

Optikk del 5 : Sensorer

Hva er en sensor?

- Enhet som kan gjøre et fysisk signal om til et elektrisk signal.
- Enhet som kan registrere et fysisk signal og gjøre det om til noe en observator kan tolke.

Deteksjonsprinsipper:

Øyet: Fotokjemisk, fotoelektrisk.

Hud: Fototermisk, termoelektrisk.

Film: Fotokjemisk.

Termiske detektorer: Pyroelektriske detektorer, termokopler etc.

Elektroniske detektorer: Fotomultiplikatorer, bulk halvledere, halvlederdioder, etc.

Halvleder detektorer: kan bli delt inn i intrinsiske halvledere og P-N overganger.

Deteksjon

- Vanskelig å finne en detektor som er rask nok til å følge fasen i et optisk signal.
- De fleste sensorer er derfor kvadratiske, dvs. at de måler effekten og ikke det elektriske feltet.
- Kan bruke ulike triks for å detektere fase, f.eks. interferometri.

Direkte og indirekte sensorer

- Direkte sensorer måler parameteren man er interessert i direkte, og trenger ikke utlede eller beregne for å finne svaret ofte basert på ulike konsepter.
 - Beer Lamberts lov
 - Lys penetrasjon i vær.
- Indirekte sensorer kan måle en annen parameter enn den man er interessert i og utlede den man egentlig ønsker å måle. Dette kan gjøres iterativt eller ikke-iterativt.
 - Gjøres med fysikkbaserte modeller (diffusjonsteori, Monte Carlo).
 - Kalman filter og tilnærmede modeller.

→ Statistiske modeller, neurale nett, kunstig intelligens.

Aktive og passive sensorer

• Aktive:

- Avhengig av energitilførsel
- Sender ut et signal som så velserviches med objektet for det igjen detekteres.

• Passive:

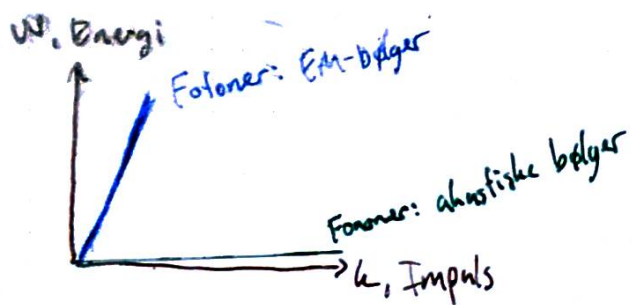
- Bruker lite energi
- Bruker lyskildene i omgivelsene til å detektere objektet gjennom f.eks. eksempel spredt stråling.

Fiberoptiske fibre er bra, fordi:

- Størrelse: lette og kompakte
- Leder ikke strøm
- Robuste for miljøpåvirkning
- Høy sensitivitet
- Immune for elektromagnetisk interferens og RF-signaler.

Sensor fusion or data fusion (flersensor system)

- Reduserer usikkerheten gjennom å kombinere data fra flere kilder.
 - Heterogen (for ulike typer sensorer som sensor forskjellige ting) og homogen (mange sensorer måler akkurat det samme) sensor fusion.
- Kan analyseres/kombineres på mange ulike måter, bl.a.
 - Kalmanfilter
 - Neurale nett
- Sentral eller deentralisert sensor fusion.
- Mange sensorer i nettverk kan gi store mengder data.
- Brukes i mange fagfelt, et eksempel er fjernmåling.
- Optiske sensorer: Foton energi og Fotonflux energi detektor.
- Akustiske sensorer: For eksempel lyd og akustisk flux detektor.



$$\text{Moment} = \hbar k$$

Fotoner er energibærere, men svært lite moment.

Fotoner har moment, men lite energi.

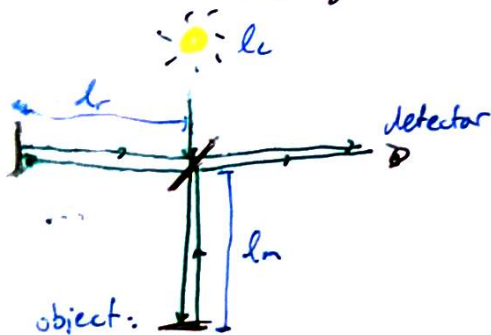
oppg. 2.1

Prinsipp optisk pinsett

- Påføre kraft $\sim \mu\text{N}$ på størrelsesområdet $10\text{nm} \sim 100\text{nm}$.
- Kraften oppstår når en fokusert gaussisk stråle treffer et objekt.
- Fotoner har et moment i bevegelsesretningen som er proporsjonal med energien. Derfor dette momentet endres ved for eksempel spredning vil det oppstå en kraft i motsatt retning på et objekt på grunn av momentbevarelse.
- Kan f.eks. brukes til å måle mobiliteten til spermer.

Interferometri

- Michelson Interferometer: interferens vil oppstå når ganglengde forskjellen er mindre enn koherenslengden til kilden: $|2L_m - 2L_r| < L_c$



Utdragninger med i måle ver

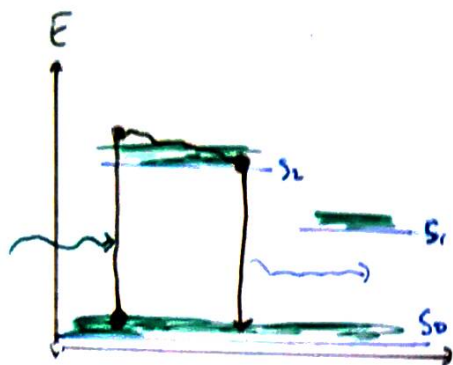
- Signaturer fra mange ulike materialer.
- Spredende materialer.
- Signaler fra overflaten og dybden er ulike.
- Inntrengningsdybden varierer spektret.

Absorpsjonsspektroskopier

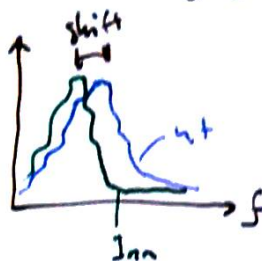
Spredningsspektroskopier

er karakteristisk for materialet

- Fluoresensspektroskopi



Lyshilde \rightarrow prøve \rightarrow
 \downarrow
 sensor



Måler spekter ut, skiftet i
 bølgelengder er karakteristisk
 for miljøet.

- Refleksjonsspektroskopi: $\begin{matrix} \text{kilde} \rightarrow \\ \leftarrow \text{måling} \end{matrix}$ ser på respons.

- Hyperspektral avbildning: Høy romlig og spektral oppløsning.

- Inne-kontaktmålinger ideelle for optisk karakterisering.

Spektral
 \uparrow
 rom
 \rightarrow rom