

Dr. ir. G. P. de Loor te Den Haag

Niet-conventionele luchtopnametechnieken

encyclopedie
er
wetenschappen

orie en research
wetenschap en techniek

Tot nu toe heeft waarneming van de aardkorst voornamelijk plaats gevonden met behulp van fotografische middelen vanuit een vliegtuig en alleen in dat deel van het elektromagnetisch spectrum, dat het zichtbare licht en het fotografisch infrarood omvat.

Het laatste decennium echter zijn systemen tot ontwikkeling gekomen, die ook waarneming mogelijk maken in andere delen van het elektromagnetisch spectrum. Dit zijn onder meer de vliegtuigradar (de 'side looking radar', golflengtegebied 0,8 tot 50 cm) en de infrarood thermografie (golflengtegebied 3 tot 14 μ). Hiermede loopt parallel de ontwikkeling van nieuwe methoden voor opslag en verwerking van de ingewonnen informatie.

Bij toepassing is een goed begrip van de fysische verschijnselen die tot beeldvorming leiden, noodzakelijk.

In een voorgaand artikel in dit blad 'Aardobservatiesatellieten' (Intermediair 7) wordt melding gemaakt van een serie nieuwe waarnemingsapparaten voor luchtverkenning. De meeste van deze instrumenten zijn ontwikkeld voor militair gebruik in vliegtuigen. Het aangeven van de mogelijkheid van hun toepassing in aardobservatiesatellieten houdt dan ook een zekere extrapolatie in, nl. naar het gebruik op satelliehoogte. Terwijl men wat dit betreft met de 'conventionele' lucht-camera reeds wel ervaring heeft opgebouwd (in verkenningssatellieten met en zonder beeldtransmissie; in de Tiros, Nimbus en Lunar Orbiter) geldt dit nog niet voor de nieuwe niet-conventionele systemen. Er is in de Verenigde Staten dan ook een hele discussie gaande of deze extrapolatie wel geoorloofd is en of de toepassing van vliegtuigen niet een reëlere propositie is. Wat de uitkomst van deze discussie ook moge zijn, vast staat dat de kleine landen, die nooit zelf een aard-

observatie-satelliet zullen kunnen uitrusten, willen zij flexibel en onafhankelijk met de gehele keten kunnen werken (van opname tot verwerking), van vliegtuigen gebruik zullen moeten maken. In dat geval zijn er thans systemen verkrijgbaar, die financieel verantwoord, operationeel ingezet kunnen worden. Hiermede worden de mogelijkheden van karteren enorm uitgebreid, zowel wat betreft de versnelling en vergroting der opnamecapaciteit, alsook wat betreft de versnelling en automatisering der verwerking. Zoals eerder aangehaald artikel al duidelijk maakte, benutten wij van het gehele elektromagnetische (EM) spectrum maar een heel klein gedeelte wanneer wij onze ogen gebruiken. Het is echter mogelijk om waarnemingen te verrichten in het gehele EM spectrum. Daar de atmosfeer alleen transparant is in de delen: het ultraviolet tot het thermisch infrarood (golflengte $\lambda = 0,3 - 14 \mu$) en de microgolven ($\lambda = 0,1 - 50$ cm), de zgn. 'vensters', zijn deze delen momenteel het belangrijkste voor het veld van onderzoek, dat wel aangeduid wordt met: 'remote sensing of environment'.

Films zijn voor directe registratie alleen bruikbaar voor het zichtbaar licht en aangrenzende gebieden ($\lambda = 0,3 - 1 \mu$). Enkelvoudige detectoren zijn echter voorhanden in praktisch alle delen van het EM spectrum. Zij kunnen de ontvangen EM straling omzetten in een elektrisch signaal. Beelden kunnen dan verkregen worden door het veld van waarneming lijn na lijn af te tasten. De verzamelnaam van alle systemen, die zo werken, is dan ook: 'line-scan-systemen'. Een goed en bekend voorbeeld is de televisie. Hierbij wordt een vast beeldveld herhaaldelijk afgetast. De line-scan-systemen echter, welke in dit artikel ter discussie zijn, zijn strip-systemen: elke volgende lijn wordt naast de vorige afgebeeld op een synchroon met het vliegtuig meebewegende film. Uiteindelijk wordt zo een continue beeldstrook verkregen, die een afbeelding is van het door het vliegtuig overvlogen gebied.

Daar we nu waarnemen met behulp van andere straling dan zichtbaar licht moeten we de verkregen afbeelding met de nodige voorzichtigheid interpreteren. De beeldvorming is niet alleen anders door de afwijkende opnametechniek, maar ook door het feit, dat andere fysische verschijnselen worden waargenomen. Alhoewel de beelden vaak sterk op foto's gelijken, mogen daarom criteria, die gangbaar zijn in de luchtfotografie, hier niet zonder meer worden gehanteerd.

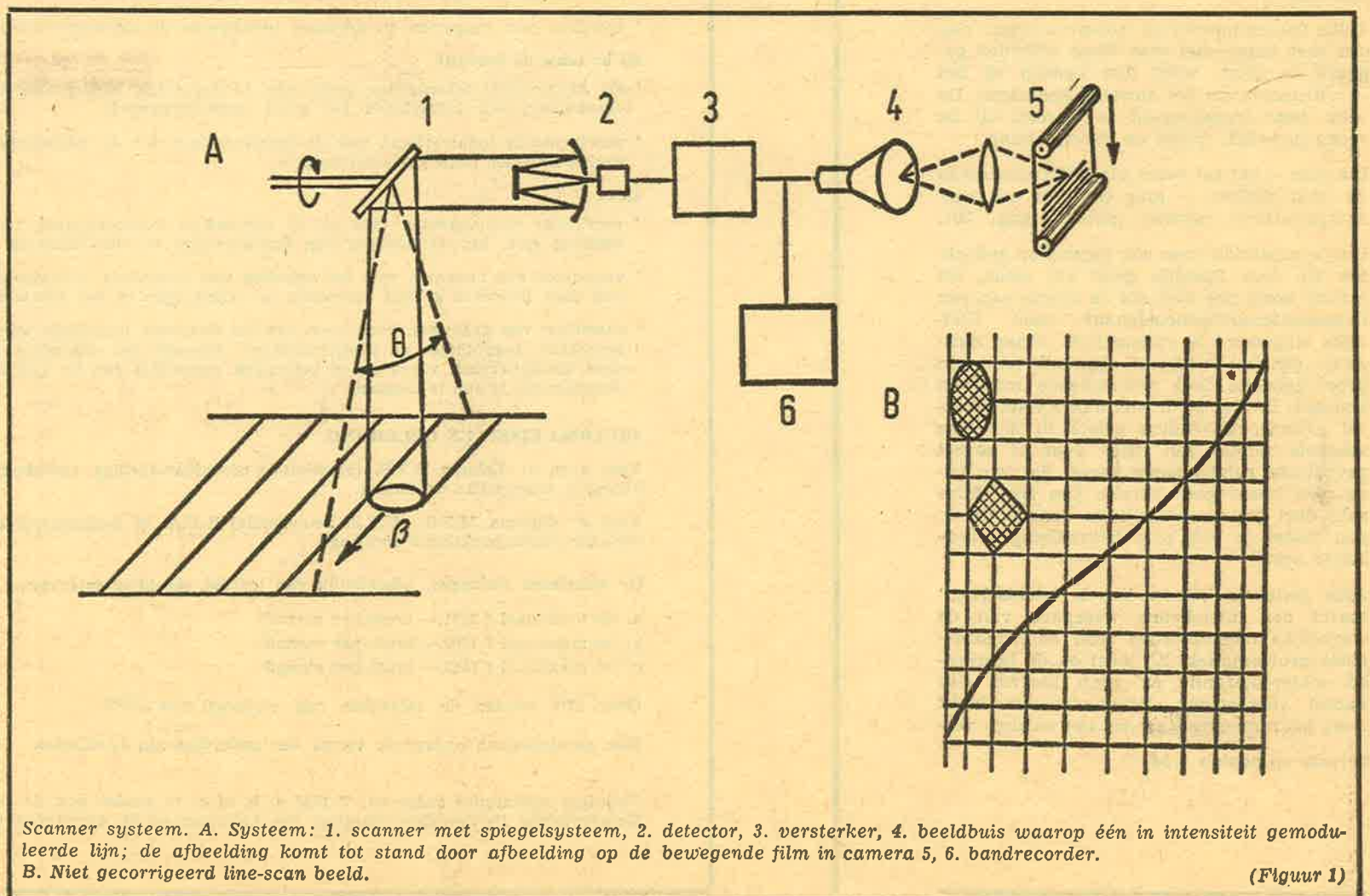
Door deze opnametechniek in stripvorm zullen typische metrische vervormingen in de afbeelding kunnen ontstaan. Naast vertekeningen, die aan het systeem en de gebruikte elektronica zijn toe te schrijven, zijn er die veroorzaakt door ongewenste vliegtuigbewegingen. Daar deze systemen echter een elektrisch beeldsignaal genereren wordt het mogelijk, door het simultaan opnemen van de vliegtuigstand, het beeld automatisch te corrigeren.

De momenteel meest gangbare groepen line-scan-systemen zijn de zg. 'scanners' en de 'side looking radar'.

De scanners

Aanvankelijk was de ontwikkeling van alle vliegtuigscanners gericht op waarneming met behulp van warmtestraling. Verschillende apparaten zijn nu, ook voor civiel gebruik, in de handel verkrijgbaar. Zij alle registreren de warmtestraling uitgezonden door het aardoppervlak en objecten daarop. Dit maakt het mogelijk om dag en nacht waar te nemen. Overdag echter is deze straling pas sterker dan het gereflecteerde zonlicht voor golflengten groter dan $3,5 \mu$. Daar de atmosfeer transparant is in de vensters: $3,5 - 5 \mu$ en $8 - 13 \mu$, kan alleen in deze golflengtebanden worden waargenomen.

In deze belangrijke klasse van waarnemingsapparaten wordt een mechanisch aftaststelsel toegepast (zie fig. 1). Men gebruikt een snel ronddraaiend spiegelsysteem met openingshoek β (in de orde van millira-



(Figuur 1)

vervolg van pagina 31

Niet-conventionele luchtopname- technieken

dialen), dat de grond aftast over een hoek loodrecht op de vliegrichting. De rotatiesnelheid van het spiegelsysteem is zodanig aangepast aan de vliegtuigsnelheid, dat opeenvolgende lijnen elkaar raken of overlappen. Een afbeelding toont hier, in principe, variaties in temperatuur van het aardoppervlak en het oppervlak van objecten daarop. De reden van deze temperatuurvariaties kan heel verschillend zijn en o.m. bepaald worden door de ondergrond, waardoor soms indirect iets over die ondergrond kan worden gezegd. Neem bijvoorbeeld droge versus natte grond: het oppervlak van droge grond zal sneller variaties in de omgevingstemperatuur volgen dan natte, waardoor temperatuurverschillen tussen beide kunnen ontstaan. Wanneer deze variatie in vochtigheid van de bovenlaag letterlijk een diepere oorzaak heeft, hebben we hier een mogelijkheid iets hierover aan de weet te komen, hoewel we dus niet in de grond 'kijken'. Een goed begrip van de fysische verschijnselen, die aan deze oppervlakken optreden, is een conditio sine qua non om het verkregen beeld juist te kunnen interpreteren. In de literatuur worden vele mogelijkheden voor toepassing van deze vliegtuigscanner opgesomd². Zeer vele daarvan vereisen een nader onderzoek, omdat bij de aangehaalde waarnemingen veelal goede metingen gedaan op de grond tijdens en kort voor en na de vlucht ontbreken. Een goede interpretatie van de waargenomen fysische verschijnselen is daardoor veelal onmogelijk. Er zal daarom nog heel wat verder onderzoek noodzakelijk zijn om een goed inzicht te verkrijgen in de enorme mogelijkheden van de warmtebeeldapparatuur. Figuur 2 geeft enkele voorbeelden van beelden opgenomen met een vliegtuigscanner. Het ene toont een schip, dat olie spuit op de Noordzee. De olie is warm om verpompt te kunnen worden en daarom goed zichtbaar ten opzichte van de koude zee. We zien, dat de warmtebeeldscanner een controlemogelijkheid biedt, ook voor de nacht, op clandestien spuien. De andere toont het koelwater, dat uit een elektrische centrale komt. De mogelijkheden van detectie van andere verontreinigingen van oppervlaktewater (door afvalwater, enz.) zijn aangetoond, waardoor dit apparaat zeer nuttig kan worden voor de controle van allerlei verontreinigingen van het milieu.

De scanners kunnen ook in het zichtbaar licht en het nabije infrarood ($\lambda = 0,3 - 3 \mu$) worden ingezet. Zij kunnen dan bij zeer lage lichtniveaus nog werken door het feit, dat de detectoren een veel hogere efficiency hebben dan fotografische emulsies. Ook kunnen de scanners actief worden gebruikt door toepassing van een tweede spiegelsysteem, dat synchroon meedraait met het waarnemingssysteem, en via hetwelk met behulp van een lichtbron (bijvoorbeeld een laser) het waargenomen punt belicht wordt.



Warmtebeelden. Boven: Warm water uit elektrische centrale (warmteverontreiniging). Onder: Schip, dat olie spuit op de Noordzee (olieverontreiniging). (Beelden welwillend afgestaan door ir. A. N. de Jong).

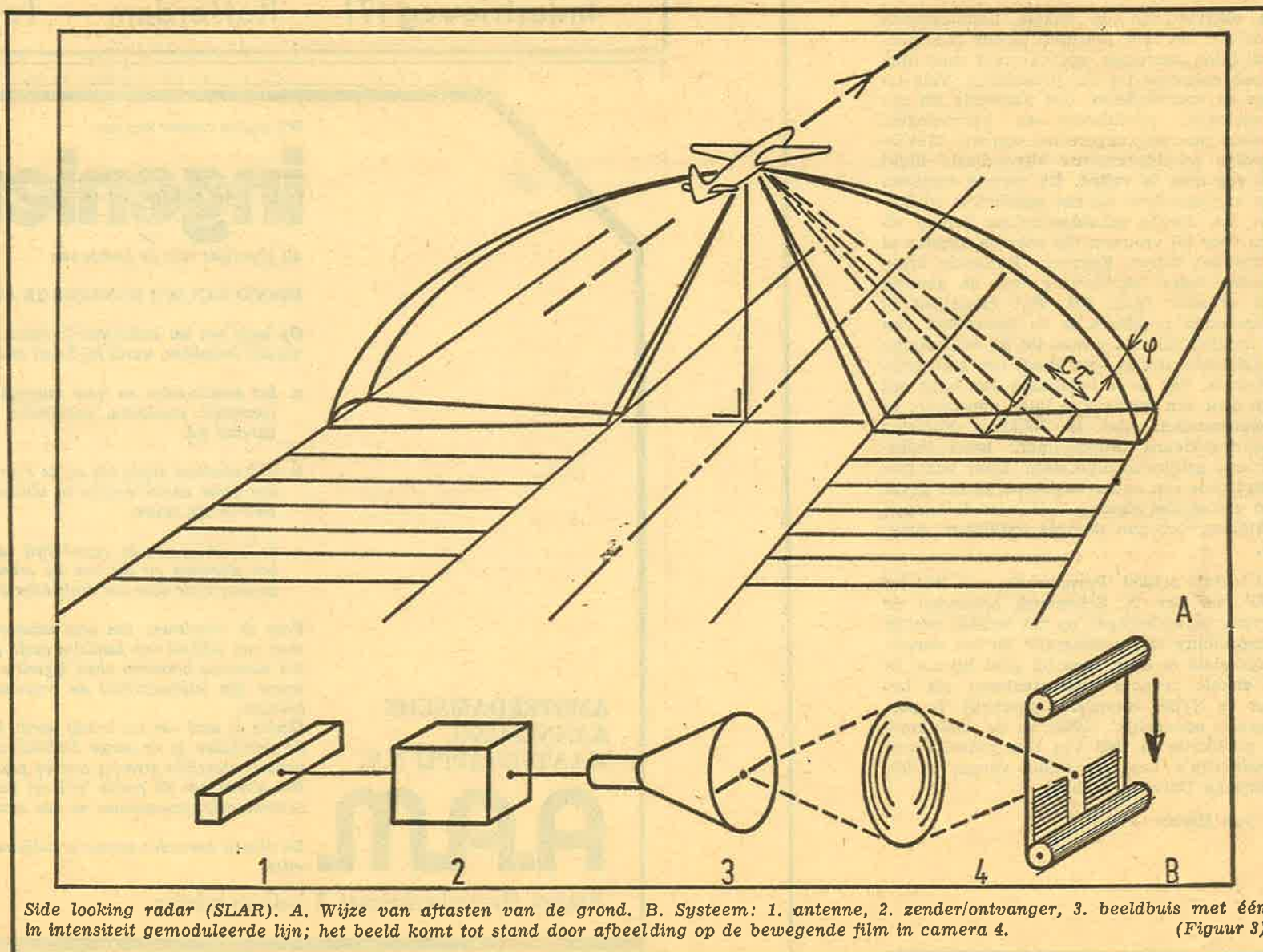
(Figuur 2)

We zien dus, dat de scanners zeer bruikbare apparaten zijn voor het eerste venster: het zichtbaar licht tot het thermisch infrarood ($\lambda = 0,3 - 13 \mu$).

De 'side looking airborne radar' of SLAR

Voor het tweede venster: de microgolven ($\lambda = 0,1 - 50 \text{ cm}$), is de radar uitermate

nuttig gebleken. Radar is een echo-systeem. Het zendt korte pulsen EM energie uit en registreert de terugontvangen echo's, waarbij de afstand tot de verschillende objecten tot uitdrukking komt in de tijd die het duurt tot een echo van deze objecten wordt ontvangen. De conventionele vliegtuigradar, met ronddraaiende antenne en afbeelding op



Side looking radar (SLAR). A. Wijze van aftasten van de grond. B. Systeem: 1. antenne, 2. zender/ontvanger, 3. beeldbuis met één in intensiteit gemoduleerde lijn; het beeld komt tot stand door afbeelding op de bewegende film in camera 4.

(Figuur 3)

vervolg van pagina 33

Niet-conventionele luchtopname- technieken

een zg. PPI (Plan Position Indicator) scherm, is bijzonder geschikt als navigatie hulpmiddel maar ongeschikt voor kartografische en verkenningdoeleinden. Hiervoor is de zg. 'Side Looking Airborne Radar' of SLAR ontwikkeld. In wezen is dit een gewone radar, met een stilstaande antenne, die in de zijkant van het vliegtuig is gemonteerd. De beeldbuis geeft nu slechts één lijn te zien en het beeld komt tot stand door de lijn af te beelden op een film, die evenredig met de vliegtuigsnellheid wordt voortbewogen. Figuur 3 geeft een en ander schematisch aan. Figuur 4 geeft een voorbeeld van met een SLAR op zeer lage hoogte (minder dan 1000 m) opgenomen beeld. We zien in dit beeld, dat er in het midden recht onder het vliegtuig niet wordt waargenomen in een strook ter grootte van een- à tweemaal de vlieghoogte. Dit hangt samen met het feit, dat radar afstanden meet. Recht onder het vliegtuig wordt de afstand tot naast elkaar gelegen objecten nagenoeg hetzelfde en wordt dus separatie onmogelijk. Bovendien zal het geregistreerde beeld daar sterke vervormingen vertonen (zie ook figuur 3). De hoek van waaruit de registratie wordt begonnen is dan ook ongeveer 45°. In een volgende vlucht zal voor een volledige dekking dit gat moeten worden opgevuld. Alhoewel radar naar beide zijden waarneemt en dus twee beeldstrips produceert, is het bij vluchten voor kartografische doeleinden om bovengenoemde reden het beste om slechts één strip per vluchtlijn op te schuiven. Op deze wijze krijgen we gedeeltelijk een dubbele bedekking wat verschillende voordelen heeft.

Het meest gangbare golflengtegebied ligt tussen $\lambda = 0,8$ en 5 cm. Langere golflengtes (tot 50 cm) zijn mogelijk, maar daar het scheidend vermogen der antennes bij een vaste lengte (bepaald door de lengte van het vliegtuig) minder wordt voor de langere golflengtes, moeten daar ingewikkelde maatregelen worden getroffen om dat te ondervangen. Zo ontstonden de zg. coherente radars met apertuursynthese. Deze radars zullen ook in satellieten moeten worden toegepast door de grote te overbruggen afstanden. Zij zijn echter uitermate kostbaar en complex en bovendien geheim. Wij zullen ons daarom beperken tot de veel goedkopere niet-coherente SLAR, die momenteel vrij uitgebreid wordt toegepast.

Toepassingen van SLAR

Het grote voordeel van radar is het bijna onafhankelijk zijn van het weer. Er kan dag en nacht onder nagenoeg alle weersomstandigheden worden gevlogen. Alleen zeer zware regen kan een zekere belemmering vormen. Dit maakt een economisch vliegen mogelijk, omdat de wachttijden zeer kunnen worden beperkt. De navolgende toepassingen liggen dan ook voor de hand:

1 Karteren op kleine schalen (1 : 100 000 tot 1 : 1 000 000). Een goed referentiesysteem, bij voorkeur een goed radiolocatiesysteem zoals bijv. Decca of Loran, is daarbij noodzakelijk. Naast het karteren van gebieden, die anders door dichte bewolking niet of niet economisch kunnen worden gekarteerd, kan worden gedacht aan

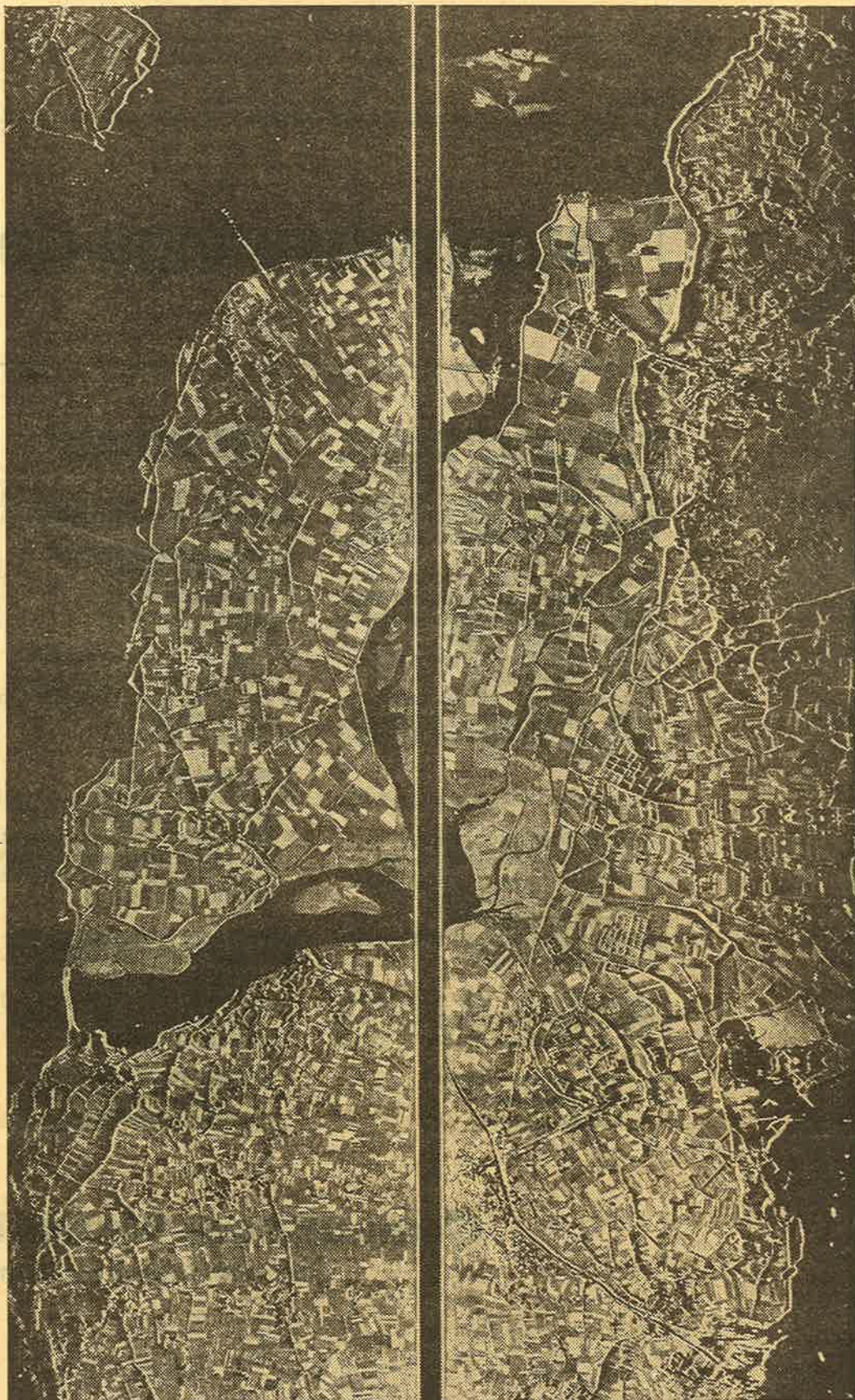
2 inventarisatie. Enorme gebieden kunnen in korte tijd worden bevlogen. De onafhankelijkheid van dag of nacht en weersomstandigheden maakt een strakke vluchtplanning mogelijk. Een voorbeeld moge dit illustreren. Neem eens aan, dat een gebied van 1000 x 1000 km (India is ongeveer 3x dit gebied) moet worden gekarteerd. Laat de gewenste kaartschaal zijn: a 1 : 500 000 en b 1 : 100 000. De volgende berekeningetjes kunnen dan worden opgezet: Voor geval a : opnameschaal zij ook 1 : 500 000, de stripbreedte 25 km. Dit betekent 40 vliegbanen van 1000 km, wat bij een vliegsnelheid van 500 km/uur neerkomt op 80 opname-uren. Voor geval b : opnameschaal zij hier 1 : 200 000, stripbreedte 10 km. Dit betekent 100 vlieglijnen van 1000 km, wat bij een vliegsnelheid van 500 km/uur neerkomt op 200 opname-uren. Dit zijn redelijke tijden. Het opzetten, respectievelijk verplaatsen, van een goed referentiesysteem en de vereiste veldmetingen, konden wel eens meer tijd vergen.

3 Schadeopname, bijvoorbeeld na rampen. Omdat radar bij alle weer te gebruiken is, kan er gevlogen worden zodra het weer het vliegen toelaat. Zo zou een opname als die van figuur 4 bijvoorbeeld één dag na een watersnoodramp als die van februari 1953 beschikbaar kunnen zijn.

4 Vele andere toepassingen, zoals detectie van olievelden, enz. worden momenteel onderzocht.

Problemen

Alle tot nu genoemde apparaten werden in de afgelopen jaren ontwikkeld voor militaire doeleinden en onder militaire contracten. Pas zeer recent werd een deel gedeclassifi-



SLAR beeld. Zeeland. Bereik 2 x 5 n.m. (Beeld UK Crown Copyright, gepubliceerd met toestemming van de Controller H.B.M.S.O.) (Figuur 4)

ceerd en kwam dit deel beschikbaar voor civiele applicaties. Veel van de al opgedane ervaring bleek toen onvolledig, niet zozeer door het feit dat de civiele praktijk andere eisen zou stellen dan de militaire, als wel door het feit dat de apparaten te veel worden beschouwd als 'plaatjesmachines' voor andere delen van het EM spectrum, dus als een soort verlengstuk van de luchtcamera. Vaak is dit in de techniek een normale gang van zaken, wanneer er iets nieuws op de markt komt. Aan de ene kant is er de fabrikant, die graag een goed apparaat bouwt, maar de taal van de gebruiker niet spreekt. Hij ziet zijn taak als beëindigd als hij zijn apparaat, compleet met gebruiksaanwijzing en onderhoudsinstructies, heeft afgeleverd. Zijn produkt is goed, dus de gebruiker hoeft het alleen maar operationeel in te zetten. Aan de andere kant staat dan de gebruiker, die eigenlijk niet goed weet wat hij met dit mooie apparaat moet doen. Het levert hem een beeld dat hij met de voor hem gangbare technieken — dus volgens de technieken ontwikkeld voor luchtfoto's — wil interpreteren. Hij gaat daarbij, hoe kan het anders, bijna altijd voorbij aan het feit, dat er andere fysische fenomenen aan de beeldvorming ten grondslag liggen. Dit verklaart, onder meer, het ontstellend gebrek aan goede aangepaste metingen te velde voor, tijdens en na de vluchten, waardoor vele van de voor deze niet-conventionele waarnemingssystemen opgeëiste toepassingsmogelijkheden een nader onderzoek vereisen. Fundamenteel nieuwe veldmetingen zullen moeten worden ontworpen bij voortgezette proefnemingen. Dit eist een goed inzicht in de fysica van de verschijnselen, die bijdragen tot de beeldvorming. Nauwe samenwerking is daarbij noodzakelijk tussen technici, fysici en gebruikers (fotogrammetristen, geologen, hydrologen, bodemkundigen, enz.), bij voorkeur in speci-

ale interdisciplinaire veldteams.

Automatisering

Uit een oogpunt van de automatisering der verwerking kunnen we de beschreven apparaten beschouwen volgens het blokschema van figuur 5. Met behulp van een waarnemingssysteem (sensor) wordt waargenomen. De uitgang is een elektrisch signaal, dat via een beeldbuis/film-combinatie wordt omgezet in een beeld. Dit levert dan de situatie van figuur 5A.

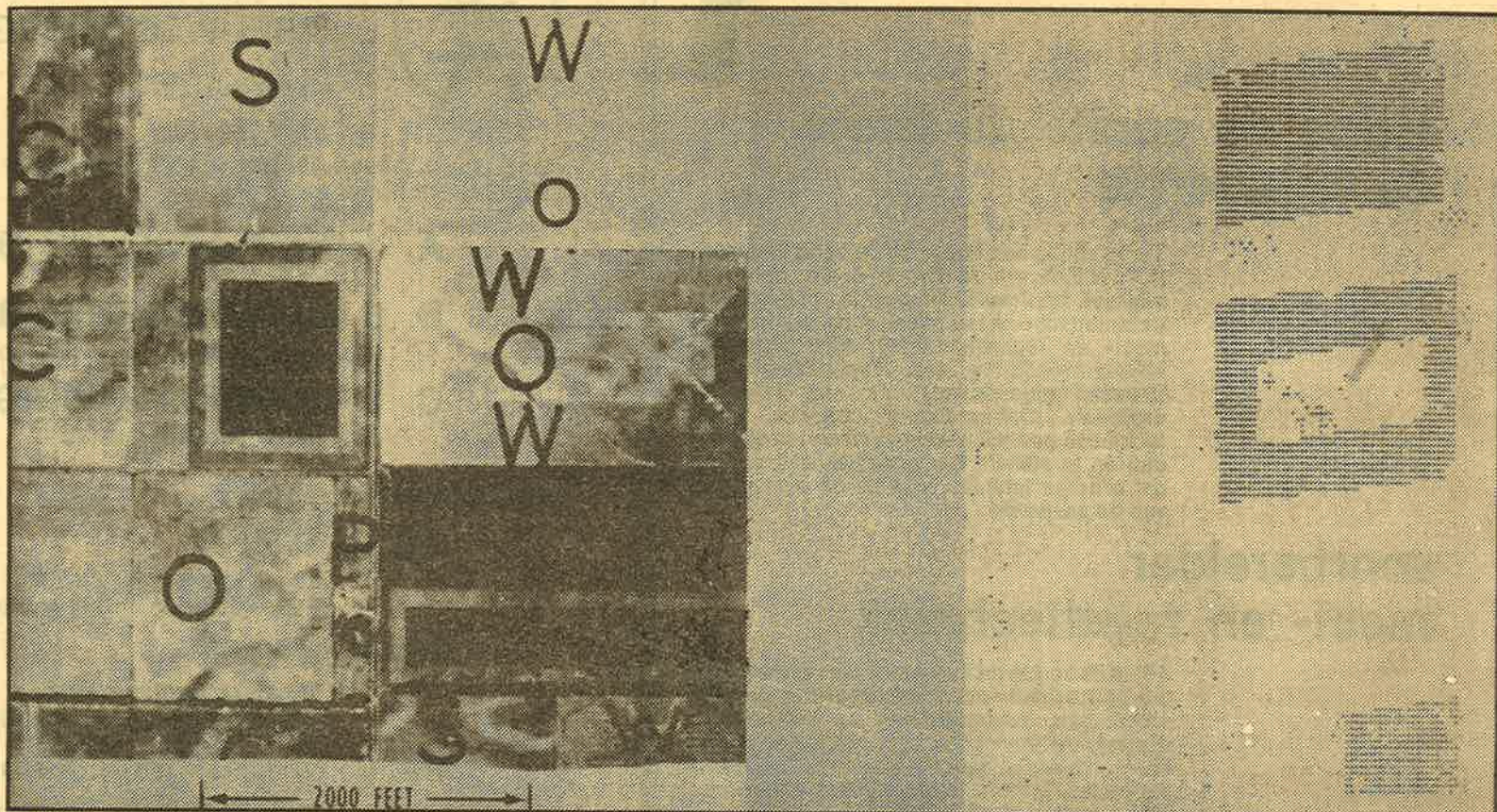
Nu heeft de praktijk geleerd, dat genoemde wijze van vastleggen op fotografisch materiaal tot informatieverlies leidt, voornamelijk door de beperkte dynamiek (contrastontvang) van de voorhanden zijnde beeldbuis/film-combinaties. Men geeft er dan ook hoe langer hoe meer de voorkeur aan het oorspronkelijke elektrische signaal in de lucht op magneetband vast te leggen en pas op de grond het beeld te fabriceren. Zo krijgt men de mogelijkheid het beeld optimaal aan zijn wensen aan te passen zonder herhaald vliegen en uitproberen in de lucht.

Een dergelijke gedachtegang leidt bijna automatisch tot een systeem als geschetst in figuur 5B. Voor dit systeem is allereerst de ontwikkeling van een interface noodzakelijk, die een sensor kan koppelen aan een rekenautomaat voor verdere verwerking der opgenomen signalen. Uit de aard der zaak zullen de actuele verwerking en de in te voeren referenties afhangen van het doel dat gesteld wordt. Zo zagen wij al in de inleiding, dat metrische correctie der beelden voor topografische kartering mogelijk wordt door samen met het beeldsignaal de plaats en de stand van het vliegtuig vast te leggen. Het is echter ook mogelijk bepaalde interpretatietaken te automatiseren. Een fraai voorbeeld hiervan is de MultiSpectrale Scan-

vervolg op pagina 39

vervolg van pagina 35

Niet-conventionele luchtopname- technieken



Voorbeeld van automatische gewasinventarisatie met een MMS systeem. Volgens (3). Links: luchtfoto met velden: tarwe W, haver O, mais C, soyabonen S.

Rechts: Selectie van tarwe m.b.v. rekenmachine. Waarschijnlijkheid van juist antwoord 90% door de responsies in 4 spectrale gebiedjes onderling te vergelijken. (Figuur 6)

ner (MSS). Bij dit systeem wordt er van uit gegaan, dat het spectrum van het door een object, gewas, gesteente, enz., gereflecteerde zonlicht (of geëmitteerde straling), dus de 'kleur', in principe uniek is voor dat object, gewas, gesteente, enz. Wanneer zo de spectrale responsie van een te classificeren gewas bekend is en voldoende punten van dit spectrum in de vlucht kunnen worden vastgelegd, wordt het mogelijk het betrokken gewas te identificeren. Recent werk van het Laboratory for Agricultural Remote Sensing (LARS) van de Universiteit van Purdue (USA)³ heeft aangetoond, dat dit inderdaad mogelijk is. Door het LARS is samen met Michigan University een scanner ontwikkeld waarin op de plaats van de detector (zie figuur 1) een spectrometer is geplaatst, die van het spectrum van het ontvangen signaal tussen 0,3 en 1 μ een dertiental punten kan vastleggen. Het spectrum van het gereflecteerde licht van elk op de grond waarge-



Dr. ir. G. P. de Loor behaalde in 1951 het diploma natuurkundig ingenieur aan de Technische Hogeschool te Delft, waarna hij in 1956 in Leiden promoveerde. Hij is werkzaam bij het Fysisch Laboratorium RVO-TNO, waar hij sinds 1957 onder meer werkt aan niet-conventionele luchtopname-technieken, in het bijzonder radar. In de winter 1968/'69 was hij nauw betrokken bij het tot stand komen van de Interdepartementale Werkgroep Applicatie Onderzoek van Moderne Luchtopname Technieken, van welke werkgroep hij thans adviseur is.

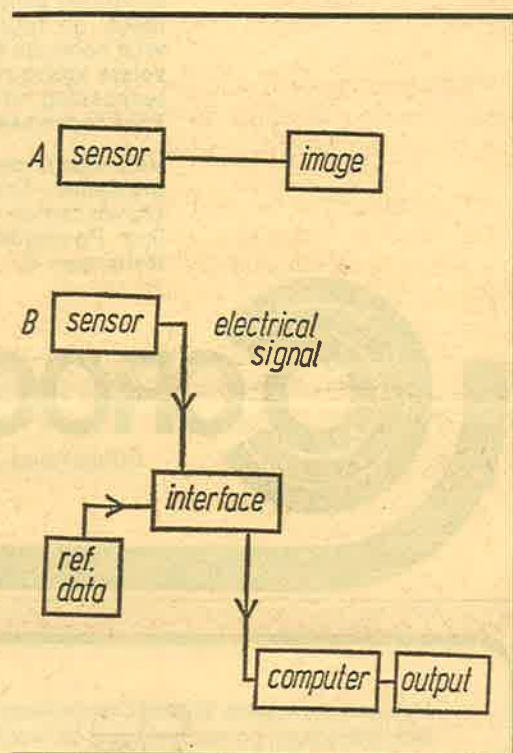
nomen punt wordt zo dus bemonsterd in een dertiental banden tussen 0,3 en 1 μ . Met deze gegevens is het mogelijk een automatische inventarisatie uit te voeren op een bepaald type gewas op een wijze als figuur 6 (3) laat zien. In dit voorbeeld waren door een gunstige keuze van de spectrale banden maar 4 nodig voor een 90% betrouwbare identificatie.

Ook voor SLAR is een dergelijk systeem mogelijk, zoals o.m. recent werk aan Kansas University heeft aangetoond⁴. In figuur 4 merken we duidelijk de toonverschillen op in het beeld veroorzaakt door de verschillen in de reflectiecoëfficiënten van verschillende gewassen. Radar werkt echter slechts op één golflengte en is als zodanig een 'monochromatisch' apparaat. De reflectiecoëfficiënten van verschillende objecten, gewassen, enz., blijken niet alleen afhankelijk te zijn van de golflengte, maar ook van de polarisatietoestand van de uitgezonden golf. Dit biedt per frequentie 3 mogelijkheden: zenden met verticaal gepolariseerde golven en ontvangen van de teruggekaatste verticaal gepolariseerde golf (polarisatietoestand VV), zenden en ontvangen met horizontaal gepolariseerde golven (polarisatietoestand HH) en de polarisatietoestand HV (die in principe gelijk is aan VH). Met twee radars op verschillende golflengtes (bijvoorbeeld op X-band ($\lambda = 3$ cm) en Q-band ($\lambda = 0,8$ cm)) krijgen we nu 6 mogelijkheden die, als we dit geval met figuur 6 mogen vergelijken een zeer hoog percentage aan correcte gewasidentificaties moeten mogelijk maken.

Dergelijke systemen, de MSS en de multifrequentie, multipolarisatie SLAR bieden vele mogelijkheden, bijvoorbeeld voor snelle gewasidentificatie, inventarisatie, vaststelling plantenziektes, opbrengst, enz. Zij bieden de mogelijkheid van 'near real time processing' en kunnen de interpreter ontlasten, die anders onder de vloed van nieuw beeldmateriaal zou worden bedolven.

Conclusie

De nieuwe niet-conventionele waarnemings-systemen, zoals de scanners en SLAR, hebben de mogelijkheden van luchtwoarneming vanuit vliegtuigen enorm uitgebreid. Zij leveren echter een vloed van nieuw beeldmateriaal, dat verwerkt moet worden. Door het feit echter, dat zij een elektrisch beeldsignaal genereren, wordt een hoge mate van automatisering der verwerking mogelijk. Er zijn echter nog vele studies en metingen te veld nodig om een goed begrip te verkrijgen van de fysische fenomenen, die uiteindelijk tot beeldvorming leiden. Slechts een goede interdisciplinaire aanpak zal tot een economisch verantwoord gebruik kunnen leiden van de enorme mogelijkheden die deze nieuwe waarnemingstechnieken bieden.



Naar automatisering. A. Huidige toestand. B. In studie. (Figuur 5)

Slotopmerking

Uit de aard der zaak zijn talloze toepassingen voor de hierboven beschreven systemen te bedenken in de landbouw, bosbouw, geologie, bodemkunde, enz. Er is dan ook een uitvoerig overleg gaande tussen een aantal instituten en departementen hier te lande om het werk dat al in deze richting gedaan wordt te coördineren en te optimaliseren (Interdepartementale Werkgroep Applicatie Onderzoek van Moderne Luchtopname Technieken).

Literatuur

- ¹ 'De Ingenieur', nr. 29, 17 juli 1970. Verslag van het Symposium: 'Luchtwoarneming met niet-conventionele systemen (remote sensing of environment)'.
- ² 'Procs of the Symposia on Remote Sensing of Environment', Ann Arbor, Michigan, vols. 1 - 6.
- ³ Research Bulletin 844, Sept. 1968, Purdue University, LARS, vol. 3, annual report: 'Remote Multispectral Sensing in Agriculture'.
- ⁴ R. M. Haralick, F. Caspall and D. S. Simonett, 'Using Radar Imagery for Crop Discrimination: a Statistical and Conditional Probability Study', Remote Sensing of Environment, 1 (2) (1970), p. 131.