

Onbemande grondsensors

De grote beweeglijkheid en vuurkracht van moderne strijdkrachten en daardoor de snel wisselende gevechtssituaties zullen in een toekomstig conflict snelle beslissingen vereisen. Voorwaarde voor een snelle besluitvorming is dat commandant en staf voortdurend op de hoogte zijn van de situatie, zowel van eigen als van vijandelijke troepen.

Het is de taak van de inlichtingenofficier de commandant en staf te informeren over de situatie vijand, en advies te geven over de vijandelijke mogelijkheden als belangrijke factor van invloed op de tactische besluitvorming. Om deze vijandelijke mogelijkheden goed te kunnen inschatten zal de inlichtingenofficier, behalve een appreciatie van weer en terrein, een goed overzicht nodig hebben van de „situatie vijand” in front van zijn eenheid.

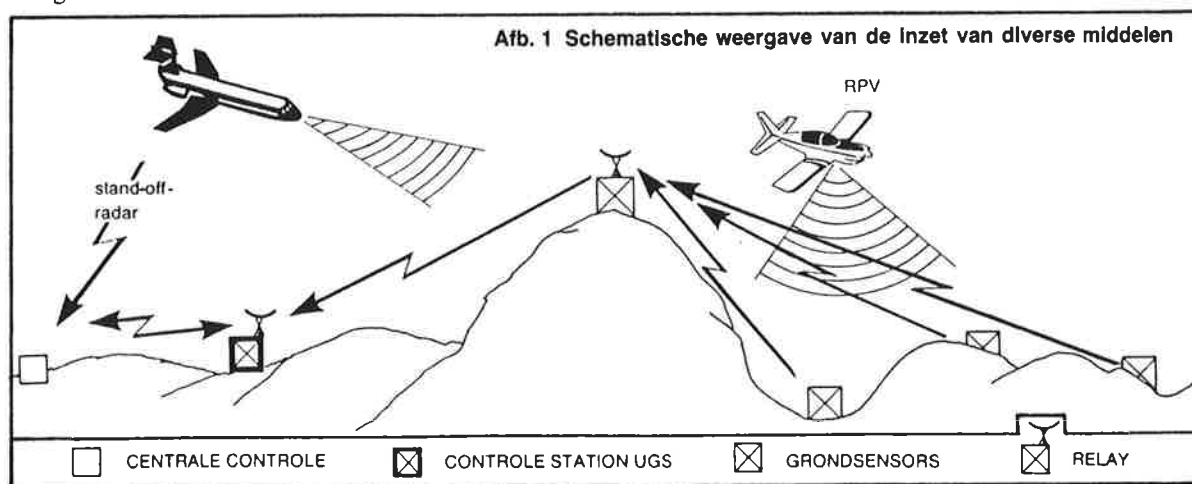
Het hoeft eigenlijk geen betoog dat een zodanig overzicht van de „situatie vijand” moet zijn gebaseerd op een groot aantal waarnemingen van vijandelijke troepen en materieel. Die waarnemingen moeten worden verricht over het gehele gebied dat wordt bezet door de vijandelijke eenheid waarmee gevechtscontact bestaat. Zulks betekent dat niet alleen uit de voorste lijn waarnemingen moeten worden verricht, maar dat ook uit

de diepte van het vijandelijke gebied veel waarnemingen noodzakelijk zijn om tot een goed overzicht, en vervolgens tot een goede analyse van de vijandelijke mogelijkheden te komen. Ook bestaat er een rechtstreeks verband tussen het aantal waarnemingen en de betrouwbaarheid waarmee een overzicht van de „toestand vijand” kan worden geproduceerd.

Dit alles houdt in dat naast de huidige (zeer beperkte) waarnemingscapaciteit meer systemen nodig zijn die in de diepte van het vijandelijk gebied kunnen waarnemen. Om te verzekeren dat overall in het gebied dat door de vijandelijke eenheid wordt bezet kan worden waargenomen, zijn middelen nodig die elkaar voor wat betreft de waarneming kunnen aanvullen, maar ook elkaars kwetsbaarheden kunnen verminderen door een selectieve inzet. In diverse landen wordt aan de ontwikkeling van een dergelijk geïntegreerd systeem gewerkt.

In een dergelijk systeem zijn veelal de volgende middelen opgenomen:

- Remotely Piloted Vehicles (RPV's);
- Drones;
- Stand-off Airborne Radar;
- Unattended Ground Sensors (UGS).



Afb. 1 biedt een schematische, vereenvoudigde voorstelling van zaken.

Al deze middelen afzonderlijk hebben hun eigen specifieke beperkingen. Geen van de hier genoemde middelen is in staat de benodigde waarnemingen in het vijandelijke gebied te verrichten, maar samen met de huidige capaciteit en goed gecoördineerd ingezet, bestrijken deze systemen het gebied van inlichtingenverantwoordelijkheid van het legerkorps, en voldoen als zodanig aan de inlichtingenbehoefte van het legerkorps en lagere eenheden.

Van de genoemde systemen hebben RPV's, Drones en Radar voldoende bekendheid; daarom zal in dit artikel nader worden ingegaan op de mogelijkheden van een systeem van *Unattended Ground Sensors*, in het Nederlands in het algemeen vertaald als onbemande grondsensors.

Onbemande grondsensors

Een systeem van onbemande grondsensors bestaat gewoonlijk uit een aantal sensors (akoestische, seismische, magnetische en/of elektro-optische), het daarbij behorende signaalverwerkingsgedeelte, een zender en eventueel een relaystation, en ten slotte, geplaatst aan eigen zijde van de vrw, een ontvanger en controlestation.

Wijze van inzet

De sensors worden, samen met het signaalverwerkings- en zendergedeelte, geplaatst langs wegen, bruggen, of kruispunten in (toekomstig) vijandelijk gebied. De sensors zullen dus veelal worden geplaatst voorafgaande of tijdens de acties van een beveiligende strijdmacht.

Werkwijze

De sensors nemen bepaalde fysische verschijnselen waar van passerende (vijandelijke) voertuigen (bv. geluid- en bodemtrillingen); deze signalen worden verwerkt waarna via de zender bijvoorbeeld de volgende informatie aan het controlestation kan worden doorgegeven:

- aantal passerende voertuigen;
- classificatie in wiel of rups;
- verplaatsingsrichting;
- snelheid.

Deze informatie wordt door het controlestation geregistreerd en kan op elk later moment weer zichtbaar worden gemaakt en gebruikt. Door het vergelijken van de tijdstippen van waarneming en de posities van de desbetreffende sensors (die in het controlestation bekend zijn) zal een goede indruk van de troepenverplaatsing worden verkregen.

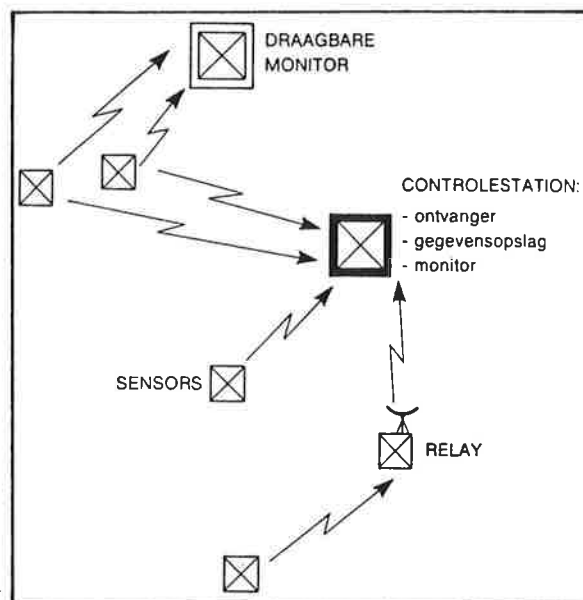
Afb. 2 toont schematisch de werking van een grondsensorsysteem.

Achtergronden

Onbemande grondsensors zijn voor het eerst effectief gebruikt in de jaren '60 tijdens het conflict in Vietnam. Toen reeds deed zich het probleem voor dat de bestaande verkennings- en waarnemingscapaciteit minder geschikt was voor observatie in dicht beboste gebieden. Het bleek moeilijk de posities en de bewegingen van de Vietkong-eenheden te lokaliseren en te volgen.

Het veelvuldig uitvoeren van fotoverkenningsvluchten kon dit probleem niet oplossen. Het dicht begroeide oerwoud bood de Vietkong-eenheden vele camouflagemogelijkheden. Nachtelijke verplaatsingen konden in die tijd niet of nauwelijks

Afb. 2 De functionele werking van het UGS-systeem ▶



worden onderkend. Nodig was een systeem dat dag en nacht bepaalde routes onder waarneming kon houden.

Het idee langs bekende verplaatsingsroutes kleine microfoons te installeren is vermoedelijk in de Tweede Wereldoorlog al eerder toegepast, maar op grote schaal is het voor het eerst tijdens het Vietnamconflict gebruikt.

De voordelen van het systeem waren groot: het was nu mogelijk bepaalde routes, bruggen, kruispunten of zelfs beperkte gebieden continu te bewaken. Omdat het systeem zelf passief werkt (afgezien van de benodigde radioverbinding) was het voor de tegenstander moeilijk tegenmaatregelen te treffen.

Behalve de genoemde voordelen kende dit (microfoon)grondsensorsysteem natuurlijk ook een aantal tekortkomingen. Het constant „in de lucht” zijn van de radioverbindingen maakte dit gedeelte van het systeem wel kwetsbaar voor vijandelijke tegenmaatregelen en vergde bovendien veel energie, zodat de batterijen, die de „sensorzender” van stroom voorzagen, snel uitgeput raakten. Bij het controlestation werd bovendien van de operator een niet onaanzienlijke inspanning gevraagd; hij moest immers voortdurend en attent signalen „uitluisteren” en echt van vals alarm onderscheiden. Alleen een goed getrainde operator kon iets zeggen over bijvoorbeeld richting, snelheid en samenstelling van een passerend konvooi. Ook waren deze sensors erg gevoelig voor omgevingslawaai, hetgeen de taak van de operator nog meer verzwaarde.

In Amerikaanse laboratoria werden daarom vele onderzoeken gedaan om tot verbetering van de bestaande sensors te komen, om ook andere typen sensors te beproeven en om de tekortkomingen van het systeem zo veel mogelijk te beperken.

Nadat die inspanningen ertoe hadden geleid dat onbemande grondsensors met succes bij tactische operaties in Vietnam konden worden toegepast, werd de ontwikkeling gestart van een nieuwe generatie grondsensors die aan de Europese omstandigheden waren aangepast.

In 1972 werd hiervan een indrukwekkende demonstratie gegeven in Hohenfels (BRD); deze demonstratie is bekend geworden onder de naam „Mystic Mission”.

Typen grondsensors

Hoewel voor toepassing in UGS-systemen geen enkel type sensor wordt uitgesloten, vindt men in het algemeen één of meer van de hierna beschreven sensors terug.

Akoestische sensors

Deze sensors (microfoons) geven een elektrisch signaal af indien zich een geluidsbron in de omgeving bevindt. Zij kunnen zeer gevoelig zijn, hetgeen overigens niet altijd een voordeel hoeft te zijn; de bandbreedte waarbinnen een microfoon werkzaam is kan verschillen, maar ligt in het algemeen in het gebied van een paar hertz tot enkele tientallen kilohertz. Deze sensor heeft het voordeel dat hij zeer klein kan worden uitgevoerd en licht is; hij kan zowel laag bij de grond als bovenin een boomtop worden geplaatst.

Seismische sensors

Een groot gedeelte van door een bewegend doel aan de grond afgestane energie plant zich door de aarde voort in de vorm van seismische golven. De hierdoor gegenereerde drukverdeling in de bodem zal tot op zekere afstand van een doel de gronddeeltjes in beweging brengen; een in de bodem geplaatste seismische sensor (geofoon) zal hierop reageren en deze bewegingsenergie omzetten in een elektrisch signaal. De werkzame bandbreedte van een geofoon kan variëren van enkele tienden van een hertz tot enkele honderden hertz. Een geofoon kan zodanig worden geplaatst dat hij optimaal gevoelig is voor bodemtrillingen in verticale, transversale (= horizontaal, loodrecht op de voortplantingsrichting) of radiale richting (= horizontaal in de voortplantingsrichting).

Magnetische sensors

De werking van de meeste magnetische sensors is gebaseerd op het vaststellen van een verandering in het bestaande aardmagnetische veld. Passage van een militair voertuig zal zeker zo'n verstoring in het magneetveld veroorzaken; de sensor zal dan een elektrisch signaal afgeven. Behalve deze passieve typen komen ook magnetische sensors voor die zelf een magnetisch veld opwekken en meestal

via een apart ontvangcircuit een verstoring vaststellen; hoewel dit type sensor in speciale gevallen goed kan functioneren, is het voor gevechtsveldbewaking in zijn algemeenheid niet geschikt.

Elektromagnetische sensors

De naam van deze categorie sensors impliceert dat ze gevoelig zijn voor elektromagnetische trillingen. Het elektromagnetische spectrum is zo breed en de inventiviteit om het te benutten is zo groot, dat niet eens zal worden gepoogd een opsomming van ontwikkelde sensors in deze categorie te geven.

Beperken wij ons echter tot grondsensors, die onder meer als kenmerk hebben dat ze klein, relatief eenvoudig en bij voorkeur passief zijn, dan blijkt bij de huidige generatie grondsensors alleen het optische deel van het spectrum te worden benut. Met name worden vaak infraroodgevoelige detectors toegepast. Ook TV-camera's zijn, door toepassing van CCD's („charge coupled devices”) als opneem-elementen, in een dusdanige vorm te produceren dat deze zogenaamde „solid state”-camera's in de toekomst in UGS-systemen zullen kunnen worden gebruikt.

Sensors voor bijzondere toepassingen

Onder deze categorie worden alle sensors gerekend die niet duidelijk binnen de al genoemde categorieën vallen. De bekendste zijn de chemische en bacteriologische sensors, die gevoelig zijn voor bepaalde afwijkingen in de luchtsamenstelling; ook sensors, toegepast voor detectie van radioactieve straling kunnen tot deze categorie worden gerekend.

Ontwikkeling van de sensors

Het in voorgaande paragraaf gegeven overzicht bevat strikt genomen geen sensors maar zg. transducers: omzetters van bepaalde vormen van energie (akoestische, seismische, magnetische enz.) in een elektrisch signaal.

De transducer is als het ware het oog dat naar de buitenwereld kijkt en het waargenomene omzet in een elektrisch signaal dat verder tot relevante informatie wordt verwerkt. Met een sensor wordt

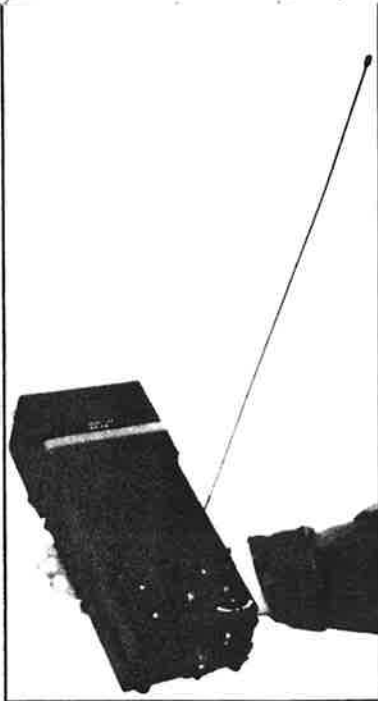
het geheel van transducer en signaalverwerking bedoeld.

Echt revolutionaire ontwikkelingen op het gebied van de transducers hebben zich eigenlijk nauwelijks voorgedaan. Daarentegen zijn de ontwikkelingen op het terrein van de signaalverwerking en op het gebied van de „hardware”-realisatie stormachtig verlopen. Vooral de miniaturisering van elektronische componenten en de mogelijkheid verbeterde signaalverwerkingstechnieken in praktisch hanteerbare vorm te implementeren hebben veel hiertoe bijgedragen. De eerder genoemde beperkingen en tekortkomingen zijn in de loop der tijd dan ook sterk afgenomen; dat wordt duidelijk als wij het verloop van de technische ontwikkelingen volgen.

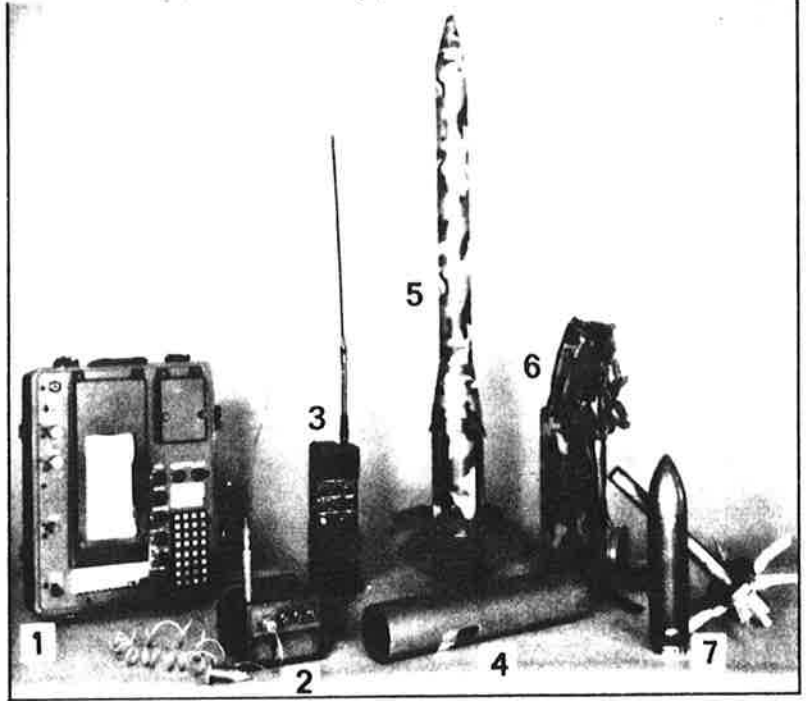
De belangrijkste trend is ongetwijfeld de verplaatsing van de informatie-extractie geweest: het „uitluisteren” en interpreteren van de signalen gebeurt niet meer door een operator bij het controlestation, maar vindt voor een groot deel in de sensor plaats. De sensor is dus voorzien van een „brein”. Dat biedt de mogelijkheid in de sensor de gewenste informatie uit het signaal af te leiden. Het is dus niet meer nodig constant het microfoon-signaal via het radiokanaal te versturen, maar in plaats daarvan bijvoorbeeld slechts het antwoord op de vraag: „wat kwam daar voorbij, wat was de snelheid en in welke richting verplaatste het zich?”.

Het moge duidelijk zijn dat het versturen van een dergelijk bericht in zeer korte tijd kan worden gedaan. Dat betekent dat zowel de kwetsbaarheid door het lang „in de lucht” zijn, als het probleem van het beperkte batterijvermogen aanzienlijk zijn gereduceerd. De inspannende en eentonige werkzaamheden van de operator bij het controlestation zijn hierdoor eveneens sterk verminderd. De taak van de operator is daardoor geworden: het combineren van de berichten, afkomstig van een groot aantal sensors, en het vertalen ervan naar militair relevante informatie.

Als laatste beperking in het voorbeeld van de microfoon is de nadelige beïnvloeding van omgevingslawaai genoemd. In zijn algemeenheid heeft iedere sensor last van omgevingsruis; daaraan is in principe weinig te veranderen, wèl is de gevoeligheid van de sensor voor diverse soorten achtergrondruis te verminderen. Te denken valt dan bv. aan een windkapje op de microfoon, maar ook

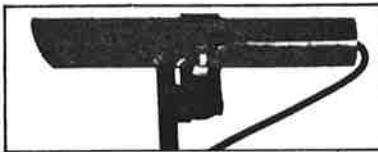


Afb. 3 Sensor (van Hermes), zonder transducer maar inclusief signaalverwerking, zender en batterij



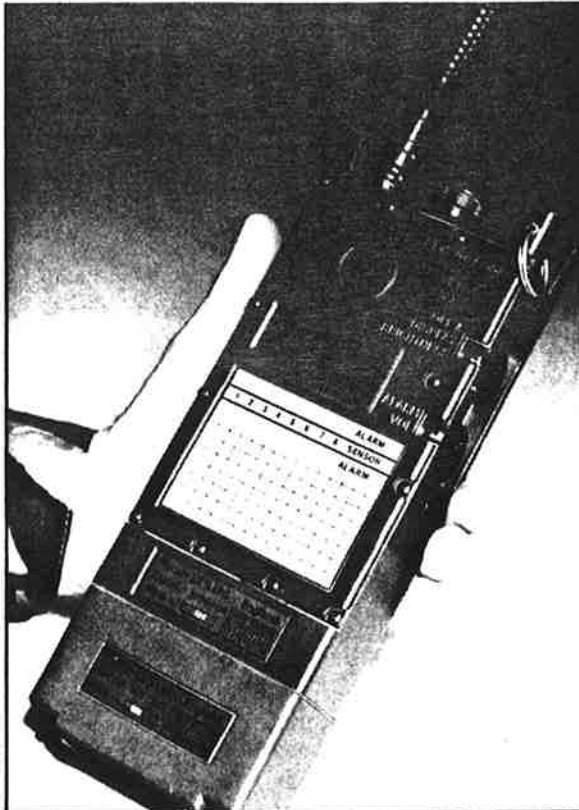
Afb. 6 Enkele onderdelen van Rembass
1 controlestation, 2 seismische/akoestische

sensor, 3 draagbare monitor, 4-7 diverse uitvoeringen van sensors en „repeaters”



Afb. 4 Infraroodsensor (Hermes)

Afb. 5 Draagbare monitor van Classic



met signaalverwerkingstechnieken is heel wat te bereiken. Bovendien kunnen diverse typen sensors slim worden gecombineerd. Wanneer bijvoorbeeld door akoestische omgevingsruis het microfoonkanaal tijdelijk geen of geen betrouwbare informatie levert, hoeft een ander type sensor daarvan nog geen last te hebben; een sensor uit een van de andere categorieën is immers in het algemeen niet gevoelig voor akoestische energie.

Huidige stand van zaken

In het voorgaande is geschetst hoe uit de problemen die zich in de Vietnam-oorlog voordeden, grondsensorsystemen zijn ontwikkeld; het is te verwachten dat die ontwikkelingen zullen doorgaan en dat het aantal toepassingen zal toenemen. De systemen zijn in het algemeen modulair opgebouwd zodat, afhankelijk van de toepassing, een zo optimaal mogelijk werkend systeem kan worden samengesteld. Enkele typische toepassingen zijn bijvoorbeeld:

- verzamelen van informatie over vijandelijke troepenbewegingen („route surveillance”);
- bewaken van potentiële helikopterlandingsplaatsen („heli landing zone surveillance”);
- bewaken van wegen en verkeersknooppunten („route surveillance”);
- detecteren en eventueel lokaliseren van indringers („intrusion detection”);

- opsporen van doelen („targeting”);
- „cueing”.

Bij de laatstgenoemde toepassing kan bijvoorbeeld worden gedacht aan de mogelijkheid RPV's in te zetten op grond van informatie die het grond-sensorsysteem levert. Op basis van ruwe informatie kunnen dan RPV's gericht worden ingezet die waar nodig gedetailleerde informatie verstrekken. Op deze wijze kunnen de relatief duurdere en kwetsbare RPV's efficiënter worden gebruikt.

Een paar bekende voorbeelden van systemen die òf nog in ontwikkeling òf zelfs al op de markt zijn:

- PEWS (Platoon early warning system);
- CLASSIC (Covert local area sensor system for intruder classification);
- DISC (Direction indicating seismic classifier);
- SADISC (Site adaptive DISC);
- REMBASS (Remotely monitored battlefield sensor system);

- HERMES (remote ground sensor system);
- TRSS (Tactical remote sensor system).

De afbeeldingen 3 t/m 6 tonen onderdelen van enkele van de genoemde systemen.



Het valt buiten het bestek van dit artikel een uitvoerige beschrijving van, of een waardeoordeel over, deze of andere systemen te geven; van de meeste verschijnen trouwens regelmatig publicaties in de bekende tijdschriften. Wat in elk geval wel van alle systemen mag worden gesteld is dat het handzame, relatief goedkope, passieve middelen zijn die zinvol bij diverse gevechtsveldbewakingstaken kunnen worden ingezet. Wat alle systemen ook gemeen hebben is het feit dat hun prestatie mede afhangt van de lokale omgevingscondities; vooral hierop zal het verdere onderzoek zich concentreren.

