

Optisch werk bij het TNO-FEL

C.W. Lamberts
TNO-FEL, Postbus 96864, 2509 JG Den Haag

Het TNO-Fysisch en Elektronisch Laboratorium is een multi-disciplinair instituut dat contract research verricht voor een breed scala van opdrachtgevers. De werkzaamheden op het terrein van 'Waarneming' zijn in een divisie bestaande uit vier groepen geconcentreerd. Deze groepen ontplooiën activiteiten op het gebied van radar systemen, de interpretatie van radar beelden, akoestiek en elektro optiek.

De groep Elektro Optiek

De optica in al haar facetten speelt een rol in de opdrachten die in deze groep uitgevoerd worden. Met name staat het waarnemen van onze omgeving met opto-elektronische hulpmiddelen centraal. Omdat tegenwoordig de meeste optische systemen niet meer los gezien kunnen worden van de analoge en digitale elektronica er omheen, wordt dit gecombineerde vakgebied 'elektro-optica' genoemd. Het golflengte gebied dat bestreken wordt loopt van het ultra-violet tot en met het zogenaamde thermisch infrarood. Voor het 'waarnemen' van onze omgeving wordt zowel gebruik gemaakt van beeldvormende systemen (b.v. CCD-camera's) als van niet beeldvormende systemen (b.v. laser afstandsmeters). De elektro-optiek wordt end-to-end benaderd dat wil zeggen van de objecten in hun achtergrond via de atmosfeer en het elektro-optische systeem tot en met de steeds belangrijker wordende signaalverwerking. Om deze benadering in te vullen zijn de werkzaamheden geclusterd in werkgebieden op het gebied van elektro-optische systemen inclusief de signaalverwerking, objecten in hun omgeving, atmosferische effecten op waarnemingsystemen

en elektro-optische miniaturisering. De voornaamste opdrachtgevers van de Elektro-Optiek groep zijn het Ministerie van Defensie en andere Ministeries, de Nederlandse Industrie, de Europese Unie, ESA en de Internationale overheid. Het karakter van het werk loopt van research projecten via de realisatie van demonstratie systemen en prototypes tot aan het opleveren van 'custom made' meet- en waarnemingsystemen.

Elektro-optische systemen

De groep heeft een lange traditie op het terrein van de beeldvorming in het thermisch infrarode golflengtegebied. Volgens de wet van Planck zenden alle voorwerpen zelf straling uit met een intensiteit die hoger is bij een hogere temperatuur. Voor voorwerpen met kamertemperatuur ligt het maximum van de straling bij een golflengte van 10 μm , terwijl de atmosfeer bij deze golflengte uitstekend doorlatend is. Ook straling met een golflengte rond 4 μm komt nog goed door de atmosfeer. Voor onderzoeksdoeleinden zijn door de groep camera's gebouwd in beide golflengte gebieden, in een enkel geval zelfs gecombineerd (een vorm van sensor-fusie op hardware niveau). De huidige in gebruik zijnde 10 μm camera systemen werken volgens het principe van mechanische scanning waarbij het thermische beeld lijn voor lijn opgebouwd wordt als bij een TV-beeld en waarbij gebruik gemaakt wordt van een enkele infrarood punt-detector. De laatste jaren komen echter steeds betere 2-dimensionale Infrarood detector-array's beschikbaar (Focal Plane Array's) die de noodzaak van mechanische scanning overbodig ma-

ken. Het onderzoek richt zich dan ook vooral op de toepassingen en eigenschappen van deze zogenaamde 2e generatie infrarood camera's. Buiten het Infrarood gebied is de groep ook actief op het gebied van CCD-camera's (zichtbaar en nabij Infrarood) en lasers. CCD-camera's worden toegepast in onder meer projecten voor de Europese Unie ter bestrijding van bosbranden. Het laser werk concentreert zich niet alleen op het verschuiven van laser golflengtes naar het oog-veilige gebied en het 3 - 5 μm gebied maar ook op toepassingen als het detecteren van trillingen tot op km's afstand.

Signaalverwerking

Signaalverwerking is tegenwoordig onverbrekelijk met elektro-optische systemen verbonden. Algoritmen worden b.v. ontwikkeld om te compenseren voor onvolkomenheden van camera systemen. Implementatie hiervan in hardware heeft geleid tot de realisatie van een prototype voor real-time digitale beeldverbetering van CCD- en warmtebeeld camera's. Een andere klasse van algoritmen is bedoeld om juist die informatie uit de ruwe signalen naar voren te halen waar de gebruiker in geïnteresseerd is. Hiertoe kan gebruik gemaakt worden van beeldreeksen of informatie verkregen met camera's in verschillende golflengte gebieden (sensorfusie). De activiteiten op het gebied van signaalverwerking zijn zó belangrijk geworden dat deze circa de helft van de werkzaamheden uitmaken.

Objecten en achtergronden

Elektro-optische sensoren 'kijken' altijd naar hun omgeving en naar de voorwerpen die zich daarin bevinden. Vooral bij warmtebeeld camera's is kennis over het thermische gedrag van zowel de 'natuurlijke' achtergrond als van de voorwerpen daarin van belang. Hoe meer wij daarvan weten hoe beter de eerder genoemde algoritme-ontwikkeling kan plaatsvinden. De opgedane kennis wordt gebruikt om modellen te maken die het thermische gedrag beschrij-

ven. Met behulp van deze modellen kan voorspeld worden hoe een bepaalde scene er in het Infrarood onder bepaalde weersomstandigheden uit zal zien. Toepassingen hiervan zijn weer de evaluatie van systemen en het bestuderen van de effectiviteit van camouflage.

Atmosfeer

Practisch alle elektro-optische sensoren kijken door de atmosfeer. De atmosfeer is echter niet ideaal en zal de prestaties van de systemen in ongunstige zin beïnvloeden. De transmissie is golflengte afhankelijk en kan bovendien plaats- en hoogte-afhankelijk zijn. Afhankelijk van de lokale weersomstandigheden kan bulging en turbulentie optreden. Ook zal licht-verstrooiing aan het stof in de atmosfeer optreden. Deze fysische verschijnselen zullen tot gevolg hebben dat de signaalsterkte afneemt (transmissie), het contrast vermindert (verstrooiing), signaal fluctuaties optreden, het scheidend vermogen afneemt (turbulentie) en luchtspiegelingen kunnen voorkomen (buiging). Deze effecten worden gemeten en gemodelleerd waarbij momenteel de nadruk gelegd wordt op maritieme omstandigheden. Dit type werkzaamheden vraagt om meetcampagnes onder moeilijke omstandigheden op zee en in kustgebieden. De hoge kosten hiervan worden met instituten in binnen- en buitenland gedeeld door deel te nemen in b.v. Europese programma's.

Miniaturisatie

Vergeande elektronische miniaturisatie tot geïntegreerde circuits (IC's) is inmiddels gemeengoed. Voor optische circuits is dit proces minder ver gevorderd. Onder het werkgebied elektro-optische miniaturisatie worden activiteiten ontplooid om optische en elektronische circuits op chip-niveau tot een sensor te combineren. Een deel van deze werkzaamheden worden in het kader van een nationaal programma uitgevoerd. Daarnaast wordt aandacht aan miniaturisatie in meer algemene zin besteed.