

---

## NEDERLANDSE SAMENVATTING

---

### **Bevindingen in haptisch (onder)zoeken**

Het vinden van je portemonnee in je tas of het lichtknopje in het donker zijn twee voorbeelden van haptische zoektaken. In zulke taken moet er een specifiek doelobject gevonden worden tussen andere objecten die niet van belang zijn. Sommige zoektaken zijn veel gemakkelijker dan andere en dit hangt af van de specifieke eigenschappen van het doelobject en de afleiders. Als een bepaalde eigenschap efficiënt kan worden waargenomen tussen anderen, dan is deze eigenschap opvallend ten opzichte van zijn omgeving. Een zoektaak kan gebruikt worden om te zien of de onderscheidende eigenschap van het doelobject opvallend is ten opzichte van de afleiders. Hierbij wordt dan gekeken naar de reactietijd (i.e. de tijd die nodig is om de aanwezigheid van een doelobject te bepalen) en of deze gelijk blijft bij een toename van het aantal te onderzoeken voorwerpen. In Hoofdstukken 2 en 3 werd onderzocht of beweeglijkheid en hardheid en zachtheid opvallende eigenschappen kunnen zijn in de haptische waarneming.

Om te zien of beweeglijkheid opvallend is, werd het zoeken naar een beweegbare kogel of een vastgezette kogel in kogelpotten onderzocht (Hoofdstuk 2). In een plankje werden gaten geboord, zodat de kogelpotten erin konden worden gezet. De proefpersonen moesten hun hand over het plankje bewegen om de aanwezigheid van een beweegbare kogel tussen vastgezette kogels te bepalen of andersom. Het zoeken naar een beweegbare kogel tussen vastgezette afleiders was veel gemakkelijker dan de omgekeerde situatie. In dit geval veranderde de reactietijd niet met het aantal kogelpotten. Kortom, de helling van de lijn door de reactietijden uitgezet tegen het aantal voorwerpen, de zoekhelling, was vlak. Daarnaast werd er aangetoond dat de bewegingen die werden gemaakt bij het zoeken naar een beweegbaar doelobject sneller en korter waren dan bij het zoeken naar een vastgezet doelobject. Ook waren de bewegingen voornamelijk in de horizontale richting. Dit suggereert dat er een parallelle strategie kan worden gebruikt bij het zoeken naar een beweegbaar doelobject. De aanwezige voorwerpen kunnen tegelijk worden onderzocht en het doelobject 'springt' uit de omgeving. Om verder te onderzoeken welke sensatie ten grondslag kan liggen aan de opvallendheid van beweeglijkheid werden de trillingen en de wrijving van de stimulusplankjes gemeten. Hieruit bleek dat

de trillingssignalen die worden veroorzaakt door de mechanische interacties tussen de kogel en de pot de opvallendheid van beweeglijkheid kunnen verklaren.

Andere eigenschappen die voor hun opvallendheid werden onderzocht waren hardheid en zachtheid (Hoofdstuk 3). Twee verschillende manieren van exploratie werden gebruikt in de zoektaken. In de eerste methode werden harde en zachte bollen in de hand gehouden zodat ze vrijelijk gemanipuleerd konden worden in de hand. De resultaten lieten zien dat zowel een hard doelobject tussen zachte afleiders als een zacht doelobject tussen harde afleiders opvallend was. Het verschil tussen het doelobject en afleiders moet echter wel groot genoeg zijn, want bij een klein verschil werd naar beide doelobjecten op een seriële manier gezocht. In de tweede methode werden de bollen op een plankje gelegd om te kunnen worden ingedrukt met de hand. Bij dit experiment werd een zoekasymmetrie gevonden. De harde bol kon nog steeds gemakkelijk gevonden worden, maar de zachte bol was moeilijker te vinden. Het bleek dat de posities van het doelobject en de afleiders invloed hadden op het zoeken naar de zachte bol. Als deze werd omringd door harde afleiders werd de hand geblokkeerd zodat de zachte bol moeilijk waar te nemen was.

Samen laten Hoofdstukken 2 en 3 zien dat beweeglijkheid, hardheid en zachtheid haptisch opvallende eigenschappen kunnen zijn. De waarneming van deze eigenschappen is efficiënt en snel. Deze eigenschappen zijn mogelijk belangrijk bij het herkennen van objecten in de eerste fasen van de waarneming.

Omdat een opvallende eigenschap erg snel wordt gedetecteerd, kan het de prestatie in een zoektaak bevorderen. Aan de andere kant is het ook mogelijk dat het de zoektaak kan verstoren, zelfs als de eigenschap irrelevant is voor de taak. Dit onderwerp kwam aan bod in Hoofdstuk 4 voor de eigenschappen ruwheid en randen. In overeenstemming met de literatuur werd gevonden dat het zoeken naar een ruw doelobject tussen gladde afleiders gemakkelijker was dan de omgekeerde situatie. Ook het zoeken naar een kubus (met randen) tussen bollen was gemakkelijker dan het zoeken naar een bol tussen kubussen. Daarnaast toonde deze studie aan dat ruwheid en randen een zoektaak ook kunnen verstoren. Als het zoeken naar iets ruws werd vergeleken tussen taken waarbij alle voorwerpen bollen waren en wanneer ze allemaal kubussen waren, dan was men in de tweede situatie veel langzamer. Hetzelfde resultaat werd gevonden bij het zoeken naar een kubus tussen bollen: het zoeken in ruwe voorwerpen was moeilijker dan het zoeken in gladde voorwerpen. Dit betekent dat zelfs als een opvallende eigenschap irrelevant is en aanwezig in alle voorwerpen, hij nog steeds de prestatie kan beïnvloeden. Dit versturende effect werd enkel gevonden wanneer de zoektaak eerst gemakkelijk was. Bij het zoeken naar een glad doelobject tussen ruwe afleiders was er geen verschil of de

voorwerpen nu bollen of kubussen waren. Evenmin werd het zoeken naar een bol tussen kubussen beïnvloed door de ruwheid van de voorwerpen. Een verklaring hiervoor kan zijn dat deze taken al moeilijk waren en het zoeken op een seriële manier werden uitgevoerd. Hierdoor kon de prestatie niet veel achteruitgaan.

De studies die hierboven werden beschreven onderzochten steeds taken waarin het doelobject in één eigenschap verschilde van de afleiders. Als het verschil tussen het doelobject en de afleiders groter was dan verbeterde de prestatie (Hoofdstuk 3). Mogelijk kan het zoeken ook sneller worden uitgevoerd als het doelobject in twee eigenschappen van de afleiders verschilt. Als men in zo'n situatie sneller is dan in beide taken waarin slechts één verschil aanwezig is, dan betekent dit dat de eigenschappen worden geïntegreerd. In Hoofdstuk 4 is laten zien dat vorm- en textuurinformatie kunnen worden geïntegreerd in een haptische zoektaak. Dit effect werd gevonden wanneer de gecombineerde eigenschappen beide niet opvallend waren (glad en rond). De eigenschappen leken onafhankelijk te worden verwerkt op een parallelle manier. Verder leek de integratie effectiever te zijn als de eigenschappen verenigd waren in een enkel doelobject dan wanneer ze verdeeld waren over twee aparte doelobjecten (Hoofdstuk 5).

De balans tussen verstorende en voordelige effecten van opvallende eigenschappen was verschillend voor de eigenschappen ruwheid en vorm. De zoektaken en het model in Hoofdstuk 4 suggereerden, in ieder geval voor de intensiteit van de eigenschappen die in het experiment werden gebruikt, dat vorm een meer voordelige dan verstorende informatiebron was en ruwheid meer verstarend dan voordelig werkte.

Als laatste werd vastgesteld dat de opvallendheid van een doelobject een groot effect heeft op hoe de zoektaak wordt uitgevoerd. Er worden verschillende exploratiebewegingen gemaakt afhankelijk van hoe gemakkelijk het doelobject te vinden is. Zoekhellingen geven aan of een meer parallelle (de voorwerpen worden tegelijk onderzocht) of seriële (de voorwerpen worden stuk voor stuk onderzocht) strategie wordt gebruikt. Bij haptische zoektaken kan het bekijken van de bewegingen de interpretatie van deze hellingen ondersteunen. In Hoofdstukken 6 en 8 werden bewegingen in verschillende categoriën ingedeeld met behulp van een aantal variabelen. Als het doelobject opvallend was werden vloeiendere en simpelere strategieën gebruikt. Dit werd aangetoond in taken waarbij de voorwerpen op een plat vlak werden gepresenteerd (2D opzet, Hoofdstuk 6) en wanneer voorwerpen in de hand werden gehouden (3D opzet, Hoofdstuk 8). Parallelle bewegingsstrategieën werden gebruikt bij het zoeken naar een opvallende eigenschap, terwijl gedetailleerde, seriële bewegingen werden gemaakt als het doelobject moeilijk te vinden was. Het blijkt dat de bewegingen meer worden aangepast aan de opvallendheid van het doelobject dan aan de specifieke doeleigenschap waarnaar werd gezocht.

Vervolgens werd er in Hoofdstuk 7 een methode beschreven om exploratieve bewegingen te kunnen onderzoeken. Deze methode bestaat uit een model van de hand dat kan worden afgeleid uit een klein aantal sensoren waarvan de positie en oriëntatie wordt gemeten tijdens de bewegingen. Met dit model kan worden bepaald welke delen van de hand in contact komen met het doelobject tijdens het zoeken. Op deze manier is onderzocht welke onderdelen van de hand een bijdrage leverden aan het zoeken. In Hoofdstuk 8 werd gevonden dat in moeilijke taken de vingertoppen, met name die van de duim, uitgebreid werden gebruikt om een doelobject te detecteren in vergelijking met gemakkelijke taken. Dit resultaat paste bij de strategieën die werden gebruikt in deze moeilijke taken, waarbij de duim werd gebruikt om de voorwerpen te voelen of door de hand te bewegen. Er kan geconcludeerd worden dat de opvallendheid van objecteigenschappen invloed heeft op hoe objecten worden waargenomen en hoe een exploratieve beweging wordt uitgevoerd.