



### 3.16 Korrelasjon

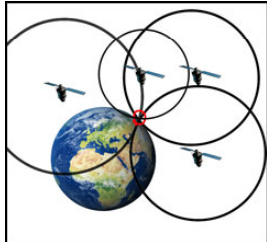
- Et mål på likhet mellom signaler
- Ligner konvolusjon
- En viktig anvendelse: GPS



24. november 2009

2

## GPS: Avstand til hver satellitt

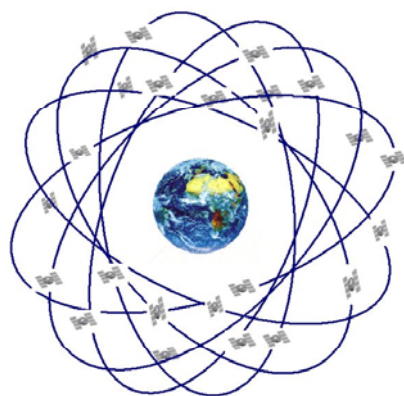


- Ved å vite posisjonen til satellittene og avstanden mellom hver satellitt og GPS-mottakeren kan man matematisk regne seg frem til en korrekt posisjon.
- <http://www.vg.no/teknologi/artikkel.php?artid=546072>

24. november 2009

3

## GPS



- Hvem vet posisjonen til hvem?
  - Kjenner Pentagon posisjonen til alle med GPS?
  - GPS kombinert med radiosender (GSM ...)
- Atomklokke i hver satellitt
  - Må korrigere for relativistiske effekter pga satellittenes banehastighet

24. november 2009

4

## GPS

- Hver satellitt sender en pseudo tilfeldig kode (PRN) som er kjent for mottakeren.
- Mottakeren sammenligner de to ved å flytte fram og tilbake i tid til full overlapp



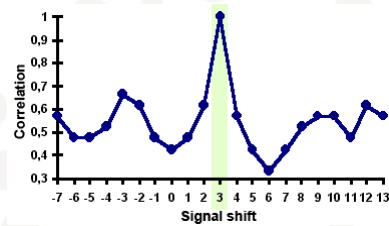
- [http://www.kowoma.de/en/gps/signals\\_runtime.htm](http://www.kowoma.de/en/gps/signals_runtime.htm)

24. november 2009

5

## GPS - korrelasjon

- Signal skift fra -7 til 13
- Max for skift på 3
- Normalisert til 1 i maksimum

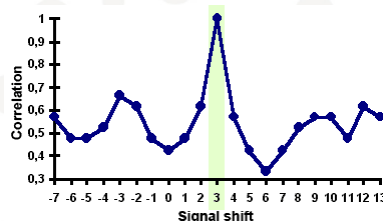


24. november 2009

6

## GPS - korrelasjon

- C/A-koden (coarse acquisition): 1023 chips
- Gjentas hvert millisekund  $\Leftrightarrow$  1 ms  $\cdot$  3e8 m/s = 3e5 = 300 km
- Hvert skift  $\Leftrightarrow$  en chip i GPS-signalet  $\Leftrightarrow$  300km/1023  $\approx$  0.3 km.
- Hvordan kan GPS være mer presis?
  - Moderne GPS-mottakere finner skift med 1% av en chip  $\Leftrightarrow$  3 m
- Alle avstander til de synlige satellittene settes inn i et ligningssystem, gjerne overbestemt, mange satellitter
  - Løsning: lengde-, breddegrad, høyde, tid



24. november 2009

7



## 3.16 Korrelasjon

- Et mål på likhet mellom signaler:

$$r_{xh}[n] = x[n]**h[n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[k-n] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k+n]h[k]$$

- Flytter h forbi x
- Ligner konvolusjon:

$$y[n] = x[k]*h[k] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[k]h[n-k] = \sum_{k=-\infty}^{\infty} x[n-k]h[k]$$

- Snur ikke indekseringen
- $x[n]**h[n] = x[n]*h[-n]$
- Tegnet \*\* for korrelasjon er ikke så universelt som \*

24. november 2009

8

