

TNO-rapport
TNO-TM 1994 A-52

titel
RPV research simulator

TNO Technische Menskunde

16

Kampweg 5
Postbus 23
3769 ZG Soesterberg

Telefoon 03463 56211
Fax 03463 53977

auteurs
J.E. Korteling
L. van Breda

datum
8 december 1994

Alle rechten voorbehouden.
Niets uit deze uitgave mag worden
vermenigvuldigd en/of openbaar gemaakt
door middel van druk, fotokopie, microfilm
of op welke andere wijze dan ook, zonder
vooregaande toestemming van TNO.

Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
Algemene Voorwaarden voor onderzoeks-
opdrachten aan TNO, dan wel de
betreffende terzake tussen partijen
gesloten overeenkomst.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

aantal pagina's : 19 (incl. bijlagen,
excl. distributielijst)

© 1994 TNO

titel : RPV research simulator
auteurs : Dr. J.E. Korteling en ing. L. van Breda
datum : 8 december 1994
opdrachtnr. : A94/KL/329
IWP-nr. : 788.1
rapportnr. : TNO-TM 1994 A-52

Binnen het nieuwe takenpakket van de krijgsmacht vervullen supervisietaken en crisisbeheersingsoperaties in onbekende en moeilijk toegankelijke gebieden een belangrijke rol. Bij de keuze van middelen om dit pakket te realiseren zal de voorkeur uitgaan naar systemen die in het gehele scala aan inzetopties van de Koninklijke Landmacht doelmatig en doeltreffend kunnen worden ingezet. Vanwege het grote aantal toepassingsmogelijkheden en de snelle technologische ontwikkeling op het gebied van semi-autonome (deel)systemen zal de inzet van afstand-bestuurde voertuigen (RPV's) in dit verband groeien. RPV's bieden daarnaast een goede mogelijkheid om op personeel te besparen en (daarmee) risico's te verlagen. Effectieve inzet van RPV's wordt echter bemoeilijkt door een aantal *human-factors* complicaties op het gebied van waarneming en besturing. Deze complicaties komen voort uit het feit dat de operator indirect met het voertuig en de omgeving ervan in contact staat, via een interface die slechts een deel van het totaal aan potentieel beschikbare informatie op kunstmatige wijze presenteert. Deze problemen kunnen de effectiviteit van RPV missies aanzienlijk beperken. Dit geldt met name voor de low-level aspecten van voertuigbediening, camerabediening en beeldinterpretatie en voor de training en opleiding van operators die in teams moeten kunnen opereren. Om de kennis te vergroten en vragen te kunnen beantwoorden inzake besturings- en waarnemingsproblemen van RPV interfaces en om mogelijke oplossingen te ontwikkelen en te evalueren heeft TNO Technische Menskunde in opdracht van de Koninklijke Landmacht een "RPV researchfaciliteit" ontwikkeld. In dit rapport wordt deze researchfaciliteit beschreven en wordt een onderzoeksvoorstel voor de komende jaren gepresenteerd.

Het ontwikkelde hulpmiddel voor RPV onderzoek bestaat uit een flexibele besturingsconsole van een RPV-unit, in principe geschikt voor twee operators (b.v. een beeldinterpretator en een platform operator of een unit commandant). Deze console bevat een *buitenbeeldmonitor* (19 inch) waarop een computer-gegenereerd buitenbeeld kan worden getoond zoals dat door een video- of warmtebeeld camera van een RPV kan worden geregistreerd (landschap met doelen, te bedienen manipulator). Simulatie van het buitenbeeld geschiedt m.b.v. een ESIG 2000 beeldgeneratiesysteem. De beelden kunnen, behalve op een monitor, in principe ook m.b.v. een helmet-mounted display worden gepresenteerd waardoor binoculaire 3D cues aan de beschikbare visuele informatie wordt toegevoegd. Tevens bevat de console een *controle-monitor* voor tactische-, navigatie- en statusinformatie. De console bevat aansluitmogelijkheden voor een groot aantal beschikbare *bedieningsmiddelen* om de gesimuleerde camera/sensor en/of het gesimuleerde platform te besturen, zoals *verschillende typen joysticks, muis, keyboard en voetpedalen (gas, rem)*. Daarnaast is er t.b.v. het onderzoek een *actieve joystick* ontwikkeld die operators extra haptische cues kan toedienen. Er is een systeem voor verbale communicatie met *headsets* voor communicatie tussen operators, en een systeem voor het toedienen van opdrachten of voor het manipuleren van werklust m.b.v. cognitieve "neven"taken. De ruimte waarin de mock-up staat opgesteld is voldoende groot voor het maken van video-opnamen t.b.v. onderzoek naar teamtraining.

Het voorgestelde onderzoek richt zich op vier onderwerpen:

- Verbetering van de *situational awareness* van operators, i.e. de waarneming van de RPV en de camera in relatie tot de buitenwereld, bijvoorbeeld door het genereren van kunstmatige visuele patronen in het buitenbeeld;
- Automatisering van low-level taakcomponenten en de taakverdeling tussen mens en automaat.

- Interface-principes die extra informatie en feedback leveren, zoals haptische displays, actieve joysticks en predictie-routines.
- Richtlijnen voor beeldsystemen en trainingsscenario's voor RPV trainingssimulatoren.

Recentelijk werd gestart met onderzoek gericht op de taakverdeling tussen mens en automaat en verbetering van de waarnemingsmogelijkheden d.m.v. extra kunstmatige visuele informatie. Met de kennis die met het bovenstaande onderzoek wordt opgedaan zal een bijdrage kunnen worden geleverd aan de beoordeling van systeemconcepten, en het ontwikkelen van optimalisatieprincipes voor de mens-machine interface van RPV's.

INHOUD	Blz.
SAMENVATTING	3
SUMMARY	4
1 INLEIDING	5
2 BESCHRIJVING RESEARCH SIMULATOR	7
2.1 Beeldgeneratie en weergave	8
2.2 Controlemonitor	9
2.3 Besturingssysteem	9
2.4 Console	9
2.5 Overige	10
3 GEBRUIKSMOGELIJKHEDEN	11
3.1 Waarneming van de buitenomgeving	11
3.2 Waarneming van de RPV	12
3.3 Besturing van de RPV	13
3.4 Trainingssimulatoren	13
4 ONDERZOEKSPLAN	14
REFERENTIES	16
BIJLAGE 1 Technische specificaties	17

Rapport nr.: TNO-TM 1994 A-52

Titel: RPV research simulator

Auteurs: Dr. J.E. Korteling en ing. L. van Breda

Instituut: TNO Technische Menskunde
Afd: Vaardigheden

Datum: december 1994

DO Opdrachtnummer: A94/KL/329

Nummer in MLTP: 788.1

SAMENVATTING

Binnen het nieuwe takenpakket van de krijgsmacht vervullen supervisietaken en crisisbeheersingsoperaties in onbekende en moeilijk toegankelijke gebieden een belangrijke rol. Vanwege het grote aantal toepassingsmogelijkheden en de snelle technologische ontwikkelingen op het gebied van semi-autonome (deel)systemen zal de inzet van afstand-bestuurde voertuigen (RPV's) in dit verband groeien. Effectieve inzet van RPV's wordt echter bemoeilijkt door een aantal *human-factors* complicaties op het gebied van waarneming, besturing en training. In dit verband werd in opdracht van de Koninklijke Landmacht door TNO Technische Menskunde een research simulator opgebouwd. Het onderhavige rapport beschrijft deze faciliteit en geeft een voorstel voor toekomstig onderzoek. Het ontwikkelde hulpmiddel voor RPV onderzoek bestaat uit een flexibele besturingsconsole van een RPV-unit, in principe geschikt voor twee operators (b.v. een beeldinterpretator en een platform operator of een unit commandant). Deze console bevat een *buitenbeeldmonitor* (19 inch) waarop een computer-gegenereerd buitenbeeld kan worden getoond zoals dat door een video- of warmtebeeld camera van een RPV kan worden geregistreerd (landschap met doelen, te bedienen manipulator). Simulatie van het buitenbeeld geschiedt m.b.v. een ESIG 2000 beeldgeneratiesysteem. Tevens bevat de console een *controle-monitor* voor tactische-, navigatie- of statusinformatie. De console bevat aansluitmogelijkheden voor een groot aantal beschikbare *bedieningsmiddelen* om de gesimuleerde camera/sensor en/of het gesimuleerde platform te besturen. Daarnaast is er t.b.v. het onderzoek een *actieve joystick* ontwikkeld die operators extra haptische cues kan toedienen. Er is een systeem voor verbale communicatie met *headsets* voor communicatie tussen operators, en een systeem voor het toedienen van opdrachten of voor het manipuleren van werklust m.b.v. cognitieve "neven"taken. Het voorgestelde onderzoek richt zich op vier onderwerpen: *situational awareness* van operators, taakverdeling tussen mens en automaat, interfaces die extra informatie en feedback leveren, specificaties voor RPV trainingssimulators. Met de kennis die wordt opgedaan zal een bijdrage kunnen worden geleverd aan de beoordeling van systeemconcepten, en het bedenken van nieuwe optimalisatieprincipes voor de mens-machine interface van RPV's.

RPV research simulator

J.E. Korteling and L. van Breda

SUMMARY

According to the new mission of the Royal Netherlands Army, supervision and peacekeeping operations in unknown areas and areas of difficult access become increasingly prominent. In this connection, it is supposed that because of the huge number of potential applications and the rapid technological developments in the area of semi-autonomous systems to date, the use of remotely-piloted vehicles (RPVs) will substantially increase in the near future. Effective operation of RPVs, however, will be complicated by various human-factors problems with regard to perception, vehicle control, and training. Therefore, under contract to the Dutch Ground Forces, a research facility has been built by the TNO Human Factors Research Institute. The present report describes this facility and proposes the outlines of an associated research program. The facility consists of a flexible console of an RPV control unit, which is in principle fit for two operators (e.g., a camera interpreter and a platform controller or a unit commander). This console contains a monitor on which a computer-generated outside image can be displayed, as sensed by a video or infra-red camera of an RPV (i.e., landscape with targets or a manipulator). The outside image is generated by an ESIG 2000 imaging system. The console also contains connection possibilities for various available controls intended to steer the camera/sensor or platform motions. In addition, a new active joystick has been developed intended to provide additional haptic cues to operators. Also a verbal communication system with headsets can be used for communications among operators, providing commands, or for manipulation of workload by cognitive "secondary" tasks.

The proposed research focuses on four subjects: operator *situational awareness*, task allocation between human and automated information processing, interfaces providing extra information and feedback, and specifications for RPV training simulators. The knowledge acquired by this research will contribute to the judgement of system concepts and the development of new principles for optimalization of the human-machine interface of RPVs.

1 INLEIDING

De nieuwe taakstelling van de krijgsmacht vereist een organisatie die in staat is flexibel te opereren in onbekende en moeilijk toegankelijke gebieden. Het zwaartepunt wordt daarbij steeds meer verlegd naar supervisetaken en crisisbeheersingsoperaties ("peace enforcement"). Hierbij gaan grens- en gebiedbewaking, verkenning, en snelle en nauwkeurige informatieoverdracht binnen het takenpakket van de KL een steeds belangrijker rol vervullen. Bij de keuze van middelen om dit pakket te realiseren zal de voorkeur uitgaan naar systemen die in het gehele scala aan inzetopties van de KL doelmatig en doeltreffend kunnen worden ingezet. Vanwege het grote aantal toepassingsmogelijkheden en de snelle technologische ontwikkeling op het gebied van semi-autonome (deel)systemen zal de inzet van afstand-bestuurde voertuigen (RPV's) in dit verband sterk groeien. RPV's (te land, ter zee en in de lucht) zijn kleine onbemande voertuigjes, (meestal) uitgerust met een sensor die gegevens registreert en doorgeeft naar een controle station. Fig. 1 geeft een aantal basiscomponenten weer die in vrijwel alle RPV-systemen voorkomen.

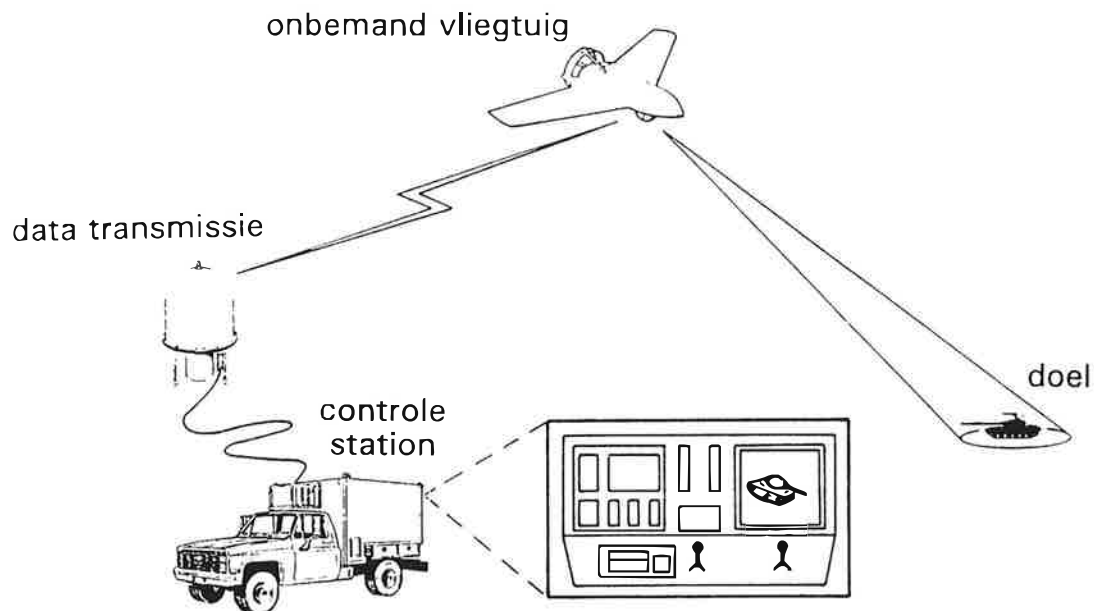


Fig. 1 Basiselementen van een RPV unit. Dit kan ook een afstand-bestuurd vaar- of landvoertuig zijn. Behalve in een landvoertuig kan het controlestation kan zich ook op een moederfregat of in een ander vliegtuig bevinden.

RPV's zijn bij uitstek geschikt voor militaire operaties in onbekend en moeilijk toegankelijk gebied en/of wanneer menselijk functioneren praktisch of fysiek moeilijk is. Hierbij kan gedacht worden aan de volgende concrete toepassingsmogelijkheden: het geven van gevechtinlichtingen, gebiedbewaking, doelopsporing, vuurcorrectie, battle-damage assessment, missile delivery, communicatie relais, (laser) doelaanduiding, radarobservatie, elektronische verkenning en bestrijding, mijnenbestrijding, NBC-detectie en monitoring, meteo-observatie en "air-to-ground strike control". RPV's bieden daarnaast een goede mogelijkheid om op personeel te besparen en (daarmee) risico's te verlagen.

Teneinde deze veelheid aan mogelijkheden om RPV's in te zetten werkelijk te kunnen realiseren moeten er nog tal van human-factors problemen worden opgelost. Als uitgegaan wordt van de huidige stand van de techniek dan wordt het op afstand bedienen van voertuigen (verkenning) en semi-robots (mijnen detectie en opruiming) o.a. gecompliceerd door:

- Desoriëntatie (m.b.t. manoeuvreren) door de relatieve onafhankelijkheid van sensor-rijrichting en voertuigbewegingsrichting en de afwezigheid van proprioceptische informatie hierover.
- Besturingsproblemen door het in sommige gevallen tegelijkertijd moeten besturen van visuele sensor en voertuig (dubbeltaak).
- Het niet kunnen voelen van voertuigattitude door afwezigheid van mechanische bewegingsinformatie via het haptische en vestibulaire systeem.
- Voertuigbeheersingsproblemen door afwezigheid van krachten op bedieningsmiddelen die informatie geven over de interactie tussen voertuig en de omgeving
- Beperkingen in het instantane gezichtsveld, de resolutie en de update frequentie van het buitenbeeld waardoor het besturen en interpreteren van beeldinformatie wordt bemoeilijkt.
- Desoriëntatie (m.b.t. navigeren) door de onbekendheid met het operatiegebied en de beperkte zichtmogelijkheden.
- Afwezigheid van nuttige binoculaire dispariteit informatie kan operaties op korte afstand (telem manipulatie) bemoeilijken.
- Beperkte mogelijkheden t.a.v. operationele training in combinatie met het niet beschikken over geschikte trainers, ingebed in een optimaal trainingstraject.

Vrijwel al deze human-factors problemen komen in essentie voort uit het feit dat de operator indirect met het voertuig en de omgeving ervan in contact staat. Dit contact verloopt via een interface die slechts een deel van de relevante informatie kunstmatig presenteert. Dit heeft nadelige consequenties voor de *situational awareness*. Hiermee wordt bedoeld: de waarneming van voertuig-positie, en -oriëntatie in ruimte en tijd in combinatie met bedreigingen en doelen in de omgeving en besturings- en systeem toestanden. Situational-awareness problemen kunnen leiden tot onsuccesvolle missies (niet vinden van doelen, onjuiste waarnemingen, verkeerde beslissingen), overbelasting van operators en, in samenhang daarmee, verlies van materieel. Dit betekent dat een doordachte mens-machine interface, gericht op het minimaliseren van waarnemings- en besturingsproblemen, van doorslaggevend belang is voor effectieve inzet van RPV's.

Om de kennis te vergroten en vragen te kunnen beantwoorden inzake besturings- en waarnemingsproblemen van RPV interfaces en om mogelijke oplossingen te ontwikkelen en te evalueren heeft TNO-TM in opdracht van de KL een RPV research simulator ontwikkeld. In dit rapport wordt deze faciliteit beschreven en wordt een onderzoeksvoorstel voor de komende jaren gepresenteerd.

De simulator bestaat uit een mock-up van een RPV-besturingseenheid, in principe geschikt voor twee operators die, afhankelijk van de specifieke onderzoeksvraag, op vele manieren geconfigureerd kan worden (b.v. een beeldinterpretator en een voertuigbestuurder of een unit commandant). Deze console bevat een hoofdmonitor waarop bijvoorbeeld kan worden getoond: een gesimuleerd buitenbeeld zoals dat door een videocamera kan worden geregi-

streerd (landschap met doelen, te bedienen manipulator), een gesimuleerd warmtebeeld of een radarbeeld. Dergelijke beelden kunnen in principe ook m.b.v. een helmet-mounted display (HMD) worden getoond. Daarnaast bevindt zich een controle-monitor met navigatie- en systeeminformatie voor het besturen van het platform. Tevens beschikt de console over bedieningsmiddelen (of aansluitingsmogelijkheden daarvoor) voor het besturen van de camera en/of het platform, bijvoorbeeld (actieve) joystick, (3D)muis, keyboard en pedalen (gas, rem). Voorts is er een aansluiting voor headsets die gebruikt kunnen worden voor communicatie tussen operators, het geven van opdrachten of voor het manipuleren of meten van de werklast m.b.v. cognitieve "neven"taken. Voor generatie van het buitenbeeld wordt gebruik gemaakt van het bestaande geavanceerde beeldgeneratiesysteem (ESIG 2000). Hiermee kunnen realistische omgevingsbeelden worden gepresenteerd afhankelijk van de bewegingen van een voertuig en de kijkrichting van een camera. Dit kan rijden, vliegen en varen betreffen. Het onderzoeksvoorstel gaat in op vragen die betrekking hebben op verbetering van de besturings- en waarnemingsmogelijkheden van operators d.m.v. geavanceerde displays en bedieningsmiddelen en op beeldsysteem- en scenariospecificaties voor RPV trainingssimulatoren. Met deze faciliteit kan in de komende jaren een belangrijk deel van de human-factors problematiek inzake RPV besturing en -training worden aangepakt.

2 BESCHRIJVING RESEARCH SIMULATOR

De TNO-TM simulatiefaciliteit voor een RPV besturingseenheid is samengesteld uit de elementen die hieronder in een beknopte beschrijving zijn weergegeven. Voor gedetailleerde specificaties wordt verwezen naar Bijlage 1.

De elementen zijn de volgende (Fig. 2):

- beeldgeneratie- en weergavesysteem;
- controlemonitor
- besturingssysteem
- console
- communicatiesysteem
- computersysteem voor het genereren van neventaken;
- computersystemen voor supervisie en modelberekening.

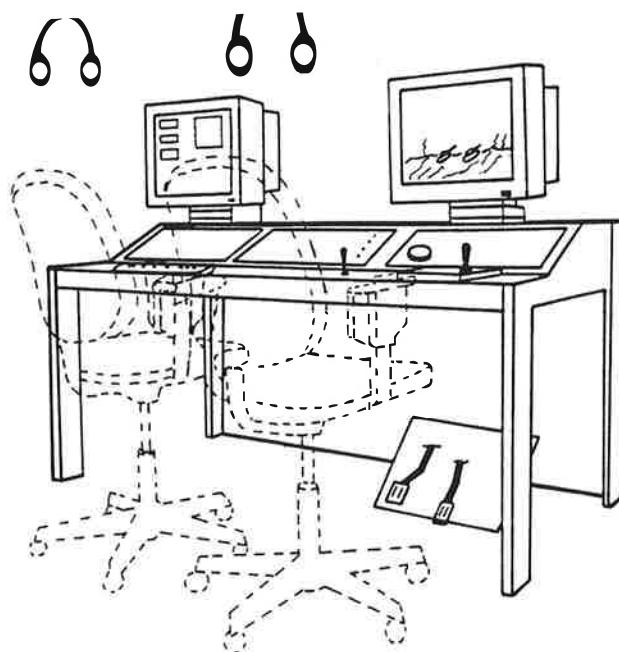


Fig. 2 Weergave van de RPV console met de verschillende deelsystemen die kunnen worden gebruikt.

2.1 Beeldgeneratie en weergave

Voor het genereren en presenteren van dynamische (sensor)beelden wordt een Evans & Sutherland ESIG-2000 grafische processor gebruikt met daaraan gekoppeld een aantal beeldschermen. Met het ESIG-2000 systeem kunnen meerdere parallelle kleuren-videobeelden worden gegenereerd waarvan onder andere detaillering en oplossend vermogen programmeerbaar zijn. Eisen ten aanzien van deze factoren bepalen evenwel de beeldkwaliteit. Maximale beeldkwaliteit wordt verkregen bij 1500 tot 2000 beeldvlakken (polygonen) en een oplossend vermogen van 1000×1000 beeldpunten per kanaal. De beeldvlakken zijn voorzien van textuur en hebben een bijwerkfrequentie van 30 Hz. Hogere bijwerkfrequenties zijn haalbaar (60 Hz), maar dat gaat ten koste van de beelddetailering. Aangezien RPV-systemen in het algemeen zijn uitgerust met standaard video-camera's wordt voor simulatie van RPV-beelden in eerste instantie gekozen voor beelden met een oplossend vermogen van 800×600 beeldpunten, een bijwerkfrequentie van 30 Hz, en een nader te bepalen beeldhoek.

De beelden kunnen op verschillende manieren worden gepresenteerd. In de standaard configuratie worden 19-inch kleuren video monitoren gebruikt. In het kader van toekomstige onderzoeksprojecten is het ook mogelijk beelden te presenteren door middel van een helmet-mounted display (HMD). De hoofdbewegingen van de operator worden dan gecompenseerd met een zogenaamde head-tracker. Voor stereoscopische beelden, waarin dieptezien mogelijk is, wordt de grafische processor zodanig geconfigureerd dat twee gescheiden beeld-kanalen aan de operator worden aangeboden.

2.2 Controlemonitor

Een controlemonitor wordt gebruikt voor het presenteren van geïntegreerde tactische, navigatie-, en toestandsinformatie (Hollister, 1986; Passenier, 1994; Schwartz & Adams, 1987). Op het beeldscherm wordt informatie getoond over het tactisch concept en over de toestand van de RPV. Zo kan bijvoorbeeld tactische informatie bestaan uit een drie-dimensionale synthetische afbeelding van de buitenwereld met daarin symbolische gevechtinformatie. Toestandsindicatoren langs de randen van het beeldscherm geven informatie over voorwaartse snelheid, verticale snelheid, koers, hoogte, etc.

2.3 Besturingssysteem

Voor besturing van RPV's en de bijbehorende sensorsystemen kunnen behalve de gebruikelijke passieve stuursystemen ook *actieve* stuursystemen worden gebruikt (Schmidtke, 1989; Korteling & Van Gent, 1994). Bij een passief systeem wordt de joystick gekenmerkt door een vast ingestelde veer karakteristiek. Dat betekent dat de joystick bij gebruik steeds terugveert naar een vaste ruststand. De veerkracht kan alleen op mechanische wijze worden veranderd. Een actieve joystick bestaat uit een krachtgestuurde stick geplaatst op een beweegbaar stuurorgaan of platform. De beweging wordt bewerkstelligd door servomotoren en kan direct worden gekoppeld aan een te kiezen bewegingsvariabele van het voertuig of de camera. Zo kan men hoogte, stijg/daalsnelheid, stand van een voertuig etc. kenbaar maken door de stand van het stuurorgaan, terwijl een evenzo vrij te kiezen systeemvariabele wordt aangestuurd op basis van de door de bestuurder geleverde kracht op de joystick. Ook kan het stuursysteem door aanpassing van de ruststand, op basis van de kennis van de eigen bewegingen waarover het systeem beschikt, meehelpen bij het sturen (Korteling & Van der Borg, 1994). Verwacht wordt dat met een actief systeem bepaalde onderdelen van een stuurtaak beter uitvoerbaar worden en minder aandacht behoeven. De actieve joystick die voor de onderhavige RPV research simulator werd ontwikkeld is uitgerust met een programmeerbare veer karakteristiek en ruststand, gekoppeld aan drie servosystemen. Het geheel wordt bestuurd door een regelcomputer voor het genereren van horizontale krachten tot 10 N (in X- en Y-richting) en een beperkte rotatie van de stick. Deze laatste voorziening is optioneel.

Voor onderzoek aan afstand-bestuurde landvoertuigen zijn nog extra bedieningsmiddelen aanwezig. Het gaat daarbij om een rem- en gaspedaal. Vooralsnog wordt er van uitgegaan dat ook in dit geval de besturing plaatsvindt middels een joystick.

2.4 Console

De simulator bevat een console waarachter maximaal twee operators kunnen plaatsnemen (zie Fig. 3). Bij ontwerp van de console is rekening gehouden met ergonomische inrichtingseisen zoals geformuleerd in Schmidtke (1989), Brisland (1993) en Schuffel, Ellens en Pot (1989).

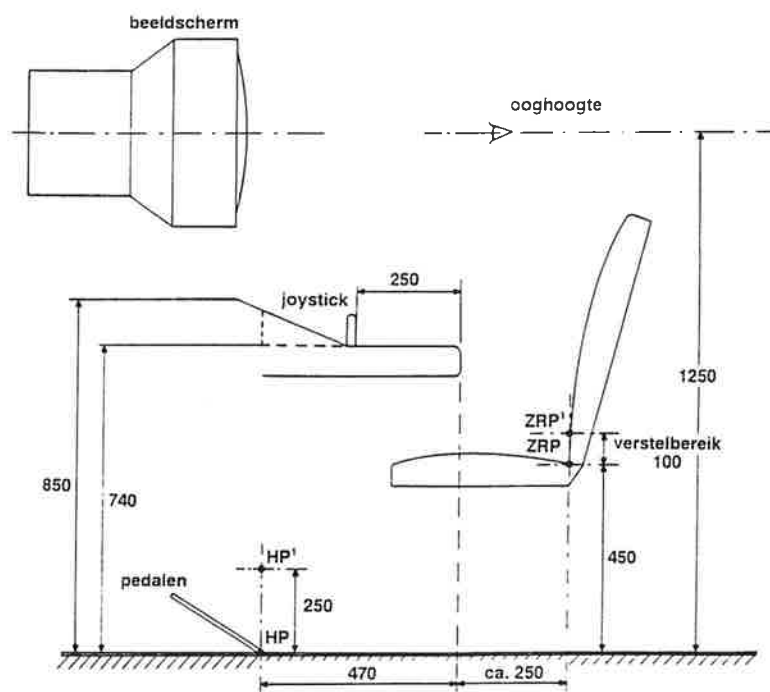


Fig. 3 Dwarsdoorsnede van console en operator zit-positie. Maten in mm.
ZRP = Zit-referentiepunt; HP = Hak-punt.

De operator observeert de beeldschermen rechtopzittend met een kijk-as ongeveer 10° onder horizontaal. Dit garandeert een ontspannen oog- en hoofdhouding. De bedieningsmiddelen zijn direct onder handbereik aangebracht. De stoelen zijn in hoogte verstelbaar (verstelbereik: 100 mm). De voetpedalen zijn karakteristiek voor rem- en gaspedaal van een standaard voertuig (verstelbereik 250 mm).

2.5 Overige

Communicatiesysteem

Voor communicatie tussen de operators onderling en tussen operators en proefleider is een communicatiesysteem beschikbaar. Dit systeem bestaat uit een serie headsets en microfoons, gekoppeld als point-to-point verbinding. Voor bepaalde experimenten is het mogelijk de spraak-communicatie te registreren voor nadere analyse.

Computersysteem voor het genereren van neventaken

Voor het genereren van neventaken tijdens RPV-besturing is een zogenaamd Taskomat systeem beschikbaar (Spoelstra, 1993). De Taskomat is een batterij taken om menselijke capaciteit tot informatieverwerking te testen, geïmplementeerd in een standaard PC. Met het Taskomat systeem is het mogelijk verschillende taken te genereren waarbij de reactietijd centraal staat en bevat daarnaast een stuurtaak, een hoofdtel-taak (continue geheugentaak), en

dubbeltaken zoals tegelijkertijd sturen en tellen (Boer, 1992). Genoemde taken zijn volledig programmeerbaar. De Taskomat kan, indien noodzakelijk, worden gekoppeld aan de RPV-computersystemen.

Computersystemen voor supervisie en modelberekening

In de RPV simulatiefaciliteit worden meerdere computersystemen toegepast. Ieder systeem heeft een specifieke taak, noodzakelijk voor het verkrijgen van hoge processnelheden:

- scenario-generatie;
- genereren van tactische en status informatie;
- berekenen van het dynamisch gedrag van de RPV (rekenfrequentie 30 Hz);
- ruwe on-line gegevensverwerking en gegevensopslag van door de proefpersonen uitgevoerde handelingen en manoeuvres.

3 GEBRUIKSMOGELIJKHEDEN

De bovenbeschreven research simulator leent zich voor het doen van onderzoek gericht op het vergroten van human-factors kennis over waarnemings- en besturingsproblemen bij RPV's. Deze kennis kan worden gebruikt voor het uitvoeren van systeemevaluaties en het formuleren van eisen en ontwerpspecificaties voor RPV systemen en -simulatoren. Problemen met betrekking tot situational awareness, zoals die in de inleiding werden genoemd, kunnen de effectiviteit van RPV missies aanzienlijk beperken. Dit betreft met name de perceptief-motorische deeltaken, i.e. voertuig-, camera- en manipulatorbediening en beeldinterpretatie. De gepresenteerde informatie op basis waarvan dit geschiedt kan worden onderverdeeld in informatie betreffende de omgeving buiten het voertuig en informatie betreffende de toestand van het voertuig en de sensorsystemen zelf.

3.1 Waarneming van de buitenomgeving

Informatie over de buitenomgeving van RPV's is aan forse beperkingen onderhevig. Deze beperkingen liggen grotendeels op het gebied van de visuele waarneming via het buitenbeeld. Daarnaast betreft dit ook informatie over de "mechanische eigenschappen" van de directe voertuigomgeving (b.v. terreingesteldheid of turbulentie) zoals die via het vestibulaire en haptische systeem worden waargenomen. Visuele verkenning en observaties boven onbekend terrein (detecteren, identificeren en interpreteren van objecten, eenheden en bewegingen) stellen hoge eisen aan het werk van "beeldinterpretator", degene die binnenkomende gegevens interpreteert en rapporteert en die vaak ook de camera stuurt. Het is in dit verband van belang dat potentieel belangrijke visuele informatie optimaal uit het geheel van de beschikbare informatie kan worden geselecteerd en gepresenteerd. Een goede visuele waarneming van de buitenomgeving wordt gecompliceerd door het meestal kleine instantane gezichtsveld, de resolutie en de update frequentie van het buitenbeeld en—voor operaties nabij het voertuig—afwezigheid van binoculaire dispariteit informatie. Problemen met betrekking tot het kleine instantane gezichtsveld en binoculair (stereoscopisch) diepteziën

kunnen in principe worden opgelost door gebruikmaking van helmet-mounted displays (HMD's). Met deze displays wordt de kijkrichting van de camera via een *headtracker* gestuurd door de hoofdbewegingen van de camera-operator of beeldinterpretator. Diepteziën is dan mogelijk door middel van een stereoscopisch display welke voor ieder oog een apart beeld presenteert dat door een stereo-camera systeem wordt opgenomen. Voor verbetering van visuele zoekprestaties en de situational awareness kan voorts worden gedacht aan wide-field-of-view camera's, eventueel voorzien van een 2° telebeeld in het centrum van het beeld die door de bestuurder tijdelijk kan worden ingeschakeld wanneer een hogere resolutie gewenst is.

3.2 Waarneming van de RPV

Bij het besturen van een RPV is ook de afwezigheid van *proprioceptieve* informatie in vergelijking met een normaal voertuig overduidelijk. In een normaal bemand klein vliegtuig bijvoorbeeld, geeft het grote visuele veld onmiddellijk de kleinste attitude veranderingen weer (visuele proprioceptie). Kleine lineaire en rotationele versnellingen worden door het vestibulaire systeem en het haptische systeem geregistreerd. Aërodynamische krachten op de vliegoppervlakken kunnen worden gevoeld via krachten op de stuurkolom. Snelheid wordt teruggekoppeld via aërodynamisch geluid en het geluid van de motor. Tot slot wordt de kijkrichting van het hoofd en de ogen door een combinatie van visuele, vestibulaire en haptische informatie gespecificeerd. Doordat al deze proprioceptieve informatie over de toestand en de attitude van voertuig en sensoren in een normaal op afstand bestuurd voertuig ontbreekt wordt manuele besturing aanzienlijk moeilijker. Voor afstand-bestuurde landvoertuigen gelden dit soort beperkingen met name bij terreinrijden. Informatie over voertuigattitude kan via een actieve bewegende joystick worden teruggekoppeld zodat een bestuurder minder afhankelijk is van de beperkte visuele informatie hierover en een beter "gevoel" krijgt van het voertuig. De proprioceptie kan ook worden verbeterd door middel van kunstmatige visuele patronen in het buitenbeeld met een hoge update frequentie. Deze patronen kunnen voertuigreferenties in het beeld verschaffen die de camerarichting en -rotaties t.o.v. het eigen voertuig aangeven en informatie geven over de positie van het voertuig t.o.v. de onmiddellijke omgeving. Daarnaast kunnen kunstmatige visuele *flowpatronen* (b.v. aan de aarde gekoppelde rasterpatronen) met een hoge update frequentie in principe direct informatie geven over bewegingsrichting en snelheid van het platform en kijkrichting en rotatiesnelheid van de camera. Dit soort informatie is met name van belang als de visuele informatie in het buitenbeeld gedegradeerd is, bijvoorbeeld door een lage update frequentie als gevolg van een beperkte bandbreedte van de signaalverbinding tussen RPV en grondstation. Naast kunstmatige visuele informatie in het buitenbeeld kan op een meer indirecte manier extra visuele informatie worden aangeboden, voorbeelden hiervan zijn een extra display dat informatie over de kijkrichting van de camera geeft of het toevoegen van baanvoorspelling waarmee beter op toekomstige situaties kan worden geanticipeerd. Behalve voor het visueel zoeken en binoculair diepteziën (waarneming buitenomgeving) heeft een HMD, waarbij de camera door het hoofd wordt gestuurd, voordelen voor waarneming van de RPV. Een belangrijk voordeel van een hoofd-gestuurd beeldsysteem is dat de camerarichting t.o.v. het platform steeds op een natuurlijke en directe manier duidelijk zal

zijn. Hierdoor zal er bij een gedegradeerd buitenbeeld minder snel verwarring optreden tussen kijkrichting en bewegingsrichting/voorkant van het platform.

3.3 Besturing van de RPV

Beperkingen in de beschikbare zintuiglijke informatie voor RPV operators hebben directe consequenties voor de besturing van een voertuig- en sensorsystemen. Verbeteringen in de waarnemingsmogelijkheden voor operators zal daarom indirect belangrijke consequenties hebben voor de kwaliteit van de besturing. Hieraan kunnen echter nog verbeteringen worden toegevoegd die meer direct gericht zijn op het besturingssysteem zelf.

Zo kan gedacht worden aan het principe van de *actieve interface* die op een intelligente manier "meehelpt" bij besturingstaken (Korteling & Van der Borg, 1994). Dit zijn systemen waarmee taakcomponenten kunnen worden geautomatiseerd of die de operator ondersteunen bij het besturen van voertuig- of sensorsystemen. Zo kan een actieve interface bijvoorbeeld zelfstandig corrigerende camerabewegingen initiëren op basis van kennis die in het systeem beschikbaar is over zowel de verplaatsingen als de rotaties van de RPV ten opzichte van de omgeving. Dit kan eventueel gepaard gaan met generatie van de hiermee corresponderende besturingsbewegingen, bijvoorbeeld bewegingen van de joystick. daardoor *voelt* de bestuurder hoe het systeem ingrijpt. Bij een dergelijke actieve interface kan de operator het systeem overrulen; hij blijft dus actief deel uitmaken van de regelkring. Een belangrijke vraag daarbij is in hoeverre hij steun of hinder ondervindt van de buiten de centrale regelkring afkomstige bewegingen van een actieve stick. Verwacht wordt dat de stuurprestatie hiermee met name zal worden verbeterd als het beeld zelf gedegradeerd is, bijvoorbeeld door een trage update-frequentie van het beeld of bij een hoge werklast, bijvoorbeeld als één functionaris meerdere systeemtaken dient te vervullen of verschillende RPV's tegelijkertijd moet bedienen.

Voor het op afstand besturen van systemen die in veel vrijheidsgraden bewegen (manipulators) kan worden gedacht aan 3D joysticks. Het grote voordeel van 3D sticks is de intuïtieve vanzelfsprekendheid van de benodigde bewegingen om het systeem te besturen. Daarnaast kunnen met deze nieuwe besturingsmiddelen op een compacte, geïntegreerde manier een platform en een camera door één bedieningsmiddel worden bestuurd. In principe is het mogelijk gebruik te maken van ronde of bolvormige krachtsticks waarmee in 6 vrijheidsgraden gemanipuleerd kan worden.

3.4 Trainingssimulatoren

RPV units bestaan gewoonlijk uit een team van functionarissen met ieder zijn eigen rol binnen het systeem. Dit stelt hoge eisen aan de training en trainingsfaciliteiten; *teamtraining* en *crew resource management* vormen een onontbeerlijk onderdeel van succesvolle RPV units. Bij opleiding in de praktijk is het niet mogelijk naar believen allerlei situaties te ensceneren. Dit betreft bijvoorbeeld situaties zoals het herkennen en interpreteren van binnenkomende video en/of warmtebeelden door de beeldinterpretator of het aanpassen van

een vliegplan op basis van aangereikte meteo-informatie door de vluchtleider. Daarom zal bij het inzetten van RPV units altijd veelvuldig gebruik moeten worden gemaakt van trainings-simulators met behulp van o.a. *computer generated imaging* (CGI) technieken. Deze kunnen gebruikt worden voor individuele training van operators maar ook voor teamtraining.

RPV trainingssimulators hebben t.o.v. normale voertuigsimulators drie belangrijke voordelen die natuurgetrouwe simulatie relatief goedkoop maken: de taken hebben voor een groot deel een relatief eenvoudig te simuleren procedureel karakter, de technische beperkingen van het visuele beeld van RPV's (lage resolutie en update frequentie) impliceren een vereenvoudiging voor natuurgetrouwe simulatie hiervan, en er hoeft geen mechanische bewegingsinformatie te worden gesimuleerd. Daarnaast impliceren de hoge kostprijs van operationele RPV systemen en de complexiteit van operationele scenario's dat door simulatorgebruik veel kan worden bespaard. Deze voordelen betekenen dat kosten-effectieve inzet van RPV trainingssimulators goed mogelijk zal zijn.

Er is echter ook een belangrijke complicatie. Omdat het herkennen van doelen in combinatie met de bediening van de RPV geschiedt is het vooralsnog gewenst interactief te kunnen werken met beelden die een *vrij hoge* gelijkenis moeten tonen met werkelijke video en/of warmtebeelden. Dit vereist simulatie van ieder mogelijk doel (vliegvelden, bruggen, gebouwen, radar en communicatie-installaties, vaartuigen, sluizen, raket-installaties, energie-installaties, spoorwegfaciliteiten, troepen, voertuigen en andere militaire middelen), vanuit iedere mogelijke gezichtshoek, onder verschillende atmosferische omstandigheden. Daarnaast dient simulatie van verschillende terreinomstandigheden (bossen, wegen, rivieren etc.) mogelijk te zijn. De structuur van de beeldsimulatie moet open zijn om via simpele ingrepen scenario's te kunnen inbrengen en/of wijzigen. Het trainen van beeldinterpretators inzake het leren detecteren en identificeren van doelen vereist dus een hoge natuurgetrouwheid van het buitenbeeld, met name in de latere stadia van het leerproces. Hoe dit probleem het beste kan worden aangepakt vereist nader onderzoek. Als eerste dienen taakanalyses te worden uitgevoerd voor de taken van te trainen operators, waarna de voor- en nadelen van verschillende beeld- en trainingstechnieken in kaart kunnen worden gebracht. Daarbij moeten scenario's worden opgesteld waarin kritische besturings- en waarnemingscondities op een systematische manier worden gepresenteerd. Vervolgens worden experimenteel de effecten van variaties van beeldsysteemkenmerken voor kritische taakonderdelen in kaart gebracht zodat kennis wordt verkregen en richtlijnen kunnen worden opgesteld t.b.v. de aanschaf en inzet van toekomstige RPV trainingssimulators.

4 ONDERZOEKSPLAN

Het voorgestelde onderzoek beoogt de opbouw en uitbreiding van human-factors kennis inzake geavanceerde display- en stuursystemen van RPV's en RPV trainingssimulators. Het gaat hierbij om inzicht in de effecten van systeemkenmerken (mens-machine interface) op waarnemings-, bedienings- en leerprestaties van RPV operators. Op basis van deze kennis wordt advies gegeven inzake te stellen systeemeisen bij de aanschaf en inzet van RPV units en simulators. Relevante elementen bij de beoordeling hiervan zijn:

- extra kunstmatige visuele informatie
- helmet-mounted displays
- wide-field-of-view camera's
- integratie van besturings- en tactische informatie
- actieve interfaces
- 3D joysticks/muizen
- taak- en traininganalyse
- beeld- en scenariospecificaties voor RPV simulatoren

Refererend aan het voorgaande wordt het volgende gefaseerde onderzoeksplan voorgesteld.

Fase 1 1995-1997: "Besturing en waarneming"

Mogelijkheden worden onderzocht om problemen die voortvloeien uit afwezigheid van voldoende visuele en mechanische informatie over RPV en omgeving op te lossen. Het onderzoek richt zich op verbetering van de situational awareness van operators (waarnemen van het voertuig in zijn omgeving), interfaces die extra informatie (waarneming van de buitenwereld en van de RPV) leveren en de taakverdeling tussen mens en hulpsysteem bij de bediening van het voertuig.

1995 - medio 1996: *Geavanceerde bedieningsmiddelen* (8 hu)

Een experiment wordt uitgevoerd naar de mogelijkheid om bestuurders d.m.v. tactiele informatie via de joystick meer controle te geven over de voertuigattitude, met name bij instabiele bewegingen. Exploratief zal worden nagegaan wat de voor- en nadelen zijn van een 3D muis, bijvoorbeeld voor het besturen van platform en camera met één geïntegreerd bedieningsmiddel, of voor het besturen van een manipulator.

medio 1996 - 1998: *Geavanceerde visuele displaytechnieken* (16 hu)

Experimenten gericht op verbetering van de visuele waarneming (buitenwereld en RPV), bijvoorbeeld door superpositie van kunstmatige visuele flowpatronen en voertuigreferenties, camerastabilisatie, predictieroutines, camerabesturing met het hoofd, helmet-mounted displays, wide-field-of-view camera's (evt. met een 2° telebeeld).

Fase 2 > 1998: "RPV simulatoren"

Onderzoek zal worden gericht op specificaties voor trainingssimulatoren. Dit omvat taakanalyses en een inventarisatie van de voor- en nadelen van verschillende beeld- en trainingstechnieken, opstellen van kritische scenario's, experimenteel onderzoek naar de effecten van beeldsysteemvariëaties voor kritische taakonderdelen en het opstellen van richtlijnen en specificaties t.b.v. de aanschaf en inzet van toekomstige RPV trainingssimulatoren. Tot slot valt hieronder het valideren en optimaliseren van bestaande simulatoren.

Op te leveren resultaten

De resultaten van het onderzoek en literatuurverkenningen, inclusief de hieruit voortkomende achtergrondkennis over interfaceprincipes en optimalisatietechnieken, zullen in rapportvorm worden uitgebracht. Met deze kennis zal bijstand worden geleverd bij het uitvoeren van systeemevaluaties en het formuleren van eisen en ontwerpspecificaties voor RPV systemen en -simulatoren.

REFERENTIES

- Boer, L.C. (1992). *Taskomat: Betekenis van test scores*. Rapport IZF 1992 A-29, Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Breda, L. van & Passenier, P.O. (1993). *An exploratory study of the human-machine interface for controlling a maritime unmanned vehicle*. Report IZF 1993 A-10, Soesterberg, NL: TNO Human Factors Research Institute.
- Breda, L. van (1994). *Troika navigation concepts during transit*. Report 1994 A-17, Soesterberg, NL: TNO Human Factors Research Institute.
- Brisland, C.E.S. (1993). *RARO control station design*. Draft Memo, Soesterberg, NL: TNO Human Factors Research Institute.
- Hollister, W.M. (1986). *Improved guidance and control automation at the man-machine interface*. AGARD-AR-228. Neuilly-sur-Seine: NATO.
- Korteling, J.E. & Borg, W. van der (1994). *Partial camera automation in a simulated unmanned air vehicle*. Report TNO-TM 1994 B-16, Soesterberg, NL: TNO Human Factors Research Institute.
- Korteling, J.E. & Gent, R.N.H.W. van (1994). *Anticipatie en actieve stuurmiddelen bij helicopterbesturing*. Rapport TNO-TM 1994 A-2, Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Passenier, P.O. (1994). *Tactische situatie schermen: Ontwikkelingen in de cockpit (in voorbereiding)*, Soesterberg: TNO Technische Menskunde.
- Schmidtke, H. (1989). *Handbuch der Ergonomie*. Koblenz, BRD: Bundesamt für Wehrtechnik und Beschaffung.
- Schuffel, H., Ellens, E. & Pot, F. (1989). *Richtlijnen voor de ergonomie van werkplekken*. Uitgave: Directoraat Generaal van de Arbeid.
- Schwartz, N. & Adams, E. (1987). *Panoramic cockpit control and display system (PCCADS)*. AGARD.
- Spoelstra, P. (1993). *TASKOMAT: Handleiding voor gebruik, installatie en beheer*. Rapport IZF 1993 A-15, Soesterberg: TNO Technische Menskunde.

Soesterberg, 8 december 1994



Dr. J.E. Korteling

BIJLAGE 1 Technische specificaties

BEELDGENERATIESYSTEEM

Fabrikaat:	Evans & Sutherland, type ESIG-2000
Principe:	computer gegenereerde beelden
Aantal kanalen:	maximaal 4
Resolutie:	1,0 M beeldelementen per kanaal bij 30 Hz (3 kanalen) 0,5 M beeldelementen per kanaal bij 60 Hz (3 kanalen)
Beeldhoek:	programmeerbaar
Aantal polygonen:	1500 à 2000 polygonen/kanaal bij 30 Hz afhankelijk van de configuratie, 1000 polygonen/kanaal bij 60 Hz
Kleur:	1024 basiskleuren exclusief texture en shading effecten
Hidden surface removal:	op basis van Binary Separation Planes (BSP)
Shading:	smooth, flat, Gouraud shading
Anti-aliasing:	ja, niet door transparante polygonen
Bewegende objecten:	maximaal 252 onafhankelijke objecten
Lag time:	2½ update cycle + 1 refresh cycle. Bij 30 Hz update en 60 Hz refresh is dat 100 ms, bij 60 Hz update is dat 58 ms
Texturing:	maximaal 256 (128 × 128) texture maps (4,2 Mtexel); oor near/far effecten kunnen maximaal 4 maps per polygoon worden aangebracht. Dynamische texturing mogelijk
Atmosferische omstandigheden:	dag, nacht, schemer, onweer
Level of detail:	automatisch, overload management
Puntlichtbron:	ja
Line of sight ranging/	
laser ranging:	ja
Collision detection:	ja
Terrein interactie:	ja, maximaal 40 punten
Flir:	ja
Animatie:	ja
Graphics overlay:	wordt in het beeld gemengd door middel van video-keying
Video-output:	volledig programmeerbaar
Modelleren:	EaSIEST modelleer software op ESV/3 werkstation.

BEELDWEERGAVESYSTEEM

<i>Monitoren:</i>	
Fabrikaat:	Mitsubishi, type Diamond Pro 20;
Principe:	CRT video kleurenmonitor, multisync;
Video input:	standaard video RGB-S; lijnfrequentie tot 72 kHz; rasterfrequentie tot 100 Hz.
<i>Helmet mounted display:</i>	
Fabrikaat:	Virtual Research, type Eyegen 3;
Principe:	twee-kanaals "color field sequential" CRT displays;
Resolutie:	250 TV lijnen horizontaal;
Beeldhoek:	40 graden diagonaal;
Video-input:	twee kanalen composiet standaard video NTSC, 3,4 MHz;
Gewicht:	ca. 700 g.

Head tracker:

Fabrikaat:	Polhemus, type 3Space Isotrack
Principe:	laagfrequent magnetisch veld
Absolute fout:	Positie: 0,33 cm RMS (tot 40 cm van de bron) Hoek: 0,85° RMS (tot 75 cm)
Resolutie:	Positie: 0,22 cm RMS (tot 40 cm van de bron) Hoek: 0,35° RMS (tot 75 cm)
Delay:	ca. 150 ms
Update frequentie:	60 Hz bij binaire gegevensoverdracht via RS-232C ingesteld op 19.2 KBaud.

CONTROLEMONITOR

Fabrikaat:	Silicon Graphics, type IRIS 4D;
Principe:	3D-beelden van grafische processor, kleur;
Resolutie:	1280 × 1024 beeldpunten bij 15 Hz;
Beeldhoek:	vrij configureerbaar, standaard 60° × 45°;
Kleur:	max 1024 kleuren;
Video output:	standaard video RGB-S lijnfrequentie tot 72 kHz.

BESTURINGSSYSTEEM*Passieve joystick*

Fabrikaat:	universeel
Principe:	potentiometer per vrijheidsgraad;
Vrijheidsgraden:	twee (optioneel drie);
Veerkarakteristiek:	mechanisch instelbaar;
Nulpunt:	vast;
Bereik:	hefboom van -30 tot 30 graden.

Actieve joystick

Fabrikaat:	Measurement Systems Inc., type 462L miniatuur;
Principe:	krachtsensor bestuurt servomechanisme van de joystick;
Bedieningskracht:	maximaal 10 N op 25 mm stickhoogte;
Vrijheidsgraden:	twee horizontaal, één rotatie (optioneel);
Veerkarakteristiek:	programmeerbaar;
Nulpunt:	programmeerbaar (tussen -30 en 30 graden);
Verstelbereik:	van -30 tot 30 graden.

Pedalen

Fabrikaat:	TNO-TM;
Principe:	gas- en rempedaal met sensoren;
Veerkarakteristiek:	mechanisch instelbaar;
Remkracht:	tot maximaal 500 N;
Verstelbereik:	mechanisch instelbaar.

COMMUNICATIESYSTEEM

Fabrikaat:	Sennheiser;
Principe:	headsets en microfoon;
Configuratie:	point-to-point geschakeld;
Output:	standaard audiosignalen voor registratie.

CONSOLE

Fabrikaat: Knürr, type Dacobas 110";
 Afmetingen: l x b x h: 870 x 1140 x 879 mm;

COMPUTERSYSTEEM VOOR HET GENEREREN VAN NEVENTAKEN

Fabrikaat: IBM compatible PC met minimaal XT-bus;
 Principe: PC genereert stimuli en registreert respons volgens TNO-TM Taskomat-principe;
 Processor: MSDOS systeemsoftware versie 5, klokfrequentie tenminste 12 MHz;
 Geheugen: tenminste 1 Mb;
 Videokaart: IBM-CGA;
 Spraakkaart: fabrikaat TNO-TM;
 Responskaart: fabrikaat TNO-TM.

COMPUTERSYSTEEM VOOR SUPERVISIE EN MODELBEREKENING

Fabrikaat: standaard IBM compatible PC's;
 Principe: netwerk van processoren voor supervisie en modelberekening;
 Processoren: MSDOS systeemsoftware versie 5, klokfrequentie tenminste 12 MHz;
 Gegevensopslag: on-line registratie real-time sampling, maximaal 30 Hz.

REPORT DOCUMENTATION PAGE		
1. DEFENCE REPORT NUMBER (MOD-NL) TD 94-2844	2. RECIPIENT'S ACCESSION NUMBER	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER TNO-TM 1994 A-52
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 788.1	5. CONTRACT NUMBER A94/KL/329	6. REPORT DATE 8 December 1994
7. NUMBER OF PAGES 19	8. NUMBER OF REFERENCES 12	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE RPV research simulator		
11. AUTHOR(S) J.E. Korteling and L. van Breda		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Human Factors Research Institute Kampweg 5 3769 DE SOESTERBERG		
13. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) Director of Army Research and Development Van der Burchlaan 31 2597 PC DEN HAAG		
14. SUPPLEMENTARY NOTES		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS, 1044 BYTE) According to the new mission of the Royal Netherlands Army, supervision and peacekeeping operations in unknown areas and areas of difficult access become increasingly prominent. In this connection, it is supposed that because of the huge number of potential applications and the rapid technological developments in the area of semi-autonomous systems to date, the use of remotely-piloted vehicles (RPVs) will substantially increase in the near future. Effective operation of RPVs, however, will be complicated by various human-factors problems with regard to perception, vehicle control, and training. Therefore, under contract to the Dutch Ground Forces, a research facility has been built by the TNO Human Factors Research Institute. The present report describes this facility and proposes the outlines of an associated research program. The facility consists of a flexible console of an RPV control unit, which is in principle fit for two operators (e.g., a camera interpreter and a platform controller or a unit commander). This console contains a monitor on which a computer-generated outside image can be displayed, as sensed by a video or infra-red camera of an RPV (i.e., landscape with targets or a manipulator). The outside image is generated by an ESIG 2000 imaging system. The console also contains connection possibilities for various available controls intended to steer the camera/sensor or platform motions. In addition, a new active joystick has been developed intended to provide additional haptic cues to operators. Also a verbal communication system with headsets can be used for communications among operators, providing commands, or for manipulation of workload by cognitive "secondary" tasks. The proposed research focuses on four subjects: operator <u>situational awareness</u> , task allocation between human and automated information processing, interfaces providing extra information and feedback, and specifications for RPV training simulators. The knowledge acquired by this research will contribute to the judgement of system concepts and the development of new principles for optimization of the human-machine interface of RPVs.		
16. DESCRIPTORS Manual Control Operator Performance Simulators Vehicles		IDENTIFIERS Remotely Piloted Vehicle Teleoperation
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT)	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE)	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT)
18. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT Mailing list only		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES)

VERZENDLIJST

1. Directeur M&P DO
2. Directie Wetenschappelijk Onderzoek en Ontwikkeling Defensie
- Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
3. { Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
4. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KLu
- Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
5. { Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
- 6, 7, 8. Hoofd van het Wetensch. en Techn. Doc.- en Inform.
Centrum voor de Krijgsmacht
9. Maj. P.J.H.M. van der Burgt, Koninklijke Landmacht, Staf OCVVR, Bureau
Opleidingsontwikkeling, Vught
10. Maj. J.P. Jasperse, Staf COKL/Plannen, Utrecht
11. LKol. W.F. de Wit, DOKL/CIV, Den Haag
12. Maj. Drs. W. van der Borg, DPKLu/AGW, Den Haag
13. Drs. W. Pelt, DMKM/WCS, Den Haag

Extra exemplaren van dit rapport kunnen worden aangevraagd door tussenkomst van de HWOs of de DWO.