

HET IMPLICIET LEREN VAN EEN TIJDSINTERVAL IN EEN DUALTASKSETTING

Bachelorthese

Robert Lindeboom, r.lindeboom@ai.rug.nl

Uitgevoerd in samenwerking met A. Damsma, F. Doesburg, W. Jorritsma en C. Lemstra.

Begeleid door Hedderik van Rijn en Niels A. Taatgen.

Samenvatting: Om na te gaan of mensen impliciet een tijdsinterval hebben geleerd, kun je ze niet expliciet naar het interval vragen. Eerder onderzoek heeft nog geen gebruik gemaakt van oogbewegingen bij het vinden van zo'n leereffect. Door oogbewegingen in de richting van een stimulus met een verborgen temporele structuur te meten, is het mogelijk om het impliciet leren van een tijdsinterval vast te stellen. Wij wilden weten of mensen in staat zijn om impliciet een tijdsinterval te leren in een dualtask-setting. Daarbij wilden we ook weten of de temporele structuur van een secundaire taak van invloed is op hoe goed het verborgen tijdsinterval geleerd wordt. Een interessant resultaat vonden we in geplotte grafieken: rond het eind van het door ons ingestelde interval leken proefpersonen vaker in de richting van de stimulus met temporele structuur te kijken. Dit deden ze accurater als in de secundaire taak ook een temporele structuur aanwezig was.

1. Inleiding

Zonder dat mensen het door hebben, maken ze vaak inschattingen van korte tijdsintervallen. Dit zijn vaak situaties waarbij een actie is uitgevoerd en een reactie wordt verwacht. Een voorbeeld hiervan is: iemand laat een bal vallen, waarbij de toeschouwer het eerste deel van de val van de bal nog ziet, maar het laatste deel (en dus ook het stuiteren op zich) niet, bijvoorbeeld omdat er een object voor staat. De toeschouwer verwacht op een bepaald moment het geluid van een stuiterende bal op de grond, maar als je dit geluid te vroeg of juist te laat hoort, zal hij raar opkijken. Een ander voorbeeld van een taak waarbij we mee moeten tellen met onze interne klok (Taatgen, van Rijn, & Anderson, 2007) is het versturen van sms-berichten met de mobiele telefoon. Op veel telefoons moet bij het typen van een bericht één toets namelijk gebruikt worden voor drie of vier verschillende letters, omdat er niet zoveel toetsen op de telefoon als letters in het alfabet zijn. Bijvoorbeeld de toets '2', die gebruikt kan worden voor de letters A, B en C. Om de letter 'A' te krijgen, moet eenmaal op de toets '2' gedrukt worden. Voor de letter 'B' moet de '2' tweemaal kort na elkaar ingedrukt worden en voor de letter 'C' driemaal. Wie de combinatie 'BA' wil typen, zal eerst tweemaal moeten drukken voor de 'B', maar zal daarna een korte pauze van ongeveer een seconde moeten inlassen alvorens nogmaals op dezelfde

knop te drukken voor de 'A'. Door deze pauze kan de telefoon de combinatie 'BA' van de letter 'C' onderscheiden, want in beide gevallen moet driemaal na elkaar dezelfde toets ingedrukt worden. Dat de pauze een seconde moet duren kan je waarschijnlijk in de handleiding lezen, maar ik verwacht dat de meeste mensen dit leren door de telefoon simpelweg te gebruiken.

Het leren van dit soort intervallen is meestal impliciet en automatisch, omdat niemand je vertelt dat het om een tijdsinterval gaat of naderhand vraagt naar het tijdsinterval. Toch maken we aan het begin van een actie een inschatting, zoals de verwachting wanneer je het geluid van een stuiterende bal moet horen. We noemen dit prospectieve tijdschattingen, waarvan in Taatgen et al. (2007) verschillende vormen worden genoemd. Het timen op zich is in bovenstaande taken, maar eigenlijk in de meeste, secundair aan de hoofdtaak; in het sms-voorbeeld ben je bezig 'BA' na elkaar te typen en in het voorbeeld van de vallende bal zie je de bal vallen, maar je bent met de tijdsintervallen eigenlijk niet echt bewust bezig.

Veel voorgaand onderzoek ging op zoek naar de vraag hoe die tijdsmodule in onze hersens werkt. Hierbij is voor de proefpersonen het aspect tijd veelal niet impliciet gehouden en werd er juist expliciet gevraagd om een inschatting te maken van een tijdsinterval. Dit terwijl Cohen, Ivry & Keele (1990) in hun artikel laten zien dat het voor proefpersonen mogelijk is

om een gestructureerde sequentie (wat een tijdsinterval ook min of meer is) te leren terwijl de proefpersoon een afleidingstaak aan het uitvoeren is. In hun experiment was het voor de proefpersonen de taak om te reageren op de positie van een stimulus op het scherm. Er waren drie posities mogelijk en dus ook drie knoppen waarmee de proefpersonen konden reageren. Dit experiment bestond uit twee condities. In de eerste conditie kregen de proefpersonen een gestructureerde volgorde gepresenteerd, terwijl hun over structuur niets verteld was. In de tweede conditie was de structuur verruild door een willekeurige volgorde. Tussen twee stimuli door kregen proefpersonen een hoog of een laag geluid te horen, waarvan de proefpersonen alleen het aantal van de hoge tonen moesten onthouden. Hoe meer geluiden ze te horen kregen, hoe moeilijker deze distractietaak was. Toch had de moeilijkheid van deze distractietaak geen invloed op het leren van de structuur van de hoofdtak, die getest werd door de proefpersonen in een tweede sessie voorspellingen te laten doen waar de stimulus zou verschijnen. Bij ratten is reeds aangetoond dat zij een tijdsinterval kunnen leren. Dit is gedaan door Skinner (1938). In zijn experiment zaten ratten in de zogenaamde Skinner Box en moesten ze op een knop drukken voor voedsel. Deze knopdruk had echter alleen effect nadat een bepaalde tijdsperiode verstreken was, dus drukken voor het eind van dit interval leverde geen voedsel op. Na een periode van leren, liet een hogere concentratie van knopdrukken rond het eind van het interval zien dat de ratten het interval geleerd hebben.

Niet alleen voor gestructureerde sequenties geldt dat ze impliciet te leren zijn, maar ook voor temporele structuren. Dit lieten Miller & Fu (2007) zien in een experiment gebaseerd op het experiment van Senders (1983) waarin proefpersonen gevraagd werden om een viertal meters in de gaten te houden om te reageren als de waarde op een meter in een gedefinieerde alarmzone terecht zou komen. Toen de temporele structuur na een aantal trials veranderd werd, daalde de performance drastisch. Deze resultaten bij Miller & Fu lieten zien dat de proefpersonen zich goed en vooral ook impliciet aan een temporele structuur

konden aanpassen, want ze waren zich niet expliciet bewust van de temporele structuur.

Waar wij nieuwsgierig naar zijn, is de vraag of mensen in staat zijn om ook impliciet een tijdsinterval te leren in een dualtasksetting en of een eventuele structuur in de ene taak invloed heeft op de tijdswaarneming in de andere. Deze vraag is een voortvloeisel uit het eerdergenoemde onderzoek van Taatgen et al. (2007) waarin gekeken wordt naar de invloed van aandacht bij het leren van tijdsintervallen in een dualtaskingtaak. Proefpersonen moesten in hun experiment optelsommen controleren (bijvoorbeeld $4+3=7$) en tegelijkertijd letters herkennen, waarbij het herkennen van letters gezien werd als de simpelere taak en het controleren van de optelsommen als de moeilijkere. Achteraf bleek dat de moeilijkheid van de taak vrijwel geen invloed had op het inschatten van de tijd. Hieruit zou geconcludeerd kunnen worden dat aandacht geen invloed heeft op de prestatie van het leren van een tijdsinterval bij dualtasking.

In ons onderzoek gaan wij onderzoeken of proefpersonen in een soortgelijke dualtasksetting ook tijdsintervallen kunnen leren. Het grote verschil met voorgaand onderzoek is dat we het aspect tijd impliciet willen houden voor de proefpersonen. Het experiment dat we hiervoor uit gaan voeren bestaat uit twee taken en twee condities. De eerste taak noem ik de middentaak. Proefpersonen krijgen in het midden van het beeldscherm een sequentie van cijfers van 0 tot en met 9 te zien die elkaar zeer snel opvolgen. Deze hoge snelheid moet ervoor zorgen dat proefpersonen niet te lang van deze taak kunnen wegstaren zonder gedefinieerde targets (doelen) te missen. Het verschil tussen de twee condities is dat de tweede conditie wat de verschijningstijd van de targets betreft gestructureerder is dan de eerste conditie. Hierover meer details in de methodesectie. De tweede taak is een taak die zich rechtsboven in het scherm afspeelt. Hier staat initieel een distractor maar deze verandert na een vast tijdsinterval in een target waarop de proefpersoon moet reageren middels een knopdruk. Op dat moment komt de distractor weer terug. De bedoeling is nu dat proefpersonen dit tijdsinterval impliciet leren.

Dit kunnen we controleren door met behulp van een eyetracker te kijken naar de plek op het scherm waar de proefpersoon naar kijkt: als de proefpersoon verwacht dat of wil weten of er rechtsboven een target staat, dan zal hij naar rechtsboven moeten kijken. Door naar oogbewegingen te kijken, hoeven we niet expliciet te vragen naar een tijdsinterval en hoeft de proefpersoon hiervoor niet expliciet op een toets te drukken, zoals dat in voorgaand onderzoek gebeurde.

Mijn verwachting van de uitkomsten is dat als een proefpersoon het tijdsinterval van acht seconden leert, hij minder vaak naar de rechterbovenkant van het scherm zal kijken naarmate het experiment verloopt; hij zal rond het einde van het ingestelde tijdsinterval (dus het moment dat de distractor in een target moet veranderen) weer naar rechtsboven kijken. Ook verwacht ik dat als een proefpersoon 'meedoet' aan de temporeel meer gestructureerde taak die ik hierboven beschreven heb, zijn prestatie (het kijken naar rechtsboven rondom het tijdstip dat de distractor verandert in een target) beter wordt. Het lijkt er volgens het artikel "Timing of multiple overlapping intervals: how many clocks do we have?" van Van Rijn & Taatgen (2008) namelijk op dat mensen maar één interne klok hebben en dus niet tegelijk met de tijdsstructuur van de middentaak en de taak rechtsboven bezig kunnen zijn. Wat proefpersonen wel zouden kunnen doen, is na een door henzelf bepaald/geleerd aantal stimuli of targets in het midden naar rechtsboven kijken. Als de middentaak dan temporeel gestructureerder is, is vermoedelijk ook de nauwkeurigheid van het kijken naar rechtsboven rond de acht seconden hoger. De alternatieve hypothese is dat in de niet-gestructureerde conditie de enkele tijdsmodule alleen maar voor de bonustaak gebruikt hoeft te worden, waardoor de prestatie daar juist beter wordt ten opzichte van de gestructureerde middentaak. In het laatste geval moet een enkele tijdsmodule namelijk verdeeld worden over twee gestructureerde taken.

2. Methode

2.1. Proefpersonen

Aan dit onderzoek deden 45 proefpersonen (14 vrouwen, gemiddeld 21.7 jaar, met moedertaal

Nederlands, Engels of Duits) van de Rijksuniversiteit Groningen mee. 18 van deze proefpersonen werden beloond met opleidingspunten voor deelname en de overige proefpersonen deden vrijwillig mee. Alle proefpersonen hadden een normaal of door bril of contactlenzen gecorrigeerd naar normaal gezichtsvermogen.

2.2. Apparatus

De stimuli werden gepresenteerd op een 20.1 inch Dell 2007FPb monitor met een resolutie van 1600 bij 1200 pixels. Dit scherm werd in deze resolutie en met een vernieuwingsfrequentie van 60 hertz aangestuurd door een Apple Mac Mini (met Intel Core 2 Duo T7200 2.0 gigahertz processor) met besturingssysteem Windows XP (Service Pack 2). Het experiment werd gedraaid in Mathworks' Matlab versie 7.9.0 r2009b met Psychtoolbox 3.0.8. Voor het registreren van de kijklocaties van de proefpersoon gebruikten we EyeLink 1000 CL v4.40 met een EyeLink CL Versie 1.4. Samples werden genomen met een frequentie van 500 Hertz. Responsen werden gegeven op een Cherry G230 QWERTY-toetsenbord. Deze apparatuur stond opgesteld in een daarvoor bestemde experimenteerkamer waar tijdens het experiment zowel de proefpersoon als een experimentbegeleider, visueel van elkaar gescheiden door een kast, aanwezig waren. Omdat er in de kamer geen raam aanwezig was, was de lichtintensiteit voor elke proefpersoon gelijk. Dit geldt ook voor het volume van het omgevingsgeluid.

2.3. Design

Het experiment had twee between-subject condities. De proefpersonen werden op geslacht en het wel of niet verdienen van punten gecounterbalanced over de twee condities. Dit hield in dat voor de deelname van bijvoorbeeld een mannelijke, vrijwillig deelnemende proefpersoon werd bepaald aan welke conditie de minste mannelijke vrijwillige proefpersonen hadden deelgenomen. Aan de proefpersonen werd niet verteld dat er verschillende condities waren.

Zoals al in de inleiding van dit verslag genoemd werd, was het verschil tussen de beide condities dat de tweede conditie wat de verschijningsstijd van de targets in het midden

van het scherm betreft gestructureerder was dan de eerste conditie. In de eerste conditie verscheen een target namelijk telkens op een willekeurig moment tussen de 600 milliseconden en de 2400 ms na de vorige target. In de tweede conditie verscheen een target om en om na 1500 ms en willekeurig getrokken uit de lijst {600;750;900;1050;1200;1350;1500;1650;1800;1950;2100;2250;2400} ms. De gemiddelde tijd waarop een target verschijnt na de vorige is dus in beide condities gelijk, namelijk 1500 ms.

2.4. Stimuli

In het midden van het scherm werden opeenvolgend gehele getallen uit de set 0 tot en met 9 gepresenteerd. De target waarop gereageerd moest worden in deze set was '4' en de overige getallen waren distractoren. In de rechterbovenhoek van het scherm, op een plek die je niet in je ooghoeken ziet terwijl je naar het midden van het scherm kijkt, stond 'BONEN' of 'BONUS', waarbij 'BONUS' de target was waarop gereageerd moest worden. De tekst en getallen werden in lettertype Courier vetgedrukt met een grootte van 32 pt.

Feedback kregen de proefpersonen met behulp van geluiden. Voor een goede reactie op target '4' kregen de proefpersonen een hoog piepgeluid van 1000 Hertz te horen. Voor een goede reactie op target 'BONUS' kregen de proefpersonen een kort geluid van een belletje te horen. Voor negatieve feedback op zowel de eerste als de tweede taak kregen proefpersonen hetzelfde zoemergeluid te horen.

2.5. Procedure

Proefpersonen werden niet geïnformeerd over het specifieke doel van het experiment. De titel van het onderzoek waarvoor proefpersonen zich inschreven was dus simpelweg "Where do you look at during multi-tasking?". Na het invullen van de demografische gegevens (deelnemersnummer, leeftijd en geslacht) van de proefpersoon werd de eyetracker gekalibreerd op het dominante oog. Dit hield in dat we het meest accurate oog volgden. Dit werd bepaald door de proefpersoon door een driehoek, gevormd door de wijsvingers en duimen van beide handen tegen elkaar te zetten en de armen te strekken, naar een klein object (bijvoorbeeld een sprinkler aan het plafond) een paar meter

verderop te laten kijken. Vervolgens sluit de proefpersoon één oog voor enkele seconden en opent hij dit oog weer. Ditzelfde doet hij met het andere oog. Nadat een oog geopend wordt, verspringt het object ten opzichte van de gemaakte driehoek. Bij het openen van het ene oog verspringt het object meer dan bij het openen van het andere oog. Het dominante oog is in het geval dat het beeld het meeste verschuift het oog dat gesloten was en werd geopend, want dit oog corrigeert het beeld sneller dan het andere en is dus accurater.

Vervolgens kreeg de proefpersoon de Engelstalige instructies voor het experiment te lezen. Hierin werd uitgelegd dat er twee taken gedaan moesten worden; één met stimuli in het midden en één met stimuli in de rechterbovenhoek van het scherm. Proefpersonen moesten zo snel mogelijk op de 'z'-knop op het toetsenbord drukken bij het zien van een target in de middentaak en op de 'm'-knop bij het zien van een target in de taak rechtsboven. Voor het op tijd reageren op de target in het midden kregen de proefpersonen tien punten. Als de reactie niet goed en/of te laat gegeven werd, werden er tien strafpunten gegeven. Als er helemaal niet gereageerd werd op een target in de middentaak werden er geen punten opgeteld of afgetrokken. Als de proefpersoon op de 'm'-knop drukte terwijl er een bonus-target in beeld was, kreeg de proefpersoon hiervoor 50 punten en veranderde deze target weer in de distractor "BONEN". Als de proefpersoon echter drukte terwijl deze distractor in beeld was, werden er 50 strafpunten toegekend. De punten over het gehele experiment en de punten per blok werden telkens pas aan het einde van het blok getoond. Elk experiment bestond uit vijf blokken van 4 minuten per stuk. Aan de proefpersonen werd verteld dat ze eventuele vragen te allen tijde mochten stellen en daarnaast werd gevraagd om zo min mogelijk te bewegen.

De nu volgende instellingen werden niet aan de proefpersonen verteld, terwijl informatie uit het voorgaande deel van de sectie 'procedure' verbaal of in instructies op het scherm te lezen was. Voor het reageren op een target in de middentaak hadden de proefpersonen 500 ms vanaf het moment dat de target in beeld verscheen. Dit is gebaseerd op een korte pilot-

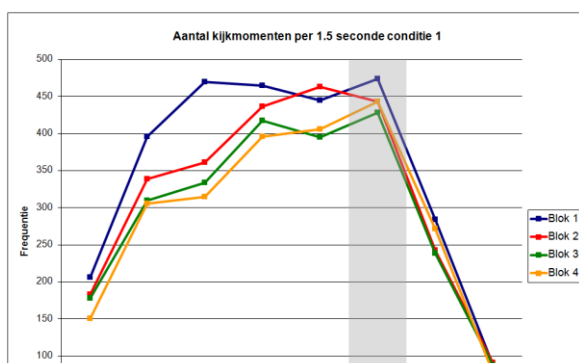
studie op onszelf en op de bevinding van Schumacher, et al. (2001) dat proefpersonen na training rond de 300 ms nodig hebben om te reageren op een visueel-manuele dual-task met meerdere antwoordmogelijkheden. De stimuli zelf bleven in ons experiment 150 ms in beeld en werden daarna gevolgd door een nieuw getrokken stimulus. Voor deze hoge snelheid is om de volgende reden gekozen: worden er veel meer stimuli kort na elkaar gepresenteerd, dan wil de proefpersoon wellicht niet wegstijven van deze middentaak naar de taak rechtsboven. Ook kan de middentaak dan juist te snel gaan waardoor de proefpersonen deze hele middentaak niet meer willen doen. Komen er weinig stimuli na elkaar, dan kan de proefpersoon vaak naar de taak rechtsboven kijken zonder punten in de middentaak te missen. Hier hebben wij bij pilot-studies een goed evenwicht in proberen te vinden, ervan uitgaand dat de proefpersoon maximaal twee keer naar rechtsboven mag kijken binnen de bonustijd (acht seconden). Kijkt de proefpersoon vaker, dan zal hij vrij zeker punten in de middentaak aan zich voorbij moeten laten gaan.

Het interval voor een target rechtsboven in beeld komt moet niet te lang zijn, omdat je dan te weinig data krijgt. Bovendien is een langer interval moeilijker te leren dan een kort interval (Taatgen, van Rijn, & Anderson, 2007). Een te kort interval voor de taak rechtsboven zou de taak te makkelijk te leren zijn, bijvoorbeeld door het aantal stimuli in de middentaak te tellen. De target rechtsboven kwam in ons experiment telkens acht seconden na een correcte respons op de vorige target rechtsboven in beeld. Een incorrecte respons (dus de respons op een non-target) veranderde niets aan deze timer. Een

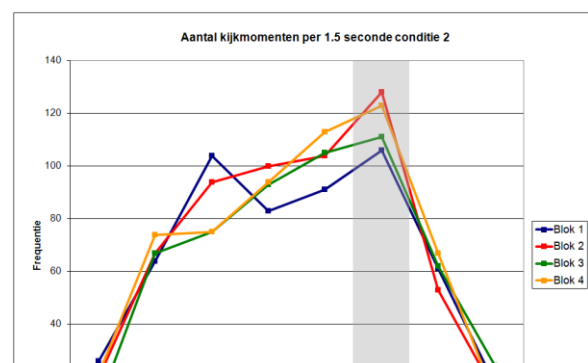
target rechtsboven veranderde pas in een non-target als en slechts als er goed op de target gereageerd werd. Zoals eerder beschreven, is de afstand tussen de middentaak en de taak rechtsboven zo groot dat het vrijwel onmogelijk is om een verandering rechtsboven perifeer te zien. Desalniettemin is er gekozen om ook de woorden bonen en bonus te laten verdwijnen op het moment dat een stimulus in de middentaak verdwijnt om plaats te maken voor een nieuwe stimulus. Het scherm is dus na elke 150 ms leeg voor een tijd van 30 ms.

3. Resultaten

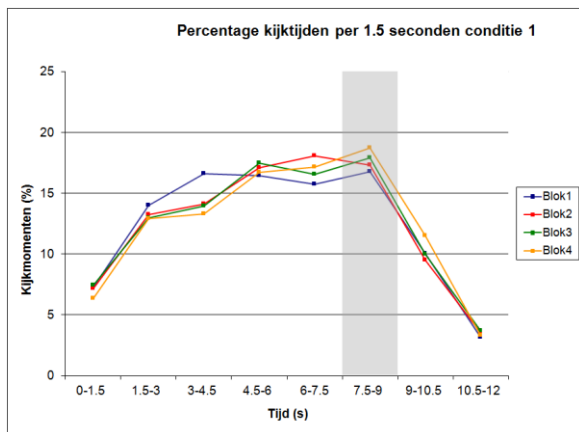
Van de 45 proefpersonen, zaten er, door een te laat ontdekte fout in de Matlabcode, 37 proefpersonen in conditie 1 en 8 in conditie 2. De fout in de code had overigens slechts te maken met de toewijzing van een proefpersoon aan een conditie en kan geen effect hebben op de resultaten. In de hierna volgende analyses werden voor de eerste conditie 28 proefpersonen geanalyseerd; zes proefpersonen zijn weggelaten omdat ze zich niet aan de taak hielden en drie proefpersonen omdat de eyetracker data niet volledig was. Van conditie 2 is één proefpersoon weggelaten omdat deze zich niet aan de taak hield. Het niet aan de taak houden, hield meestal in dat er een geheel blok niet naar rechtsboven werd gekeken. Ook als er consequent pas na twintig seconden naar rechtsboven werd gekeken, biedt de data geen of te weinig relevante gegevens voor ons onderzoek naar het leren van het interval van acht seconden. Van de vijf blokken van het experiment zijn alleen de eerste vier in dit verslag opgenomen. De reden hiervoor is vermoeidheid die optrad bij proefpersonen. Dit bleek ook uit een afnemende



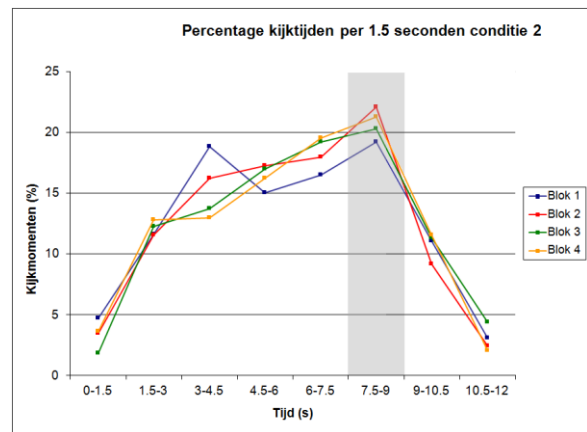
Figuur 1. Kijkmomenten over alle proefpersonen zonder temporele structuur in de middentaak. X-as: kijktijden naar rechtsboven binnen een bepaalde tijdsperiode, Y-as: het aantal keren naar rechtsboven gekeken over alle proefpersonen binnen deze conditie. Grijs gearceerd het moment waarnaar we geïnteresseerd zijn vanwege het verschijnen van een target.



Figuur 2. Kijkmomenten over alle proefpersonen met temporele structuur in de middentaak. X-as: kijktijden naar rechtsboven binnen een bepaalde tijdsperiode, Y-as: het aantal keren naar rechtsboven gekeken over alle proefpersonen binnen deze conditie. Grijs gearceerd het moment waarnaar we geïnteresseerd zijn vanwege het verschijnen van een target.



Figuur 3. Hoe vaak er naar verhouding (in procenten) in een tijdperiode naar rechtsboven werd gekeken door proefpersonen zonder temporele structuur in de middentaak. Grijs gearceerd het moment waarnaar we geïnteresseerd zijn vanwege het verschijnen van een target.



Figuur 4. Hoe vaak er naar verhouding (in procenten) in een tijdperiode naar rechtsboven werd gekeken door proefpersonen met temporele structuur in de middentaak. Grijs gearceerd het moment waarnaar we geïnteresseerd zijn vanwege het verschijnen van een target.

score en een verslechterende prestatie van het kijkgedrag.

Een manier om de resultaten te analyseren is kijken naar de vorm van de grafieken die voor beide condities laten zien hoe vaak er op een bepaald moment naar rechtsboven gekeken wordt. In de figuren 1 en 2 is dit voor respectievelijk conditie 1 en conditie 2 gedaan. In beide figuren is het aantal keren dat naar rechtsboven wordt gekeken (door alle proefpersonen in die conditie samen) binnen een bepaalde tijdperiode af te lezen. Omdat in conditie 2 minder proefpersonen zijn opgenomen, heeft de y-as in figuur 2 lagere waarden. Deze blokken op de x-as hebben een grootte van anderhalve seconde, zodat een kijkmoment 'net voor de 8 seconden' mee wordt geteld in het grijs-gemarkeerde gebied waarin we geïnteresseerd zijn. Wat in de grafieken duidelijk te zien is, is dat het aantal keren naar rechtsboven kijken per blok (oppervlakte onder een lijn) afneemt in latere blokken. Dit is het duidelijkst te zien als blok 1 met blok 4 wordt vergeleken: de grafiek van blok 1 is min of meer vlak, terwijl de grafiek van blok 4 veel oppervlakte onder de lijn in het vak 7.5-9 seconden heeft. Het minder vaak kijken in latere blokken heeft geen invloed op de prestatie op de opdracht die de proefpersoon krijgt: de score over alle proefpersonen op zowel de middentaak (gemiddeld 595 punten) als de taak rechtsboven (gemiddeld 1162 punten) blijft vrijwel constant over alle vier de blokken. Naast het verschil in

oppervlakte, is er, met name in de blokken 3 en 4, een duidelijke piek te zien in het grijs-gearceerde gebied. Daarnaast zijn de grafieken van deze twee blokken bijna gelijk, wat aangeeft dat de proefpersoon een bepaalde kijkstrategie aangeleerd heeft. Omdat de condities een verschillend aantal proefpersonen hebben en omdat het aantal kijkmomenten per proefpersoon en per blok verschilt, heb ik in de figuren 3 en 4 (weer voor respectievelijk conditie 1 en conditie 2) het aantal kijkmomenten in percentages uitgedrukt. Hierdoor is de vorm tussen de beide grafieken beter te vergelijken. De y-as is hier dus hoe vaak er naar verhouding (in procenten) in een bepaalde tijdblok (x-as) werd gekeken: het aantal keren dat er in een tijdblok van anderhalve seconde werd gekeken gedeeld door het totaal aantal keren dat er in een blok werd gekeken. Wat hier opvalt is dat blok 2 van conditie 1 nog een vrij vlakke grafiek heeft, wat betekent dat er nog op vrij willekeurige momenten naar rechtsboven gekeken wordt. Echter, in conditie 2 ziet blok 2 er al veel meer uit als blok 3 en 4. Voor beide condities ziet de grafiek voor blok 4 er qua vorm vrijwel gelijk uit. Omdat een kijkmoment na acht seconden (bonus staat dan in beeld) resulteert in een reactie op 'BONUS', begint de figuurlijke timer van de grafiek op dat moment weer bij t=0 seconden en loopt de grafiek na het vak 7,5-9 seconden stijl af. Hierdoor hebben we hier niet te maken met een normaalvorm met een gemiddelde van 8 seconden en is het lastig om de vorm van de

grafieken in de figuren 1 tot en met 4 te analyseren.

Een andere manier om de data te analyseren is door te kijken naar de gemiddelde absolute afwijking van 8 seconden (het moment dat bonus in beeld komt en de proefpersoon hoort te kijken) van alle kijkmomenten. In conditie 1 is de absolute afwijking ten opzichte van acht seconden tussen het eerste en het vierde blok vanaf 3144,4 ms met 268,0 ms afgenomen. Naarmate het experiment vorderde, nam deze afstand significant af per blok (getest met een one-way repeated measures anova: $F(3,81)=2.83$, $p=0.04$). In de tweede conditie, waar de gemiddelde afstand ten opzichte van 8 seconden van blok 1 naar blok 4 vanaf 2833,4 ms met 285,4 ms afnam kan dit helaas niet significant genoemd worden ($F(3,18)=2.53$, $p=0.09$).

Tussen de twee condities blijkt verder geen significant verschil in reactietijd op targets in de middentaak ($F(1,12)=0.99$, $p=0.758$), noch bij vordering van de verschillende blokken ($F(3,252)=0.91$, $p=0.45$). Ook binnen conditie 2 lijkt er geen significant verschil te zijn tussen de wel en niet gestructureerd gepresenteerde targets ($F(3,302)=1.08$, $p=0.37$). NB: om deze tests uit te kunnen voeren is er vanwege verschillende groepsgroottes een willekeurige selectie van acht proefpersonen uit conditie 1 getrokken.

4. Discussie

Zijn mensen in staat een tijdsinterval te leren in een dualtasksetting? Als we naar de vorm van de grafieken kijken, lijkt er wel degelijk een leereffect op te treden. Daarbij is het verschil in de blokken onderling in conditie 1 significant. Voor conditie 2 geldt dit helaas niet. Ook met verschillende andere statistische test kon geen significantie aangetoond worden. Een mogelijke oorzaak hiervoor kan zijn dat er maar zeer weinig proefpersonen in de tweede conditie zaten, waardoor het lastig is om daar uitspraken over te doen.

In de deelvraag vroeg ik me af of een eventuele structuur in de ene taak invloed heeft op de tijdswaarneming in de andere. Ook het antwoord op deze vraag is in de grafiek af te lezen: in de temporeel meer gestructureerde conditie (conditie 2) ontstaat er in het tweede blok al een piek en een grafiekvorm die lijkt op de grafiekvormen van de blokken drie en vier,

terwijl dit in de niet-temporeel gestructureerde conditie nog niet duidelijk zichtbaar is. Daarbij vonden we dat de reactietijd op targets in de meer gestructureerde middentaak niet significant beter is dan de reactietijd op targets in de niet-gestructureerde middentaak. Zou dit wel zo zijn, dan zou dit erop kunnen wijzen dat mensen ook die structuur leren en hiervoor een interne klok gebruiken. Het lijkt er dus op dat mensen inderdaad maar één interne klok hebben (van Rijn & Taatgen, 2008) en deze in ons experiment gebruiken voor de taak rechtsboven. Een andere temporeel gestructureerde taak, zoals de temporeel meer gestructureerde middentaak in het experiment, kan mensen ondersteuning bieden voor deze tijdsinschatting.

Een ander aspect dat mijn verwachting ondersteunt, is de vinding dat de gemiddelde absolute afwijking van acht seconden in conditie 1 over alle blokken groter is dan deze afwijking in conditie 2. De proefpersonen lijken dus profijt te hebben bij de gestructureerde middentaak.

Helaas kon niet elke analyse optimaal uitgevoerd worden. Zo zijn reactietijden op targets in de middentaak niet allemaal even accuraat doordat er in Matlab slechts gedurende een vaste periode op een toetsenbordreactie werd gecontroleerd (omdat er naast die periode ook bijvoorbeeld nog stimuli gepresenteerd moeten worden). Ondanks deze verminderde accuratesse, heb ik toch de reactietijden op de middentaaktargets tussen beide condities vergeleken, omdat dit in beide condities op dezelfde manier opgeslagen werd. Mogelijk is er wel beter een verschil te vinden tussen de middentaken van beide condities als deze 'fout' er niet in zou zitten. Dit is mogelijk op te lossen door het inlezen van het toetsenbord als parallel proces naast de rest van het programma te draaien.

Een opmerking die we tijdens het experiment te horen kregen was de manier waarop random een tijdsinterval getrokken werd. Kritiek op de willekeurige selectie uit de lijst

{600;750;900;1050;1200;1350;1500;1650;1800;1950;2100;2250;2400} ms was dat er in ieder geval een target verschijnt als er gedurende 2400 ms geen target geweest is. Tevens weet je na lang genoeg deel te nemen aan het experiment dat er in ieder geval 600 ms na een target geen nieuwe target

verschijnt (hoewel we dit laatste hebben proberen te voorkomen door non-targets wel sneller of zelfs tweemaal na elkaar te laten verschijnen). Een mogelijke oplossing is het gebruik maken van een negatief exponentiële manier van het trekken van zo'n interval. Er wordt dan voor elk interval als het ware een eerlijk verdeelde (50% kans op beide uitkomsten) munt opgegooid. Bij kop kies je het huidige geselecteerde interval in de lijst, beginnend bij het eerste, en bij munt ga je naar het volgende interval in de lijst en gooi je opnieuw met de munt. De kansen zijn dan als volgt: $P(600 \text{ ms}) = \frac{1}{2}$, $P(750 \text{ ms}) = \frac{1}{2} \times \frac{1}{2} = (\frac{1}{2})^2$, $P(900 \text{ ms}) = (\frac{1}{2})^3$, ..., $P(2400 \text{ ms}) = (\frac{1}{2})^{13}$, $P(\text{n-de item uit de lijst}) = (\frac{1}{2})^n$. Het voordeel hiervan is dat het nu inderdaad niet voorspelbaar is wanneer een volgend target komt. Een groot nadeel voor ons experiment is echter dat de kans op een klein interval, bijvoorbeeld 600 ms, nu groter is dan de kans op een langer interval, immers $P(600 \text{ ms}) > P(2400 \text{ ms})$. Hierdoor komen er waarschijnlijk veel meer targets tijdens de duur van het experiment dan in het huidige experiment het geval is. De distributie zou zo ingesteld moeten worden dat het gemiddelde anderhalve seconde is. Een ander nadeel is dat er theoretisch gezien een kans bestaat dat er een heel blok (bijna) geen target in de middentaak verschijnt, want er is een kans dat je vier minuten lang munt blijft gooien. Om dit te voorkomen, moet je de 'staart' van de negatief exponentiële distributie (de hele kleine kansen) afkappen. Wie dit doet, zou dit bijvoorbeeld bij tien seconden kunnen doen, want dit komt zo weinig voor dat proefpersonen dit waarschijnlijk niet leren..

Werken met de eyetracker biedt een goede mogelijkheid om dergelijk impliciet onderzoek naar tijd te doen, omdat je op deze manier geen expliciete vragen aan de proefpersonen hoeft te stellen. Hierdoor kan je het onderwerp 'tijd' impliciet houden. In verder onderzoek op dit gebied moet echter nog wel goed gekeken worden naar reactietijden op de secundaire taak (in het geval van dit experiment de middentaak). In dit experiment gaven de resultaten namelijk aan dat proefpersonen de middentaak niet leren. Het is mogelijk dat ze hiervoor langer de tijd nodig hebben (ter vergelijking: in Schumacher et al. (2001) bleef de reactietijd van de proefpersonen pas na een dag

steken op een vaste minimumwaarde). In ons experiment lijkt een veel langere duur van het experiment me echter onmogelijk, vanwege de ogenvermoeidheid die optreedt bij de proefpersonen. Iets anders om te onderzoeken is een gelijksoortig experiment, maar dan met een simpelere (minder verschillende stimuli) of meer gestructureerde middentaak (deze structuur kan dan de wisselende variabele zijn). Mogelijk zijn er op deze manier duidelijkere resultaten te vinden. Als oplossing tegen de genoemde ogenvermoeidheid zou het ook een mogelijkheid zijn om langere pauzes tussen blokken of kortere blokken te nemen. Op deze laatste manier is het leereffect per blok duidelijker te analyseren. Helaas is er in het tijdsbestek van een bachelorproject niet genoeg tijd om dit allemaal nog te doen en blijft er nog genoeg stof tot onderzoeken over op dit gebied, waarbij eerst moet worden gezocht naar een goede statistisch betrouwbare maat om de vormen van de gevonden grafieken te vergelijken.

Referenties

- Cohen, A., Ivry, R. I., & Keele, S. W. (1990). Attention and structure in sequence learning. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1(16), 17-30.
- Miller, S. M., & Fu, W. T. (2007). The Role of Temporal Sequence Learning in Guiding Visual Attention Allocation. *Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting Proceedings*, 51(19), pp. 1368-1372.
- Schumacher, E., Seymour, T., Glass, J., Fencsik, D., Lauber, E., Kieras, D., et al. (2001). Virtually perfect time sharing in dual-task performance: Uncorking the central cognitive bottleneck. *Psychological Science*, 2(12), 101-108.
- Senders, J. W. (1983). *Visual Scanning Processes*. Nederland: University of Tilburg Press.
- Skinner, B. (1938). *The behavior of organisms*. New York: Appleton-Century-Crofts.
- Taatgen, N. A., van Rijn, H., & Anderson, J. (2007). An integrated theory of prospective time interval estimation: the role of cognition, attention, and learning. *Psychological review*, 3(114), 577-598.

van Rijn, H., & Taatgen, N. A. (2008). Timing of multiple overlapping intervals: how many clocks do we have? *Acta Psychologica*, 3(129), 368-375.