta: Ultraljud, gammakamera, CT. Motivera ditt svar!

- Fler svar möjliga. Exempel på fördelar med 1) ultraljud: hög temporal upplösning, kan avbilda funktion, 2) Gammakamera: detektera syrebrist, 3) CT: spatial upplösning, bra i 3D

Ultraljud - AC

1.AC Objektet i figuren avbildas med en linjär ultraljudstransducer uppifrån. Den akustiska impedansen är $1\,600\,000\text{ kg/m}^2\text{s}$ i A och $1\,300\,000\text{ kg/m}^2\text{s}$ i B. Ange en avbildningssetup (dvs. en specifikation av nödvändiga parametrar som frekvens etc.) som kan användas för att upplösa de två objekten B både lateralt och axiellt genom att göra rimlig antaganden. Motivera ditt svar! (3p)



Antag ljudhastighet : ex. 1500 m/s

Alla setups är möjliga som ger:

Axiell upplösning bättre än 0,5 mm

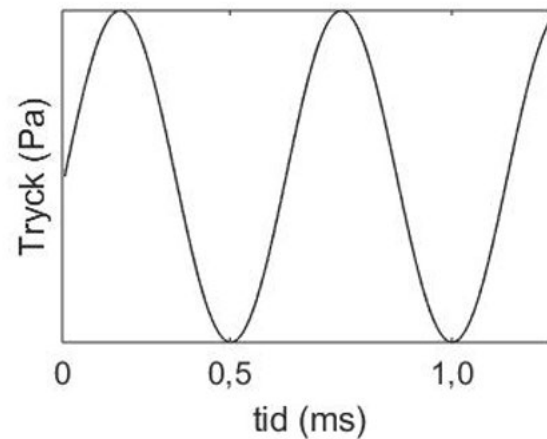
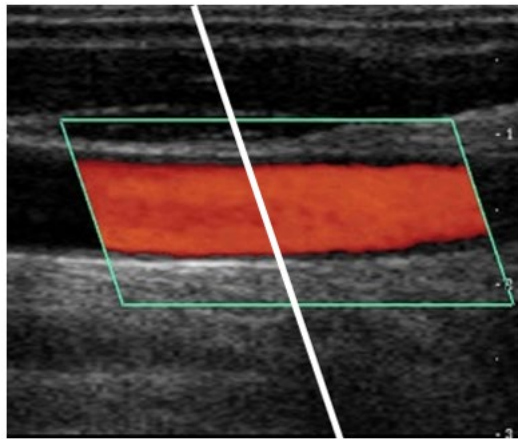
Lateral upplösning bättre än 1 mm

Exempelvis: $n=3$, $f=10\text{ MHz}$ → axiell upplösning = 0,23 mm

Exempelvis 0,5 mm breda strålar → 20 strålar / cm

Ultraljud - AC

2.AC Blodflöde i halsartären avbildas med pulsad doppler längs den vita linjen i mitten av kärlet i den vänstra figuren. Det transmitterade ultraljudet har en centerfrekvens på 3MHz. Det största dopplerskiftet som mäts upp visas i den högra figuren.



Den mäter vi

$$f_d = \frac{2 f_t v \cos \theta}{c}$$

a) Beräkna blodets uppmätta maxhastighet i kärlet genom att göra rimliga antaganden. (2p)

$f_t = 3 \text{ MHz}$, $T = 0,5 \text{ ms} \rightarrow F_d = 2 \text{ kHz}$, uppskatta vinkeln (ex. 50°), antag ljudhastighet och beräkna v (0,8 m/s)

b) Vilken är den lägsta samplingsfrekvensen (PRF) som kan användas för att undvika vikningsdistortion (aliasing)? (1p)

$PRF > 4 \text{ kHz}$

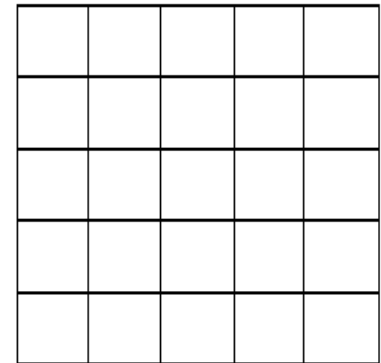
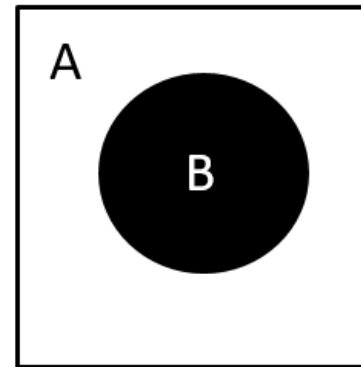
Nykvistkriteriet

$$PRF > 2 * f$$

MR - AC

3.AC Objektet i figuren till vänster, där $T1_A = 250$ ms, $T2_A = 70$ ms, $T1_B = 3000$ ms och $T2_B = 1500$ ms, avbildas i en MR-kamera med $TE = 60$ ms och $TR = 2800$ ms. Matrisen som används vid avbildningen visas i den högra figuren, dvs en matrisstorlek på 5×5 pixlar används. Rita hur bilden kommer att se ut, ange vilken typ kontrast bilden har och förklara varför den typen av kontrast har uppstått. (3p)

- T2-viktad bild
- B – ljus, A – mörk, observera att varje pixel bara kan ha en gråskala
- $TR = 2800$ ms kommer göra att både A och B relaxerat tillbaka mycket till $M_z \rightarrow$ väldigt liten T1-kontrast i bilden
- $TE = 60$ ms ger en skillnad i T2 kontrast, B har kvar mycket av sin M_{xy} vid den tidpunkten, medan A's M_{xy} har försvagats mycket
- I vissa fall med bra motiveringar har även svaret protondensitetsviktad bild gett poäng



MR - AC

4.AC En patient undersöks med en MR-kamera (1T) efter en befarad knäskada.

- a) Uppskatta hur lång tid det tar att samla in en T1-viktad bild av knät i 3D med hög kontrast mellan sena och muskel genom att göra rimliga antaganden. Tabellen anger T1 och T2-tider för sena och muskel vid $B_0 = 1\text{T}$. **(2p)**

Antaganden: $TR = 600\text{ ms}$, $FOV = 15\text{ cm} \times 15\text{ cm} \times 15\text{ cm}$, slicetjocklek = 5 mm , matrisstorlek = 256×256
 $TR \times 256 \times 30$ (antal slices) = $4608\text{ s} = 76,8\text{ min}$

- b) Beskriv två sätt att förbättra den spatiella upplösningen i bilden i a). **(1p)**

- Mindre FOV med samma matris, pixlarna blir då mindre
- Större matris med samma FOV, pixlarna blir då mindre
- Smalare slice genom brantare gradient i z-led eller minskad bandbredd i RF-pulsen

	T1 (ms)	T2 (ms)
Sena	656	10
Muskel	1400	30