

De Rol van Temporele Context in *Change-Blindness*

B. Schoemaker

Studentnummer: s4236378

Afdeling Psychologie, Rijksuniversiteit Groningen

PSB3A-BT15: Bachelor These

Supervisor: Dr. P. H. de Vries

Tweede beoordelaar: Dr. M. M. Span

In samenwerking met: N. Z. Brouwers, G. Fikse, A. J. E. van Loosen, M. Nicholls & M. B.

Tissing

3 februari 2023

The Role of Temporal Context in Change-Blindness

Abstract

This study, as part of a larger study, examined the role of temporal context in the process of change-blindness. The research is based on the process of binding. Binding is the formation of temporal connections between neural representations of an object. According to the chosen model, the recurrence of an object from one trial to the next would strengthen the context and therefore produce a stronger binding between the neural presentations of an object, and lead to better performance if the target is one of the reappearing objects. These hypotheses were tested for four reappearing objects using two RM-ANOVAs. In this study, 41 participants participated in an online experiment, in which the participants had to detect a change between trials. No significant results were found for sensitivity and location accuracy and thus no conclusions can be drawn about the role of temporal context in the process of change-blindness based on this study. In combination with the other studies, this study provides several suggestions for further research. In particular, a possible adverse effect of the new target is interesting to investigate in follow-up research.

Keywords: binding, change-blindness, temporal context, reappearing objects, target

Samenvatting

In dit onderzoek is, als deel van een groter onderzoek, de rol van temporele context in het proces van *change-blindness* onderzocht. Het onderzoek is gebaseerd op het proces van *binding*. *Binding* is het vormen van tijdelijke connecties tussen de neurale representaties van een object. Volgens dit model zou de herhaling van een object van de ene trial naar de volgende de context versterken en daardoor een sterkere *binding* tussen de neurale presentaties van een object tot stand brengen, en leiden tot betere prestaties als de target een van de opnieuw verschijnende objecten is. Deze hypothesen zijn getest voor vier terugkerende objecten aan de hand van twee RM-ANOVA's. In dit onderzoek deden 41 deelnemers mee aan een online experiment, waarbij de deelnemers een verandering tussen trials moesten detecteren. Er zijn geen significante resultaten gevonden van sensitiviteit en locatienauwkeurigheid en er kunnen dus geen conclusies getrokken worden over de rol van temporele context in het proces van *change-blindness* op basis van dit onderzoek. In combinatie met de andere onderzoeken geeft dit onderzoek meerdere suggesties voor vervolgonderzoek. Vooral een mogelijk tegengesteld effect van de nieuwe target is interessant om te onderzoeken in vervolgonderzoek.

Kernwoorden: *binding*, *change-blindness*, temporele context, terugkerende objecten, target

De Rol van Temporele Context in *Change-Blindness*

Change-blindness is een proces waarbij bepaalde veranderingen in visuele stimulus niet worden opgenomen door een persoon (Simons & Levin, 1997). Een voorbeeld van een *change-blindness-task* is een taak waarin twee afbeeldingen worden getoond in een kort interval. De eerste afbeelding wordt het geheugenscherm genoemd en de tweede afbeelding een testscherm (Luck & Vogel, 2013). Het is in dit onderzoek de taak van een proefpersoon om het verschil tussen de twee afbeeldingen zo snel en accuraat mogelijk waar te nemen. De visuele informatie van het geheugenscherm wordt een korte tijd behouden in het visueel werkgeheugen en kan vervolgens gebruikt worden om de eventuele verandering te detecteren in het testscherm (Luck & Vogel, 2013). In het huidige onderzoek wordt de rol van temporele context onderzocht in het proces van *change-blindness*. Bij *change-blindness* worden bepaalde veranderingen niet opgeslagen in het visueel werkgeheugen en wordt het verschil tussen twee schermen niet waargenomen. In het onderzoek naar *change-blindness* van Luck & Vogel (2013) wordt bewijs gegeven voor de discrete benadering van de capaciteit van het visueel werkgeheugen. Dit houdt in dat er een maximum aantal items opgeslagen kan worden in het visueel werkgeheugen. In dit onderzoek wordt er geen aandacht gegeven aan de rol van context (Luck & Vogel, 2013). In het huidige onderzoek wordt verondersteld dat context het proces van informatieverwerking kan ondersteunen, waardoor de veranderingsdetectie beter wordt. Om dit in te leiden is het nodig om de achterliggende processen achter informatieverwerking te begrijpen. Er zijn namelijk veel verschillende processen betrokken bij informatieverwerking.

De processen, die betrokken zijn bij *change-blindness*, kunnen beschreven worden vanuit een structureel en een functioneel model. Een structureel model is een *bottom-up* proces, waarbij eerst de individuele componenten van het proces worden verklaard om zo het algemene proces te beschrijven (Dalenoort & De Vries, 1998). Hierbij draait het om de relaties tussen de afzonderlijke componenten. De functionele benadering is gericht op het onderzoeken van de functie of algemeen doel van het hele proces. Oftewel via een *top-down* proces (Dalenoort & De Vries, 1998). De beredenering begint hierbij met een algemene theorie en treedt vervolgens in details. Een model, waarin deze benaderingen duidelijker worden en waarop dit onderzoek is beredeneerd, is Hebb's leerregel. De leerregel is als volgt: "*Two neurons that fire together, wire together.*" (Hebb, 1949). Dit houdt in dat op het moment dat twee (of meer) neuronen tegelijk geactiveerd worden, de connectie tussen deze neuronen sterker wordt (Hebb, 1949). Dit is het proces wat op functioneel niveau beschreven wordt als "leren". Op een structureel niveau kan Hebb's leerregel beschreven worden als een

ketting van activatie; een neuron wordt actief en geeft de activatie door aan de andere neuronen. Deze ketting van activatie leidt tot een clusterformatie van neuronen, oftewel tot een verzameling cellen (*cell assembly*). Deze verzamelingen van cellen zijn geen vaststaande groepen neuronen, want de connecties tussen de verzamelingen cellen kunnen veranderen door middel van activatie van andere neuronen (De Vries, 2004). Bij een voldoende activatie van een verzameling cellen wordt de kritieke grens overschreden. Vanuit de structurele benadering betekent de kritieke grens dat een bepaald aantal neuronen geactiveerd moet worden om de activatie van de andere neuronen op gang te houden. De verzamelingen cellen worden volgens De Vries (2004) vanuit deze benadering een zelf-organiserend systeem, aangezien de activatie van bepaalde neuronen de activatie van andere neuronen in gang zet en andersom. Vanuit de functionele benadering komt de activatie van verzamelingen cellen overeen met een aandachtsproces. Er worden genoeg verzamelingen cellen geactiveerd om zo een geheugenspoor achter te laten en een actief en bewust proces te vormen.

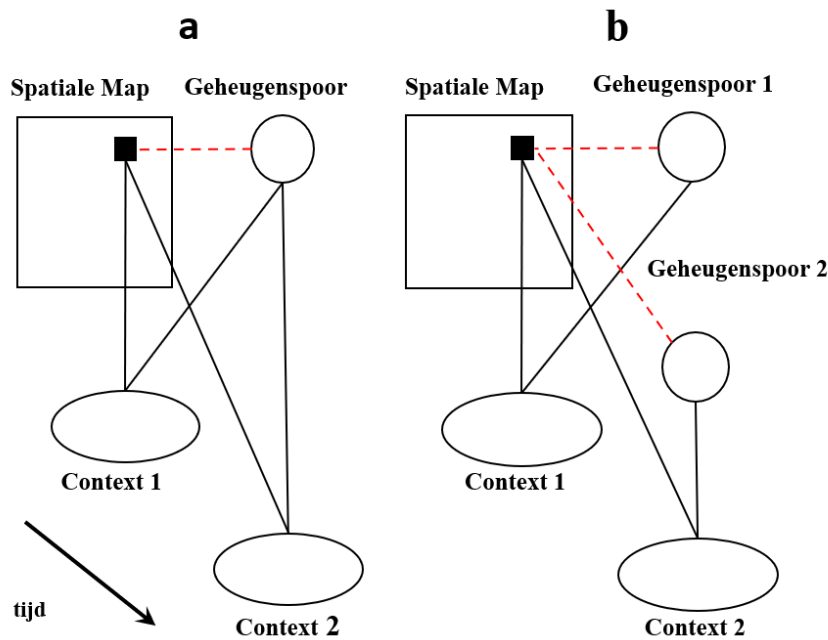
Bij het opslaan van visuele informatie worden tijdelijke connecties tussen de neurale representaties van een object gevormd. Dit proces heet *binding* (De Vries, 2004). Voorbeelden van representaties van objecten die in dit onderzoek gebruikt worden zijn objectlocatie en -identiteit. *Binding* is tijdelijk, omdat er anders geheugensporen zouden bestaan van een enorme hoeveelheid specifieke combinaties van verschillende representaties van objecten (De Vries, 2004). Dit zou de capaciteit van onze hersenen niet aan kunnen. Daarbij is *binding* noodzakelijk, omdat personen anders niet de kenmerken van objecten aan elkaar zouden kunnen koppelen en verschillende objecten niet zouden kunnen onderscheiden. Het proces van *binding* is relevant voor *change-blindness*, aangezien er door *binding* geheugensporen verbonden raken, die samen een context vormen van de omgeving. Door dit proces worden automatische verwachtingen gegenereerd over wat er gaat gebeuren. Wanneer de veranderingen in een *change-blindness-task* niet waargenomen worden, betekent dit dat deze niet passen bij de gevormde verwachting. Zonder het proces van *binding* zouden personen op elk moment *change-blind* zijn, omdat de geheugensporen onvoldoende worden geactiveerd en dus de visuele informatie niet wordt opslagen en er op die manier geen verwachtingen zouden worden gevormd in de hersenen.

Het is moeilijk te begrijpen hoe losse kenmerken van objecten in de hersenen verbonden worden tot één geheel bij het proces van *binding*. Dit heet ook wel het bindingsprobleem. Vanuit de functionele benadering is er geen probleem. Er kan namelijk vanuit die benadering gezegd worden dat er een cognitief proces is, waardoor eigenschappen aan elkaar gekoppeld worden. De structurele benadering berust echter op achterliggende

mechanismes. Er valt niet aan te nemen dat de neuronen van bepaalde geheugensporen ‘weten’ dat ze bij elkaar horen. Een mogelijke oplossing voor dit probleem kan de rol van context zijn (De Vries, 2004). Context kan de verbindende factor tussen de verschillende geheugensporen zijn (De Vries, 2004). Door context kunnen de verschillende eigenschappen, bijvoorbeeld identiteit en plaats, van objecten aan elkaar verbonden worden door *binding*. Wanneer een object meerdere keren in het geheugenscherm verschijnt, is het waarschijnlijker dat het beeld beter wordt onthouden, aangezien de *binding* zorgt dat de geheugensporen sneller geactiveerd worden (De Vries, 2004). Zo is in Figuur 1a weergegeven hoe het geheugenspoor voor een object sterker wordt bij repetitie. In Figuur 1a wordt een object twee keer weergegeven. Hierdoor ontstaan respectievelijk context 1 en context 2. De geheugensporen van de kenmerken van dit object functioneren als een conceptueel netwerk dat de locatie en identiteit van objecten met elkaar kan verbinden. Doordat het object in Figuur 1a zich in twee contexten bevindt, zal het object ook twee keer worden geactiveerd. Op deze manier zal het voorwerp dat is weergegeven beter onthouden worden. In Figuur 1b worden twee verschillende objecten aangeboden. Er zal hierbij een tijdelijke connectie tussen de verzamelingen cellen ontstaan, waardoor personen weten welk object zich op welke locatie bevindt. Bij de twee verschillende objecten, weergegeven in Figuur 1b, ontstaan er afzonderlijke geheugensporen tussen de objecten en de spatiale map. Doordat er in dit geval twee verschillende objecten worden weergegeven, worden er ook twee verschillende processen van *binding* geactiveerd en is de *binding* van elk afzonderlijk object zwakker.

Figuur 1.

Spatiale Map en Geheugensporen van (a) Eén Object Twee Keer Weergegeven en (b) Twee Verschillende Objecten Weergegeven



Er werd in vorig onderzoek onderzocht hoe familiariteit een invloed kon hebben op het proces van veranderingsdetectie. In het onderzoek van Pashler (1988) werd familiariteit beschreven als het herkennen van alles dat als familiair zou kunnen worden beschreven. In dit onderzoek werden de achterliggende processen van veranderingsdetectie onderzocht met rotaties van letters, wat mensen niet als familiair herkennen (Pashler, 1998). In het onderzoek van Ważny (2021) werd familiariteit beschreven als het herkennen van afbeeldingen, die dezelfde identiteit hebben. Deze definitie van familiariteit kwam van pas bij het vormen van verschillende categorieën van afbeeldingen. In vorig onderzoek werd namelijk onderzocht wat de invloed is van het gebruik van paren van objecten (Braam, 2021; Dzhurkov, 2021; Ważny, 2021). Hierbij had elk object van het stel dezelfde identiteit, maar waren er zes categorieën van stellen met elk een verschillende identiteit. Dit zorgde er ofwel voor dat de stellen in één testscherm niet dezelfde identiteit deelden ofwel dat er geen overlap was in identiteit tussen de paren. Zo kon er onderzocht worden of familiariteit invloed had op de veranderingsdetectie bij het twee keer verschijnen van dezelfde identiteit, namelijk in het geheugen- en testscherm.

De vorige onderzoeken waren gebaseerd op hypothesen binnen een conceptueel netwerk (Braam, 2021; Dzhurkov, 2021; Ważny, 2021). Dit houdt in dat deze onderzoeken gebaseerd waren op het proces van *binding*. In vorig onderzoek werd er gebruik gemaakt van statusveranderingen van objecten of van verschillende voorbeelden van objecten. Er was bijvoorbeeld in het onderzoek van Braam (2021) een afbeelding van een banaan in het geheugenscherm en in het testscherm een gepelde banaan. Dit is een voorbeeld van statusverandering objecten. In het onderzoek van De Vries (2004) werden er letters gebruikt

om het proces van veranderingsdetectie te onderzoeken, maar in later onderzoek werden geen letters gebruikt om het onderzoek beter te kunnen generaliseren naar de werkelijkheid. De reden hiervoor is dat in het dagelijks leven meer veranderingen zichtbaar zijn in objecten en niet in letters (Braam, 2021; Dzhurkov, 2021; Ważny, 2021). In huidig onderzoek wordt er gebruik gemaakt van staatsveranderingen van objecten met de focus op de temporele context.

Lamme (2003) heeft aangetoond dat de locatie aanwijzing het effect van *change-blindness* kon verhelpen. Ook toonde hij aan dat deze aanwijzingen gebruikt kunnen worden om een experiment makkelijker te maken (Lamme, 2003). In vorig onderzoek werd met een variatie van aanwijzingen gewerkt. In bijvoorbeeld het onderzoek van Dzurkov (2021) werd er gebruik gemaakt van aanwijzingen op objecten, die zich naast de objecten die een verandering zouden ondergaan bevonden. Dit werd gedaan, omdat er op die manier twee locatie gebonden geheugensporen werden geactiveerd. Op die manier kon er gekeken worden of deze geheugensporen dan ook aan elkaar waren gebonden. Een tweede aanwijzing, die gebruikt werd in vorig onderzoek, is een retro-aanwijzing (Dzhurkov, 2021). Dit is een aanwijzing, die de focus legt op de afbeelding uit het geheugenscherm. Tenslotte kan er gebruik gemaakt worden van een afbeelding in het midden, die dezelfde identiteit heeft als de afbeelding die gaat veranderen. In het huidige onderzoek wordt de prestatie onder druk gezet door korte verschijningstijden van de trials, maar juist door de aanwijzingen wordt er geprobeerd om de taak haalbaar te houden.

In het huidige onderzoek zal de rol van temporele context in het proces van *binding* onderzocht worden. Dit wordt gedaan door de invloed van het ene scherm op het andere scherm te veranderen binnen een trialpaar. Repetitie versterkt namelijk de temporele connecties. Wanneer de invloed tussen de twee trials zal worden aangepast, dan zal er ook een verschil in temporele connecties plaatsvinden. De verwachting is dat door de geheugensporen, die samen de temporele context vormen, bepaalde veranderingen beter worden waargenomen en er dus een verbeterde prestatie zal zijn. In huidig onderzoek zal er worden gevarieerd met het aantal terugkerende objecten en met de target. Er zullen in elke tweede trial van een trialpaar één of vier objecten terugkeren vanuit de eerste trial van elk trialpaar. Het is de verwachting dat de prestatie van de participanten het hoogst is wanneer er meer objecten terugkeren, omdat er op die manier meerdere keren activatie is van de geheugensporen en zo de informatie beter kan worden opgeslagen door een sterkere *binding*. Ook is het de verwachting dat de prestatie beter is wanneer de target een van de terugkerende objecten is. Ook dit zal een resultaat zijn van de herhaaldelijke activatie van de geheugensporen. Wanneer de target namelijk zowel in de eerste trial als in het tweede trial van het trialpaar zal worden

weergegeven, dan zal de target beter herkend worden. In dit onderzoek wordt er gebruik gemaakt van objecten uit de staatsveranderingscategorie. Dit onderzoek is, in combinatie met andere onderzoeken, binnen een groot onderzoek van belang om een beter begrip te krijgen van het proces van *change-blindness* en van de factoren die hier een rol in spelen.

Methode

Participanten

Voordat de deelnemers konden deelnemen aan het onderzoek, was er goedkeuring van het onderzoek gegeven door de Ethische Commissie van de Faculteit Gedrags- en Maatschappijwetenschappen van de Rijksuniversiteit Groningen. De deelnemers van dit onderzoek zijn verzameld op drie manieren, namelijk via een proefpersonenpool van eerstejaars psychologiestudenten met de naam SONA, via geselecteerde vrijwilligers, en via het onderzoeksplatform Prolific (Prolific.com). De geselecteerde vrijwilligers kregen geen vergoeding voor de deelname. De deelnemers van Prolific kregen elk een vergoeding van £2,50. De deelnemers via SONA kregen SONA-punten, die zij nodig hebben voor het behalen van hun eerste studiejaar. Er deden 7 deelnemers via SONA mee. Hiervan waren 4 vrouwelijk en 3 mannelijk. De gemiddelde leeftijd was 19 jaar met een standaarddeviatie van 2,05. De range van de leeftijden was 17 tot 22 jaar. Er deed 1 deelnemer als geselecteerde vrijwilliger mee. Dit was een 21-jarige man. Er deden 33 deelnemers via Prolific mee. Hiervan waren 15 vrouwelijk en 16 mannelijk. Van de Prolific deelnemers, heeft 1 deelnemer het onderzoek niet afgemaakt en van diegene is het geslacht onbekend. De gemiddelde leeftijd van de Prolific deelnemers was 24 jaar met een standaarddeviatie van 3,12 jaar. De range van de leeftijden liep van 19 tot 30 jaar.

Design

Het design van dit onderzoek is een 2x2x2 within-subjects design, omdat er metingen van dezelfde deelnemers op verschillende condities worden gemeten. De onafhankelijke variabelen zijn in dit onderzoek het voorkomen van een verandering (wel of niet), het aantal terugkerende objecten van de eerste trial naar de tweede trial in een trialpaar (1 of 4) en of de target hoort bij de terugkerende objecten of dat het een nieuw object is (oud of nieuw). Voor elke combinatie van de levels van de onafhankelijke variabelen werden de sensitiviteit en locatienauwkeurigheid berekend. De strategievraag is de derde afhankelijke variabele. Deze werd gesteld aan de participanten om te achterhalen of zij de manipulatie, ofwel doel van het onderzoek, doorzagen. Specifiek of de deelnemers de repetitie van objecten in verband met de temporele context inzagen. In de eerste trial van een trialpaar werden objecten getoond, die weer konden verschijnen in de tweede trial. In dit onderzoek werd gekeken naar de tweede

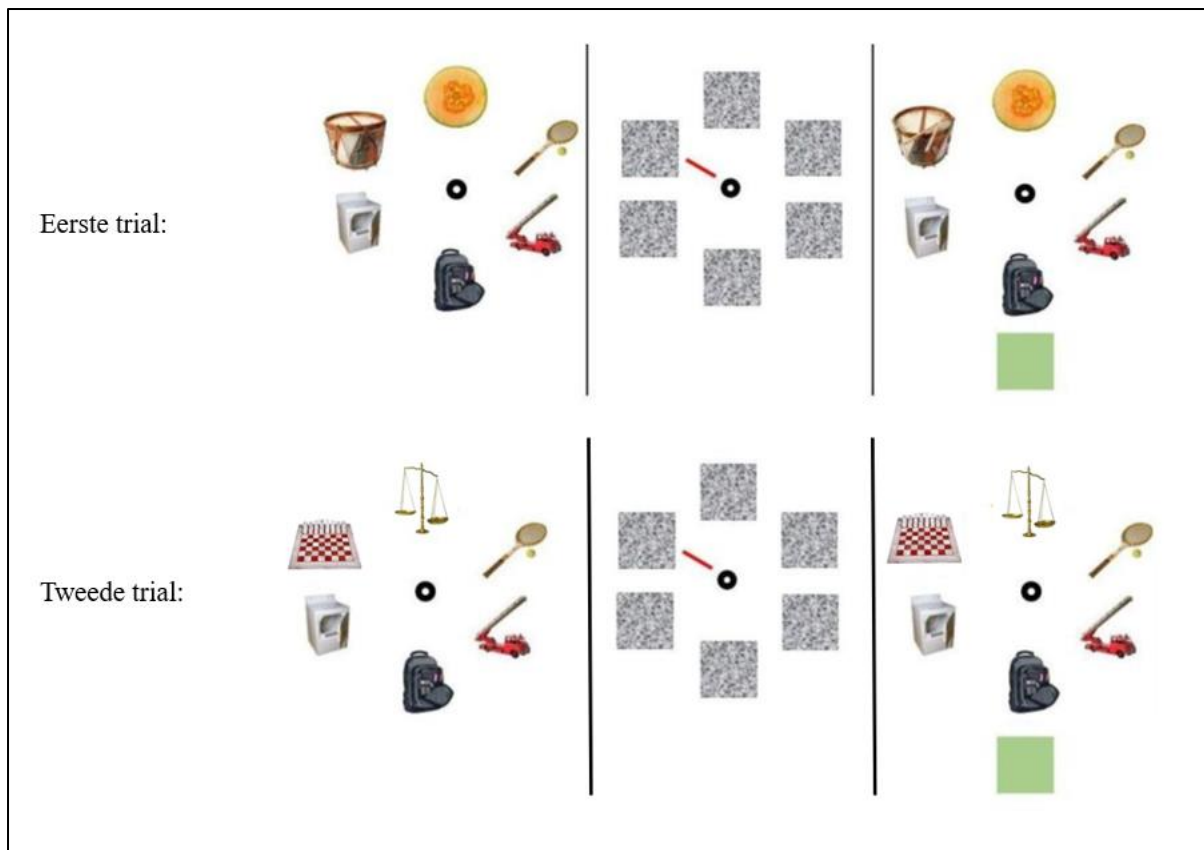
trial van een paar, omdat de effecten van het experiment hier pas zichtbaar waren, dus wat de rol van temporele context is in de prestatie van de participanten.

Stimuli

De stimuli, die gebruikt is in dit experiment komt van de online database van Konkle Labs (Brady et al., 2008). Er zijn uit deze database 49 paren van staatsveranderingsafbeeldingen uitgezocht, die gebruikt werden in dit onderzoek. Er werd gebruik gemaakt van staatsveranderingsafbeeldingen, omdat op deze manier een wel waarneembare, maar een niet te makkelijk waarneembare verandering kon verschijnen. Een voorbeeld hiervan weergegeven in Figuur 2. Hier ondergaat de trommel een verandering. In de tweede trial in Figuur 2 is weergegeven dat er geen verandering van de objecten optreedt. In Figuur 2 is daarbij weergegeven dat de twee nieuwe objecten, die verschijnen in de tweede trial, een andere identiteit hebben dan de vier terugkomende objecten. De target is ook deel van deze nieuwe objecten. In dit onderzoek was het maximaal aantal terugkomende objecten vier, maar in andere onderzoeken die gebaseerd zijn op dit onderzoeksontwerp komen er verschillende aantallen terugkerende objecten terug. Om er voor te zorgen dat er mogelijkheden waren van één tot vijf objecten met een andere identiteit in de tweede trial, waren er elf categorieën gevormd. Hierbij speelde identiteit dus een rol als controlevariabele. Elke categorie representeert een andere identiteit van objecten. De categorieën waren als volgt: muziek, fruit, vrije tijd, speelgoed, reizen, apparaten, antiek, zoetheid, dieren, huishoudelijke voorwerpen, en kantoorartikelen.

Figuur 2.

Voorbeeld Staatsveranderingstrial met 4 Terugkerende Objecten en een Nieuwe Target



Procedure

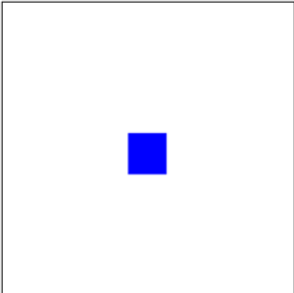
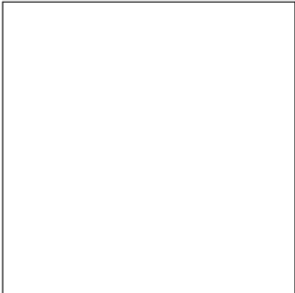

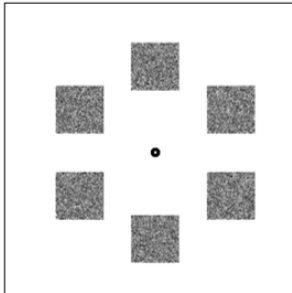
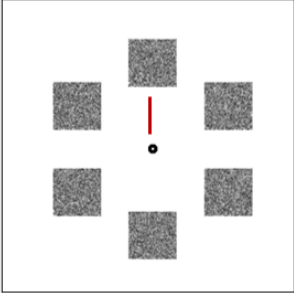
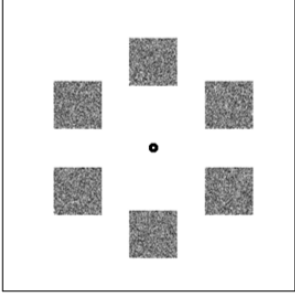


Dit onderzoek vond online plaats. Hierdoor hadden de onderzoekers geen invloed op de testomgeving van de deelnemer. Wanneer de deelnemers het experiment begonnen, dan werd hen gevraagd om het onderzoek niet op een mobiele telefoon af te nemen. De reden hiervoor was dat er in dit onderzoek geklikt moest worden met een muis, wat niet mogelijk is op een mobiele telefoon. Hierbij hebben de deelnemers voordat ze aan het onderzoek meewerkten, eerst een gedetailleerde instructie doorgelezen en een informerende toestemming getekend. Hierbij werd er verteld dat het onderzoek gericht is op het visueel werkgeheugen en werd achterwege gelaten dat de temporele context onderzocht zou worden. Ook werd gevraagd naar de demografische gegevens van de proefpersonen om zo te kunnen kijken naar de generaliseerbaarheid.

Vervolgens waren er twee oefenrondes van acht trials, waarin de deelnemer leerde wat er van hem verwacht werd. De trials bestonden uit de volgende schermen: pre-change, masker, aanwijzing, masker, post-change. Een voorbeeld van een oefenreeks is te weergegeven in Figuur 3. De deelnemer kon klikken op het blauwe vierkant om het experiment te starten. Vervolgens werd er verteld dat er drie schermen zouden worden laten getoond, namelijk de pre-change, het masker, en de post-change. Vanuit de functionele benadering wordt de afbeelding uit het geheugenscherm overschreven tijdens de masker om

zo de *after image* te verminderen. Hierna werd er uitgelegd wat de functie van de aanwijzing is, namelijk dat die wijst naar de locatie waar eventueel een verandering optreedt. Als de deelnemer geen verandering op die plek zag, dan werd uitgelegd dat er op het groene vierkant aan de onderzijde geklikt moest worden. Na elk antwoord kwam weer het scherm met het blauwe vierkant en kon de deelnemer een nieuwe trial beginnen (Figuur 3). Tijdens deze oefenrondes werd er aangegeven of de antwoorden goed waren door de verschijning van een rood wordende fixatiestip in het midden van het scherm bij een fout antwoord en een groen wordende fixatiestip indien er een juist antwoord was gegeven. In Figuur 3 is er een fout antwoord gegeven zoals weergegeven is met de rode fixatiestip op het feedbackscherf. Na de oefenrondes werd aan de deelnemer getoond welk percentage van de trials goed was beantwoord.

Figuur 3.

Voorbeeld Oefenreeks

			
1.Pre-trial scherm Klik vereist	2.Leeg scherm 495 ms	3.Pre-change scherm 1190 ms	4.Masker 90 ms
			
5.Aanwijzing 45 ms	6.Masker 390 ms	7.Post-change scherm Klik vereist	8.Feedback scherm 900 ms

Hierna begon het experiment officieel. Er volgden twee blokken van elk 48 trials. Een experimenttrial zag er ongeveer hetzelfde uit als de oefentrial weergegeven in Figuur 3. Het enige verschil was dat er in de experimenttrial geen feedback display getoond werd. In het experiment was alleen elke tweede trial interessant voor dit onderzoek, omdat hierin de effecten waarneembaar waren van de temporele context op de locatienauwkeurigheid en sensitiviteit. Alle objecten waren een gelijke afstand van het middelpunt verwijderd, namelijk

ongeveer 3,5 centimeter. De objecten waren ongeveer 2 centimeter groot en hadden een doorzichtige achtergrond. Daarbij waren de objecten allemaal ongeveer 3 centimeter van elkaar verwijderd. Deze gelijke afstanden werden gebruikt, omdat er op deze manier geen opvallende delen van het scherm de aandacht trokken. Alle locaties van de items zijn gerandomiseerd en elk paar van afbeeldingen heeft een gelijke kans om geselecteerd te worden.

Daarbij werd de positie van het targetobject gerandomiseerd per set van trials om zo elke mogelijke locatie van de target te kunnen onderzoeken. Hierbij was de voorwaarde dat de targetpositie van de tweede trial van een trialpaar altijd een andere positie had dan die van de eerste. Verder waren de gelijkheid van de pre- en postchange ook random verdeeld. Dit houdt in dat soms de pre- en postchange van de eerste en tweede trial uit een trialpaar gelijk waren, dat ze soms niet gelijk waren of dat één van de trials uit het paar een gelijke pre- en postchange had en de ander niet. Hierbij was de voorwaarde dat voor elke tweede trial van een trialpaar er precies even veel ongelijke als gelijke pre- en postchanges moesten zijn. Voor de eerste trial van elk trialpaar was dit niet voor elke deelnemer zo.

Tenslotte werd er aan de participant de strategievraag gesteld, namelijk of er een bepaalde strategie was die de deelnemer heeft toegepast in het detecteren van verandering. Door deze vraag kon er worden achterhaald of de participant het doel van het onderzoek begreep en of er mogelijk andere bijzonderheden aanwezig. Hierbij was de participant zich niet bewust dat het experiment gericht was op temporele context en ging de participant er vanuit dat het onderzoek gericht was op het visueel werkgeheugen.

Analyse

In dit onderzoek zijn twee RM-ANOVA analysis uitgevoerd. Eén voor locatienauwkeurigheid en één voor sensitiviteit. Voordat de sensitiviteit kon worden berekend in een ANOVA, moest de sensitiviteit berekend worden aan de hand van de nauwkeurigheid van veranderingswaarneming met behulp van de *signal detection theory* (Wickens, 2008). Deze theorie geeft het onderscheidingsvermogen tussen signaal en ruis in het maken van beslissingen (Wickens, 2008). Een hogere sensitiviteit leidt hierbij tot meer hits. Een hit betekent in dit onderzoek het aantal juist gedetecteerde veranderingen. Verder werden de volledige getallen uit de gegevens gecorrigeerd (de 0 en de 1 waarden), omdat de z-waarden die bij de proportie 0 en 1 horen niet bestaan. Dit werd gedaan op basis van de volgende formules; $\min = 0.5 * 1/N$ en $\max = 1 - 0.5 * 1/N$. In deze formule staat N voor het aantal trial paren, wat in dit onderzoek 6 waren. Dit betekent dat elke waarde van 0 een waarde kreeg van $1/12$, want $0.5 * 1/6$. Elke waarde van 1 kreeg een waarde van $1 - (1/12)$, want $1 - 0.5 * 1/6$. Deze

correctie komt er op neer dat bij een proportie van 0 er een halve trial goed wordt gerekend en bij een proportie van 1 een halve trial fout wordt gerekend. Hierdoor kon er wel gerekend worden met deze waarden, maar zullen deze geen onjuiste effecten weergeven. Door de berekening van de sensitiviteit, viel de factor “*same*” weg aangezien op basis van de *signal detection theory* er alleen gefocust wordt op de hits, ofwel de juiste reactie op het juiste signaal (Wickens, 2008). In dit geval was een juiste waarneming van de verandering een hit. De factor “*same*” gaf aan of er wel of geen verandering optrad in de trials, maar de trials waarin geen verandering optrad zijn verwijderd door deze correctie.

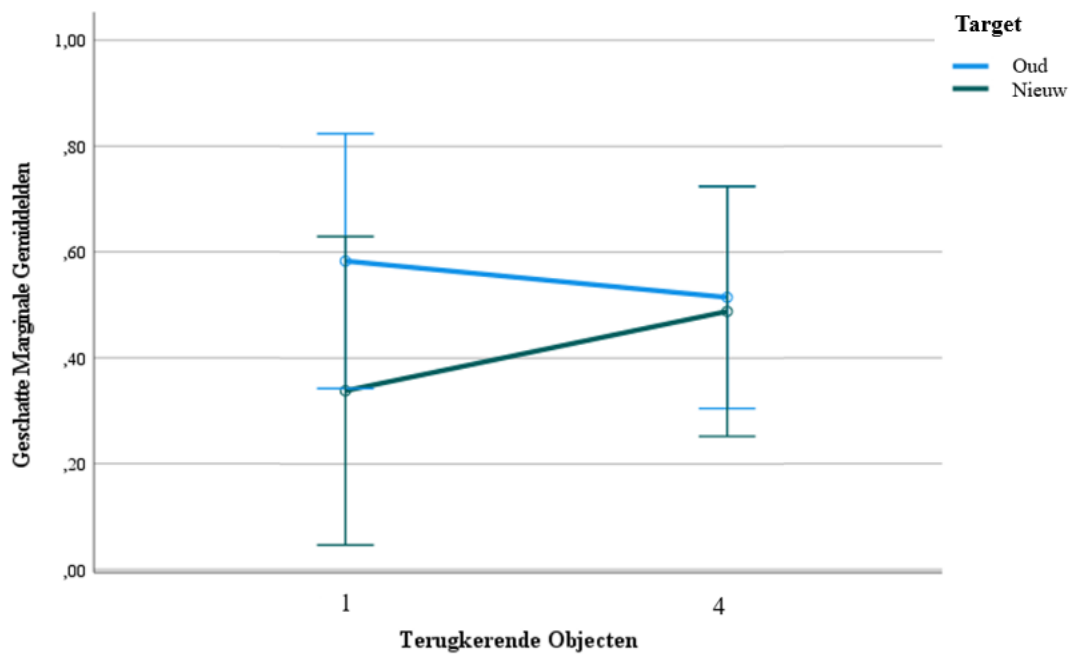
Resultaten

In dit onderzoek zijn de sensitiviteit (d') en de locatienauwkeurigheid onderzocht aan de hand van twee *repeated-measures* ANOVA analyses. Figuur 4 geeft de grafieken van de analyses weer om context te schetsen van de resultaten. Om deze analyses uit te kunnen voeren was het belangrijk dat de data normaal verdeeld zijn en dat de data homoscedastisch verdeeld zijn. Aan de assumptie van normaliteit was bij de meeste levels van sensitiviteit en locatienauwkeurigheid voldaan. In enkele gevallen was er een uitbijter, maar vanwege zijn robuustheid is een ANOVA beschermd tegen schending van deze assumptie en zijn deze data niet uit de dataset verwijderd. Ook waren de data over het algemeen gelijk verspreid en dus is de aanname van homoscedastisiteit niet geschonden. De biografische data bevatten ook geen bijzondere gegevens die zorgen wat betreft de generaliseerbaarheid oprachten en dus zijn alle data gebruikt voor het uitvoeren van de ANOVA. Uit de antwoorden van de participanten op de strategievraag bleek dat het doel van het onderzoek niet achterhaald is door de participanten. Hierom zijn er op basis van de strategievraag ook geen data van participanten verwijderd. Daarbij was het van belang dat de waarnemingen onafhankelijk van elkaar waren en mocht de sfericiteit niet geschonden zijn. Doordat in dit onderzoek gebruik gemaakt werd van een 2x2 model is deze assumptie ook niet geschonden.

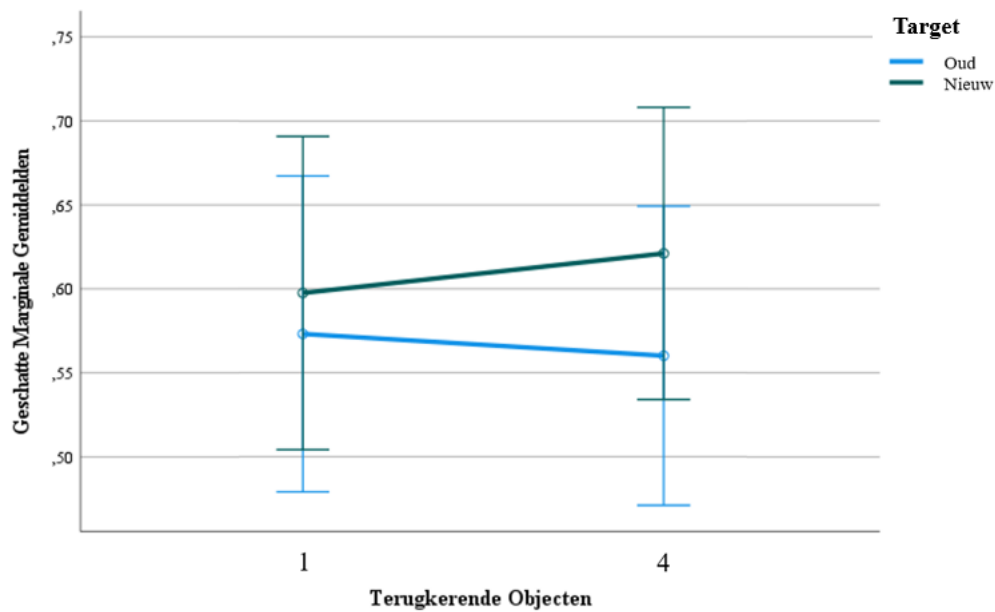
Figuur 4.

Geschatte Marginale Gemiddeldes met 95% Foutenbalken van (a) Sensitiviteit en (b) Locatienauwkeurigheid

(a)



(b)



Sensitiviteit

De effecten van de sensitiviteit zijn onderzocht aan de hand van een *repeated-measures* ANOVA. Hierbij waren de factoren het aantal terugkerende objecten (1 of 4) en of de target deel was van de terugkerende objecten of niet (oud of nieuw). In Tabel 1 staan de beschrijvende statistieken van de combinaties van deze factoren. ‘d’ staat hierin voor sensitiviteit en ‘Loc.n’ voor locatienuwkeurigheid. De waarden van een oude target vallen op, omdat hier de gemiddelde sensitiviteit hoger is dan bij een nieuwe target (Tabel 1). Dit

sluit aan bij de verwachting dat de prestatie beter zou zijn wanneer de target een oude identiteit zou hebben. De verwachting was ook dat de prestatie het hoogste zou zijn wanneer er meer terugkerende objecten zouden verschijnen. Overigens zijn er aan de hand van het aantal terugkerende objecten geen gemiddelden gevonden die aansluiten bij het verwachte effect. De verwachting was dat het effect van de oude target het sterkste zou zijn bij vier terugkerende objecten, maar dit is niet het geval, zoals te weergegeven is in Tabel 1. Dit gaat tegen de verwachting in dat de prestatie het beste zou zijn wanneer er meer terugkerende objecten zouden zijn.

Tabel 1.

Descriptieve Statistieken d' en Locatienauwkeurigheid

		N	Gemiddelde	Standaard Deviatie
d'	4, Oud	41	.51	.67
	4, Nieuw	41	.49	.75
	1, Oud	41	.58	.76
	1, Nieuw	41	.33	.92
Loc.n	4, Oud	41	.56	.28
	4, Nieuw	41	.62	.28
	1, Oud	41	.57	.30
	1, Nieuw	41	.60	.30

De effecten van de ANOVA-analyse van sensitiviteit staan in Tabel 2. 'TO' staat voor de onafhankelijke variabele terugkerende objecten en 'Tar' staat voor target (Tabel 2). 'd'' is de afhankelijke variabele sensitiviteit en 'Loc.n' is de afhankelijke variabele locatienauwkeurigheid. In Tabel 2 is weergegeven dat er geen significante effecten zijn gevonden bij deze analyse. De verwachting was dat de prestatie het beste was wanneer er meer objecten opnieuw getoond zouden worden en wanneer de target één van de terugkerende objecten zou zijn. Het interactie-effect is, tegen de verwachting in, niet significant (Tabel 2). De verwachting was dat het effect van de oude target het sterkste zou zijn bij vier terugkerende objecten. Deze resultaten sluiten aan bij de gemiddeldes gevonden in Tabel 1. Er zijn ook geen significante F-waarden van sensitiviteit uit de ANOVA gekomen (Tabel 2). Ook de hoofdeffecten van sensitiviteit zijn niet significant. Dit betekent dat vier terugkerende objecten geen sterker effect hebben op de prestatie dan één terugkerend object. Voor de target betekenen de niet-significante waarden dat een oude target geen sterker effect geeft dan een

oude target. Er zijn voor sensitiviteit dus geen significante resultaten gevonden, wat betekent dat er geen conclusies zijn te trekken over de sensitiviteit op basis van dit onderzoek.

Tabel 2.

Within-Subjects Effecten voor d' en Locatienauwkeurigheid Repeated Measures ANOVA

	d'			Loc.n		
	df	F	Sig	df	F	Sig
TO	1, 40	.15	.70	1, 40	4.05	0.51
Tar	1, 40	2.25	.14	1, 40	.03	.86
TO*Tar	1, 40	.94	.34	1, 40	.41	.52

Het verschil tussen de marginale gemiddelden van sensitiviteit is onderzocht aan de hand van de descriptieve statistieken en door een geschatte marginale gemiddeldes grafiek, die is weergegeven in Figuur 4a. De afstand tussen de lijnen staat voor het verschil in de identiteit van de target en de steilheid van de lijn staat voor het verschil tussen het aantal terugkerende objecten. Het gemiddelde van de target met een gedeelde identiteit met een ander object uit de trial is 0,55 met een standaarddeviatie van 0,09. Het gemiddelde van de target met een niet-gedeelde identiteit met een ander object uit de trial is 0,41 met een standaard deviatie van 0,10. Dit is geen groot verschil tussen beide factoren en dit sluit aan bij de vorige resultaten. Het gemiddelde van vier terugkerende objecten is 0,50 met een standaard deviatie van 0,09. Het gemiddelde van één terugkerend object is 0,46 met een standaard deviatie van 0,10. Ook hier is geen groot verschil tussen de gemiddelden, ondanks dat de spreiding breder is bij één terugkerend object (Figuur 4a). Aangezien de lijnen niet parallel lopen, kan er gespeculeerd worden over een interactie-effect tussen de variabelen. Dat was de verwachting; dat er een beter resultaat zou zijn bij meer terugkomende objecten en een target met een oude identiteit. Dit effect is echter niet significant, omdat de betrouwbaarheidsintervallen van de marginale gemiddeldes overlappen zoals is weergegeven in Figuur 4a en omdat de F-waarden niet significant zijn (Tabel 2).

Locatienauwkeurigheid

De effecten van de locatienauwkeurigheid zijn onderzocht aan de hand van een *repeated-measures* ANOVA. Hierbij waren de factoren ook het aantal terugkerende objecten en de locatie van de target. In Tabel 1 staan de descriptieve statistieken van de verschillende condities. Hierbij valt op dat bij de aanwezigheid van een target met een nieuwe identiteit de

gemiddelde locatienauwkeurigheid hoger is dan bij een oude identiteit van de target. Dit is tegenovergesteld aan de statistieken van sensitiviteit en was niet de verwachting. De verwachting was dat de locatienauwkeurigheid het hoogste zou zijn bij een target met een oude identiteit.

De effecten van de ANOVA analyse van locatienauwkeurigheid staan in Tabel 2. Hier is weergegeven dat er geen significante effecten zijn gevonden bij deze analyse, zowel voor de hoofdeffecten, als voor het interactie-effect. Ook de F-waarden die bij locatienauwkeurigheid horen zijn niet significant, zoals weergegeven is in Tabel 2. De verwachting was dat de prestatie het beste was wanneer er meer objecten terugkeerden en wanneer de target één van de terugkerende objecten zou zijn. Het interactie-effect heeft geen significante waarde, zoals weergegeven is in Tabel 2, terwijl het de verwachting was dat de prestatie het best was bij vier terugkerende objecten met een oude target. Ook de hoofdeffecten zijn niet significant. Dit betekent dat de locatienauwkeurigheid in dit onderzoek geen hogere waarde had bij vier terugkerende objecten dan bij één terugkerend object en bij een oude target dan bij een nieuwe target. Deze niet-significante waarden betekenen dat er geen conclusies over de locatienauwkeurigheid vallen te trekken op basis van dit onderzoek. Echter wijkt de significantie voor het aantal terugkerende objecten niet erg af van het significantieniveau 0.05, zoals weergegeven is in Tabel 2.

Het verschil tussen de marginale gemiddelden van locatienauwkeurigheid is onderzocht aan de hand van de descriptieve statistieken en door een geschatte marginale gemiddeldes grafiek (Figuur 4b). De afstand tussen de lijnen staat voor het verschil in de identiteit van de target en de steilheid van de lijn staat voor het verschil tussen het aantal terugkerende objecten. Het gemiddelde van de target met een gedeelde identiteit met een ander object uit de trial is 0,57 met een standaard deviatie van 0,04. Het gemiddelde van de target zonder gedeelde identiteit met een ander object uit de trial is 0,60 met een standaard deviatie van 0,04. Dit is geen groot verschil tussen beide factoren en dit sluit aan bij de vorige resultaten. Het gemiddelde van vier terugkerende objecten is 0,59 met een standaard deviatie van 0,04. Het gemiddelde van één terugkerend object is 0,59 met een standaard deviatie van 0,04. Ook deze gemiddeldes verschillen te weinig om resultaten te kunnen trekken. De betrouwbaarheidsintervallen overlappen van al deze gemiddeldes en daarom kan er geen significant verschil aangetoond worden, terwijl de verwachting was dat de locatie nauwkeurigheid significant beter was bij het terugkeren van vier objecten en bij een oude target.

Discussie

In dit onderzoek is de rol van temporele context in *change-blindness* onderzocht. De verwachtingen van het onderzoek waren dat de prestaties van de deelnemers op het experiment het hoogst waren wanneer de target één van de terugkerende objecten was en wanneer er vier terugkerende objecten waren in plaats van één. Dit waren de verwachtingen, omdat de geheugensporen in dit geval vaker geactiveerd zouden worden door het proces van *binding* bij repetitie van weergegeven objecten.

Uit de data-analyse zijn geen significante interactie-effecten gevonden voor zowel sensitiviteit, als locatienauwkeurigheid. Dit betekent dat er geen bewijs is gevonden in dit onderzoek voor een betere prestatie bij vier terugkerende objecten en een oude target dan bij één terugkerend object en een nieuwe target. Met betrekking tot de temporele context betekent dit dat er geen bewijs gevonden is voor de rol van temporele context bij veranderingsdetectie in een *change-blindness-task*. Uit de data-analyse zijn ook geen significante hoofdeffecten van sensitiviteit en locatienauwkeurigheid gevonden. Dit was ook tegen de verwachtingen in. Dit betekent dat er geen bewijs is gevonden in dit onderzoek voor een betere prestatie bij het terugkeren van vier objecten dan bij één terugkerend object en dat er geen bewijs gevonden is voor een betere prestatie bij een oude target dan bij een nieuwe target. Het hoofdeffect van terugkerende objecten in de RM-ANOVA was echter bijna significant voor locatienauwkeurigheid. Opvallend is dat deze resultaten juist betere prestaties aanduiden bij de aanwezigheid van een nieuwe target. Dit effect is juist tegengesteld aan wat de verwachting was. Dit houdt in dat een target met een nieuwe identiteit in de tweede trial van een trialpaar leidt tot betere prestaties. Een functionele verklaring hiervoor kan zijn dat het nieuwe object opvalt doordat de oude objecten hetzelfde blijven. Het proces van *binding* zorgt voor de herkenning van de oude objecten en hierdoor is het mogelijk dat de verandering tussen deze oude objecten beter gedetecteerd wordt. Dit betekent dat de objecten met een oude identiteit worden herkend als oud en daardoor het nieuwe object wordt herkend als nieuw. Dit zou een effect van temporele context kunnen zijn, maar dan geuit op een andere manier dan in dit onderzoek is onderzocht. Dit is een interessant onderwerp voor toekomstig onderzoek. Hierin kunnen de mogelijke processen die te maken hebben met de temporele context worden onderzocht. Het is op structureel niveau interessant om de processen die betrokken zijn bij het herkennen van verandering te onderzoeken. Hoe kunnen verzamelingen cellen namelijk weten dat er iets veranderd is.

De niet-significante resultaten van dit onderzoek kunnen meerdere oorzaken hebben. Zo zou er random error in het experiment kunnen hebben plaatsgevonden of is er iets fout

gelopen in de procedure. Een voorbeeld hiervan is dat het experiment eventueel nog steeds te lastig was om uit te voeren voor de proefpersoon. Een oorzaak hiervan kan een te korte verschijningstijd van de schermen zijn. Dit sluit aan bij de strategievraag. De participanten gaven hier soms aan dat de tijd te snel verstreek om een verandering waar te nemen. Verder was de power van het experiment klein, wat betekent dat er een kleine kans was dat er een effect gevonden zou worden. Een oorzaak van een kleine power kan een te kleine steekproefgrootte zijn.

In toekomstig onderzoek zou het interessant zijn om gebruik te maken van een grotere steekproef om zo de power te kunnen verhogen en eventueel wel significante effecten te vinden. Verder zou er gebruik kunnen worden gemaakt van zwart-wit afbeeldingen in de trials, omdat er uit de antwoorden van de strategievraag bij de andere onderzoeken bleek dat sommige participanten het verschil tussen de pre- en postchange probeerden waar te nemen op basis van de kleur van het object in de pre- en postchange. Bij gebruik van zwart-wit afbeeldingen, kan over deze factor controle worden uitgeoefend. Verder is het goed om op het effect van de nieuwe target te letten. Af en toe was de waarde van de nieuwe target hoger dan de waarde van de oude target en daarom is het mogelijk dat er een andere factor invloed had op de effecten. Zo zou het kunnen dat het nieuwe object juist opviel, omdat die nieuw was. Met veel terugkerende objecten valt juist een nieuw object erg op. Hierom is het verstandig hier rekening mee te houden met vervolgonderzoek. Ook was de moeilijkheid van het experiment wellicht te hoog, waardoor er geen effecten zijn gevonden. Een mogelijke oplossing voor dit probleem is het verhogen van de verschijningstijden van de schermen. Tenslotte gaven de participanten aan bij de strategievraag dat ze focusten op specifieke objecten bij het waarnemen van verandering. Hierbij kan er een aanname worden gemaakt dat bij deze objecten de verandering beter zichtbaar was, doordat de verandering groter was ten opzichte van de hele afbeelding in vergelijking met andere afbeeldingen. Hierom is het interessant om in toekomstig onderzoek gebruik te maken van veranderingen in objecten, die meer gelijk zijn wat grootte betreft.

Dit onderzoek is deel van een groot onderzoek naar de rol van temporele context in *change-blindness*. In de andere onderzoeken waren ook voornamelijk geen significante effecten gevonden, net zoals in dit onderzoek. Op basis van het grote onderzoek kunnen dus ook geen conclusies getrokken worden wat betreft de rol van temporele context. De onderzoeken samen geven interessante suggesties voor vervolgonderzoek.

Uit dit onderzoek zijn geen significante resultaten gevonden. Hierdoor is er geen bewijs gevonden van een betere prestatie bij het terugkeren van vier objecten en bij het

gebruik van een target met een oude identiteit. Meer specifiek is er geen aanvullend bewijs gevonden voor de rol van temporele context in de mechanismes van *change-blindness*. Wel heeft dit onderzoek, in combinatie met de andere onderzoeken, interessante suggesties opgeleverd voor vervolgonderzoek. Met name is de suggestie voor onderzoek omtrent een mogelijk tegengesteld effect van de nieuwe target interessant.

Referenties

- Braam, M. (2021), The role of binding in a change blindness task conditioned by an identity cue. , *Bachelor thesis*, Department of Psychology, University of Groningen, The Netherlands.
- Dalendoort, G. J., & De Vries, P. H. (1998). Understanding in Terms of Correspondence between Levels of Description. *Downward Processes in the Perception Representation Mechanisms*. 497-503.
- Dzhurkov, N. (2021), The Role of Visual Object Binding Conditioned by an Extended Location Cue on the Effects of Change Blindness, *Bachelor thesis*, Department of Psychology, University of Groningen, The Netherlands.
- De Vries, P. H. (2004). Effects of binding in the identification of objects. *Psychological Research*, 1(2), 41-66. doi: 0.1007/s00426-003-0159-0
- Hebb, D. O. (1949). *The organization of behavior*. New York: Wiley.
- Lamme, V. A. F. (2003). Why visual attention and awareness are different. *Trends in Cognitive Sciences*, 7(1), 12-18. doi:10.1016/S1364-6613(02)00013-X
- Luck, S. J., & Vogel, E. K. (2013). Visual working memory capacity: From psychophysics and neurobiology to individual differences. *Trends in Cognitive Sciences*, 17(8), 391-400. doi:10.1016/j.tics.2013.06.006
- Konkle, T., Brady, T. F., Alvarez, G. A., & Oliva, A. (2010). Conceptual distinctiveness supports detailed visual long-term memory. *Journal of Experimental Psychology: General*, 139(3), 558-578.
- Pashler, H. (1988). Familiarity and visual change detection. *Perception & Psychophysics*, 44(4), 369-378. doi:10.3758/BF03210419
- Simons, D. J., & Levin, D. T. (1997). Change blindness. *Trends in Cognitive Sciences*, 1(Ref), 261–267.
- Ważny, W. (2021), Investigation of the Influence of Object Identity and Location on the role of Binding in a Change Blindness Task using an Extended Location Cue. , *Bachelor thesis*, Department of Psychology, University of Groningen, The Netherlands.
- Wickens, T. (2008). *Elementary signal detection theory*. Oxford Univ. Press.