

Robots in het veld

dr. ir. E.J.A. van Zijderveld, dr. M.G. Maris en D.M. Brongers – luitenant-kolonel der cavalerie*

Inleiding

Twintig explosiebestendige robots die Tora Bora-achtige grotten binnenrijden, onderzoeken of er zich mensen in de grotten bevinden, gezamenlijk als mobiele 'relays' zelfstandig een communicatieketen met de buitenwereld in stand houden en relevante detecties doorgeven.

Of veertig onderwaterrobots die in de landingscorridor van een 'bruinwateroperatie' eerst vijandelijke mijnen opsporen, en zich vervolgens hergroeperen tot een beschermend gordijn van bevriende onderwatermijnen. Of een groep verkennersrobots in een stad, van bovenaf gecoördineerd door vliegende robots die boven de stad zweven...

Zijn dit de visies van Nederlandse militairen op toekomstig optreden met multi-robotsystemen? Of zijn er totaal andere ideeën over het toekomstige gebruik van robots bij militaire operaties? Zien Nederlandse militairen eigenlijk wel iets in robots?

* Van Zijderveld en Maris zijn als wetenschappelijk medewerker verbonden aan TNO Fysisch en Elektronisch Laboratorium. Brongers is commandant van het Kenniscentrum Grondgebonden Manoeuvre van het OTCMAN.

1 *Militaire Spectator*, 172 (2003) (7/8), p. 376 ev.

2 De vertegenwoordigers waren werkzaam bij KC-OTCMAN, KC-GOC, DMKM/WCS, DMKM/MARTECH en HKKLu/ABI.

Deze vragen dringen zich wellicht op na lezen van het artikel over multi-robotsystemen (MRS) in een eerder nummer van de *Militaire Spectator*.¹ Om licht op deze zaak te laten schijnen, heeft TNO in december 2002 een workshop georganiseerd. In deze workshop hadden vertegenwoordigers van de drie grote krijgsmacht-delen de gelegenheid om gezamenlijk te brainstormen over toepassingsmogelijkheden van MRS, in concrete scenario's.

In dit artikel worden de bevindingen van die brainstorm samengevat. We behandelen vooral visies op de mogelijkheden en de grenzen van militaire toepassingen van MRS, zoals militairen van de grote krijgsmacht-delen die nu hebben. Wellicht zullen deze visies ook uw eigen opvattingen beïnvloeden.

Multi-robotsystemen

Het eerder genoemde artikel in de *Militaire Spectator* gaf een algemene impressie van MRS en van de huidige status van internationaal onderzoek op dit terrein. Samenvattend kan worden gezegd dat MRS een groep samenwerkende robots is, waarbij de mens op het hoogste operationele niveau de uit te voeren taken bepaalt.

Kenmerkend is de onderlinge coördinatie tussen de robots in de groep. Deze robots kunnen allemaal grondrobots zijn, maar ook een combinatie van grondrobots en vliegende robots,

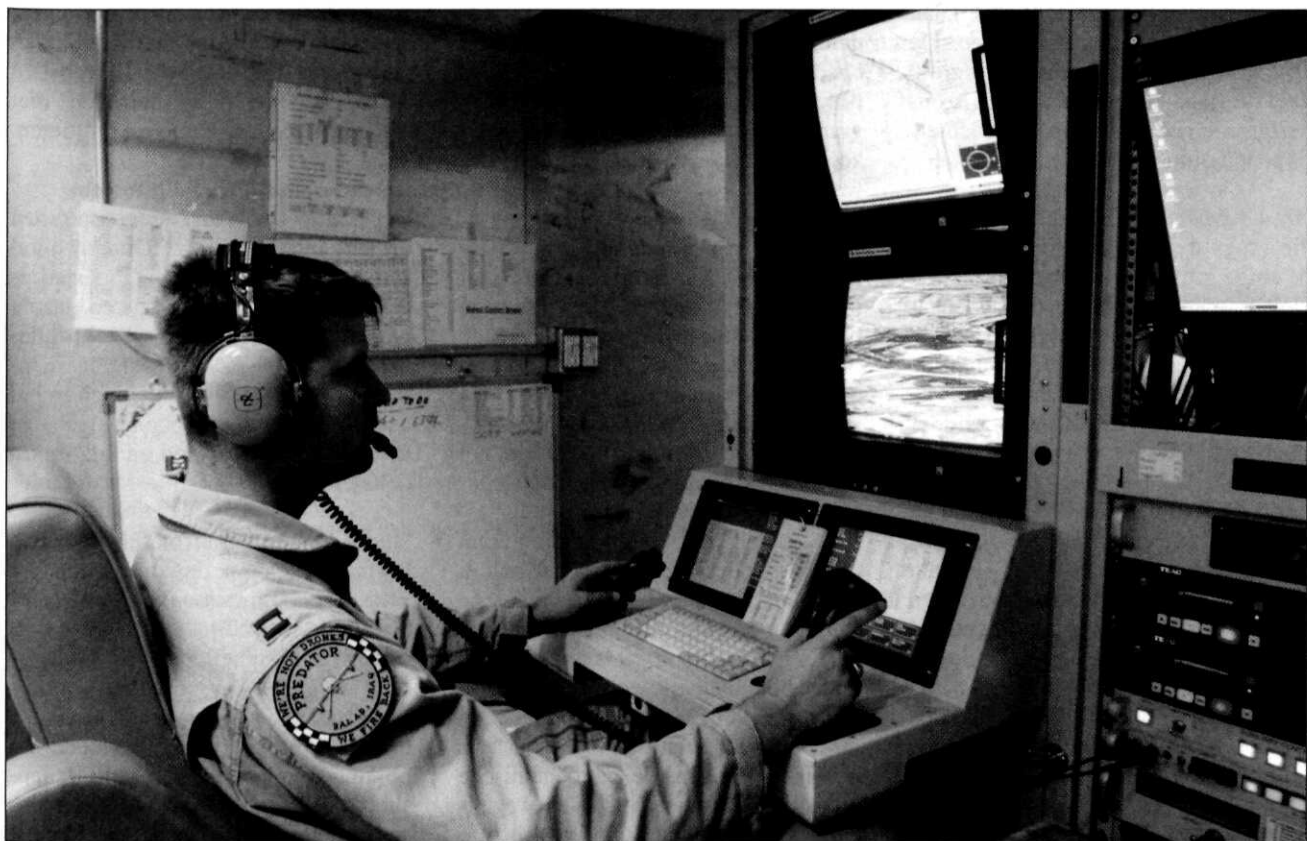
van onderwaterrobots en oppervlak-terobots, of een willekeurige andere combinatie.

Dergelijke groepen robots kunnen in de verre toekomst (vanaf 2025 schat men) sommige taken beter uitvoeren dan nu mogelijk is met mensen, of kunnen nieuwe taken uitvoeren die nu nog niet mogelijk zijn. Er bestaat al veel onderzoek naar MRS, en enkele experimentele systemen zijn reeds gerealiseerd. Vooral in de VS lopen diverse initiatieven op dit gebied. Echter, de behaalde resultaten zijn nog niet zodanig dat we binnenkort in het veld allerlei groepjes van samenwerkende robots mogen verwachten.

De benodigde technologie staat nog in de kinderschoenen. Toch is het nu al interessant om te bezien of, en zo ja, op welke manier, zij in de toekomst bruikbaar kan zijn voor ons militaire optreden. Dit kan helpen om de juiste middelen te vinden die in de toekomst nodig zullen zijn om onze nieuwe doctrines invulling te geven.

Brainstormsessie

Om eens grondig na te denken over militaire inzetmogelijkheden en onmogelijkheden van MRS, is eind 2002 een workshop met brainstormsessie georganiseerd. In deze brainstormsessie waren – zoals gesteld – de drie grote krijgsmacht-delen (landmacht, luchtmacht en marine) vertegenwoordigd.²



Een Amerikaanse luchtmacht-militair manoeuvreert een onbemand Predator-vliegtuig boven Irak in het kader van operatie 'Iraqi Freedom', juli 2004 (Foto: U.S. Air Force, C.A. Young; collectie: IMG/KI)

Gezamenlijk hebben zij nagedacht over toepassingsmogelijkheden van MRS in concrete scenario's. De doelstelling van de brainstormsessie was om de Nederlandse ideeën over militaire toepassingen van MRS te identificeren.

De resultaten van deze workshop beschrijven wij hierna.

Fictief scenario voor 'joint' militair optreden

De basis voor de brainstormsessie was een fictief scenario voor een 'joint' militair optreden. Binnen dit scenario zijn twee verschillende 'snapshots' ofwel relevante momenten geïdentificeerd om op typische inzetmogelijkheden voor MRS te onderzoeken.

De twee 'snapshots' betreffen een landing, en een optreden in verstedelijkt gebied in combinatie met chemische branden. Een derde 'snapshot',

een optreden in bergachtig terrein, was ook voorzien, maar kon wegens tijdgebrek helaas niet worden uitgewerkt. Details over het scenario worden verderop gegeven.

De werkwijze voor beide 'snapshots' was steeds gelijk. Voor ieder 'snapshot' hebben de deelnemers, na uitleg over het 'snapshot', eerst gebrainstormd over de militaire taken. Het doel hiervan was om gezamenlijk vast te stellen welke taken relevant zijn voor het 'snapshot', nog los van de vraag of het mogelijk dan wel wenselijk is daarvoor MRS te gebruiken.

Hierbij is de computerondersteuning in de *Group Facility Room* (GFR) van TNO-FEL gebruikt. Dit leverde voor ieder 'snapshot' een uitgebreide lijst met taken op. Daarna heeft iedere deelnemer middels de computerondersteuning gestemd over de mate waarin hij dacht dat MRS geschikt zouden zijn voor de diverse taken.

Vervolgens is plenair de uitslag van de stemming doorgenomen, en hebben de deelnemers besloten welke taken daadwerkelijk moesten worden uitgewerkt. Ten slotte hebben de deelnemers voor die geselecteerde taken gebrainstormd over visies op complete multi-robotsystemen.

De basis voor de brainstorm over militaire taken was het scenario waarin het nationale leger van land C een machtsgreep had gedaan, om de huidige monarchie door een republiek te vervangen. Het leger ontvangt daarbij steun van rebellen. De monarch heeft de hulp ingeroepen van internationale troepen om het leger en de rebellen te verdrijven, en om de monarchie te herstellen.

Geografische kenmerken

Uiteraard was er gekozen voor bepaalde geografische kenmerken. Hoge en slecht begaanbare bergketens om-

ringen vrijwel het gehele land, en aan de zuidzijde grenst het aan zee. De kustlijn bestaat voor het overgrote deel uit hoge kademuren, met uitzondering van een stuk strand met achterliggende duinenrijen.

Het land heeft slechts één grote weg, die langs diverse kleinere dorpen en de enige grote stad van het land loopt. Ook is er een weg van de stad naar een uitloper van de bergen. De stad ligt ongeveer drie kilometer achter de kustlijn. Het land heeft één haven, van geringe omvang, die is omringd door hoge kademuren.

Land C is alleen goed te benaderen over zee, vanwege de hoge bergketens rondom. Het nationale leger bewaakt de kustlijn, en de rebellen bevinden zich in de stad. De rebellen bewaken de orde in de stad en bewaken de petrochemische industrie aan de stadsrand. Reservetroepen van de rebellen houden zich vooralsnog schuil in de uitlopers van de bergen.

De te hulp geroepen internationale troepen krijgen als mandaat opgedragen:

- neutraliseer het nationale leger;
- ontwapen de rebellen;
- stabiliseer de situatie zodanig dat de monarchie hersteld kan worden.

In het scenario zijn zoals gezegd drie 'snapshots' onderscheiden.

De landing

Het eerste 'snapshot' is de landing. De internationale gemeenschap heeft namelijk besloten gehoor te geven aan het verzoek van de monarch door een internationale troepenmacht te sturen. Het doel van de internationale troepenmacht in dit 'snapshot' is het nationale leger te neutraliseren en een veilige toegang tot land C te creëren voor de rest van de internationale troepenmacht.

Hiervoor moet zij een landing vanuit zee uitvoeren. De eigen middelen van de internationale troepenmacht bestaan uit landingsvaartuigen met kanon, bewapende helikopters, mari-

niers met eigen bewapening en middelen, een fregat, een vliegdekschip en diverse MRS. Het nationale leger beschikt over tanks, mortieren, handgranaten, luchtafweergeschut, onderzeeërs en infanteristen met eigen bewapening.

Optreden in verstedelijkt gebied

Het tweede 'snapshot' is een optreden in verstedelijkt gebied. Aannee hierbij is dat de landing van het eerste 'snapshot' is geslaagd en dat daarbij het nationale leger van land C is verslagen. Nu de internationale gemeenschap via zee vrije toegang heeft, is het doel de stad te zuiveren van rebellen.

In reactie op de landing van de internationale gemeenschap, hebben de rebellen echter de petrochemische industrie aan de stadsrand in brand gestoken. Onduidelijk is nog welke installaties precies branden en wat de consequenties zijn voor volksgezondheid en milieu. Veiligheidshalve moet de bevolking rondom de petrochemische industrie geëvacueerd worden wegens het gevaar van chemische rampen.

Doel van de internationale troepenmacht in dit 'snapshot' is derhalve de rebellen in stedelijk gebied te lokaliseren, te arresteren en te ontwapenen, en de burgers te evacueren. De eigen middelen van de internationale troepen-

macht bestaan uit pantservoertuigen, mariniers met eigen bewapening en middelen, en diverse MRS. De rebellen beschikken over infanteristen met eigen bewapening, tanks en mortieren.

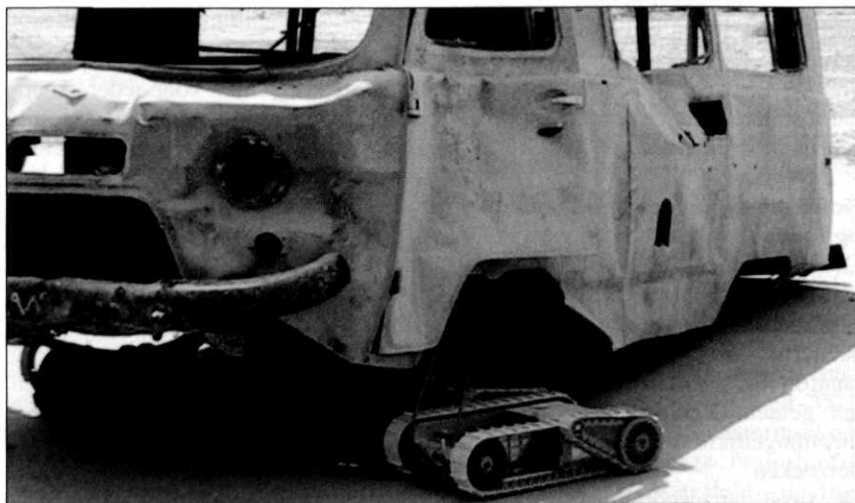
Optreden in bergachtig terrein

Het derde 'snapshot' is een optreden in bergachtig terrein. Uitgangspunt van dit 'snapshot' is dat de stad is gezuiverd van de rebellen en dat de brand in de petrochemische installaties is bedwongen. Doel van dit 'snapshot' is om de rebellen die zich in het bergachtig terrein hebben verschanst te lokaliseren en levend uit het terrein te halen.

Onder de teruggetrokken rebellen bevinden zich ook de kopstukken, die voor het internationale gerechtshof dienen te verschijnen. De verwachting is dat de rebellen zich schuilhouden in grottenstelsels met ondergrondse rivieren en ondergrondse meren. Wellicht ten overvloede zij nogmaals opgemerkt dat dit 'snapshot' niet is gebruikt tijdens de brainstormsessie.

De landing

Het eigenlijke werk van de workshop begon met de brainstorm over de taken in het eerste 'snapshot', de lan-



De Packbot-robot is voor het eerst ingezet in operatie 'Iraqi Freedom' en wordt gebruikt om op afstand vijandelijke militairen op te sporen

(Foto: Information Management Task Force, T.L. Rider; collectie: IMG/KI)

Tabel 1: Uitslag stemming relevante taken voor MRS in 'snapshot' 1 - De landing

Taak	Gemiddelde	#0	#1	#2	Totaal	SDV
1 Verken de stellingen van het nationale leger	1.88	0	1	7	15	0.35
2 Verken de omgeving van de landingsplaats op aanwezigheid van het nationale leger en/of de rebellen	1.88	0	1	7	15	0.35
3 Verkenning boven op en onder water	1.88	0	1	7	15	0.35
4 Verken de zeeroute naar het land	1.75	0	2	6	14	0.46
5 Stoor het gebruik van het EM-spectrum van de tegenstander	1.75	0	2	6	14	0.46
6 Breng de hindernissen/terrein in kaart op land	1.63	0	3	5	13	0.52
7 Controleer de verbindingswegen in de buurt van de landingsplaats	1.50	1	2	5	12	0.76
8 Meteo activiteiten	1.50	1	2	5	12	0.76
9 Waar kan ik special forces droppen om terugtochtsroutes te verzieken	1.38	1	3	4	11	0.74
10 Creëer een veilige corridor in zee voor de landing	1.25	1	4	3	10	0.71
11 Beveilig zee (oppervlak) rondom eigen schepen	1.25	1	4	3	10	0.71
12 Verkennen locaties van burgers	1.25	2	2	4	10	0.89
13 Beveilig zee (onderwater) rondom eigen schepen	1.13	2	3	3	9	0.83
14 Spoor hoofdkwartier leger op	1.13	2	3	3	9	0.83
15 Neutraliseer C2 faciliteiten van de legercommandant	1.00	3	2	3	8	0.93
16 Creëer luchthegeemonie	1.00	3	2	3	8	0.93
17 Na neutraliseren van het nationale leger bevoorrading en extra troepen aanvoeren	0.75	4	2	2	6	0.89
18 Voer interdictie lucht aanvallen uit op de vitale verbindingroutes	0.63	4	3	1	5	0.74
19 Schakel de hindernissen over zee uit	0.63	5	1	2	5	0.92
20 Schakel de hindernissen op land uit	0.63	5	1	2	5	0.92
21 Schakel logistieke installaties uit	0.63	5	1	2	5	0.92
22 Neutraliseer de stellingen van het nationale leger	0.50	5	2	1	4	0.76
23 Informeer de bevolking en de soldaten en rebellen om ze over te halen zonder actie de (hopeloze) strijd te voorkomen	0.38	6	1	1	3	0.74
24 Neutraliseer onderzeeërs	0.25	6	2	0	2	0.46

ding. Dit is de eerste stap in de gehanteerde werkwijze. Deze brainstorm resulteerde in een lijst van 44 taken. Hoewel dit natuurlijk een verheugend groot aantal was, bleek het toch te veel voor een goede stemming over de relevantie van de taken voor MRS. Daarom is de lijst teruggebracht tot de 24 taken die zijn genoemd in tabel 1. Dit is gedaan door vrijwel identieke taken samen te voegen.

Het stemmen over de relevantie van de 24 taken voor MRS resulteerde in de scores van tabel 1. In deze tabel staat in de eerste kolom de taak, in de tweede de het gemiddeld aantal punten dat de taak kreeg, in de daaropvolgende drie kolommen het aantal keren dat een deelnemer aan betreffende taak 0, 1 of 2 punten gaf. Hierbij geeft 0 punten aan dat de deelnemer MRS niet van toepassing vindt voor de taak, 1 punt betekent gering toepasbaar en 2 punten betekent goed toepasbaar. Per taak toont tabel 1 ook het totaal aantal punten dat de taak kreeg, en de standaardafwijking van de toegekende punten.

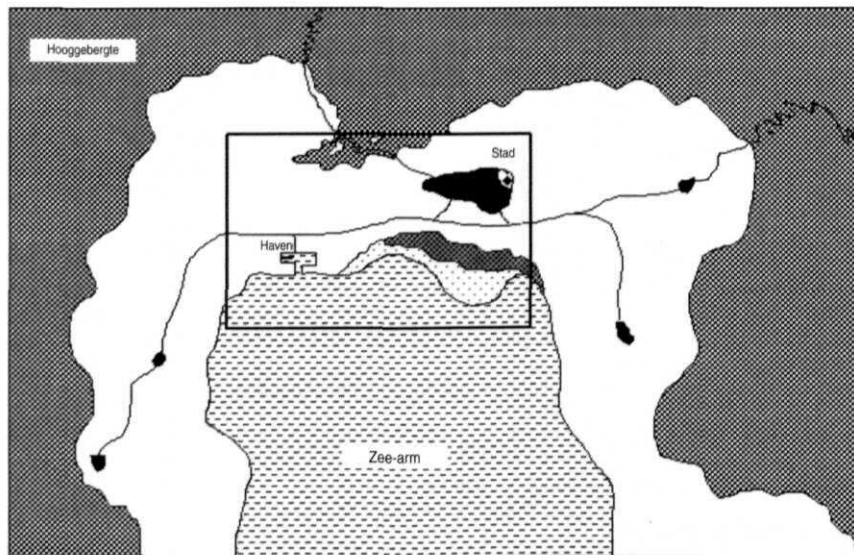
Uit de stemming bleek dat de deelnemers geen toepassing zagen voor MRS bij bewapende acties met niet-omkeerbare gevolgen (taak 15, 18-22 en 24) of bij het verspreiden van informatie naar mensen (taak 23). Achter-

liggende gedachte bij deze aversie tegen bewapende acties is het gebrek aan vertrouwen in robots, ook als de wapens van de robots op afstand door mensen worden bediend.

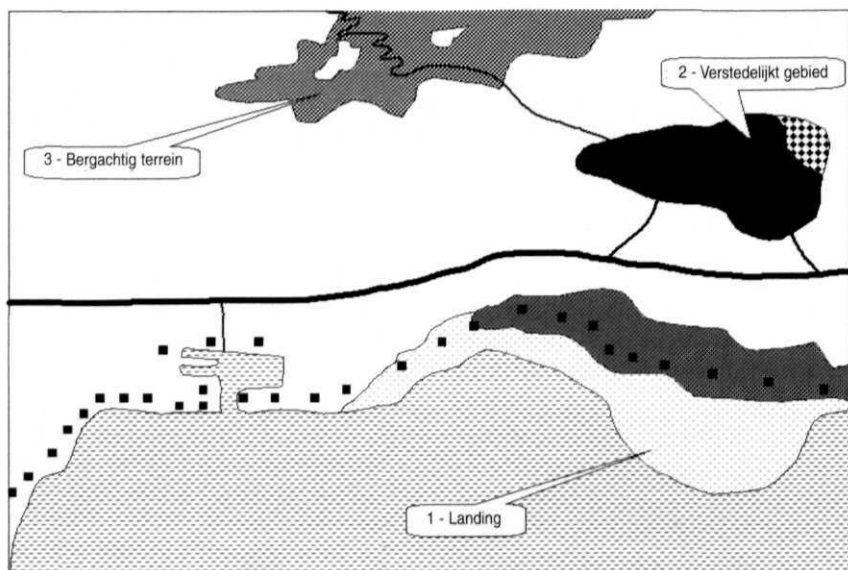


Een militair van het Amerikaanse '101st Military Intelligence Battalion' maakt een 'Unmanned Aerial Vehicle' (UAV) klaar voor lancering tijdens operatie 'Iraqi Freedom', september 2004

(Foto: U.S. Army, J.B. Smith; collectie: IMG/KL)



Figuur 1: Totaalkaart van land C



Figuur 2: Detailkaart van landings- en operatiegebied

De stemming toont echter ook aan dat de deelnemers wel degelijk goede kansen voor MRS zien bij een paar specifieke taken: verkenningstaken (taak 1-4, 6, 9, 12, 14) en het storen van het vijandelijk EM-spectrum (taak 5).

Op basis van de stemming hebben de deelnemers vier taken geselecteerd waarbij MRS toepasbaar is en die ook voldoende van elkaar verschillen voor interessante variatie in de MRS-toepas-

singen. Geselecteerd werden de volgende taken van tabel 1:

- Taak 1: Verken de stellingen van het nationale leger.
- Taak 5: Stoor het gebruik van het EM-spectrum van de tegenstander.
- Taak 7: Controleer de verbindingswegen in de buurt van de landingsplaats.

- Taak 10: Creëer een veilige corridor in zee voor de landing.

Voor deze taken hebben de deelnemers gebrainstormd over hoe een echte MRS er uit zou moeten zien. Vanwege de omvang beschrijft dit artikel alleen de visies op taak 1 in redelijk detail. De visies op taak 5 en 10 komen minder gedetailleerd aan bod.

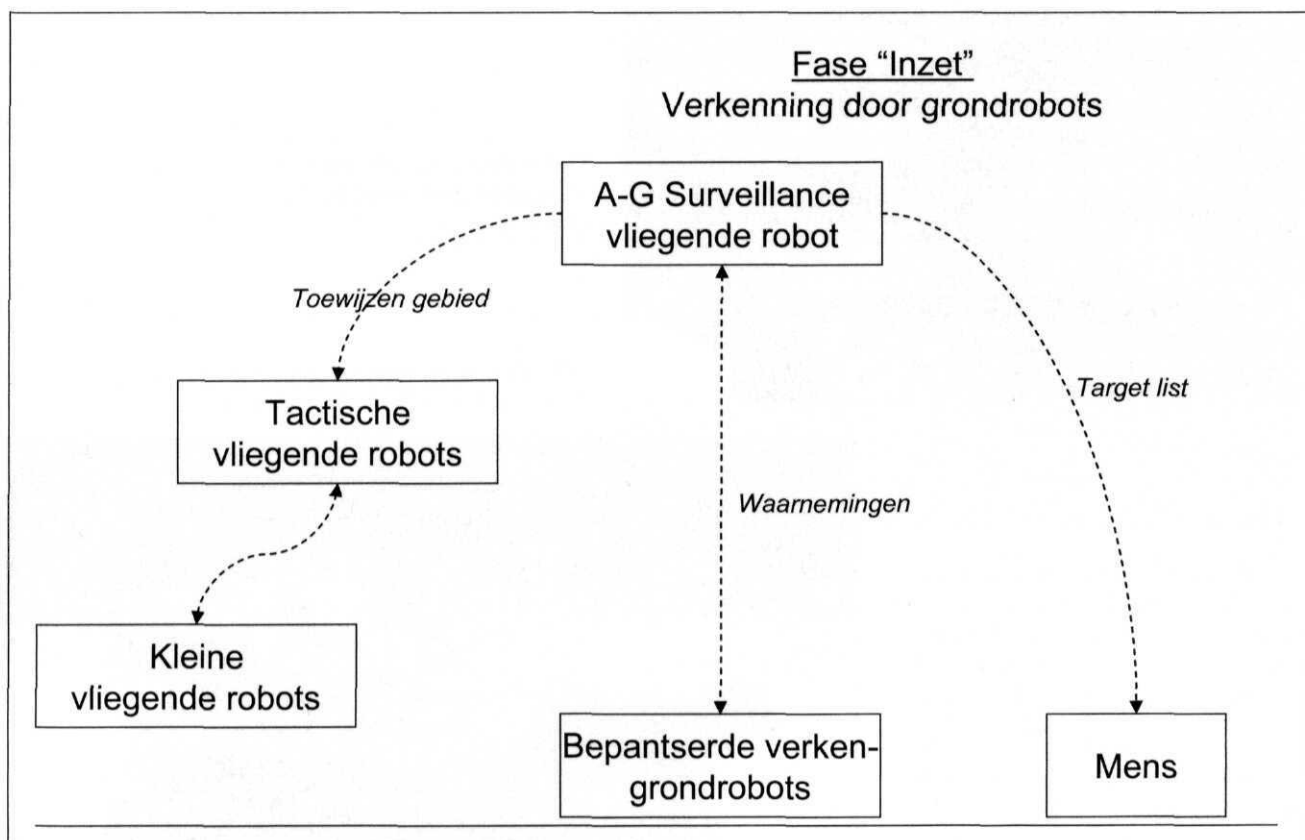
Visies op verkenningen

De brainstorm over de verkenningstaken leverde vijf visies van de deelnemers op. Hoewel iedere visie van elke deelnemer weer uniek was, bleken ze toch terug te brengen tot twee hoofdvarianten.

In de eerste hoofdvariant zijn twee fasen voor de inzet van MRS te onderscheiden: als eerste ontplooiing van de robots, en daarna daadwerkelijke inzet. Tijdens de ontplooiing werpen vliegende robots in of rondom de vijandelijke lijnen kleine grondrobots af. De vliegende robots hebben ieder door de mensen een eigen gebied toegewezen gekregen, waarbinnen ze opereren. Ook de locatie waar de grondrobots werden afgeworpen was volgens de meeste deelnemers met deze variant bepaald door mensen, en dus niet door de robots zelf.

De afgeworpen grondrobots hebben uiteenlopende sensoren, onder andere voor NBC-detectie, meteo-waarneming en terreinverkenning. Sommige deelnemers opperden dat de grondrobots zichzelf konden verplaatsen, maar anderen bedienden zich van statische robots die zich na het afwerpen niet meer konden verplaatsen.

Tijdens de inzet vindt tussen de vliegende en de grondrobots veel communicatie plaats, aangezien grondrobots veel waarnemingen doorgeven aan de vliegende robots. Maar veel minder communicatie vindt plaats tussen de vliegende robots en de mensen, aangezien vliegende robots de synthese van de waarnemingen door



Figuur 3: Verkenning onder 'snapshot' landing (variant 2)



Een onbemand Predator-toestel vliegt boven zee tijdens een Amerikaanse oefening (1995). Het verschaft tijdens zijn vlucht 'near-real-time' beelden aan het schip en is in staat vijftig uur non-stop te vliegen

(Foto: U.S. Department of Defense; collectie: IMG/KI)

de grondrobots uitvoeren en alleen essentiële gegevens aan de mensen doorgeven.

Volgens sommige deelnemers vindt maar weinig communicatie plaats tussen vliegende robots en de mens,

omdat de vliegende robots pas na terugkomst op de basis hun waarnemingen overdragen wegens de doorgaans beperkt beschikbare bandbreedte.

In de tweede variant zijn meer lagen robots te onderkennen. Centraal in deze variant staat een relatief grote, vliegende Air-to-Ground (A-G) surveillance robot, zie figuur 3. Deze coördineert een aantal tactische vliegende robots, waarbij hij die tactische robots een onderzoeksgebied toewijst. Deze tactische robots kunnen weer een aantal kleinere vliegende robots aansturen voor gedetailleerde detectie en classificatie van potentiële doelen.

Deze kleinere vliegende robots genereren de 'target list' met bijbehorend beeldmateriaal, en geven dat via de tactische robots door aan de A-G surveillance robot. Deze A-G surveillance robot filtert uit deze informatie het



Links: Demonstratie van een CAT onbemand voertuig

(Collectie: IMG/KL)

beeldmateriaal met voldoende kwaliteit voor identificatie, en levert onder meer op basis hiervan een 'target list' aan de mensen, voorzien van goede kwaliteit beeldmateriaal. Ter aanvulling zijn er ook nog relatief grote, bepantserde grondrobots die het strand en de directe omgeving daarvan onderzoeken.

Essentiële elementen

Uit deze vijf visies is een aantal elementen te destilleren die de deelnemers belangrijk vonden in MRS die verkenningen uitvoeren. Deze essentiële elementen zijn:

- Vliegende robots en grondrobots moeten samenwerken.
- Vliegende robots coördineren.
- Vliegende robots werpen grondrobots uit, vanuit de lucht.
- Het te verkennen gebied moet in deelgebieden worden opgedeeld. Iedere vliegende robot heeft één eigen deelgebied.
- Sensoren van uiteenlopende soort moeten worden gecombineerd.
- Communicatie tussen robots en mensen moet worden beperkt. Hiervoor zijn twee manieren:
 - laat de robots zelf hun waarnemingen filteren; geef aan de mens alleen relevante, geaggregeerde informatie door;
 - laat de robots zelf hun onderlinge coördinatie verzorgen; laat de mens de robots alleen op geaggregeerd niveau aansturen.



Onder: Een onbemand grondtoestel (ugv)

(Foto: U.S. Marine Corps; collectie: IMG/KL)

- Specialisatie van robots is van groot belang, bijvoorbeeld voor detectie/classificatie of voor verkenning.

Visies op storen EM-spectrum

Interessant waren ook de visies op een andere taak: storen van het EM-spectrum van de tegenstander (taak 5 in de 'snapshot' landing). De visies op deze taak zijn eveneens op te delen in twee varianten.

In de eerste variant bevinden de eigen stoorrobots zich op de grond. De robots zijn relatief klein, en zijn uitgeworpen vanuit vliegende robots. De uitwerplocaties zijn bepaald door mensen, maar de vliegende robots maken zelf de eerste voorstellen voor

de afwerklocaties, wanneer zij het vijandelijke gebied in kaart brengen en analyseren op vijandelijke zenders.

Na het uitwerpen dirigeren de vliegende robots de stoorrobots op de grond naar hun precieze positie. De stoorrobots zijn in staat om bij gevaar (bijvoorbeeld wanneer ze onder vuur liggen) opzij te springen. De vliegende robots kunnen de stoorrobots ook waarschuwen voor dreigend gevaar, zodat de stoorrobots preventief opzij kunnen springen. De mens bepaalt uiteindelijk het moment waarop de stoorrobots gaan storen.

In de tweede variant vliegen de stoorrobots. Zij vliegen boven vijandelijk gebied, en coördineren zelf onderling de te storen vijandelijke zenders. De mensen geven weliswaar aan op

Tabel 2: Uitslag stemming relevante taken voor MRS in 'snapshot' 2 - Verstedelijk gebied

Taak	Gemiddelde	#0	#1	#2	Totaal	SDV
1 Bepaal aard van chemische dreiging / type brand / besmettingsrisico	2.00	0	0	7	14	0.00
2 Controleer (beheers) alle in- en uitgaande wegen (om te voorkomen dat rebellen stad verlaten / inkomen)	1.86	0	1	6	13	0.38
3 Bepaal weersomstandigheden i.v.m. verspreiding gassen etc	1.71	0	2	5	12	0.49
4 Bepaal posities rebellen	1.43	1	2	4	10	0.79
5 Monitor of delen van de stad dien inmiddels veilig zijn verklaard dat ook blijven	1.43	1	2	4	10	0.79
6 Blus de brand	1.43	1	2	4	10	0.79
7 Bepaal gevarenzone rondom petrochemische industrie	1.43	2	0	5	10	0.98
8 Verken (infra)structuur van stedelijk gebied	1.29	1	3	3	9	0.76
9 Beveilig eigen middelen	1.29	1	3	3	9	0.76
10 Evacueer alle burgers uit gevarenzone rondom petrochemische industrie/rebellenlocaties	0.86	3	2	2	6	0.90
11 Breng verkeers- transportmogelijkheden in kaart	0.86	3	2	2	6	0.90
12 Voer InfoOps uit	0.71	3	3	1	5	0.76
13 Bepaal risicoanalyse m.b.t. eigen inzet explosieven evt in combinatie met chemie	0.71	4	1	2	5	0.95
14 Verken aanwezige communicatiemiddelen voor eigen gebruik	0.57	4	2	1	4	0.79
15 Voer targeting uit, denk in effecten (S/G9)	0.43	5	1	1	3	0.79
16 Meer nog dan in andere scenario's moet ik kunnen discrimineren tussen burgers, en vijandige en eigen troepen	0.14	6	1	0	1	0.38
17 Arresteer en ontwapen alle rebellen in het stedelijk gebied	0.00	7	0	0	0	0.00
18 Onderhandel en maak afspraken met lokale overheden	0.00	7	0	0	0	0.00

welke banden de robots moeten storen, maar het precieze moment waarop ze gaan storen en de optimale positie bepalen de vliegende robots zelf.

Visies op creëren veilige corridor

Verrassend waren de visies op het creëren van een veilige corridor in zee voor de landing (taak 10 uit de 'snapshot' landing). De visies op deze maritieme taak zijn grosso modo op te delen in twee hoofdvarianten.

In de eerste hoofdvariant zijn twee fasen voor de MRS-inzet te onderscheiden: ruimen en beschermen. Bij het ruimen gaat een grote groep onderwaterrobots zeemijnen in de landingscorridor ruimen. Deze robots communiceren onderling voor een zo efficiënt mogelijk zoekpatroon. De hoeveelheid communicatie moet hierbij echter minimaal zijn, vanwege de beperkte bandbreedte onder water.

Na het ruimen van de zeemijnen beginnen dezelfde robots aan de fase beschermen, en vormen zelfstandig een eigen mijnennetwerk ter bescher-

ming van de corridor. Bijzonder is dat deze robots zich kunnen hergroeperen afhankelijk van de situatie. Bijvoorbeeld om een verzadigingsaanval op een bepaald punt te doorstaan, verplaatsen de onderwaterrobots zich naar het aanvalspunt.

Aan de oppervlakte bevinden zich ook varende robots op de grenzen van de corridor, om eventuele vijandige oppervlakteschepen te bestrijden. Op het einde van de operatie verzamelen de robots zich weer op een afgesproken punt.

In de tweede hoofdvariant imiteren grote aantallen oppervlakterobots echte schepen. In eerste instantie imiteren groepen dicht bij elkaar varende robots een groot schip, en daarna splitsen ze zich in meerdere groepen dicht op elkaar varende robots die landingsvaartuigen imiteren. Bij de kust aangekomen, splitsen deze geïmiteerde landingsvaartuigen zich in individuele robots, die de

kuststrook controleren op mijnen. Vervolgens kunnen de individuele robots, die amfibisch zijn, het strand oprijden en posities innemen om de later landende troepen te beschermen. In een later stadium van de operatie kunnen de amfibische robots voorraden aan land brengen.

Overige visies

De verdere brainstorm gaf een veelheid aan visies op MRS voor taak 7 uit



Amerikaanse mariniers testen een UAV (de 'Dragon Eye') waarmee ze over de volgende heuvel kunnen zien

(Foto: U.S. Marine Corps; collectie: IMG/KI)

tabel 1 (controleren van verbindingswegen in de buurt van de landingsplaats), en voor taak 1, 2, 3, 4 en 6 uit tabel 2 (bepalen van de aard van de brand of chemische dreiging; controleren wegen; bepalen weersomstandigheden; bepalen posities rebellen en blussen brand). De taken uit tabel 2 horen bij het 'snapshot' optreden in verstedelijkt gebied, waarvan enkele visies hieronder kort worden beschreven.

Voor het bepalen van de aard van de brand of de chemische dreiging, gingen de meeste visies uit van *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV's) die gericht grondsensoren uitwerpen. De UAV's bepalen de beste uitwerplocaties, op basis van onder meer de windrichting en het vermoede type besmetting. De uitgeworpen grondsensoren rapporteren hun metingen aan de UAV's, die hun informatie weer aan het bemande controlestation doorgeven.

Op basis hiervan ontstaat het totaalbeeld van het type brand en de besmetting. Hoewel de diverse robots en sensoren onderling en gelaagd communiceren, benut deze toepassing slechts in beperkte mate de mogelijkheden van een MRS, vanwege het statische karakter van uitgeworpen sensoren.

Het controleren van wegen rondom de steden gebeurde veelal met UAV's die vanuit de lucht potentieel verdachte voertuigen detecteren, en vervolgens aan bij de kruisingen van wegen opgestelde *Unmanned Ground Vehicles* (UGV's) detailinformatie over deze voertuigen vragen. Door tussenkomst van een bemande commandopost kan vervolgens aan de (veelal gepantserde) UGV's opdracht worden gegeven om de weg te blokkeren of gericht vuur uit te brengen.

Om de posities van rebellen te bepalen, rijden vele kleinere UGV's door de



Een onbemand toestel (de 'Owl MK II') van de Amerikaanse marine scheert over het water tijdens een verkenningsoefening (1998)

(Foto: U.S. Marine Corps, T.A. Pope; collectie: IMG/KL)

stad. Hun routes worden gecoördineerd door boven de stad vliegende UAV's. Bij vanuit de lucht duidelijk hekenbare posities, zoals gevechtsoptellingen of barricades, sturen de UAV's hier gericht de UGV's naartoe. De UGV's monitoren verder de gebouwen met radar en/of andere wapendetectors en geven via de UAV's relevante informatie aan de bemande commandopost door, waaronder ook hoge-kwaliteitbeelden.

Conclusies

De brainstorm toont aan dat militairen wel degelijk goede toepassingsmogelijkheden zien van multi-robotsystemen. Hoewel gewapende inzet niet geschikt is voor MRS, liggen er heel goede kansen bij verkenningstaken en bij het storen van het vijandelijke EM-spectrum. Vooral intensieve samenwerking tussen vliegende robots en grondrobots is bij deze taken belangrijk. Aantrekkelijk is ook de inzet van MRS voor het leggen en ruimen van mijnen op land en in water, en voor het controleren van wegen op verdachte bewegingen.

De brainstorm bleek voor de deelnemers verfrissend. Zij hebben nu al een grote variatie aan visies op MRS-

toepassingen gegenereerd. De onderliggende technologieën staan echter nog in de kinderschoenen. Uiteraard zullen de visies in de loop van de tijd nog veranderen, al was het alleen maar door een groeiend inzicht in de beperkingen en mogelijkheden van MRS. Afspraak met de deelnemers was in ieder geval om elkaar regelmatig te informeren over nieuwe ideeën en ontwikkelingen rond MRS.

De visies uit de brainstorm maken dat de auteurs van dit artikel uitkijken naar het moment dat MRS daadwerkelijk hun intrede in het militaire optreden doen. Naar schatting zal dit pas rond 2025 plaatsvinden, maar het zal zeker de moeite waard zijn.

Wij hopen met dit artikel een bijdrage aan ook uw toekomstvisies te leveren. Wellicht is het aanleiding tot ideeën uwerzijds over een nuttige inpassing van MRS in toekomstige doctrines.³

Wie weet – over zo'n twintig jaar peinen we er niet meer over om zelf vijandelijke grotten in te gaan, maar sturen we gewoon weer die twintig trouwe explosiebestendige robots naar binnen om de klus te klaren...

³ Voor nadere informatie over dit onderwerp kunt u contact opnemen met: TNO-FEL, dir. ir. E.J.A. van Zijderveld, Postbus 96864, 2509 JG DEN HAAG.
E-mail: vanZijderveld@fel.tno.nl