



Universiteit Utrecht

Volgen mensen het meest optimale zoekpad?

Analyse van oogbewegingen bij complexe zoektaken

Tom Bakker, 3186822

Juni 2011

Begeleider: Jelmer de Vries

De vraag die in dit onderzoek centraal staat, is of mensen een zoekvolgorde hanteren die voor hen theoretisch gezien optimaal is. Dit is onderzocht met behulp van oogbewegingen die tijdens de test gemeten werden. De test die werd uitgevoerd bestond uit een aantal zoektaken waar de participanten in verschillende groepen elementen naar een *target* zochten, waarbij de afstanden tussen de elementen varieerden. Uit de resultaten lijkt naar voren te komen dat men een neiging heeft om als eerste de groep te kiezen waarin een target het snelst gevonden wordt. Uit de rest van de resultaten lijkt de optimale zoekvolgorde te worden aangehouden, maar omdat de verschillen tussen de andere groepen elementen erg klein zijn, is niet te concluderen dat dit daadwerkelijk het geval is. Het is mogelijk toeval. Dat de verschillen zo klein zijn, zou mogelijk verklaard kunnen worden doordat men een andere zoekvolgorde aanhoudt.

INTRODUCTIE

We zoeken elke dag. Vaak is dat wat we zoeken omgeven door allerlei afleidende elementen die het lastig maken ons doel te vinden. Denk aan het in de supermarkt zoeken tussen alle etenswaren naar dat ene zakje nootjes. Soms is een zoektaak relatief makkelijk, zoals het zoeken van een groene banaan tussen gele bananen. Maar een zoektaak kan ook moeilijk zijn, zoals het vinden van *Wally* op een *Where's Wally* poster. De afgelopen decennia is veel onderzoek gedaan naar visueel zoeken, het zoeken van een *target* tussen *distractors*. Er is een aantal modellen ontwikkeld om een beter inzicht te krijgen in de aandachtsprocessen die plaatsvinden bij visuele zoektaken.

Eén van deze modellen is Treisman's *feature integration theory of attention* (FIT-theorie) (Treisman & Gelade, 1980). Deze theorie stelde dat, afhankelijk van verschillen in eigenschappen tussen de *distractors* en het *target*, een *target* direct opviel (parallele verwerking), of met behulp van aandacht de elementen één voor één verwerkt moesten worden (seriële verwerking). Verschilden de *distractors* op slechts één dezelfde eigenschap (bv. kleur, grootte) van het *target*, dan werd het *target* snel gevonden. Wanneer het *target* en de *distractors* op meerdere eigenschappen van elkaar verschilden, dan was het nodig om aandacht één voor één langs de elementen te leiden en was meer tijd nodig om het *target* te vinden.

Een andere theorie met betrekking tot visueel zoeken, is de Guided Search theorie van Wolfe, Cave en Franzel (1989). Het belangrijkste verschil met de *FIT-theorie* was, dat in dit model, verwerkte informatie van de parallele fase gebruikt kon worden in de seriële fase. Wanneer *distractors* en het *target* op twee kenmerken verschilden, kon informatie over de kenmerken van de elementen (bv. kleur) uit de parallele fase gebruikt worden om in de seriële fase de aandacht te leiden naar elementen waarvan de waarschijnlijkheid hoog was dat één van hen het *target* was. Bij het zoeken naar een groene X tussen rode letters X en groene letters Y werd, door informatie uit de parallele fase, de aandacht direct naar de groene letters geleid.

Uit ander onderzoek (Palmer, 1995 in: Wolfe, 2007) is gebleken dat verschillen in eigenschappen tussen de *distractors* en het *target* ook van invloed waren op de snelheid waarmee taken werden uitgevoerd. Wanneer het aantal *distractors* groter was, kostte het vinden van een *target* meer tijd. In een groep waarin *distractors* erg van elkaar verschilden, duurde het vinden van het *target* langer dan wanneer alle *distractors* op elkaar leken (Duncan & Humphreys, 1989 in: Wolfe, 2007).

De hierboven genoemde onderzoeken hebben aangetoond dat de tijd waarbinnen een *target* gevonden wordt, afhankelijk is van de verschillen tussen de elementen. Sommige zoektaken, waarbij slechts één oogbeweging nodig is, worden snel voltooid, terwijl bij andere zoektaken meer tijd en oogbewegingen nodig zijn om het *target* te vinden. Er is echter weinig bekend over de volgorde

waarin de groepen elementen bekeken werden tijdens de zoektaken. Nu rijst de vraag hoe oogbewegingen ons naar het *target* leiden. Welke zoekvolgorde wordt aangehouden bij zoektaken met langere zoektijden? Het is mogelijk dat de zoekvolgorde van invloed is op de snelheid waarmee een *target* gevonden wordt. Als de volgorde, waarin de groepen elementen worden bekeken, optimaal is, zou een *target* sneller gevonden moeten worden. Welke zoekvolgorde houdt iemand aan wanneer diegene een kantoor binnenloopt om een boek te zoeken? Er liggen stapels boeken op de grond, een aantal ligt verspreid over het bureau en er staan twee volle boekenkasten. Wordt als eerst een kast gekozen, waarin veel boeken dicht op elkaar staan, of wordt er gekozen voor het bureau, waar minder boeken verder uit elkaar liggen. In sommige stapels zal een *target* sneller gevonden worden dan in andere. Deze zouden dan ook eerst doorzocht moeten voordat men aan de andere stapels begint. Wanneer een niet optimale zoekvolgorde gebruikt wordt, zou dit kunnen leiden tot een langere zoektijd. Het is daarom interessant om te onderzoeken of mensen een zoekvolgorde aanhouden die optimaal is. Uit het meten van oogbewegingen kan een beeld verkregen worden van het gebruikte zoekpad. Met die informatie kan worden nagegaan of een optimale zoekvolgorde gehanteerd wordt.

Een eerder onderzoek heeft aangetoond dat, wanneer participanten de optimale zoekstrategie opgelegd kregen, deze nauwelijks gebruikt werd. Bij dit onderzoek van Araujo (2001) zochten participanten in twee verzamelingen naar een *target*. Bij iedere trial werd aangegeven in welke van de twee verzamelingen het *target* zich bevond met 80% waarschijnlijkheid. Uit de resultaten bleek dat slechts één van de zes participanten steeds als eerste koos voor de verzameling waarin zich hoogstwaarschijnlijk het *target* bevond, de overige participanten maakten geen gebruik van deze informatie. Dit resultaat werd echter verklaard door enerzijds het verschil in afstand van de verzameling tot het startpunt en anderzijds door de voorkennis die men had van de locatie van het *target*. Men koos vaker voor de verzameling die dicht bij het startpunt stond, omdat deze zorgde voor een hogere aandachtsprikkel. Verder duurde het langer om de saccadesprong te maken naar de verzameling waar het *target* zicht hoogstwaarschijnlijk bevond, mogelijk omdat het detecteren en interpreteren van de cue en het plannen van de saccadesprong leidde tot extra mentale belasting. Die mentale belasting werd door de participanten liever vermeden. Ook is er een mogelijkheid dat een opgelegde strategie leidt tot langere zoektijden, omdat bij gebruik van de opgelegde zoekstrategie, de eigen zoekstrategie onderdrukt moest worden. Wanneer geen strategie wordt opgelegd, verdwijnen mogelijk de effecten van het onderdrukken van de eigen strategie. Ook dienen de afstanden van de verzameling tot het startpunt gelijk te zijn, zodat de saccadesprong naar iedere verzameling evenveel moeite kost.

De vraag die in dit onderzoek centraal staat, is of mensen een zoekvolgorde gebruiken die theoretisch voor hen optimaal is. Dit kan van praktisch nut zijn; als er geen optimale zoekvolgorde

wordt gebruikt, kan hiermee rekening gehouden worden bij het aanbieden van informatie. Zoals de boeken van een bibliotheek op alfabet gesorteerd zijn, kan ook andere informatie beter geordend worden, waardoor mensen minder lang zoeken. Ondanks de eerder genoemde kenmerken die van invloed zijn op de zoektijd, is er nog weinig bekend over de vraag of de theoretisch beste zoekstrategie voor iedereen gelijk is. Daarom zal iedere participant eerst getest worden op snelheid per verzameling elementen, waarbij in elke verzameling de afstand tussen de elementen varieert. Daarna wordt getest of de participanten de zoekvolgorde gebruiken die voor hen het optimaal is, wanneer gezocht wordt in meerdere verzamelingen. Verwacht wordt dat verzamelingen waarin een *target* sneller gevonden wordt, eerder worden doorzocht dan verzamelingen waarbij het lang duurt voor een *target* gevonden wordt.

METHODEN

Om te onderzoeken welke zoekvolgorde mensen aanhielden en of deze optimaal was, hebben participanten aan een test deelgenomen. Deze test bestond uit een aantal zoektaken waar de participant in verschillende groepen elementen naar een *target* zocht, het *Ideal Observer Experiment*. Tijdens deze test zijn oogbewegingen gemeten om te bepalen hoe de participant gezocht heeft; welke volgorde hij aanhield. Om te onderzoeken wat de optimale zoekvolgorde was, werd een controle test uitgevoerd, het *Density Search Experiment*, waarbij opnieuw oogbewegingen werden gemeten. Deze test gaf inzicht in de zoektijden die per groep nodig waren en daarmee welke zoekvolgorde theoretisch gezien optimaal was. Met de resultaten van beide tests kan een beeld verkregen worden van de optimale zoekvolgorde en of deze gebruikt wordt.

2.1 Participanten

De groep participanten bestond uit elf personen waarvan vier mannen met een gemiddelde leeftijd van 32,25 (SD = 15,84) en zes vrouwen met een gemiddelde leeftijd van 28,83 (SD = 13,85). Eén van de elf participanten was bekend met de achtergrond van het onderzoek, de overigen hadden geen voorkennis. Twee participanten droegen een bril, twee anderen droegen contactlenzen. De overige vijf participanten hadden geen oogafwijking en konden zonder correctie aan het experiment deelnemen.

2.2 Apparatuur & stimuli

Bij dit onderzoek werd iedere participant twee verschillende visuele zoektaken aangeboden, welke hieronder kort beschreven zullen worden.

2.2.1 Density Search Experiment

Bij deze taak nam de participant plaats voor een computerscherm met een toetsenbord. Voordat elke trial begon, verscheen een grijze stip met daarin een witte punt. De participant moest eerst focussen op deze witte punt, en vervolgens op de spatiebalk drukken, waarna de trial begon. In één van de vier hoeken van het scherm verscheen een groep *Gabor patches*. Deze groep bestond telkens uit 20 *Gabor patches*, geplaatst in vijf rijen en vier kolommen. Per trial verschilden willekeurig de afstand tussen de Gabor patches, de plaats waar de groep werd afgebeeld en de oriëntatie van de *Gabor patches*. In totaal waren er vier verschillende afstanden tussen de *Gabor patches* mogelijk, 0.92, 1.15, 1.38 en 1.61 visuele graden. De afstand van het middelpunt van het scherm tot de dichtstbijzijnde hoek van de groep Gabor patches bedroeg altijd 7.67 visuele graden, zie figuur 1.

De groep bevond zich iedere trial in één van de vier hoeken van het scherm. De oriëntatie van de *Gabor patches* verschilden onderling willekeurig tussen 10 en 20 en tussen 340 en 350 graden. Eén ervan werd precies verticaal afgebeeld, onder een hoek van 0 graden. De plek van deze verticale *Gabor patch* veranderde per trial willekeurig binnen de groep. De taak van de participant was om deze zo snel mogelijk te vinden. Wanneer deze gevonden werd, diende de participant direct op een toets te drukken. In elke trial was één verticale *Gabor patch* aanwezig. Er was geen tijdslimiet bij deze taak. Een trial duurde zo lang als de participant erover deed om het doel te vinden en op de toets te drukken. De participant kreeg in totaal 200 trials voorgelegd.



Figuur 1. Voorbeeld van een trial van het *density search experiment*.

2.2.2 Ideal Observer Experiment

Bij deze taak nam de participant plaats voor hetzelfde computerscherm met toetsenbord. Voordat elke trial begon, verscheen wederom een grijze stip met daarin een witte punt, waarop de participant moest focussen. In iedere hoek van het scherm verscheen een groep *Gabor patches*. De vier groepen hadden een gelijk aantal *Gabor patches*, namelijk 20, welke in vijf rijen en vier kolommen werden afgebeeld. De afstand van het middelpunt van het scherm tot de dichtstbijzijnde hoek van de groep *Gabor patches* bedroeg altijd 7.67 visuele graden. Per groep verschilde de onderlinge afstand van de *Gabor patches* in vier verschillende mogelijkheden: 0.92, 1.15, 1.38 en 1.61 visuele graden. Opnieuw verschilde de oriëntatie van de *Gabor patches* willekeurig tussen 10 en 20 en tussen 340 en 350 graden. In één van de vier groepen bevond zich een verticale *Gabor patch*, met oriëntatie 0 graden, zie figuur 2. Deze *Gabor patch* bevond zicht per trial willekeurig in één van de groepen. De plaats binnen de groep veranderde ook willekeurig per trial. De participant kreeg tien seconden te tijd om deze verticale *Gabor patch* te vinden en op een toets te drukken, wanneer deze gevonden werd. Indien het doel niet gevonden werd, verdween de afbeelding en klonk een korte toon om aan te geven dat de tijd om was. In totaal kreeg de participant 120 trials voorgelegd.



Figuur 2. Voorbeeld van een trial van het *ideal observer experiment*.

2.3 Procedure

Alle (vrouwelijke) participanten werd gevraagd zonder mascara te komen of om mascara vóór het experiment te verwijderen. In een kamer nam de participant plaats op een stoel, welke zo werd afgesteld, dat de participant met het hoofd recht voor het beeldscherm zat. Om de oogbewegingen van de participant te kunnen volgen, werd gebruik gemaakt van een Eyelink *head mounted video-*

based eye tracker van SR-Research. De participant kreeg de *eye tracker* op het hoofd geplaatst. Vervolgens werden de afstelbanden van de *eye tracker* versteld zodat de deze stevig om het hoofd zat. De participant plaatste de handen op het toetsenbord en legde het hoofd op een steun, zodat de afstand van de ogen tot het beeldscherm 64 centimeter bedroeg. De linker oogcamera werd zo geplaatst dat het gezichtsveld niet geblokkeerd werd. Daarna werd, middels software op een andere computer, de focus en de threshold van de oogcamera ingesteld, zodat alleen de pupil werd gemeten. De *tracking mode* werd ingesteld op: pupil en 500hz. Alleen de bewegingen van het linkeroog werden gemeten. Als laatste voorbereiding werden een kalibratie en validatie test uitgevoerd. Vervolgens legde de testleider kort de procedure van de test uit en werd het *density search experiment* gedaan. Na deze test werd de *eye tracker* opnieuw afgesteld en werd, na een korte uitleg van de testleider, het *ideal observer experiment* gedaan. Daarna werd de participant bedankt voor deelname en werd het doel van het experiment verteld.

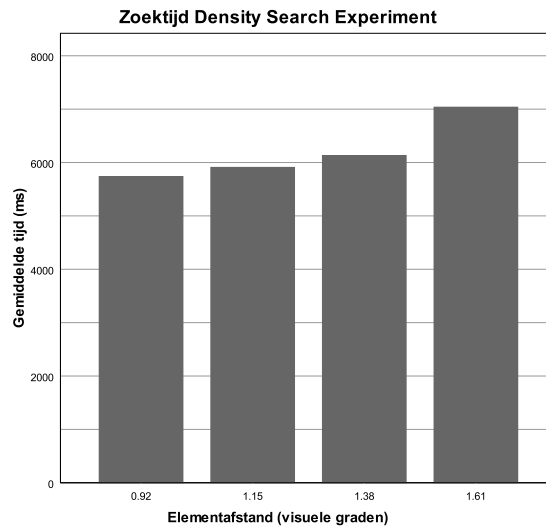
RESULTATEN

Bij de berekeningen van de resultaten zijn slechts trials meegenomen waarin daadwerkelijk gezocht is. Trials waarbij participanten niet naar het *target* hebben gezocht, omdat ze te vlug de spatiebalk indrukte, zijn niet meegenomen (lege trials). Daarom zijn alle trials met een zoektijd onder 500 ms verwijderd.

3.1 Density Search Experiment

Om een beeld te krijgen van de benodigde zoektijden per verzameling elementen, zijn de gemiddelde zoektijden per elementafstand (onderlinge afstand van de Gabor patches) genomen. De verschillende elementafstanden 0.92, 1.15, 1.38 en 1.61 visuele graden zullen van laag naar hoog met A, B, C, D worden aangeduid. Behalve de lege trials, zijn alle trials meegenomen.

Uit de resultaten is gebleken dat met 5736 ms een groep elementen met elementafstand A de kortste zoektijd opleverde. Bij elementafstand B was gemiddeld 5908 ms nodig om het *target* te vinden en bij elementafstand C gemiddeld 6132 ms. Voor een groep elementen met elementafstand D visuele graden was de langste zoektijd nodig, namelijk 7037 ms. In figuur 3 zijn de resultaten van het *density search experiment* weergegeven.



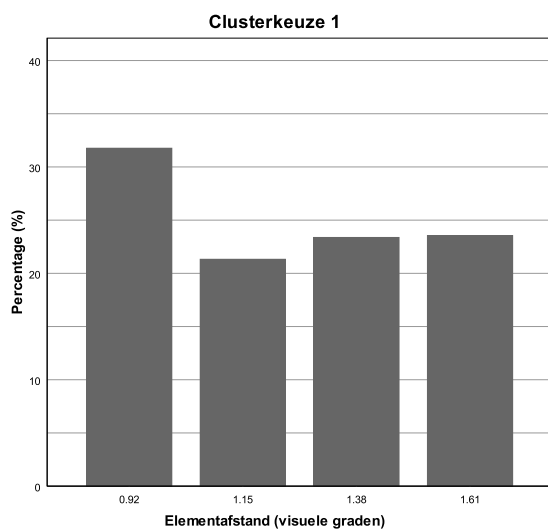
Figuur 3. De gemiddelde zoektijden van het *density search experiment*. De zoektijden (ms) zijn uitgezet tegen de vier verschillende groepen waar de afstanden tussen de Gabor patches verschilden.

3.2 Ideal Observer Experiment

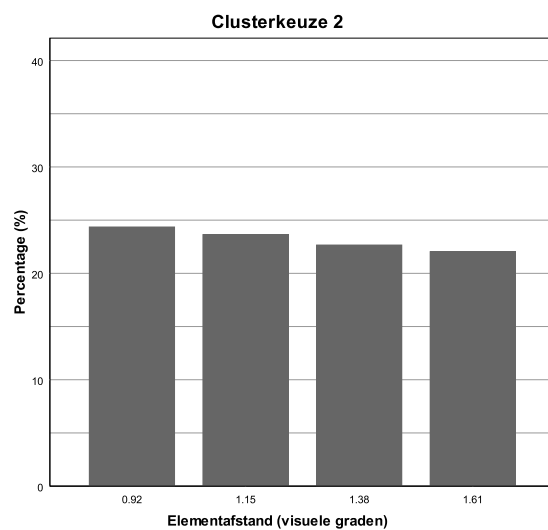
Om de resultaten van het *ideal observer experiment* nader te analyseren, zijn meerdere berekeningen gedaan. Allereerst zijn de gemiddelde zoekvolgordes per trial berekend. Behalve de lege trials, zijn alle trials meegenomen in de berekening. Per trial is gekeken naar de volgorde waarin participanten oogbewegingen naar en in groepen elementen maakten. Alleen de eerste keer dat een groep elementen bekeken werd, is meegenomen in de berekening. Wanneer een groep elementen voor een tweede keer werd bezocht, werd dit beschouwd als dubbel controleren. Deze dubbel gecontroleerde groep elementen zijn niet meegenomen bij het opstellen van de zoekvolgorde.

Groepen elementen met elementafstand A zijn met 31,77% het vaakst als eerste bekeken, zie figuur 4a. In 21,32% van de trials werden groepen elementen met elementafstand B als eerst gekozen en groepen elementen met elementafstand C werden met 23,37% als eerste doorzocht. Groepen elementen met elementafstand D werden in 23,55% van de gevallen als eerst gekozen. De groepen elementen die als tweede het vaakst gekozen werden, zijn wederom groepen elementen met elementafstand A, namelijk in 24,36% van de trials, zie figuur 4b. Groepen elementen met dichtheden B, C en D werden respectievelijk met 23,64%, 22,65% en 22,03% als tweede bezocht. In 17,57% van de trials werden groepen elementen met elementafstand A als derde bezocht. De groepen elementen met elementafstand B werden met 23,20% als derde bezocht, zie figuur 4c. De groepen elementen met elementafstand C en D werden met 19,71% en 22,30% als derde bezocht. In 19,45% en 19,27% van de trials werden groepen elementen met dichtheden C en D als vierde groep

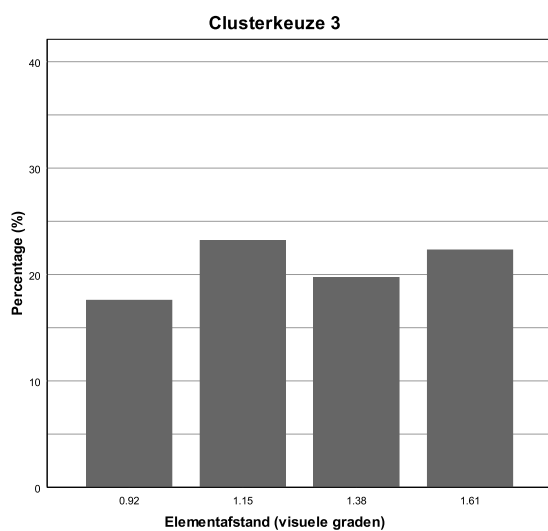
elementen bezocht, zie figuur 4d. In 16,77% van de gevallen werden groepen elementen met elementafstand B pas als vierde nader bekeken. Tot slot werden groepen elementen met elementafstand A met 14,17% het minst vaak als vierde bezocht.



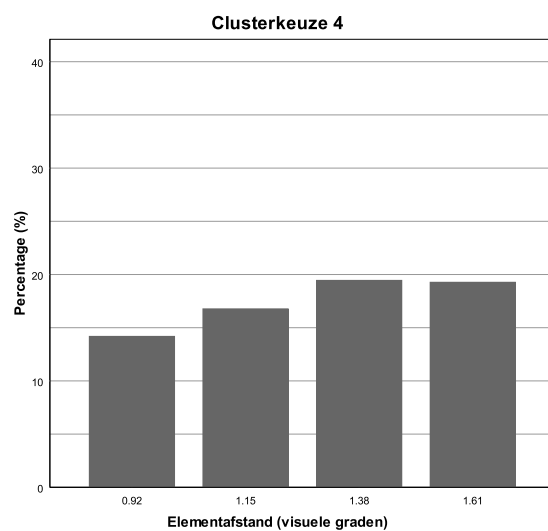
(a) Eerste groep elementen waar participanten hun oogbeweging naar maakten.



(b) Tweede groep elementen waar participanten hun oogbeweging naar maakten.



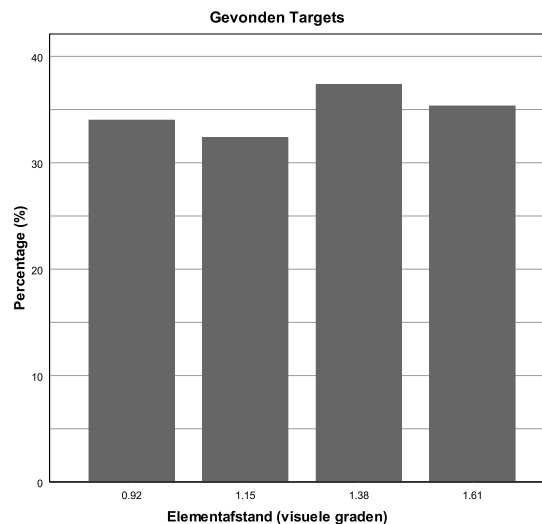
(c) Derde groep elementen waar participanten hun oogbeweging naar maakten.



(d) Vierde groep elementen waar participanten hun oogbeweging naar maakten.

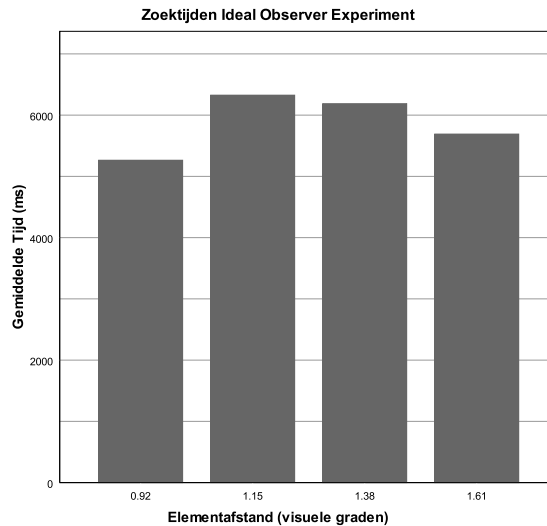
Figuur 4. Grafieken met het aantal bezoeken uitgezet tegen de vier groepen met verschillende afstanden tussen de elementen. De verschillende grafieken tonen ook of deze groepen als eerste (a), tweede (b), derde (c) of vierde (d) zijn bezocht.

Daarnaast zijn de percentages van het aantal trials per elementafstand berekend waarbij het *target* gevonden werd, welke in figuur 5 terug te vinden zijn. Hier zijn slechts die trials meegenomen waarbij de participant, binnen de tijd die er voor stond, het *target* vond en de spatietoets indrukte. Bij groepen elementen met elementafstand A werd bij 33,99% van de trials het *target* gevonden. Bij groepen elementen met elementafstand B was dit iets minder, namelijk 32,33%. De meeste *targets* werden gevonden in groepen elementen met elementafstand C, in 37,33% van de gevallen. In 35,33% van de trials werden de *targets* gevonden bij groepen elementen met elementafstand D.



Figuur 5. Grafiek met het aantal trials waarin het *target* gevonden werd, per groep met de verschillende afstanden tussen de elementen.

Als laatste zijn ook de gemiddelde zoektijden van de *ideal observer experiment* berekend. Hier zijn slechts die trials meegenomen waarbij het *target*, binnen de tijd, gevonden werd. Bij groepen elementen met elementafstand A werden de *targets*, met een gemiddelde zoektijd van 5263 ms, het snelst gevonden. Met 6325 ms was bij groepen elementen met elementafstand B de meeste tijd nodig om het *target* te detecteren. Bij groepen elementen met elementafstand C duurde het gemiddeld 6187 ms voordat de participant het *target* had gevonden en bij groepen elementen met elementafstand D duurde dat gemiddeld 5690 ms. In figuur 6 zijn de resultaten weergegeven.



Figuur 6. Grafiek met de gemiddelde zoektijden van het *ideal observer experiment*, uitgezet tegen de vier verschillende groepen waar de afstanden tussen de Gabor patches verschilden.

DISCUSSIE

Het doel van dit onderzoek was om te bepalen of mensen optimaal zoeken. Verwacht werd dat participanten de optimale zoekvolgorde zouden aanhouden. Als dat het geval zou zijn, zouden de groepen elementen waarin een *target* het snelst gevonden werd, eerder bezocht moeten worden dan de groepen waarbij meer tijd nodig was om het *target* te vinden.

Uit de resultaten van de controle test kwam naar voren dat wanneer de elementafstand groter werd, de tijd om het *target* te vinden toenam. De optimale zoekvolgorde van groepen elementen zou daarom van kleine naar grote elementafstand zijn. Daarnaast is gebleken dat de groep elementen die het vaakst als eerste gekozen werd, dezelfde groep elementen is waarin participanten het snelste het *target* vonden. Het verschil met de andere groepen elementen, die als eerst gekozen werden, is groot en het lijkt erop dat participanten de eerste groep van de optimale volgorde gebruiken. De volgorde die gemiddeld aangehouden is, lijkt enigszins van kleine naar grote elementafstand te zijn en lijkt daarmee de optimale zoekvolgorde aan te houden. Echter, hoe vaak men groepen als tweede, derde of vierde kiest, verschilt niet veel van elkaar. Omdat deze waarden zo dicht bij elkaar liggen, kan er geen juiste conclusie worden getrokken. Het is mogelijk toeval dat de optimale volgorde lijkt te worden aangehouden. Het kleine verschil tussen de groepen twee, drie en vier kan mogelijk verklaard worden doordat alle participanten een andere zoekvolgorde aanhielden.

Opvallend is dat het aantal het aantal gevonden *targets*, in de groep waarin een *target* het snelst gevonden werden, niet het hoogst is. Er werd verwacht dat wanneer *targets* sneller gevonden worden in een bepaalde groepen elementen, dat in diezelfde groepen elementen een *target* vaker wordt gevonden, omdat de zoektijd vaker binnen de tijd voltooid kan worden. Het is mogelijk dat de zoektijden bij deze groep veel variatie vertonen en dat daarmee een groot aantal zoektaken niet binnen de tijd konden worden voltooid.

Het is opvallend dat de gemeten zoektijden van beide experimenten redelijk hoog zijn. De verwachting was dat participanten de *targets* sneller zouden vinden. Dergelijke lange zoektijden hebben geleid tot een lage score op het aantal gevonden *targets* bij het *ideal observer experiment*. De test was kennelijk te ingewikkeld voor de tijd die de participanten er voor kregen. Hier zal bij vervolgonderzoek rekening mee moeten worden gehouden.

Een andere mogelijke oorzaak voor de langere zoektijden bij het *ideal observer experiment* zijn bijeffecten die de participanten ervoeren tijdens de experimenten. Een aantal van de participanten gaf aan hiervan last te hebben gehad. Bij het continu focussen en bewegen van de ogen, leken de Gabor patches te draaien, waardoor participanten moeite hadden met het vinden van het *target*. Dit heeft mogelijk bijgedragen aan de langere zoektijden en daarmee ook een lager aantal gevonden *targets*.

Het feit dat niet alle participanten de meest optimale zoekvolgorde aanhouden, is mogelijk te verklaren door toeval. Het is mogelijk dat men een andere zoekvolgorde hanteert, maar dat het aantal gekozen groepen per elementafstand enige samenhang lijkt te hebben met de meest optimale zoekvolgorde. Daarnaast kan ook het verschil in zoektijden van het *density search experiment* en het *ideal observer experiment* een gevolg zijn van het gebruik van een andere zoekvolgorde. Het is mogelijk dat participanten in een bepaalde hoek langer zochten dan in een andere hoek. Welke hoek dit is, kan weer afhankelijk zijn van de volgorde die men aanhoudt.

Bij toekomstig onderzoek is het nodig om de zoektaken minder moeilijk te maken, zodat participanten vaker een *target* kunnen vinden bij het *ideal observer experiment*. Aan de hand van de zoektijden die uit het *density search experiment* naar voren komen, kan een inschatting worden gemaakt hoe moeilijk de zoektaak moet worden. Met minder moeilijke zoektaken zullen participanten ook minder last hebben van bijeffecten, zoals *Gabor Patches* die lijken te draaien. Ook is het van belang om te kijken naar de zoekvolgorde per participant. Wanneer daar een vaste volgorde uitkomt, kan er onderzocht worden of het per participant verschilt of een optimale zoekvolgorde wordt aangehouden.

Ondanks dat men de neiging heeft om als eerste cluster de meest optimale te kiezen, komt uit dit onderzoek niet duidelijk naar voren of mensen optimaal zoeken. Hiervoor worden verschillende verklaringen gegeven, zoals het aanhouden van een andere zoekvolgorde. Hieraan liggen mogelijk meerdere oorzaken ten grondslag. De huidige studie biedt wel aanknopingspunten voor toekomstig onderzoek, waar specifiek kan worden onderzocht of mensen optimaal zoeken.

LITERATUUR

- Araujo, C., Kowler, E., & Pavel, M. (2001) Eye movements during visual search: the costs of choosing the optimal path, *Vision Research*, 41, 3613-3625.
- Duncan, J., & Humphreys, G. W. (1989) Visual search and stimulus similarity, *Psychological Review*, 96, 433-458.
- Palmer, J. (1995) Attention in visual search: distinguishing four cases of a set size effect, *Current Directions in Psychological Science*, 4(4), 118-123.
- Treisman, A. M., & Gelade, G. (1980) A feature-integration theory of attention, *Cognitive Psychology*, 12, 97-136.
- Wolfe, J. M., Cave, K. R., & Franzel, S. L. (1989) Guided search: an alternative to the feature integration model for visual search, *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 15(3), 419-433.
- Wolfe, J. M. (2007) Guided search 4.0: current progress with a model of visual search. In: W. Gray (ed.), *Integrated Models of Cognitive Systems*, New York: Oxford, 99-119.