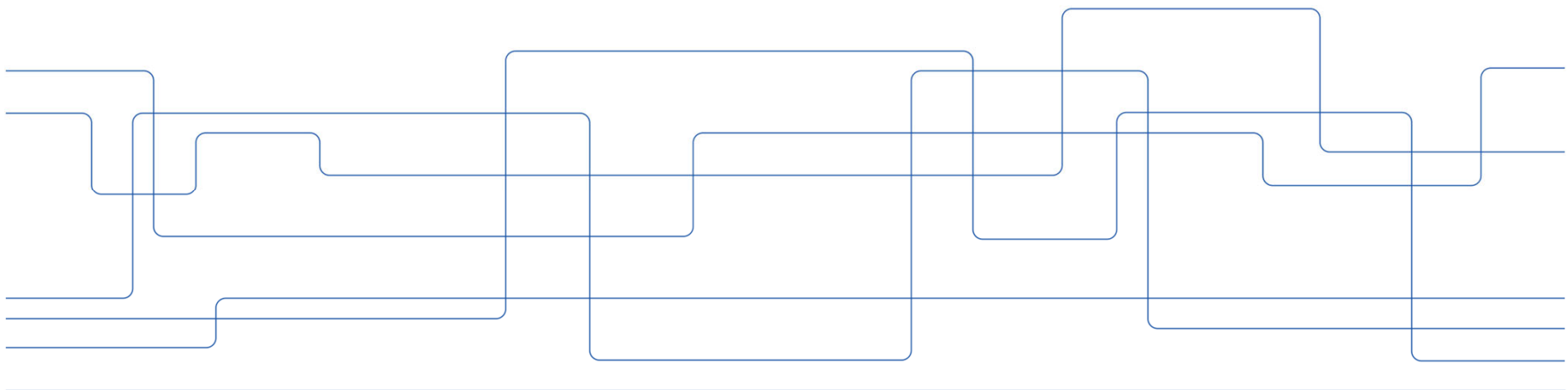




Ultraljudsavbildning – Teknik 2b

Matilda Larsson - matil@kth.se





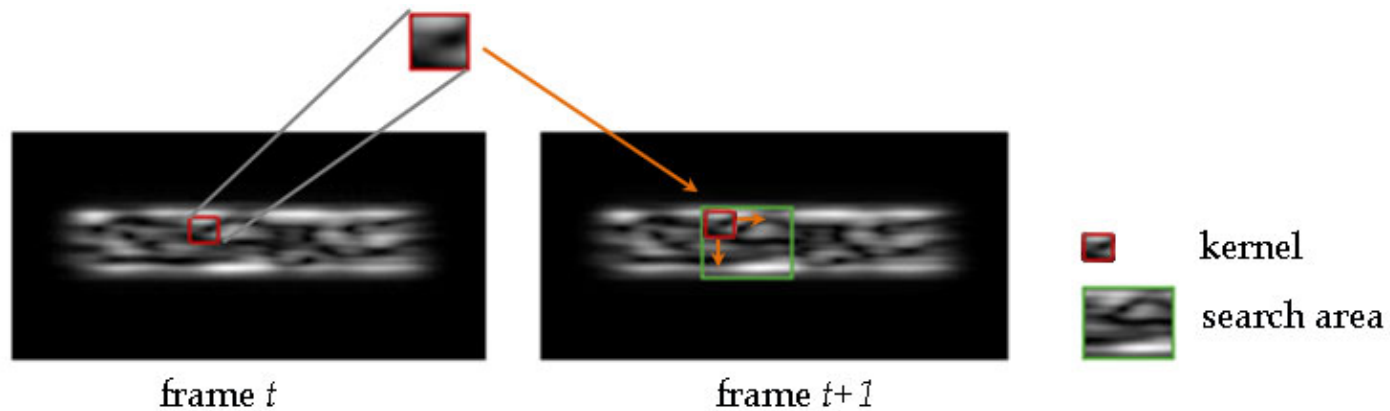
Vad ska vi lära oss idag?

- Speckle tracking
 - 3D Ultraljud
 - Bildförbättrande tekniker
 - Harmonic Imaging, Kontrastmedel
 - Säkerhetsaspekter
-

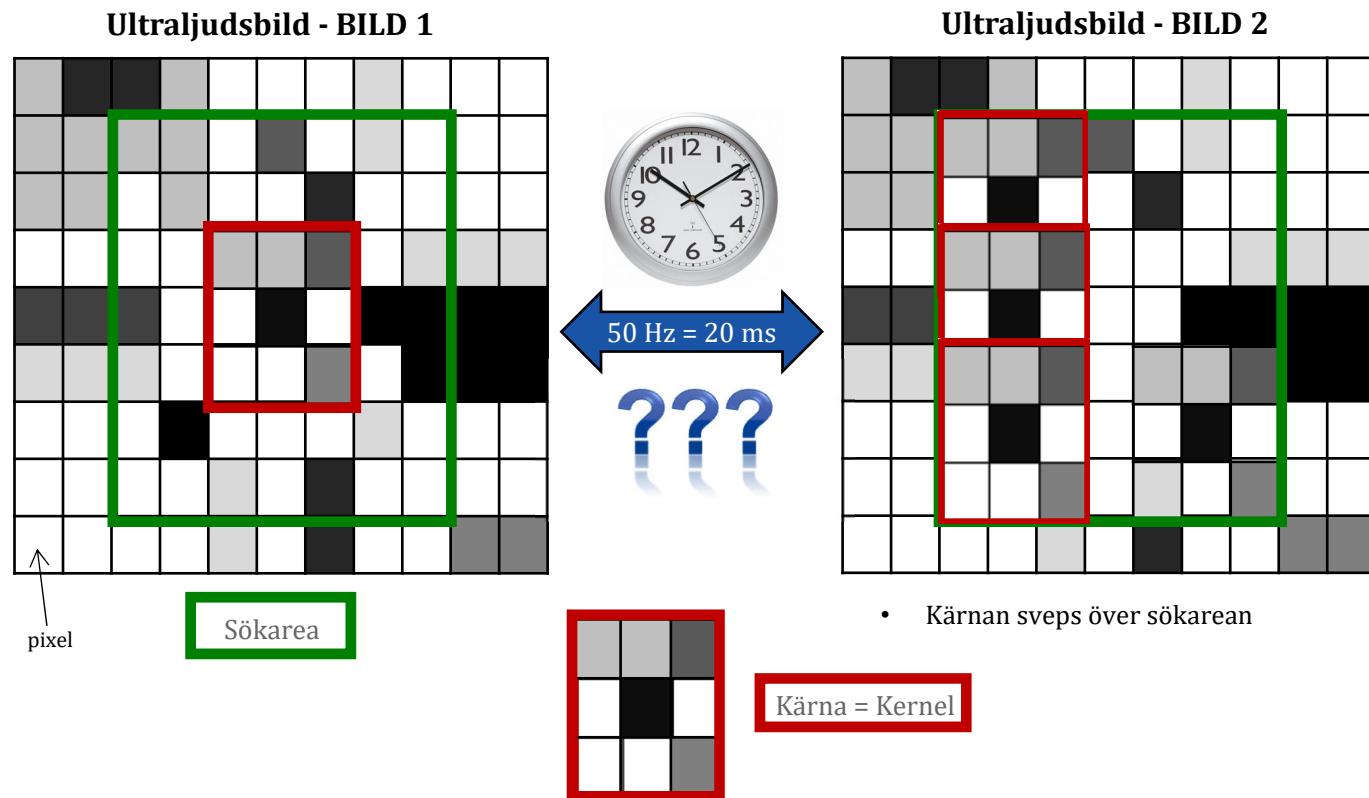


Speckle Tracking

- Mönsterigenkänning (blockmatching) - speckle identifieras mellan konsekutiva bilder (frames)
- Följer gråskalemönstret (speckles) i bilden
- Identifierar en kärna från frame t inom en sökarea i frame $t+1$



Speckle Tracking





Speckle Tracking

- För varje kernel-position i sökarean beräknas ett likhetsmått = **similarity measure**

Similarity measures

Summan av absoluta skillnader:

$$C_{SAD} = \sum_{i=-n}^n \sum_{j=-m}^m |RF_t(x_0 + j, y_0 + i) - RF_{t+1}(x_0 + \Delta x + j, y_0 + \Delta y + i)|$$

Korskorrelation:

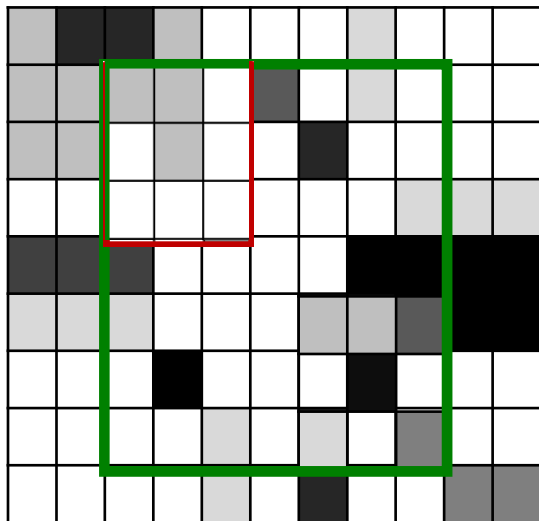
$$C_{ncc} = \frac{\sum_{i=-n}^n \sum_{j=-m}^m RF_t(x_0 + j, y_0 + i) RF_{t+1}(x_0 + \Delta x + j, y_0 + \Delta y + i)}{\sqrt{\sum_{i=-n}^n \sum_{j=-m}^m RF_t^2(x_0 + j, y_0 + i)} \sqrt{\sum_{i=-n}^n \sum_{j=-m}^m RF_{t+1}^2(x_0 + \Delta x + j, y_0 + \Delta y + i)}}$$



Speckle Tracking – block matching



Ultraljudsbild - FRAME 2



Beräkning av similarity measure
-sum of absolute differences

KERNEL - BILD 1

5	5	1
30		30
30	30	3

SÖKAREA - BILD 2

5	5	30
30	5	30
30	30	30

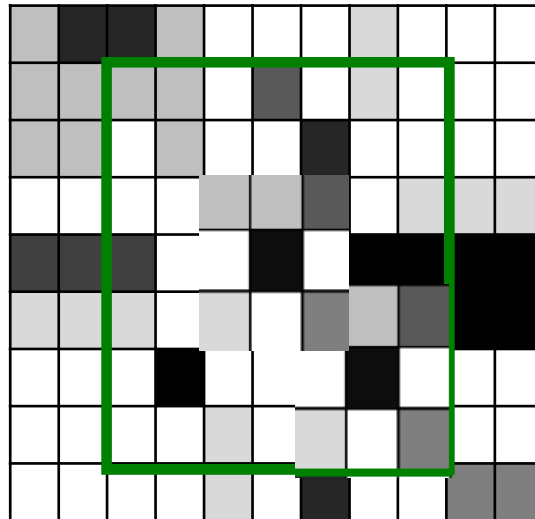
$$C_{SAD} = |(5 - 5)| + |5 - 5| + |1 - 30| + |30 - 30| + |0 - 5| + \dots$$
$$|30 - 30| + |30 - 30| + |30 - 30| + |3 - 30| = \mathbf{61}$$

UPPREPA FÖR ALLA KERNEL-POSITIONER I SÖKAREAN



Speckle Tracking – block matching

Lägsta värdet på C_{SAD} = Bästa överensstämelsen = Positionen dit kärnan flyttats



KERNEL - BILD 1

5	5	1
30		30
30	30	3

SÖKAREA - BILD 2

5	5	1
30		30
6	30	3

$$C_{SAD} = |(5 - 5)| + |5 - 5| + |1 - 1| + |30 - 30| + |0 - 0| + \dots$$
$$|30 - 30| + |30 - 6| + |30 - 30| + |3 - 3| = \mathbf{24}$$

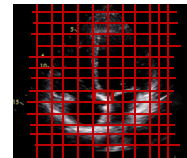
OBS! Förflyttning av kernel i 2D



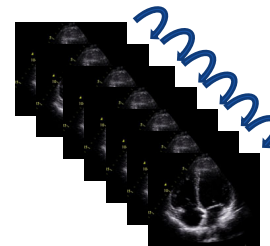
✓ Nu vet vi hur en punkt i bilden rör sig i 2D mellan två bilder

→ Vi vill veta hur **olika punkter** i bilden rör sig i 2D över **hela hjärtcykeln**

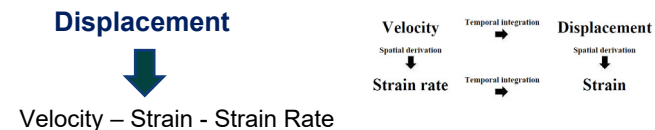
- Upprepa blockmatching i flera punkter i bilen



- Göra blockmatching mellan alla efterföljande bilder i cykeln

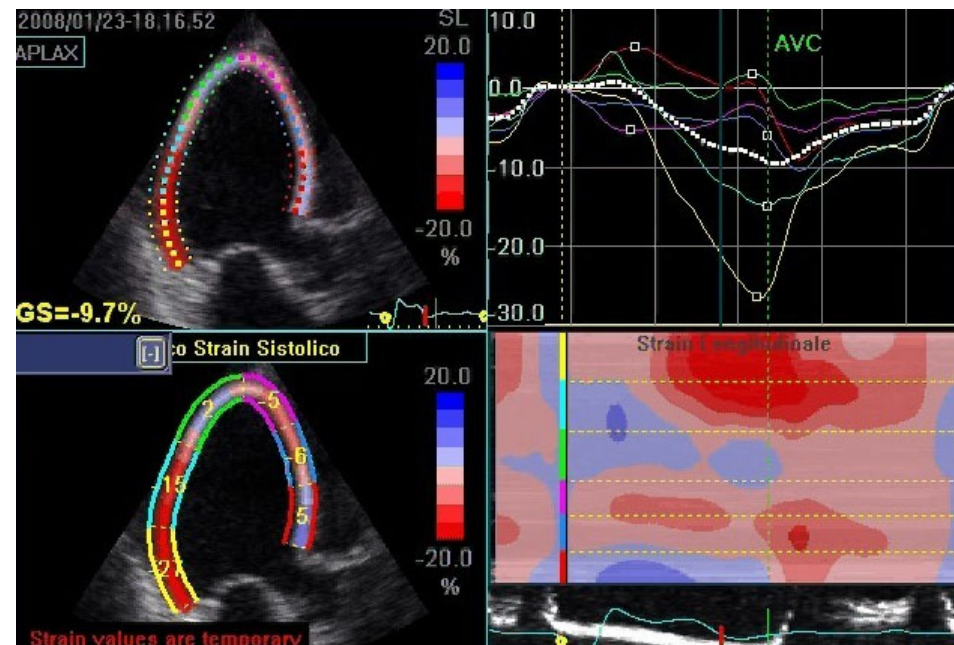


- Beräkna andra parametrar





Speckle Tracking



- Radiell och longitudinell strain (2D) inom ROI (Region of interest)



Speckle Tracking:

1. är beroende av vinkeln mellan transducern och objektet
2. kan mäta hastighet i vilken riktning som helst
3. fungerar bara på bilder från homogena objekt
4. beror ej av bilduppdateringsfrekvensen



Fördelar, Nackdelar?

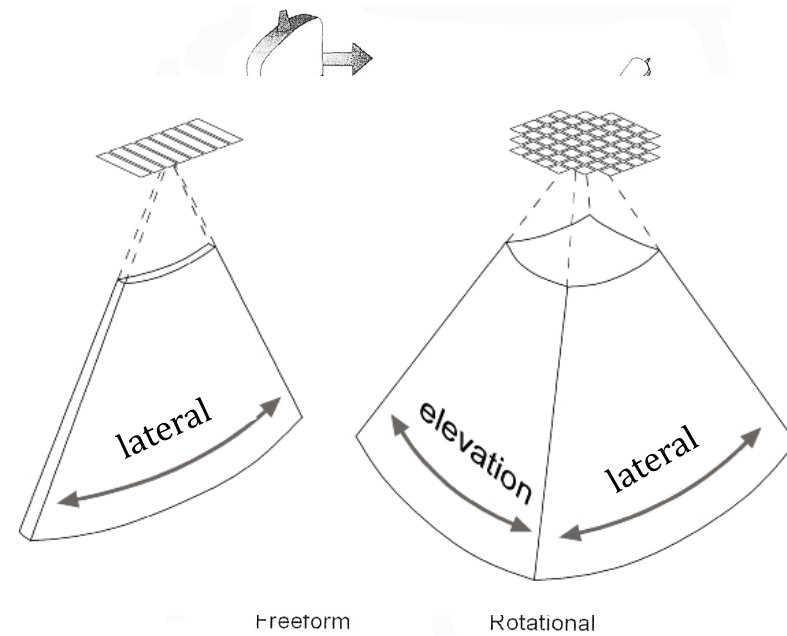




- Mäter frekvensskift
 - Vinkelberoende
 - Kan bara mäta i strålens riktning
 - Hög frame rate
 - Realtid
 - Identifierar speckle-mönster
 - Vinkeloberoende
 - Kan mäta i flera riktningar
 - Begränsad frame rate
 - Offline
-



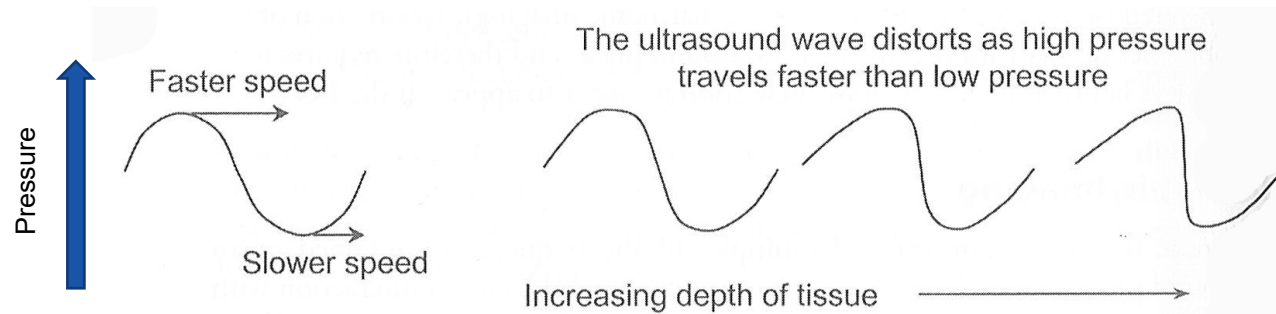
3D Ultraljud





Harmonic Imaging

- Antagande: Konstant ljudhastighet, men egentligen **NON-LINEAR PROPAGATION**



- Bernoullis förenklade ekvation

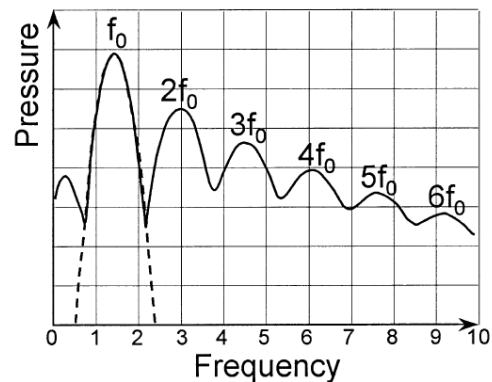
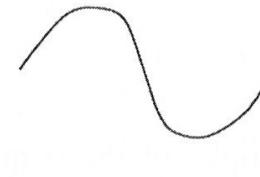
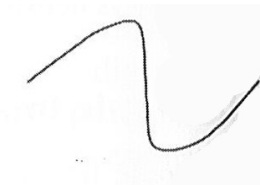
$$p = 4c^2$$





Harmonic Imaging

- En mer trekantsformad våg innehåller högre frekvenser än en sinusvåg



- Sänder med en centerfrekvens (grundton)
- **Mottagning sker på multipel av centerfrekvensen**
= övertoner (harmonier)

f_0 = grundtonens centerfrekvens

Streckad linje = bandbredd av grundton (djup 0 cm)

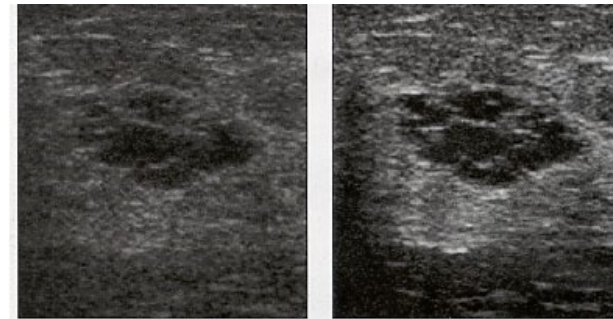
Heldragen linje = multipla harmonier (djup 10 cm)

- **Övertton** = Delton i ljudvågen som bildas i kroppen pga. att ljud med högt tryck propagerar snabbare i vävnaden än ljud med lågt tryck → kurvformen förändras



Varför harmonic imaging?

- Bättre spatial upplösning – högre frekvens
- Mindre brus – har inte färdats fram och tillbaka utan bildats i kroppen, mindre spritt ljud
- Färre artefakter (ekon med låg amplitud producerar inte övertoner)



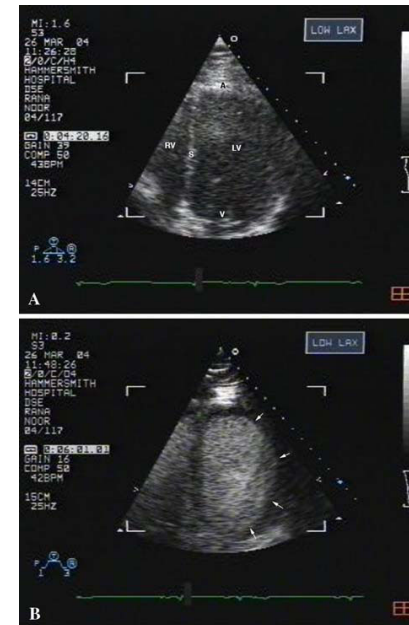


Kontrastmedel

- Kontrastmedel som används i ultraljud är:
 - Gasfyllda mikrobubblor
- Kontrastmedel används för att få bättre bildkvalitet

Öka kontrast mellan blod och vävnad →

Framtid: "Drug delivery"





Är ultraljud farligt?

- Inga allvarliga effekter av medicinsk ultraljud finns dokumenterade

Vill undvika:

1. **Kavitation** = stort negativt tryck -> mikrobubblor i vätskor kollapsar
2. **Uppvärmning** = absorption av ultraljudsenergi

- Ljudets energi och intensitet bestämmer inverkan på vävnaden
-



Är ultraljud farligt?

Säkerhetsindex:

1. Mekaniskt index (MI) - anger risk för mekanisk påverkan i vävnaden

$$MI = \frac{P_r}{\sqrt{f_c}},$$

P_r : peak negative pressure of the ultrasound wave
 F_c : center frequency of the ultrasound wave

2. Termiskt index (TI) - anger risk för temperaturökning i vävnaden

Ett TI-värde på 1,5 anger en möjlig temperaturökning i vävnaden på 1,5°C

MI & TI < 0,5 → mycket god säkerhetsmarginal



Är ultraljud farligt?

- Tidsaspekten är viktig!

