

Nederlandse organisatie
voor toegepast
natuurwetenschappelijk
onderzoek



Instituut voor
Zintuigfysiologie TNO



DTIC FILE COPY

IZF 1989-20

COGNITIE VERSUS SENSATIE: EEN
PARADIGMA VOOR HERORIENTATIE

L.C. Boer

20

AD-A218 054

DTIC
S ELECTE **D**
FEB 16 1990
DE

DISTRIBUTION STATEMENT A
Approved for public release;
Distribution Unlimited

90 02 15 053

Nederlandse organisatie
voor toegepast
natuurwetenschappelijk
onderzoek

TNO-rapport



Instituut voor
Zintuigfysiologie TNO

Postbus 23
3769 ZG Soesterberg
Kampweg 5
3769 DE Soesterberg

Telefax 03463 - 5 39 77
Telefoon 03463 - 5 62 11



IZF 1989-20

L.C. Boer

COGNITIE VERSUS SENSATIE: EEN
PARADIGMA VOOR HERORIENTATIE

20

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
voorafgaande toestemming van TNO.
Het ter inzage geven van het TNO-rapport
aan direct belanghebbenden is toegestaan.

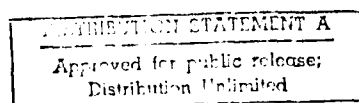
Indien dit rapport in opdracht werd
uitgebracht, wordt voor de rechten en
verplichtingen van opdrachtgever en
opdrachtnemer verwezen naar de
'Algemene Voorwaarden voor Onderzoeks-
opdrachten TNO', dan wel de betreffende
terzake tussen partijen gesloten
overeenkomst.

© TNO

Rubricering:

Oplage: 50
Aantal bladzijden: 25

Rapport: ongerubriceerd
Titel: ongerubriceerd
Samenvatting: ongerubriceerd



INHOUD

Blz.

SAMENVATTING	5
ABSTRACT	6
1 INLEIDING	7
2 HERORIËNTATIETAAK	7
3 EXPERIMENT 1	9
3.1 Methode en procedure	9
3.1.1 Proefpersonen	9
3.1.2 Apparatuur	9
3.1.3 Taak	9
3.1.4 Experimentele condities	11
3.1.5 Procedure	11
3.1.6 Analyse	12
3.2 Resultaten	14
3.3 Discussie	16
4 EXPERIMENT 2	17
4.1 Methode	18
4.2 Resultaten en discussie	19
5 ALGEMENE DISCUSSIE	21
6 VERVOLGONDERZOEK	24
REFERENTIES	25

Accession For	
NTIS GRA&I	☒
DTIC TAB	☐
Unannounced	☐
Justification	
By _____	
Distribution/	
Availability Codes	
Dist	Avail and/or Special
A1	



Rapport nr.: IZF 1989-20
Titel: Cognitie versus sensatie: een paradigma voor heroriëntatie
Auteur: Dr. L.C. Boer
Instituut: Instituut voor Zintuigfysiologie TNO
Afd: Verrichtingspsychologie
Datum: juli 1989
HDO Opdrachtnummer: A85/K/077
Nummer in MLTP: 737.1

SAMENVATTING

Het huidige rapport is een verslag over de voortgang van het onderzoek naar oriëntatie en navigatie, een onderzoek dat o.m. van belang is voor (jacht)vliegers. Een taak wordt beschreven waarbij men zich in gedachte moet heroriënteren door middel van een rotatie in het horizontale vlak; tegelijkertijd ondergaat men in datzelfde vlak een actuele rotatie die strijdig is met de cognitieve rotatie. De heroriëntatiehoek blijkt de verwerkingstijd in sterke mate te bepalen; de actuele rotatie had echter geen enkele invloed. Oorzaken voor het uitblijven van conflict en mogelijkheden voor vervolgonderzoek worden besproken.

Rep.No. IZF 1989-20,

TNO Institute for Perception,
Soesterberg, The Netherlands

Cognition versus sensation: a paradigm for reorientation

L.C. Boer

ABSTRACT

The current report describes the progress in the project Orientation and Navigation which was set up with an eye on the (fighter) pilot. A task for mental orientation is described in which subjects are required to imagine themselves rotated in the horizontal plane. At the same time they undergo an actual rotation in the same plane but in a different direction. Imagined reorientation angle had a strong effect on cognitive processing time; the actual rotation, however, had no effect. Reasons for absence of conflict and suggestions for continued investigations are presented.

1 INLEIDING

Een goede ruimtelijke oriëntatie is voor een vlieger zeer gewenst, en kandidaat-piloten worden hier dan ook op geselecteerd. In de gebruikelijke tests wordt ruimtelijk inzicht opgevat als een cognitief-intellectueel vermogen, waarbij volledig voorbijgegaan wordt aan de mogelijkheid van interacties tussen cognitieve en sensorische processen. In normale situaties is dat ook wel verdedigbaar, maar in de luchtvaart met zijn abnormale bewegingspatronen komen illusoire sensaties voor die desoriëntatie kunnen veroorzaken (zie bijv. Benson, 1988a,b; Gillingham & Wolfe, 1986). Het weerstand bieden aan deze sensaties, en het te allen tijde laten prevaleren van de instrumenten-informatie zijn van het grootste belang. Het gaat om het cognitief vasthouden aan de door de instrumenten geïndiceerde oriëntatie, en het negeren van de intuïtieve, door de zintuigen gedicteerde oriëntatie.

Een van de doelen van het IZF project Oriëntatie en Navigatie is een nadere bestudering van het conflict tussen cognitie en sensatie. Dit zou kunnen uitmonden in een test voor selectiedoeleinden, maar ook in een tijdens de opleiding te gebruiken diagnostisch instrument om problemen bij leerling-vliegers te signaleren.

Een taak is ontwikkeld waarin men zich moet heroriënteren in de ruimte, terwijl tegelijk een sensatie wordt aangeboden die met deze cognitieve opdracht in strijd is. Dit verslag geeft aan welke voorde- ringen op dit gebied zijn gemaakt.

2 HERORIËNTATIETAAK

De taak bestaat uit het zich inbeelden van een heroriëntatie na draaiing in het horizontale vlak. Aanwijzingen worden via een computer-beeldscherm verstrekt, en staan model voor de aanwijzingen die de vlieger van zijn instrumenten krijgt. Tegelijk wordt de proefpersoon onderworpen aan een actuele rotatie, die al dan niet strijdig is met de cognitief in te beelden rotatie. Een trial begint met specificatie van een begin-oriëntatie. Vervolgens start de proefpersoon met een druk op de knop de z.g. heroriëntatie-fase. Deze begint met specificatie van de in te beelden draai. Tegelijk begint de proefpersoon met stoel en al te draaien, al of niet in tegengestelde richting ten opzichte van de in te beelden heroriëntatie-draai. Zodra men zich de nieuwe oriëntatie heeft ingebeeld, drukt men opnieuw op de knop.

Ter afsluiting volgt nog een testfase waar men vanuit de nieuwe oriëntatie een bepaalde plaats moet aanwijzen. Fig. 1 geeft een beeld van de verschillende fases van een trial.

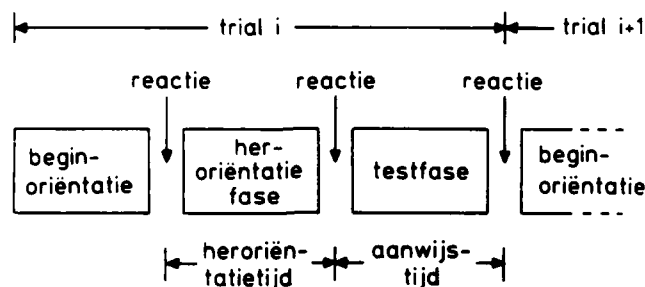


Fig. 1 De verschillende fases van een trial.

Wat betreft de cognitieve component sluit de huidige taak aan bij de vele studies over mentale rotatie (Cooper & Shepard, 1973a, b; voor een overzicht zie bijv. Finke & Shepard, 1986). Een accentverschil is dat deze studies gaan over het roteren van voorwerpen waarbij men zelf een stationaire observatiepositie inneemt. In de huidige taak echter gaat het om dynamische veranderingen van de observatiepositie; men roteert in gedachten ten opzichte van een stationaire omgeving. Dit laatste is alleen door Hintzman, O'Dell en Arndt (1981) onderzocht. Hun proefpersonen moesten zich een oriëntatie voorstellen in een stationaire omgeving, om vervolgens vanuit die oriëntatie een gegeven lokatie aan te wijzen. Heroriëntatie kwam in deze taak dus niet voor.

Ook op het gebied van conflict tussen sensatie en cognitie is weinig onderzoek bekend. Corballis en McLaren (1982) wekten een illusoire draaisensatie op door de proefpersonen een tijdlang naar een roterende schijf te laten kijken. Stopt zo'n rotatie, dan neemt men een illusoire rotatie van het stimulusveld waar tegengesteld aan de oorspronkelijke draairichting. Tijdens dit na-effect werd een geroteerde letter aangeboden. Corballis en McLaren vonden een interactie tussen cognitief in te beelden rotatieproces en de perceptuele draaisensatie. Mensen hadden de neiging de richting van de cognitieve rotatie conform de richting van de draaisensatie te kiezen, ook als dat een omweg betekende (225 i.p.v. 135°). Overigens werd in dit onderzoek ook weer de klassieke mentale rotatietaak gebruikt waarbij de observatiepositie stationair is.

3 EXPERIMENT 1

3.1 Methode en Procedure

3.1.1 *Proefpersonen*

De proefpersonen waren 11 scholieren in de leeftijd van 15 tot 18 jaar, die tegen vergoeding aan het onderzoek meewerkten.

3.1.2 *Apparatuur*

De proefpersoon zat in een cabine die de vorm van een rechtopstaande cilinder had met een diameter van 1.50 m. De cabine was van binnen voorzien van verticale strepen (45 mm dikke witte en zwarte strepen). De voor de cognitieve taak relevante informatie werd op een aan de stoel vastzittend Taxan beeldscherm getoond. Dit scherm stond op 30 cm van de proefpersoon en besloeg een visuele hoek van ongeveer 60°. Reacties werden gegeven met het in Fig. 2 afgebeelde paneel dat eveneens aan de stoel vast zat (op de rechterleuning). De stoel kon, met beeldscherm en reactiepaneel zowel links- als rechtsom draaien. Aansturing van scherm en draaistoel, en aflezing van het reactiepaneel werden geregeld door een IBM XT buiten de cabine.

3.1.3 *Taak*

De taak bestond uit het zich inbeelden van een nieuwe oriëntatie na draaiing in het horizontale vlak. Als omringende ruimte werd een geschematiseerde landkaart van Nederland genomen met daarop de plaatsen Leeuwarden (N), Assen (NO), Enschede (O), Venlo (ZO), Eindhoven (Z), Middelburg (ZW), Den Haag (W), en Alkmaar (NW). Deze plaatsen corresponderen ruwweg met de tussen haken aangegeven windrichtingen. Volgens de normen van de Nederlandse Lexicale Database, Versie 2, van de Universiteit van Nijmegen zijn deze plaatsen geselecteerd op naam-bekendheid; zo is bijv. Assen bekender dan Delfzijl, Enschede dan Hengelo, Eindhoven dan Tilburg, enz. (Hans Kerkman, persoonlijke communicatie). Men stond in gedachten midden op de kaart, ongeveer op Utrecht. Volgens instructie was de hoekafstand tussen twee naburige plaatsen steeds 45°. Van Assen naar Enschede is dus 45°; van Assen naar Venlo is 90°, enz.

Een opgave begon met presentatie van een willekeurig gekozen begin-oriëntatie, aangegeven met de naam van de plaats recht vooruit ("Den Haag" geeft dus aan dat men naar het westen kijkt; "Venlo" dat men naar het zuid-oosten kijkt). Als men de middenknop indrukte werden omvang en richting van de heroriëntatie getoond in taartpunt-formaat (zie Fig. 2a). Uit pilot-onderzoek bleek dat men op deze manier

sneller en met minder fouten werkte dan met een tekst, zoals "Draai een achtste slag linksom". Zodra men zich de gevraagde oriëntatie had voorgesteld, drukte men nogmaals op de middenknop. De tijd tussen beide knopdrukken werd in ms geregistreerd als de heroriëntatietijd.

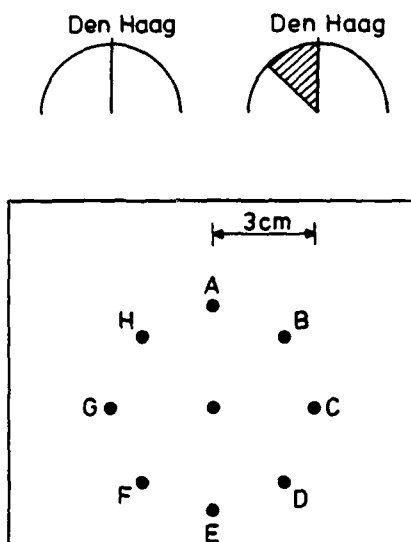


Fig. 2 De figuur linksboven specificceert een beginoriëntatie met Den Haag recht vooruit. Als de proefpersoon op een knop drukt verschijnt in de cirkelboog een "taart-punt" (figuur rechtsboven), die richting en omvang van de heroriëntatie-draai aangeeft. (In dit geval moet de proefpersoon zich 45° naar links draaien, en komt "Middelburg" recht voor te liggen.) De onderste figuur geeft het responspaneel weer met acht richtingsknoppen. Knop A dient om de richting "recht vooruit" aan te wijzen, knop C om "rechts" aan te wijzen, knop E om "recht achter" aan te wijzen, knop G om "links" aan te wijzen. Tussenliggende knoppen dienen voor tussenliggende richtingen.

Op de heroriëntatie-fase volgde direct een testfase (zie ook Fig. 1), waarin men de positie van een willekeurig gekozen plaats moest aanwijzen vanuit de nieuwe oriëntatie. Voor dit aanwijzen had de proefpersoon het in Fig. 2b afgebeelde paneeltje. De aanwijsrichting werd vanuit de middelste start/stopknop uitgezet. Werd bijv. gevraagd Eindhoven aan te wijzen, en was de nieuwe oriëntatie "Middelburg recht

voor", dan lag Eindhoven 45° links daarvan, en moest Knop H ingedrukt worden. Ook van deze testfase werd de tijd in ms geregistreerd, alsmede de gekozen richtingsknop (A t/m H). Indrukken van een richtingsknop beëindigde de testfase. Een seconde later begon de volgende trial. De beginoriëntatie van de volgende trial was gelijk aan de eindoriëntatie van de voorafgaande trial. Op deze wijze was heroriëntatie alleen in de heroriëntatiefase nodig, en niet tussen opeenvolgende trials.

3.1.4 Experimentele condities

Er werden twee soorten trial-blokken gebruikt, z.g. consistente en z.g. niet-consistente blokken. In de consistente blokken draaide de stoel met beeldscherm en responspaneel in overeenstemming met de cognitieve opgave tot heroriëntatie. Een opgave om in gedachten 45° linksom te draaien ging dus gepaard met een werkelijke rotatie van de stoel linksom. In de niet-consistente trial-blokken daarentegen draaide de stoel met beeldscherm en responspaneel onafhankelijk van de specificatie van de cognitieve opgave. Een opgave om in gedachten 45° linksom te draaien ging dus even vaak gepaard met een rotatie van de stoel linksom als met een rotatie rechtsom. Er waren in totaal drie soorten experimentele trials: (a) de altijd consistente trials, (b) de toevallig consistente trials en (c) de toevallig inconsistente trials. De altijd consistente trials kwamen uit de consistente trial-blokken; de toevallig consistente en de toevallig inconsistente trials uit de niet-consistente trial-blokken.

3.1.5 Procedure

Elke proefpersoon kwam een keer voor training en op een andere dag voor het eigenlijke experiment. Alleen op de tweede, experimentele, dag werd gebruik gemaakt van de draaistoel. Op de trainingsdag werd een stationaire stoel gebruikt, en een iets ander responspaneel (zie ook Experiment 2).

Op de trainingsdag werd de cognitieve taak uitgelegd met behulp van een op de grond getekende landkaart van 4 x 5 m. Als demonstratie stond de testleider midden op de landkaart met een groot model responspaneel in de hand, om duidelijk te maken wat men zich in gedachten moest voorstellen. Na twee korte kennismakingsblokken (resp. 20 en 40 trials) oefende de proefpersonen met 10 blokken van 64 trials per stuk. In het begin lag de nadruk op goed heroriënteren en nauwkeurig aanwijzen, later werd ook gelet op snelheid van reageren. Afhankelijk van de snelheid waarmee de proefpersoon werkte duurde een blok 10-20 minuten. Aan het eind van elk blok werden gemiddelde reactietijden voor heroriëntatie- en testfase getoond, alsmede het aantal fouten.

Op de experimentele dag begonnen de proefpersonen met nog eens een trainingsblok om aan de actuele draai van de stoel te wennen. Hiervoor werd een consistent trial-blok gebruikt waar de stoel met de in te beelden draai meedeed. Daarna werd gemeten in achtereenvolgens een consistent blok, vijf niet-consistente blokken, en tenslotte weer twee consistente blokken.

De gebruikte heroriëntatie-draaien waren 45 of 90°, links- of rechtsom. Heroriëntatiedraai, consistentie van de stoeldraai (uiteraard alleen in de niet-consistente blokken van de experimentele dag) en aan te wijzen plaats werden per trial willekeurig gekozen. Het indrukken van een verkeerde richtingsknop gaf een foutmelding, vervolgens werd een herkansing gegeven, net zolang tot men de goede richting aanwees. Herkansingstijden werden niet geregistreerd.

Oorspronkelijk was het de bedoeling actuele en in te beelden draai dezelfde omvang te geven. De testfase ging echter pas in wanneer zowel stoel als proefpersoon (de laatste via knopdruk) hun heroriëntatie voltooid hadden. Om te voorkomen dat de actuele draai de beperkende factor zou worden (waardoor de proefpersoon aan het eind van zijn heroriëntatie "dode tijd" zou overhouden) werd ervoor gezorgd de actuele draai beneden de duur van de in te beelden draai te houden. De testleider stelde daartoe de maximale draaitijd van de stoel tenminste 500 ms korter in dan de gemiddelde heroriëntatietijd van het voorafgaande blok. De omvang van de actuele draai werd daardoor kleiner. Een stoeldraai van 90° kwam gemiddeld op 51° uit (range 39 tot 59°), en een draai van 45° op 31° (25 - 36°).

3.1.6 Analyse

Onderscheid werd gemaakt tussen altijd consistente, toevallig consistente, en toevallig inconsistente trials. Per proefpersoon werden voor deze drie trialsoorten de gemiddelde heroriëntatietijden bepaald als functie van beginoriëntatie (getypeerd met de plaats recht voor), en omvang van de heroriëntatie-draai (45 of 90°, links- of rechtsom). Voor de testfase werden op dezelfde wijze gemiddelde aanwijstijden en foutenpercentages bepaald als functie van de aanwijshoek, dat is de hoek tussen de nieuwe plaats recht voor (gegeven een correct uitgevoerde heroriëntatie) en de aan te wijzen plaats (45, 90 of 135° links- of rechtsom; en 0 of 180°).

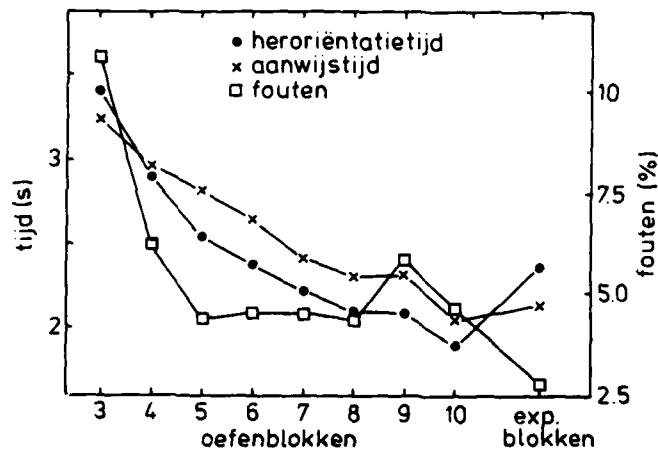


Fig. 3 Prestatie op de heroriëntatie-taak als functie van trainingsblok (steeds 64 trials/blok). Prestatie op de eerste twee blokken (20 en 40 trials) werd niet geregistreerd.

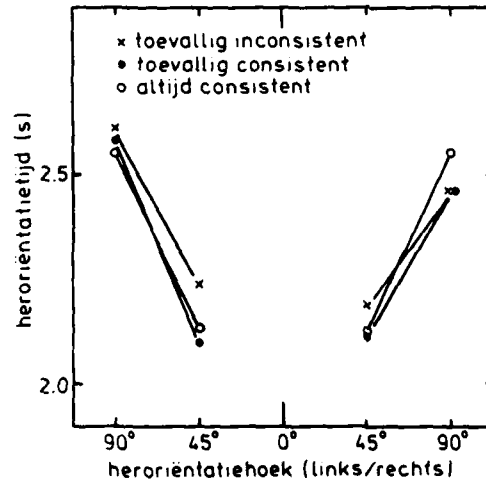


Fig. 4 Heroriëntatietijd als functie van de gevraagde rotatie (45° links van het midden geeft aan dat de nieuwe oriëntatie een achtste slag links van de beginoriëntatie lag).

3.2 Resultaten

Fig. 3 geeft een beeld van de oefeningseffecten op de trainingsdag, en de gemiddelde prestatie van de experimentele dag, waarop de verdere analyses zijn uitgevoerd. Fig. 4 laat de heroriëntatietijd zien als functie van de in te beelden draai voor de 3 soorten trials. Duidelijk is dat de heroriëntatietijd langer was naarmate de in te beelden draai een grotere hoek besloeg. Het gemiddelde verschil tussen een heroriëntatie over 90 en een heroriëntatie over 45° was 0.42 s. Duidelijk is verder dat trial soort geen enkel effect heeft. Volgens de variantie-analyse is de omvang van de draai inderdaad significant ($F(3,20)=53.9$; $p < 0.001$) terwijl trial type dit niet is ($F < 1$). Ook gaven verschillende proefpersonen desgevraagd te kennen dat het mee of tegen zitten van de actuele draai niet uitmaakte, omdat ze zich er niets van aantrokken. Overigens had dit navragen een incidenteel, en geen systematisch karakter.

Fig. 5 laat de heroriëntatietijd zien als functie van de beginoriëntatie. De heroriëntatie verliep het snelst bij een start vanuit de canonieke "noord boven" oriëntatie, en minder snel als de beginoriëntatie daarvan afweek ($F(7,70)=8.38$; $p < 0.001$). Het verloop over de verschillende beginoriëntaties was gemiddeld 0.15 s voor elke 45-graden stap vanaf canoniek (geschat met regressie-analyse, waarbij lineair verloop 87% van de variantie verklaart). Er was een interactie met de omvang van de heroriëntatie ($F(21,42)=1.88$; $p < 0.05$). De bovenste lijn van Fig. 5 geeft de heroriëntatietijd bij een heroriëntatiedraai van 90°, de onderste lijn de heroriëntatietijd bij een draai van 45°. Een regressie-analyse per lijn onthult dat het lineaire verloop over de verschillende beginoriëntaties nauwelijks verschilde; voor bovenste en onderste curve waren de verloop-waarden resp. 0.14 en 0.15 s per 45-graden stap.

De in de testfase verkregen gemiddelde aanwijstijd wordt in Fig. 6 getoond, en wel als functie van de positie van de aanwijshoek. Duidelijk is dat het aanwijzen meer tijd kostte naarmate de hoek tussen recht vooruit en aan te wijzen plaats groter was. Het aanwijzen van de plaats recht vooruit kostte weinig tijd (hoek nul, tijd 1.24 seconde), aanwijzen van de plaatsen links- en rechts-voor, en pal links of rechts kostte wat meer tijd (45-90°, ongeveer 1.92 s), en het aanwijzen van de plaatsen links- en rechts-achter nam relatief de meeste tijd (135°, 3.15 s). Uitzondering op deze monotone toename was de relatief korte aanwijstijd voor de positie recht achter (180°, 1.98 s). Het foutenpercentage geeft een nagenoeg eender beeld.

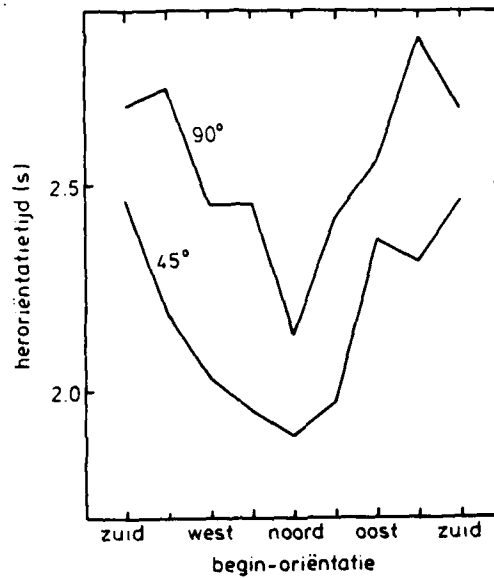


Fig. 5 Heroriëntatietijd als functie van beginoriëntatie met omvang van de draai als parameter.

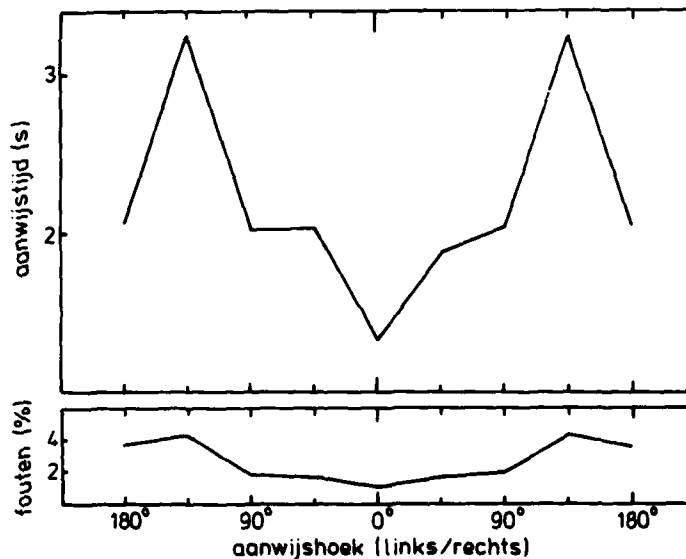


Fig. 6 Aanwijstijd en aanwijsfouten als functie van de hoek tussen de plaats recht vooruit en de aan te wijzen plaats. (Bij 90° links van het midden ligt de aan te wijzen plaats een kwart slag links van recht voor.)

Aan te wijzen positie had op zowel aanwijstijd als fouten een significant effect ($F(7,70)=40.1$ en 2.79 ; $p \ll 0.001$ en $p < 0.05$). De consistentie tussen heroriëntatie- en actuele draai had geen invloed op aanwijstijd of fouten ($p > 0.10$).

3.3 Discussie

De resultaten laten zien dat consistentie tussen stoelbeweging en cognitief in te beelden draai geen enkel effect op de verwerkingstijd had. Er werden dus geen aanwijzingen gevonden voor conflict tussen cognitie en draaisensatie.

Een mogelijke verklaring voor het niet optreden van conflict tussen cognitie en sensatie is dat de sensatie misschien niet krachtig genoeg was en gemakkelijk genegeerd kon worden. Oorzaken zouden kunnen zijn de relatief grote visuele hoek die door het met de stoel meedraaiende beeldscherm werd ingenomen (60°), waardoor weinig zicht op de cabine-wand overbleef; en het uniforme en identiteitsloze strepenpatroon op de wand, waardoor draaiing van de stoel niet tot een echt nieuw uitzicht leidde.

Een andere verklaring is dat de actuele hoek van draaiing zo'n 62% van de in te beelden heroriëntatiedraai was. Daardoor zou de draaisensatie, ook in de consistente trials, niet met de heroriëntatie overeenstemmen. Deze verklaring is niet zo aannemelijk omdat men in eerste instantie de richting van de draai waarneemt, en pas in tweede instantie de omvang daarvan, zo deze al waargenomen wordt. Men was immers geconcentreerd op het beeldscherm, dat een groot deel van het visuele veld afdekte, terwijl bovendien de cabinewand een uniforme aanblik bood.

Een andere verklaring voor het uitblijven van conflict is dat cognitieve en actuele draai zich strikt genomen in verschillende vlakken afspelen. Het beeldscherm stond immers vrijwel verticaal en de cognitieve heroriëntatie heeft zich daardoor mogelijk in dit frontale vlak afgespeeld, loodrecht op het vlak waarin de stoel draaide. Een opstelling met een horizontaal geplaatst scherm zou dan beter zijn. Gezien echter de mate waarin mensen gewend zijn informatie van verticaal geplaatste kaarten te projecteren op het horizontale vlak is de verwachte winst van een anders geplaatst scherm waarschijnlijk niet al te groot. Bovendien wijst Levelt (1982) op het natuurlijke verband tussen

de op-neer dimensie van het verticale vlak en de verweg-dichtbij dimensie van het horizontale vlak (zie ook Shepard & Hurwitz, 1984).

De resultaten van de in de testfase verkregen aanwijstijden zijn een goede replicatie van de resultaten van Hintzman, O'Dell, en Arndt (1981). Ter verklaring hanteren zij een dubbel-proces model. Een eerste proces, directe associatie genoemd, geeft een globale indicatie van de ligging van de aan te wijzen plaats. Een daarop volgend tweede proces, sequentieel zoeken genoemd, zorgt voor de precieze plaatsbepaling. Het sequentieel zoekproces begint bij de lokatie recht vooruit, duurt langer naarmate de afstand waarover gezocht wordt toeneemt, en veroorzaakt aldus de stijging van de aanwijstijd bij toenemende hoekafstand. Om te verklaren dat het aanwijzen van de plaats recht achter (180°) niet in dit beeld past, veronderstellen Hintzman, O'Dell, en Arndt een sterke directe associatie tussen recht voor en recht achter (de plaatsen op de sagittaal-as). De globale plaatsbepaling voor recht achter zou daardoor reeds zo nauwkeurig zijn dat het sequentiële zoekproces overbodig is.

4 EXPERIMENT 2

Het doel van Experiment 2 was een completer beeld te krijgen van het heroriëntatie-proces. Acht rotatiehoeken werden gebruikt. Hierdoor wordt tevens de vergelijkbaarheid met de testfase groter, omdat ook in de testfase dezelfde hoeken gebruikt worden. Uit de aanwijscurve als functie van de hoek blijkt immers bijv. dat er een knik is tussen 45° en 90° ; het verschil tussen 45° en 90° is daardoor minder dan men zou verwachten als men de gehele curve overziet. Zou een dergelijke knik ook bij het heroriëntatie-proces aanwezig zijn, dan zou de snelheid van heroriëntatie danig onderschat worden door alleen de procestijden bij hoeken van 45° en 90° te beschouwen.

Een tweede doel van Experiment 2 was na te gaan of het hier ontwikkelde paradigma geschikt was om heroriëntatie te registreren. Met name ging het erom of de knopdruk tussen heroriëntatie- en testfase inderdaad heroriëntatie- en aanwijs-processen voldoende van elkaar scheidde. Het is immers mogelijk dat de proefpersonen een min of meer van tevoren vaststaand interval voor heroriëntatie reserveren, dan de knop indrukken, en eventueel resterende oriëntatie-problemen doorschuiven naar de testfase. De predictie is dan dat typische heroriëntatie

variabelen zoals beginoriëntatie en omvang van de draai nog aantoonbare effecten op de testfase zullen hebben.

4.1 Methode

De proefpersonen waren 16 studenten in de leeftijd van 19 tot 29 jaar (gemiddeld 23.1 jaar oud) die tegen vergoeding aan het onderzoek meewerkten. Ze kregen 12 experimentele blokken van elk 64 trials, voorafgegaan door 4 oefenblokken van resp. 10, 40, 64, en 64 trials. Voor het aanwijzen werd het keypad van het IBM keyboard gebruikt. De knoppen hiervan zijn wat groter dan die van Experiment 1 (13 i.p.v. 4 mm), staan in een vierkant i.p.v. een cirkelvormig patroon, bovendien dichter bij elkaar (hart-tot-hart afstand 19 i.p.v. 23 mm). Verder was de opzet conform Experiment 1, behalve dat niet actueel werd gedraaid.

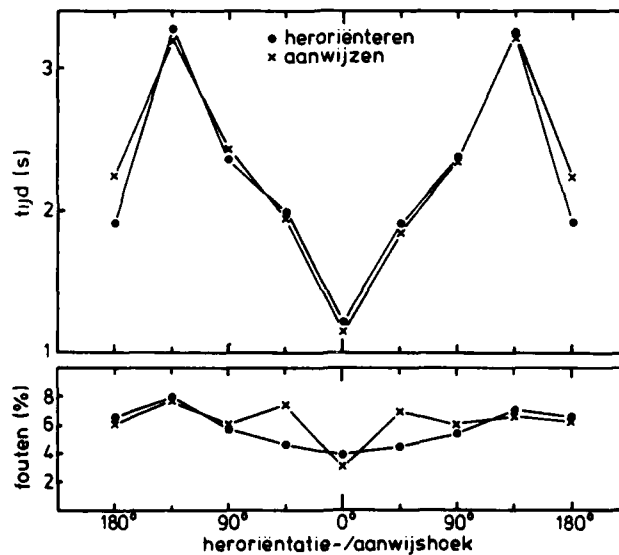


Fig. 7 Heroriëntatietijd als functie van de heroriëntatiehoek, en aanwijstijd als functie van de aanwijshoek; alsmede foutenpercentages. (Heroriëntatiehoek is de hoek tussen oude en nieuwe oriëntatie; aanwijshoek is de hoek tussen recht vooruit en de aan te wijzen plaats.)

4.2 Resultaten en discussie

Fig. 7, bovenste deel, laat heroriëntatie- en aanwijstijd zien als functie van de hoekafstand. Voor heroriëntatie is dat de hoek tussen de oude en de nieuwe oriëntatie; voor aanwijzen de hoek tussen recht vooruit en de aan te wijzen plaats. Er is een opvallende overeenkomst tussen de twee curves. De per proefpersoon bepaalde correlatie tussen de beide curves was gemiddeld 0.95 (lopend van 0.78 tot 0.98). Bij deze berekening werd gebruik gemaakt van een arcsin transformatie; van alle correlaties van alle proefpersonen werd de arcsin bepaald; over deze correlaties werd het gemiddelde bepaald, en dat werd weer terug getransformeerd. Ook de regressie tussen de beide curves was vrijwel perfect: de factor om aanwijstijd in heroriëntatietijd om te zetten was 0.994, dus vrijwel 1, met een niveauverschil van slechts 0.01 s tussen de curves.

Verder neemt de tijd lineair toe met de hoekafstand, met uitzondering van de hoek van 180°. Wordt dit punt buiten beschouwing gelaten, dan zijn beide curves volledig (98%) lineair. De regressievergelijkingen als functie van 45° stappen zijn resp.

$$\text{heroriëntatietijd} = 1.23 + 0.65 * \text{stap} \quad (1)$$

$$\text{aanwijstijd} = 1.17 + 0.66 * \text{stap} \quad (2)$$

waarbij de tijden in seconden en de stappen in eenheden van 45° zijn uitgedrukt. De parameters intercept (1.23 en 1.17 s) en richtingscoëfficiënt (0.65 en 0.66 s) zijn theoretisch goed interpreteerbaar. De intercept geeft de tijd weer voor de gemeenschappelijke processen die ongeacht hoekafstand nodig zijn; de richtingscoëfficiënt geeft aan hoeveel extra tijd nodig is per 45° stap. Ook hier is de heroriëntatiecurve geknikt bij de 45 en 90°; het bepalen van de richtingscoëfficiënt op grond van alleen hoeken van 45 en 90° in Experiment 1 heeft dus inderdaad tot onderschatting geleid (0.42 i.p.v. 0.65 s per stap).

Het onderste paneel van Fig. 7 laat het aantal fouten zien als functie van zowel heroriëntatie- als aanwijshoek. De mate van overeenstemming tussen de twee curves is minder groot dan in het bovenste paneel; de correlatie tussen de curves is slechts 0.59. Het verschil is met name dat het percentage heroriëntatiefouten monotoon toeneemt met de hoekafstand (m.u.v. 180°), terwijl de curve van aanwijsfouten eigenlijk geen monotone trends heeft behalve dat aanwijzen van het 0° punt

(recht voor) duidelijk minder fouten oplevert dan het aanwijzen van andere punten.

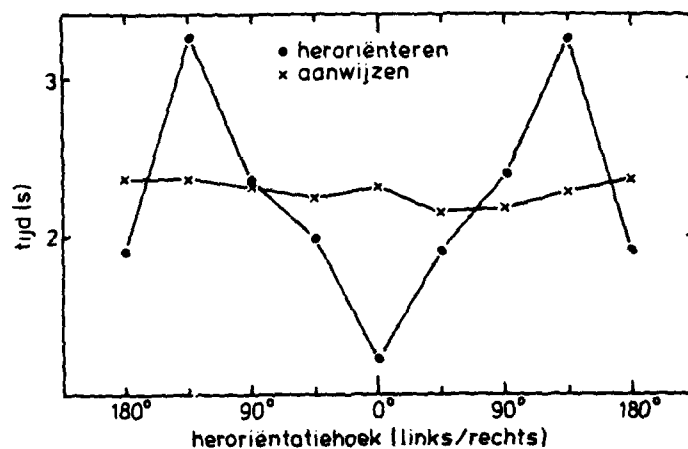


Fig. 8 Aanwijstijd als functie van oriëntatiehoek. (NB: Hier is gemiddeld over alle aanwijshoeken.) Ter vergelijking is ook, net als in Fig. 7, de heroriëntatietijd als functie van oriëntatiehoek gegeven.

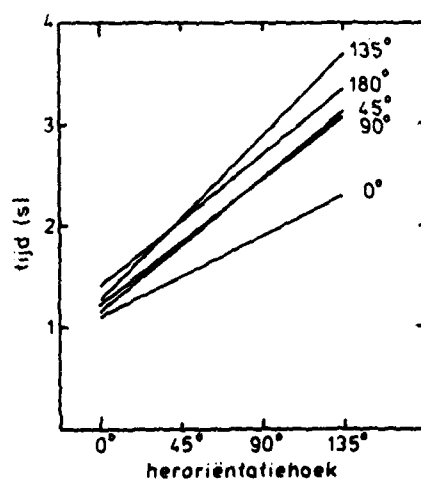


Fig. 9 De regressie van heroriëntatiehoek op de heroriëntatietijd met beginoriëntatie als de parameter. (Beginoriëntatie is uitgedrukt als afwijking van de canonieke "noord-boven" oriëntatie.)

Zowel beginoriëntatie als oriëntatiehoek hadden een significant effect op de heroriëntatietijd ($F(7,98)=14.2$ en 38.0 , resp.; $p < 0.001$). Tevens interageerden de variabelen: $F(49,686)=1.71$; $p < 0.01$). Om na te gaan of het heroriëntatieproces of delen daarvan pas in de testfase werden afgerond werd ook de invloed van deze twee heroriëntatie-variabelen op het aanwijzen nagegaan. Beginoriëntatie had geen invloed op de aanwijstijd ($F < 1$), maar oriëntatiehoek had dat wel: $F(7,98)=2.47$; $p < 0.05$. Fig. 8 laat de aanwijstijd als functie van de oriëntatiehoek zien. Ter vergelijking is nogmaals de heroriëntatiecurve als functie van oriëntatiehoek gegeven.

De reeds genoemde interactie tussen beginoriëntatie en oriëntatiehoek werd uitvoerig geanalyseerd. Bij deze analyse werd de heroriëntatiecurve gereduceerd tot een lineaire functie van oriëntatiehoek. Blijft de hoek van 180° buiten beschouwing, dan is zoals eerder gezegd de curve voor 96% lineair. De twee parameters waarmee de functie vervolgens werd getypeerd zijn intercept en richtingscoëfficiënt. Fig. 9 laat de invloed van beginoriëntatie op richtingscoëfficiënt en intercept van de heroriëntatiecurve zien. Duidelijk is dat beide parameters op min of meer dezelfde manier bepaald worden door de beginoriëntatie. Richtingscoëfficiënt en intercept zijn relatief klein als de imaginair kaart de traditionele "noord boven" oriëntatie heeft, nemen toe met de kaart 45° of 90° gedraaid, en zijn het grootst met de kaart 135° gedraaid. Met de kaart ondersteboven (180°) is alleen de intercept maximaal; de richtingscoëfficiënt is ongeveer even groot als bij een 45° of 90° gedraaide kaart.

5 ALGEMENE DISCUSSIE

Aanwijzingen voor conflict tussen actuele (draaistoel) en een cognitief in te beelden oriëntatie werden niet gevonden. Oorzaken voor het uitblijven van conflict zouden de te kleine omvang of de geringe sterkte van de actuele draaisensatie kunnen zijn, of het feit dat de cognitieve heroriëntatie zich, strikt genomen, in een ander vlak dan het actuele draaivlak afspeelde. Conflict zou dan wel optreden bij draaien van grotere omvang, en in een situatie met meer visueel houvast voor huidige positie. Of veel winst verwacht mag worden van een horizontale plaatsing van het beeldscherm staat te bezien, gezien de eerder genoemde argumenten voor een sterke associatie tussen de opneer en de voor-achter dimensie (Levelt, 1982; Shepard & Hurwitz, 1984).

Onverwacht en opvallend is de zeer grote overeenstemming tussen heroriënteren en aanwijzen (Fig. 7). Het oplopen van de verwerkingstijd met toenemende hoekafstand wordt in de literatuur geïnterpreteerd als mentale rotatie (Cooper & Shepard, 1973a, b; Finke & Shepard, 1986), hoewel aangetekend moet worden dat zo'n interpretatie niet alleen hierop steunt, maar ook op andere kenmerkende resultaten. Zo leidt onverwachte presentatie van een stimulus geroteerd over een halve hoek α tot snelle verwerking als deze presentatie plaats vindt op ongeveer de helft van de tijd die de proefpersoon normaal nodig heeft om een rotatie over de volledige hoek α uit te voeren (Cooper, 1975); het is dus alsof de proefpersoon op de halve tijd ook met de mentale rotatie halverwege was.

Een uitgangspunt van de huidige studie was dat de toename van de heroriëntatietijd betrekking zou hebben op het imaginair uitvoeren van een draai ten opzichte van een stationaire landkaart. De vrijwel identiek verlopende curve van de testfase maakt deze interpretatie aanvechtbaar. Immers, voor de testfase is het onwaarschijnlijk dat het aanwijzen zou verlopen via het imaginair uitvoeren van een heroriëntatie. Een eerder genoemde verklaring van de aanwijstijden is dat er een sequentiële zoekproces is om de juiste hoekafstand te bepalen nadat in een voorafgaand proces van directe associatie ruwweg de ligging van de aan te wijzen plaats is vastgesteld (Hintzman, O'Dell & Arndt, 1981). In deze verklaring is geen sprake van mentaal heroriënteren.

Bij een zo grote mate van gelijkheid tussen heroriëntatie- en testfase ligt het voor de hand ook een gelijkheid van verwerkingsprocessen te veronderstellen, en het oplopen van de tijd met toenemende hoekafstand voor beide fasen toe te schrijven aan sequentiële zoekprocessen. Bij heroriëntatie zouden deze zoekprocessen kunnen dienen om de plaats op een gegeven hoekafstand te identificeren; bij aanwijzen om de hoekafstand van een opgegeven plaats te identificeren. Als deze analyse juist is, dan heeft de toename in verwerkingstijd bij toenemende hoekafstand niets te maken met de eigenlijke heroriëntatie. Deze heroriëntatie zou een proces zijn dat pas optreedt nadat het zoekproces de nieuwe target lokatie voor recht voor heeft geïdentificeerd. Bovendien is heroriëntatie geen analoog proces, en worden dus niet (zoals men bij de "klassieke" mentale rotatie aanneemt), ook tussenliggende lokaties tussen nieuwe en oude oriëntatie doorlopen. Heroriëntatie is veeleer een proces om in één keer een nieuwe oriëntatie op te bouwen. Daarmee vertoont heroriëntatie enige gelijkenis met een saccadische oogbeweging. Ook het oog springt immers in één beweging

direct naar de target en is tijdens deze saccade blind. Fig. 10 geeft een schets van een hypothetisch procesmodel voor heroriëntatie.

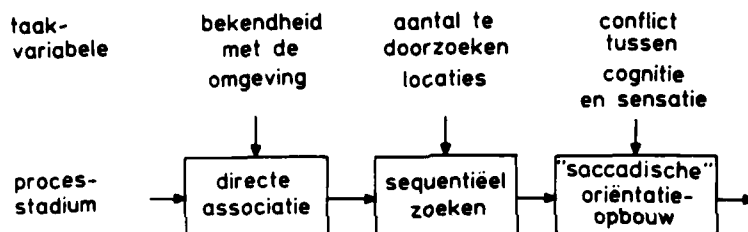


Fig. 10 Een hypothetisch model voor heroriëntatie met enkele variabelen die op de stadia van invloed zouden kunnen zijn.

Een actuele draaisensatie kan dan op tenminste drie manieren in conflict komen met een cognitief heroriëntatieproces, nl. door interferentie met de directe associatie, het sequentiële zoekproces, of met de opbouw van de heroriëntatie. Wordt het zoekproces gehinderd, dan is te verwachten dat de heroriëntatietijd in versterkte mate een functie zal zijn van de hoekafstand, en dat de richtingscoëfficiënt zal toenemen. Worden andere processen gehinderd dan is te verwachten dat de heroriëntatiefunctie in zijn geheel, dus ongeacht hoekafstand, hoger zal liggen, en dat de intercept zal toenemen.

Bestaat het totale heroriëntatieproces uit directe associatie, gevolgd door een sequentieel zoekproces en de eigenlijke opbouw van de nieuwe oriëntatie, dan is opnieuw de vraag aan de orde of mensen wel in staat zijn het einde van het heroriëntatieproces te markeren met een drukknopreactie. Kortom, is de huidige taak geschikt om het heroriëntatieproces te isoleren? Weliswaar blijkt uit Experiment 2 dat de beginoriëntatie en de oriëntatiehoek vrijwel uitsluitend de heroriëntatie- en nauwelijks de testfase beïnvloedden (zie o.a. Fig. 8), maar deze variabelen bepalen in eerste instantie het sequentiële zoekproces, en het is niet uitgesloten dat ze daarnaast ook op de eigenlijke oriëntatie-opbouw invloed zouden kunnen hebben.

Als de hoek van heroriëntatie die op het zoekproces van invloed was reeds een geringe invloed op de testfase had, ligt het dan niet voor de hand dat het daaropvolgende proces van oriëntatie-opbouw in nog sterkere mate doorgeschoven wordt naar de testfase? Het gevolg van een

en ander zou kunnen zijn dat beter de som van heroriëntatie- en aanwijstijd geïnterpreteerd kan worden dan de heroriëntatietijd alleen. Meer zekerheid ten aanzien van de vraag of mensen het heroriëntatieproces met een knopdrukreactie kunnen markeren, is pas te krijgen als een taakvariabele met een duidelijke invloed op de oriëntatie-opbouw geïdentificeerd kan worden. De mate van conflict tussen actuele en cognitief op te bouwen oriëntatie is wellicht zo'n variabele - een reden temeer om het onderzoek naar het conflict tussen cognitie en sensatie voort te zetten.

6 VERVOLGONDERZOEK

Het onderzoek naar conflict tussen cognitie en sensatie kan op verschillende manieren gecontinueerd worden. Eerste doel daarbij is een taak te creëren met een duidelijk zichtbaar conflict. In de eerste plaats is het mogelijk Experiment 1 te repliceren met sterkere draaisensaties. De actuele rotaties moeten dan dezelfde omvang als de geïnstrueerde rotaties hebben; en het interieur van de cabine moet voorzien worden van een duidelijke oriëntatiemarkering, bijv. door steeds een kwart van de cabinewand een verschillende kleur te geven. Wellicht zou de proefpersoon ook enige aandacht aan de actuele draai moeten besteden, bijv. door van elke draai aan te geven of hij links- of rechtsom was.

Het is echter niet noodzakelijk met alleen passief ondergane rotaties te werken. Wellicht is een paradigma veel beter waarin de proefpersoon zich actief moet omdraaien naar een nieuwe werkpositie om van daar uit de cognitieve heroriëntatietask te vervolgen. Een voordeel van zo'n actieve heroriëntatie is dat de proefpersoon aandacht geeft aan de actuele heroriëntatie.

REFERENTIES

- Benson, A.J. (1988). Disorientation. In J. Ernsting and P. King (Eds.) *Aviation medicine*. London, Boston, Singapore, Sydney, Toronto, Wellington: Butterworths.
- Cooper, L.A. (1975). Mental rotation of random two-dimensional shapes. *Cognitive Psychology*, 7, 20-43.
- Cooper, L.A., & Shepard, R.N. (1973a). Chronometric studies of the rotation of mental images. In W.G. Chase (Ed.), *Visual information processing*. New York: Academic Press.
- Cooper, L.A., & Shepard, R.N. (1973b). The time required to prepare for a rotated stimulus. *Memory & Cognition*, 1, 246-250.
- Corballis, M.C., & McLaren, R. (1982). Interaction between perceived and imagined rotation. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 8, 215-224.
- Finke, R.A., & Shepard, R.N. (1986). Visual functions of mental imagery. In K.R. Boff, L. Kaufman, and J.P. Thomas (Eds.), *Handbook of perception and human performance*, Volume 2, *Cognitive processes and performance*. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore: Wiley.
- Gillingham, K.K., & Wolfe, J.W. (1986). *Spatial disorientation in flight (USAFSAM-TR-85-31)*. Brooks Air Force Base (Tx): USAF School of Aerospace Medicine.
- Levelt, W. (1982). Cognitive styles in the use of spatial direction terms. In R. Jarvella and W. Klein (Eds.), *Speech, place, and action*. New York, Chichester, Brisbane, Toronto, Singapore: Wiley.
- Shepard, R.N., & Hurwitz, S. (1984). Upward direction, mental rotation, and discrimination of left and right turns in maps. *Cognition*, 18, 161-193.

REPORT DOCUMENTATION PAGE		
1. DEFENCE REPORT NUMBER (MOD-NL) TD 89-1050	2. RECIPIENT'S ACCESSION NUMBER	3. PERFORMING ORGANIZATION REPORT NUMBER IZF 1989-20
4. PROJECT/TASK/WORK UNIT NO. 737.1	5. CONTRACT NUMBER A85/K/077	6. REPORT DATE July 1989
7. NUMBER OF PAGES 25	8. NUMBER OF REFERENCES 9	9. TYPE OF REPORT AND DATES COVERED Final
10. TITLE AND SUBTITLE Cognitie versus sensatie: een paradigma voor heroriëntatie (Cognition versus sensation: a paradigm for reorientation)		
11. AUTHOR(S) L.C. Boer		
12. PERFORMING ORGANIZATION NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Institute for Perception Kampweg 5 3769 DE SOESTERBERG		
13. SPONSORING/MONITORING AGENCY NAME(S) AND ADDRESS(ES) TNO Division of National Defence Research Koningin Marijkeaan 21 2595 GA DEN HAAG		
14. SUPPLEMENTARY NOTES		
15. ABSTRACT (MAXIMUM 200 WORDS, 1044 BYTE) The current report describes the progress in the project Orientation and Navigation which was set up with an eye on the (fighter) pilot. A task for mental orientation is described in which subjects are required to imagine themselves rotated in the horizontal plane. At the same time they undergo an actual rotation in the same plane but in a different direction. Imagined reorientation angle had a strong effect on cognitive processing time; the actual rotation, however, had no effect. Reasons for absence of conflict and suggestions for continued investigations are presented.		
16. DESCRIPTORS Airforce Spatial orientation Acceleration Decision making		IDENTIFIERS
17a. SECURITY CLASSIFICATION (OF REPORT) -	17b. SECURITY CLASSIFICATION (OF PAGE) -	17c. SECURITY CLASSIFICATION (OF ABSTRACT) -
18. DISTRIBUTION/AVAILABILITY STATEMENT Unlimited availability		17d. SECURITY CLASSIFICATION (OF TITLES) -

VERZENDLIJST

1. Hoofddirecteur van de Hoofdgroep Defensieonderzoek TNO
2. Directie Wetenschappelijk Onderzoek en Ontwikkeling Defensie
Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
3. (Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KL
- 4,5. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KLu
Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
6. (Plv. Hoofd Wetenschappelijk Onderzoek KM
7. Wnd. Directeur Militair Geneeskundige Diensten
Cdre vliegerarts H.H.M. van den Biggelaar
8. Inspecteur Geneeskundige Dienst KL
Brig.Gen.-arts B.C. Mels
9. Inspecteur Geneeskundige Dienst KLu
Cdre J.Th. Versteeg
10. Inspecteur Geneeskundige Dienst Zeemacht
Cdr-arts A.J. Noordhoek
11. Maj. D. Radstake, Commandant SQ 306, Vliegbasis Volkel
12. Dr. P.C. de Boer, Hoofd afd. DPKLu/AGW
13. LKol.Drs. P.S. Andriesse, DPKLu/AGW
14. LKol.Drs. A.H. Fortuin, SKEL/LUSO
15. LTZAR 1 C.P. Bleeker, Hoofd Vliegmedische Dienst Zeemacht
16. Drs. M. Harsveld, DPKLu/AGW
17. Kol. P.I.C.J. Burgers, IGDKLu
- 18, 19, 20. Hoofd van het Wetensch. en Techn. Doc.- en Inform.
Centrum voor de Krijgsmacht

LEDEN WAARNEMINGS CONTACT COMMISSIE

- 21. Maj.Ir. W.C.M. Bouwmans
- 22. LTZAR1 F.D.J.R. Feunekes
- 23. Dr. N. Guns
- 24. Drs. C.W. Lamberts
- 25. Ir. P.H. van Overbeek
- 26. Drs. W. Pelt
- 27. Maj. dierenarts H.W. Poen
- 28. Drs. F.H.J.I. Rameckers
- 29. Prof.Ir. C. van Schooneveld
- 30. LKol.Drs. H.W. de Swart
- 31. Kol. vliegerarts B. Voorsluijs

Extra exemplaren van dit rapport kunnen worden aan-
gevraagd door tussenkomst van de HWOs of de DWOO.
