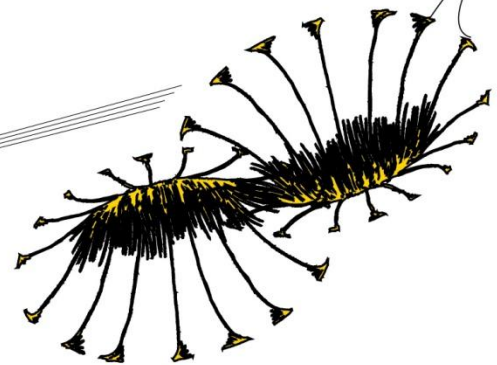




AANDACHT GEWENST!

Een pilot studie naar de verandering in huidgeleiding tijdens
vigilantie taken

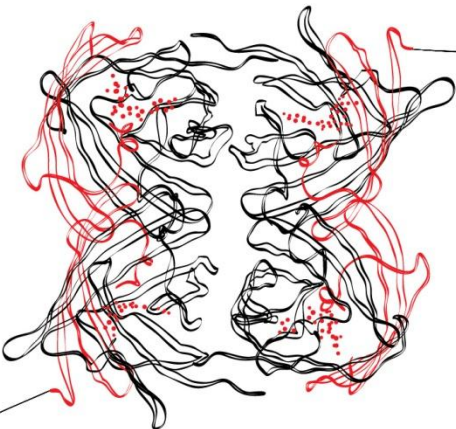


BACHELOROPDRACHT

Eelke de Jonge – s0178632

1^e begeleider Dr. Matthijs Noordzij

2^e begeleider Dr. Rob van der Lubbe



Aandacht Gewenst!

Samenvatting

In dit onderzoek werd door studenten een tweetal experimenten uitgevoerd om veranderingen in waakzaamheid tijdens vigilantie taken te onderzoeken. Hierbij werd gebruik gemaakt van een nieuw type sensor om de huidgeleiding (ElectroDermal Activity, EDA) te registreren. Ook werd onderzocht of de EDA beter te meten was via de handpalm dan de pols. De Overall Workload Sale (OW) werd gebruikt om de subjectieve werklast te meten tijdens de experimenten. Geen significante verandering in EDA werd gemeten in het verloop van beide experimenten. Wel werd een significant verschil gevonden in EDA tussen de twee meetplekken. De subjectieve werklast bleek significant te stijgen tijdens de experimenten. Geconcludeerd werd dat er geen sprake is van verminderde waakzaamheid (vigilance decrement) tijdens de vigilantie taken. Daarnaast lijken metingen via de handpalm geschikter voor dergelijke taken dan metingen via de pols. Verder onderzoek naar vigilantie is gewenst.

Aandacht Gewenst!

Inhoud

Samenvatting	2
Inleiding	5
Gecontroleerde en automatische aandacht	6
Vigilance decrement.....	6
Overload	6
Underload	7
Yerkes-Dodson wet.....	9
Huidgeleiding	10
Probleembeschrijving.....	12
Methode.....	13
Participanten	13
Materialen.....	14
Q-sensoren	14
Subjectieve werklast.....	15
Experiment 1	15
Experiment 2.....	15
Procedure.....	15
Experiment 1	16
Experiment 2.....	17
Resultaten	18
Data bewerking	18

Aandacht Gewenst!

Ongecorrigeerde data analyse.....	18
Aantal SCRs.....	18
Amplitude SCRs	21
Gecorrigeerde data analyse.....	22
Amplitude SCRs	23
Aantal SCRs.....	24
Subjectieve werklast.....	24
Correlaties Q-sensoren	26
Eventanalyse.....	27
Experiment 1.....	27
Experiment 2.....	28
Persoonlijke verschillen	29
Discussie.....	30
Conclusie	36
Referenties.....	38
Appendix	41
A.....	41
B.....	42

Aandacht Gewenst!

Inleiding

Apollo Vredestein BV is een Nederlandse fabrikant van onder andere banden voor auto's, fietsen en landbouwvoertuigen. Het bedrijf is gevestigd in Enschede en produceert jaarlijks enkele miljoenen banden die over de hele wereld gedistribueerd worden. Dagelijks wordt er een enorme hoeveelheid banden verwerkt binnen het bedrijf. Medewerkers van Vredestein zorgen aan het einde van het productieproces voor een kwaliteitscontrole bij high-performance banden, door op röntgenfoto's mogelijke afwijkingen aan de banden te detecteren. Banden met afwijkingen kunnen bij gebruik tot gevaarlijke situaties leiden en moeten daarom uitgeselecteerd worden. Hoewel het geen lastige taak is om kortstondig afwijkingen bij banden te detecteren, blijkt het voor de Vredestein medewerkers wèl lastig om gedurende langere tijd de detectie van afwijkingen bij banden vol te houden. De taak is daarnaast extra moeilijk omdat er sprake is van een zeer lage waarschijnlijkheid dat er een fout optreedt in de autobanden. Detectie van afwijkingen wordt hierdoor gecompliceerd.

Wanneer een detectietaak uitgevoerd moet worden waarbij het noodzakelijk is waakzaam te blijven wordt deze taak aangeduid met de term "vigilantie taak". Vigilantie betekent hierin de capaciteit om langdurig de focus van aandacht te behouden en alert te blijven (Warm & Parasuraman, 2008). Tijdens vigilantie taken komt het regelmatig voor dat de detectie prestatie van personen verslechterd met de tijd. Aan deze verslechterde detectie tijdens langdurige vigilantie taken wordt gerefereerd met "vigilance decrement" (Dawson, Schell, & Fillion, 2000). Het verslechterde vermogen om stimuli te detecteren kan zich uiten in bijvoorbeeld een vertraagde reactietijd na het waarnemen van een stimulus, maar zelfs ook in het totaal over het hoofd zien van een object.

Vigilance decrement tijdens de Vredestein taak kan, tot levensbedreigende situaties leiden. Banden met afwijkingen kunnen bijvoorbeeld kapot gaan tijdens het gebruik er van. Daarom is het van groot belang om een volledige detectie van afwijkingen te bewerkstelligen

Aandacht Gewenst!

en dus de vigilance decrement zo veel mogelijk te beperken. Kennis over de oorzaken van het optreden van deze vigilance decrement kan hier een grote bijdrage in leveren. Het doel van dit onderzoek was dan ook om de vigilance decrement tijdens taken zoals bij Vredestein te onderzoeken. Daarnaast werd ook de mogelijkheid van het gebruik van een nieuw type bio sensor tijdens dergelijke vigilantie taken onderzocht.

Gecontroleerde en automatische aandacht

Vigilantie taken kunnen geïnterpreteerd worden in het licht van een belangrijke theorie over aandacht. Aandacht wordt hierin beschreven in termen van automatische en gecontroleerde verwerking (Shiffrin & Schneider, 1977). Automatische verwerking vereist geen aandacht en bevat parallele verwerking. Dit betekent dat automatische verwerking niet gehinderd wordt door een gelimiteerde capaciteit. Automatische verwerking kan zowel bewust, als onbewust worden geïnitieerd, waarna het proces zonder bewuste aandacht wordt afgemaakt. In tegenstelling tot automatische verwerking is gecontroleerde verwerking serieel en capaciteit gelimiteerd. Dit betekent dat gecontroleerde verwerking zorgt voor uitputting van de beschikbare aandachtscapaciteit. Daarnaast is bij gecontroleerde verwerking bewuste aandacht noodzakelijk. Beide modellen zijn echter niet strikt van elkaar te scheiden. Gecontroleerde processen kunnen bijvoorbeeld geautomatiseerd worden door veel te oefenen (Shiffrin & Schneider, 1977).

Vigilance decrement

Overload

Gecontroleerde verwerking bij aandacht gaat ervan uit dat er een beperkte aandachtsbron is waaruit geput kan worden. De symptomen die samengaan met vigilance decrement zouden daarom kunnen worden verklaard door gebruik te maken van de

Aandacht Gewenst!

“attentional resource theory”. De vigilance decrement reflecteert in het licht van dit model de uitputting van deze aandachtsbron, welke tevens niet meer aangevuld kan worden op het moment dat een taak wordt uitgevoerd (Warm & Parasuraman, 2008). In dergelijke gevallen is er sprake van overbelasting van de aandachtscapaciteit (overload). In een experiment waarin deze theorie wordt bevestigd werd door proefpersonen twee verschillende taken uitgevoerd. De eerste taak betrof een vigilantie taak waar een knop ingedrukt moest worden bij de detectie van zeldzaam aangeboden stimuli. Tijdens een tweede taak werd automatische verwerking bevorderd door bij een zelfde proefopzet de stimulus regelmatig te presenteren. Dit werd gedaan omdat aangenomen werd dat automatisering minder aandachtscapaciteit vergde. Beide taken bleken samen te gaan met een hoog niveau van mentale werklast en een grote mate van stress. Deze niveaus waren bij beide taken even groot (Grier et al., 2003). De onderzoekers concludeerden aan de hand van deze resultaten dat vigilance decrement altijd het resultaat is van vermindering van aandachtscapaciteit vanwege een hoge werklast, ongeacht of er sprake is van automatisering. Deze hoge werklast kan dus veroorzaakt worden door zowel een zeldzaam als een zeer regelmatig gepresenteerde stimulus.

Zoals uit het onderzoek van Grier (2003) blijkt zijn mentale werklast en stress belangrijke factoren bij vigilantie taken. Warm & Parasuraman (2008) concludeerden aan de hand van verschillende studies dat er sprake is van een positieve correlatie tussen de duur van een taak en de werklast. Verder blijkt uit verschillende studies dat vigilantie taken vaak samengaan met gevoelens van stress en dat deze stress groter wordt wanneer de taak moeilijker wordt. (Warm & Parasuraman, 2008).

Underload

Een andere theorie over de oorzaak van vigilance decrement stelt dat deze veroorzaakt wordt door onderactivatie van het zenuwstelsel als gevolg van een te lage werklast (underload). De underload theorie gaat ervan uit dat de herhaalde en monotone aspecten van

Aandacht Gewenst!

vigilantie taken zorgen voor onderdrukking in de activiteit van systemen in de hersenstam. Het gevolg hiervan is dat de efficiëntie waarmee signalen gedetecteerd worden achteruit gaat. Dit betekent dat de vigilance decrement, in tegenstelling tot de overload theorie, ook geassocieerd kan worden met een verlaagd niveau van arousal (Warm & Parasuraman, 2008). In onderzoek dat dit bevestigd werd de relatie tussen arousal, prestatie en vigilantie onderzocht met behulp van de Posner Spatial Cuing taak. Tijdens deze taak richtten proefpersonen zich op een plus teken in het midden van een scherm. Vervolgens verscheen een correcte, neutrale of foute aanwijzing met betrekking tot waar op het scherm een target stimulus zou kunnen verschijnen. De proefpersoon verschuift vervolgens de aandacht naar het deel van het scherm waar de target stimulus wordt verwacht. Er was sprake van een langere reactietijd na het presenteren van onjuiste aanwijzingen naarmate de taak vorderde. De verminderde prestatie ging samen met een verlaagde sympathische en een verhoogde parasympathische activatie van het autonome zenuwstelsel. Deze activatie werd gemeten en berekend aan de hand van een electrocardiogram (ECG), het respiratoire volume en de respiratoire frequentie. Daarnaast rapporteerden de proefpersonen ervaringen als mentaal zingen en niet-taak-gerelateerde-gedachten (Task Unrelated Thoughts, TUTs) tijdens de taak. De onderzoekers concluderen aan de hand van de resultaten dat er sprake is van underload bij vigilantie taken (Pattyn, Neyt, Henderickx, & Soetens, 2008).

Een ander onderzoek laat zien dat er een correlatie bestaat tussen aandachtsvermindering en niet-taak-gerelateerde-gedachten (Smallwood et al., 2004). De eerder beschreven overload theorie suggereert dat prestatie vermindert door een overbelasting van de aandachtscapaciteit, waardoor er aandachtsvermindering optreedt. In een dergelijk geval zou er geen ruimte moeten zijn voor afleidende gedachten (TUTs). Het onderzoek van Smallwood et al. (2004) laat zien dat er wel degelijk sprake is van TUTs wanneer de aandacht verminderd. Verder werden de TUTs minder wanneer de hoeveelheid informatie die verwerkt

Aandacht Gewenst!

moest worden tijdens een taak groter werd. Dit suggereert dat er nog aandachtscapaciteit beschikbaar is en dat deze aangesproken wordt wanneer er meer informatie wordt aangeboden. Uit dit onderzoek kan geconcludeerd worden dat er sprake moet zijn van underload tijdens eenvoudige taken.

De resultaten van het hierboven beschreven onderzoek kunnen verklaard worden vanuit het idee dat aandachtscapaciteit enigszins flexibel is (Eysenck, 1982). Het idee van flexibele aandachtscapaciteit betekent dat deze enigszins vergroot kan worden door het verzwaren van de taak. Een dergelijke verzwaring van de taak kan ervoor zorgen dat de arousal bij personen groter wordt, met als gevolg dat er meer aandachtsbronnen kunnen worden aangesproken.

Yerkes-Dodson wet

De under en overload theorieën van vigilance decrement leiden tot de gedachte dat er een optimaal niveau van werklust bestaat waarop het best gepresteerd kan worden (Pattyn et al., 2008). Dit optimale werklust niveau is te vergelijken met de Yerkes-Dodson wet welke beschrijft dat wanneer de arousal van een persoon stijgt, de prestatie ook zal stijgen tot een bepaald punt (Yerkes & Dodson, 1908). Wanneer de arousal vervolgens nog hoger wordt zal de prestatie verslechteren. Deze wet kan worden vergeleken met een omgekeerde U-curve. Wanneer er sprake is van een te laag arousal niveau dan is dat te vergelijken met underload, terwijl een te hoog arousal niveau vergeleken kan worden met overload. In beide situaties zal een persoon die een vigilantie taak moet uitvoeren niet optimaal presteren. De relatie tussen het arousal niveau en optimale prestatie is daarnaast afhankelijk van de moeilijkheidsgraad van een taak. Het optimaal arousal niveau zal bijvoorbeeld hoger liggen bij een eenvoudige taak dan bij een lastige taak (Yerkes & Dodson, 1908). De Yerkes-Dodson wet wordt in verscheidende onderzoeken bevestigd (Anderson, Revelle, & Lynch, 1989). In deze

Aandacht Gewenst!

onderzoeken komt meermaals naar voren dat er een relatie is tussen de mate van activatie van het centrale en autonome zenuwstelsel en de prestatie die geleverd kan worden door een persoon.

Huidgeleiding

Een manier om sympathische activiteit te registreren is door middel van het meten van huidgeleiding. (Dawson et al., 2000). Deze huidgeleiding (ElectroDermal Activity, EDA) is afhankelijk van de zweetklieractiviteit in de huid van mensen. De zweetklieren zijn direct verbonden met het sympathische zenuwstelsel. Veel organen worden door zowel het sympathische als het parasympathische zenuwstelsel geïnnerveerd. Er wordt echter verondersteld dat de huid alleen door het sympathische zenuwstelsel wordt aangestuurd (Dawson et al., 2000). Door middel van metingen van de zweetklieractiviteit van de huid kan dus de sympathische activiteit nauwkeurig gemeten worden. Meer activiteit van de zweetklieren betekent hierin dus dat er sprake is van meer arousal.

In rusttoestand zorgen de zweetklieren voor een basis niveau in EDA. Dit basisniveau wordt aangeduid met skin conductance level (SCL). Wanneer er vervolgens gereageerd wordt op een stimulus uit de omgeving dan zorgt dit voor een respons in de EDA (skin conductance response, SCR). Deze SCRs ontstaan door verhoogde activiteit van de zweetklieren, veroorzaakt door verhoogde sympathische activiteit, (Wallin, 1981) en zijn een weergave van de orienting response (OR). Deze OR is een reflex die er ervoor zorgt dat er gereageerd kan worden op een onverwachte stimulus (Blakeslee, 1979). SCRs kunnen ook willekeurig optreden. Deze non-specifieke SCRs (NS-SCRs) komen gemiddeld 1 tot 3 keer per minuut voor in een rustsituatie, tijdens activiteit zal dit aantal stijgen

Een belangrijk aspect van uitgelokte SCRs is dat deze kleiner worden in omvang of zelfs helemaal verdwijnen op het moment dat de stimulus herhaaldelijk wordt aangeboden.

Aandacht Gewenst!

Dit fenomeen staat bekend als habituatie en wordt veroorzaakt doordat personen minder gevoelig worden voor inmiddels bekende stimuli (Dawson et al., 2000). Een voorbeeld hiervan is het plotseling horen van een hard geluid. In eerste instantie veroorzaakt dit een schrik-effect, maar nadat het harde geluid herhaaldelijk wordt gehoord is het schrik-effect een stuk minder. Uiteindelijk zal er niet meer op het geluid gereageerd worden.

Uit neuroimaging studies blijkt dat veranderingen in de EDA inderdaad sympathische activiteit reflecteren, en dat deze EDA geassocieerd kan worden met hersengebieden die verantwoordelijk zijn voor onder andere aandacht (Critchley, Elliott, Mathias, & Dolan, 2000). Deze link tussen aandacht en EDA wordt zichtbaar in onderzoek van Munro, Dawson, Schell, & Sakai (1987a). In dit onderzoek werd bij studenten eerst in rusttoestand de SCL en NS-SCRs gemeten. Vervolgens moesten deze studenten een langdurige vigilantie taak uitvoeren. Zowel de SCL als het aantal NS-SCRs steeg sterk aan het begin van de taak in vergelijking met het rustniveau, om vervolgens te dalen naarmate de taak voortduurde.

Individuele verschillen in SCR habituatie en NS-SCRs zijn gebruikt om twee verschillende karaktertrekken te definiëren. Electrodermal “labiles” tonen grote hoeveelheden NS-SCRs en een trage SCR habituatie. Electrodermal “stabiles” daarentegen zijn personen die weinig NS-SCRs en een snelle SCR habituatie tonen. Electrodermal labiles blijken significant beter te presteren dan stabiles op taken waarbij langdurige waakzaamheid noodzakelijk is. Electrodermal labiles laten bijvoorbeeld een grotere amplitude zien in SCR's bij het zien van een stimuli dan stabiles. Vigilance decrement komt dan ook meer tot uiting bij stabiles dan bij labiles (Munro, Dawson, Schell, & Sakai, 1987a). Electrodermal lability reflecteert hierbij dus een groot vermogen om informatie verwerkings capaciteit te richten op stimuli waarop de aandacht gevestigd moet worden (Dawson et al., 2000).

Aandacht Gewenst!

Probleembeschrijving.

Bovenstaande inleiding geeft een beschrijving van elementen die mogelijk een rol spelen bij vigilance decrement bij de Vredestein taak. Zoals eerder genoemd zijn medewerkers van Vredestein verantwoordelijk voor detectie van afwijkingen aan autobanden. Het niet detecteren van afwijkingen aan de autobanden door vigilance decrement kan uiteindelijk gevolgen hebben voor de veiligheid van gebruikers van deze banden. De hoofdvraag is daarom of er sprake is van vigilance decrement tijdens langdurige taken waarbij waakzaamheid noodzakelijk is. Ten behoeve van de beantwoording van de hoofdvraag werd ten eerste onderzocht of de prestatie op vigilantie taken afneemt naar verloop van tijd.

Het onderzoek bestond uit twee experimenten, elk bestaand uit een uur durende vigilantie taak. In het eerste experiment voerden de proefpersonen een visuele zoektaak uit. Tijdens het tweede experiment was dit een bewakingstaak. Uit eerder onderzoek blijkt dat het grootste gedeelte van de decrement binnen de eerste vijftien minuten van een taak plaatsvindt, maar dat wanneer de taakeisen hoog zijn, dit al binnen de eerste 5 minuten kan plaatsvinden (Warm & Parasuraman, 2008). Hoewel de Vredestein taak gedurende 8 uur per dag moet worden volgehouden is het dus mogelijk om met een kortere taak de vigilance decrement te onderzoeken.

Tijdens beide experimenten werd gebruik gemaakt worden van een nieuw type sensor om de EDA te meten. Deze sensor is ontwikkeld om eenvoudig langdurig metingen te verrichten bij mensen. Hierdoor kan er eenvoudiger een individueel profiel van de sympathische activiteit worden gemaakt. In dit onderzoek werd daarom gekeken of de sensor ook geschikt is voor individuele metingen bij vigilantie taken. Dit werd gedaan door te kijken of de karaktertrekken van electrodermal labiles en stabiles ook waar te nemen zijn in de gemeten EDA tijdens de twee taken.

Aandacht Gewenst!

Tijdens de experimenten werd er gebruikt gemaakt van twee verschillende locaties om de EDA te meten. Er werd gebruik gemaakt van een sensor welke de EDA op de pols, en een sensor die de EDA via de handpalm meet. Traditioneel wordt er vanuit de handpalm of vingertoppen gemeten omdat hier meer actieve zweetklieren aanwezig zijn (Dawson et al., 2000). Uit recent onderzoek blijkt echter dat metingen via de onderarm hoog gecorreleerd zijn met metingen van de vingertoppen (Poh, Swenson, & Picard, 2010). Daarnaast is meten vanaf de pols minder gevoelig voor bewegingen van de proefpersoon. Deze bewegingen zouden het accuraat meten van de EDA kunnen verstoren. In dit onderzoek werd daarom onderzocht of EDA bij vigilantie taken beter te meten zijn via de handpalm dan via de pols.

Zoals eerder vermeld zal de EDA een beeld geven van de sympathische activiteit tijdens het experiment. Uit onderzoek blijkt dat psychofysiologische variabelen zoals EDA gecorreleerd zijn met de totale werklast die door een persoon wordt ervaren tijdens een taak (Warm & Parasuraman, 2008). Om variaties in EDA tijdens het experiment te kunnen verklaren door verandering in werklast is gedurende de experimenten daarom ook gebruik gemaakt van een subjectieve werklast schaal. Met behulp van deze schaal werd ten slotte onderzocht of er een relatie bestaat tussen EDA, subjectieve werklast en prestatie op vigilantie taken.

Methode

Participanten

De deelnemers aan het onderzoek zijn allen studenten aan de Universiteit Twente. Er namen 10 mannen en 3 vrouwen, leeftijd $M=23.8$ jaar, deel aan het experiment. De deelnemende studenten ontvingen geen beloning in de vorm van geld of studiepunten. Voor aanvang van het experiment tekenden alle deelnemers een informed consent. Hierin werd het

Aandacht Gewenst!

doel van het experiment uitgelegd aan de proefpersoon. Daarnaast werd de proefpersoon geïnformeerd over het feit dat hij of zij op elk moment kon stoppen met het experiment.

De helft van de proefpersonen voerde eerst experiment 1 uit en op een later moment experiment 2. De andere helft van de proefpersonen voerden eerst experiment 2 uit en op een later moment experiment 1. Acht proefpersonen voerden de experimenten op verschillende dagen uit. Tussen het uitvoeren van de beide experimenten zat in deze gevallen een aantal dagen. Vijf proefpersonen voerden de beide experimenten uit op dezelfde dag. Deze proefpersonen kregen minimaal twee uur rust tussen de beide experimenten. Hierin voerden ze geen cognitieve activiteiten uit.

Materialen

Q-sensoren

De EDA-meting gebeurde met behulp van twee sensoren, de Q-sensor Curve en de Q-sensor Pod (Affectiva, Inc). De Q-sensor Curve registreerde de EDA via de pols. De Q-sensor Pod deed dit via de handpalm. De sensoren registreerden naast EDA ook beweging en huidtemperatuur. Deze registratie gebeurde middels 1cm diameter AG-AgCl electrodes. De Q-sensoren bevatten een 130 mAh oplaadbare lithium polymeer batterij waardoor de sensoren 24 uur achtereen gebruikt konden worden. Daarnaast bevatten de sensoren een SD flash kaart welke met een USB kabel verbonden kon worden met een computer. Na elk gebruik werd de data weggeschreven op de interne kaart. Tijdens het experiment werd gebruik gemaakt van een 32Hz sample rate. Om de sensoren op de juiste plaats te houden werd een klittenband sluiting gebruikt. Verder beschikten de Q-sensoren over een knop die gebruikt kon worden om markeerpunten aan te brengen in de EDA tijdens het gebruik van de sensoren.

Aandacht Gewenst!

Subjectieve werklast

Voor het meten van de subjectieve werklast werd gebruik gemaakt van de Overall Workload scale (Miller, 2001). De Overall Workload scale (OW) bestaat uit een unidimensionale schaal welke loopt van 0 tot 100. Nul representeert een zeer lage werklast, en 100 een zeer hoge. De schaal is opgedeeld in 20 stappen, waarbij elke stap een werklast toename van 5 representeert. Elke stap van 5 is aangegeven met een verticale lijn. Het midden van de schaal (werklast 50) is aangegeven met een duidelijkere en langere lijn dan de overige stappen. Deze OW is terug te vinden in appendix A.

Experiment 1

De in experiment 1 aangeboden taak werd ontwikkeld in E-Prime versie 2.0 (Psychology Software Tools, Inc). In E-prime werden het aantal correcte reacties en de reactietijden van de proefpersonen tijdens het experiment geregistreerd. Het experiment vond plaats in een afgeschermd kamer met normale belichting. De proefpersonen namen plaats op ongeveer 50cm afstand van een laptopmonitor. Een standaard QWERTY toetsenbord werd gebruikt voor de input van de proefpersonen. Hiervan was de letter “j” afgeplakt met een groene sticker, de letter “l” met een rode.

Experiment 2

Met behulp van VLC media player (VideoLAN Organization) werd de taak aangeboden aan de proefpersonen. Daarnaast werd er gebruik gemaakt van een laptop. De taak werd aangeboden in een afgeschermd kamer met normale belichting.

Procedure

Voor aanvang van het experiment werden de Q-sensoren om de onderarm van de proefpersonen geplaatst. Dit werd aan de niet dominante arm gedaan, zodat de dominante hand gebruikt kon worden tijdens het experiment. De proefpersonen voerden vervolgens een

Aandacht Gewenst!

fysieke activiteit uit van twee minuten. Dit werd gedaan om de huid wat vochtig te laten worden zodat het beter mogelijk werd om de EDA te registreren. Na de fysieke inspanning volgende een blok van vijf minuten waarin de proefpersoon geen fysieke of cognitieve activiteiten uitvoerden. Tijdens deze vijf minuten kregen de proefpersonen instructies over het uit te voeren experiment.

Experiment 1

De taak startte met instructies voor de proefpersoon. Door op “spatie” te drukken kon de proefpersoon naar het volgende instructie scherm gaan. De taak die de proefpersonen moesten uitvoeren is een gemodificeerde visuele zoektaak van Neisser (1964). Er werd enkel gebruik gemaakt van de lijst met weinig distractors. Hierin kregen de proefpersonen de opdracht om in een lijst met letters de letter “z” te lokaliseren.

Een lijst bestond uit 150 letters welke in rijen van 6, onder elkaar en in willekeurige volgorde gepresenteerd werden. De letters waren zwart met daarbij een witte achtergrond. In totaal waren er 64 verschillende lijsten die in willekeurige volgorde gepresenteerd werden. De “z” kwam voor in 1% van de aan de proefpersonen gepresenteerde lijsten. Als de letter “z” voorkwam in de lijst moesten de proefpersoon hierop reageren door op de groene toets te drukken. Kwam de letter niet voor dan moest er gereageerd worden door op de rode toets te drukken. Het experiment startte met een oefensessie waarin 12 lijsten gepresenteerd werden aan de proefpersonen. De proefpersonen kregen hier per lijst 20 sec de tijd om input te leveren via de twee knoppen op het toetsenbord. Na elke lijst volgde 5 seconden een feedback scherm met informatie over de juistheid van de input van de proefpersoon. Na de 12 oefenlijsten werd door de proefleider een marker gezet in de Q-sensor registratie. Vervolgens werd er begonnen met het echte experiment. Deze bestond uit 6 blokken van 10 minuten waarin de lijsten in willekeurige volgorde gepresenteerd werd. Na presentatie van een lijst volgde er een kort wit scherm (350 ms). Elk blok van 10 minuten eindigde met een instructiescherm waarin de

Aandacht Gewenst!

proefpersoon verzocht werd om een OW in te vullen. Deze OW werd weergegeven op een A6 papier. De proefpersoon kon hierop aankruisen hoe hoog de werklast was die ervaren werd in het blok dat eraan voorafgaand werd uitgevoerd. Na het invullen werd het formulier omgedraaid zodat bij het invullen van de OW er op volgend, de OW van dit blok niet meer bekeken kon worden. Het volgende blok met letterlijsten kon gestart worden door op “spatie” te drukken. In totaal werd door de proefpersoon 6 keer een OW ingevuld. Het experiment eindigde na de laatste OW. Vervolgens werden de Q-sensoren door de proefleider afgedaan.

Aansluitend aan het experiment werd door de proefpersonen een vragenlijst ingevuld. Hierin werd gevraagd of de proefpersoon ergens in het experiment gestopt was met actief deelnemen aan het experiment en, als dit het geval was, in welk experimentele blok dit gebeurde.

Experiment 2

De proefpersonen moesten een 60 minuten durende taak volbrengen die bestond uit het bekijken van bewakingsbeelden. Het totale beeld was opgedeeld in negen verschillende kleine schermen, waarbij op elk van de beelden de verschillende activiteiten te zien waren die zich in computerlokalen afspeelden. De proefpersonen kregen de rol van een bewaker. Op het moment dat de proefpersoon een niet acceptabele gebeurtenis waarnam moest hij dit registreren door op de markeer knop van de Q-sensor Pod te drukken. Deze gebeurtenis kon bijvoorbeeld het stelen van een portemonnee of een computer zijn. Naast het indrukken van de markeerknop maakten de proefpersonen ook een korte notitie van de gebeurtenis. Na elke 10 minuten werd de proefpersoon gevraagd om de OW in te voeren. De instructies hiervoor waren over de doorlopende bewakingsfilm heen geprojecteerd. Het experiment eindigt na de 6e en laatste OW. De Q-sensoren werden vervolgens door de proefleider afgedaan. De proefpersonen vulden daarna een korte vragenlijst in over de bewakingsbeelden. Hierin werd gevraagd naar de hoeveelheid incidenten die de proefpersonen hadden geregistreerd. Tevens

Aandacht Gewenst!

werd gevraagd deze te benoemen. Daarnaast vulden de proefpersonen in of ze voortijdig gestopt waren met actief deelnemen aan het experiment en in welk blok dit gebeurde.

Resultaten

Data bewerking

De EDA data van beide experimenten werd geanalyseerd met behulp van MATLAB (The Mathworks, Inc). Hierbij werd gebruik gemaakt van handmatig geschreven scripts om variaties in de EDA te detecteren.

Van de huidgeleiding werden twee aspecten geanalyseerd, namelijk het aantal NS-SCRs per tijdsblok van 10 minuten en de gemiddelde amplitude van deze NS-SCRs. De NS-SCRs werden automatisch bepaald door de data te filteren met een Butterworth filter (cut-off frequentie= $1/32$ Hz) en vervolgens de eerste afgeleide van dit signaal te nemen. Binnen deze eerste afgeleide werd gezocht naar datapunten met een minimum snelheidsverschil van $\mu\text{Siemens/ms}$. Vervolgens moet er minimaal 700ms tussen twee gedetecteerde NS-SCR's liggen (anders worden ze samengevoegd) en moet de "through to peak" waarde groter zijn dan $.01 \mu\text{S}$.

Bij het aantal SCR's werd geen onderscheid gemaakt tussen NS-SCR's of SCR's. De data werd vervolgens verder geanalyseerd met behulp van PASW (Predictive Analytics SoftWare) Statistics 18.

Ongecorrigeerde data analyse

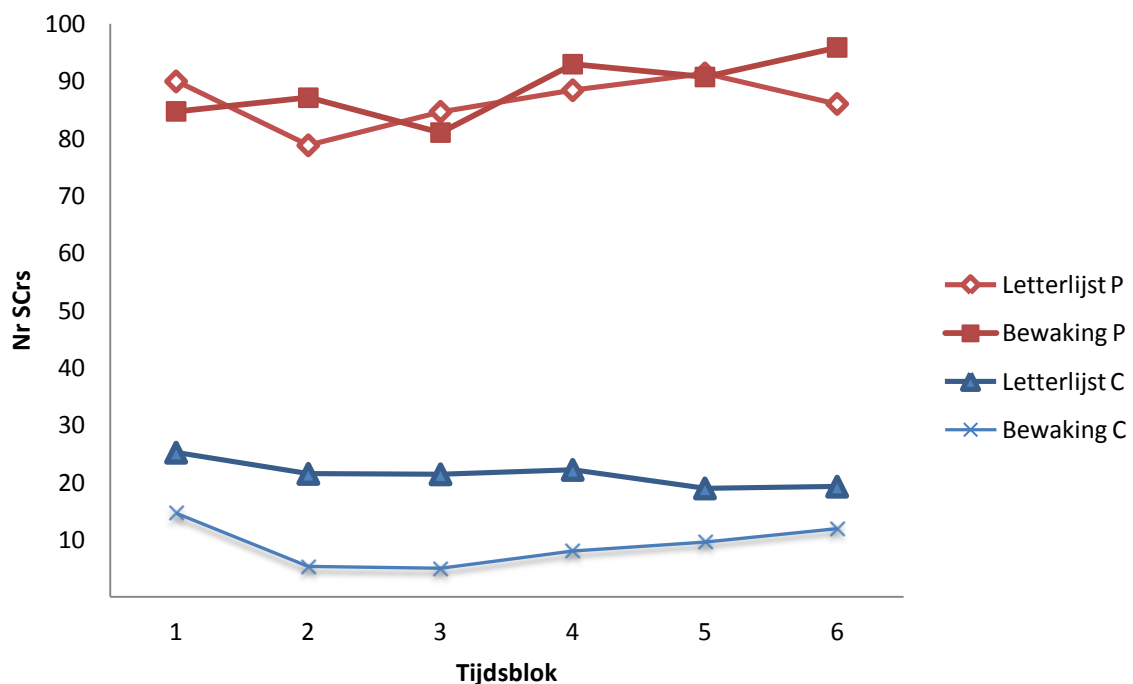
Aantal SCR's

Gemiddelden en standaarddeviaties van het aantal SCR's gemeten door de Q-sensor Pod en Q-sensor Curve per tijdsblok zijn weergegeven in Tabel 1 en Figuur 1. De figuur laat een duidelijk verschil zien tussen het aantal gemeten SCR's met Q-sensor Pod en Q-sensor

Aandacht Gewenst!

Curve. De Q-sensor Pod laat een onregelmatig verloop van het aantal SCRs in tijd zien bij zowel de lettertaak als de bewakingstaak. Er lijkt bij de lettertaak sprake te zijn van een lichte daling in het aantal SCRs naar verloop van tijd wanneer gemeten werd met de Q-sensor Curve. De bewakingstaak start echter met een sterke daling in het aantal SCRs in het begin van het experiment, welke gevolgd wordt door een continue stijging in het aantal SCRs in verloop van de rest van het experiment.

Een multivariate herhaalde metingen variantie-analyse met experiment (2 niveaus), gemeten plek (2 niveaus) en tijd (6 niveaus) als binnen persoon factor werd uitgevoerd voor het aantal SCRs. Het aantal SCRs bleek niet te verschillen tussen de twee experimenten $F(1,12)=0.489$, $p=.498$. Er werd wel een significant verschil gevonden in het aantal gemeten SCRs tussen de Q-sensor Pod en Q-sensor Curve $F(1,12)=116.613$, $p<.001$. Uit de gemiddelden valt op te maken dat de Q-sensor Pod meer SCRs registreert dan de Q-sensor Curve .



Figuur 1 Het aantal SCRs gemeten met de Q-sensor Pod (P) en Curve (C) per experiment

Aandacht Gewenst!

De verschillen tussen de twee meetlocaties in het aantal SCRs zijn echter niet afhankelijk van het experiment dat uitgevoerd werd $F(1,12)=1660, p=.222$. Tevens werden geen verschillen in het aantal SCRs per tijdsblok gevonden $F(5,8)=0.953, p=.498$. Dit houdt in dat het aantal SCRs constant blijft naarmate het experiment voortduurt. Er werd geen interactie effect gevonden tussen tijdsblok en experiment $F(5,8)=2.582, p=.112$. Naast deze bevindingen blijkt ook het effect van tijd op het aantal SCRs niet af te hangen van de plek waar gemeten werd $F(5,8)=1.135, p=.415$. Als laatste werd geen interactie gevonden tussen

Experiment	Nr SCRs				Amplitude SCRs			
	M		SD		M		SD	
	Curve	Pod	Curve	Pod	Curve	Pod	Curve	Pod
Letterlijst								
1	25.15	89.92	31.70	58.69	0.04	0.23	0.05	0.18
2	21.46	78.77	25.10	50.67	0.03	0.21	0.02	0.14
3	21.39	84.62	25.83	46.73	0.04	0.25	0.03	0.18
4	22.15	88.39	22.20	45.73	0.06	0.23	0.06	0.08
5	18.92	91.32	18.76	46.07	0.04	0.23	0.03	0.11
6	19.23	86.00	22.05	44.46	0.05	0.24	0.07	0.12
Bewaking								
1	14.54	84.69	13.80	28.41	0.07	0.23	0.08	0.15
2	5.31	87.08	5.95	32.73	0.05	0.28	0.03	0.21
3	5.00	81.00	7.25	33.86	0.06	0.25	0.05	0.16
4	8.00	92.92	9.92	38.29	0.04	0.28	0.02	0.20
5	9.62	90.69	13.07	37.44	0.07	0.28	0.08	0.18
6	11.92	95.85	16.45	34.44	0.03	0.30	0.01	0.20

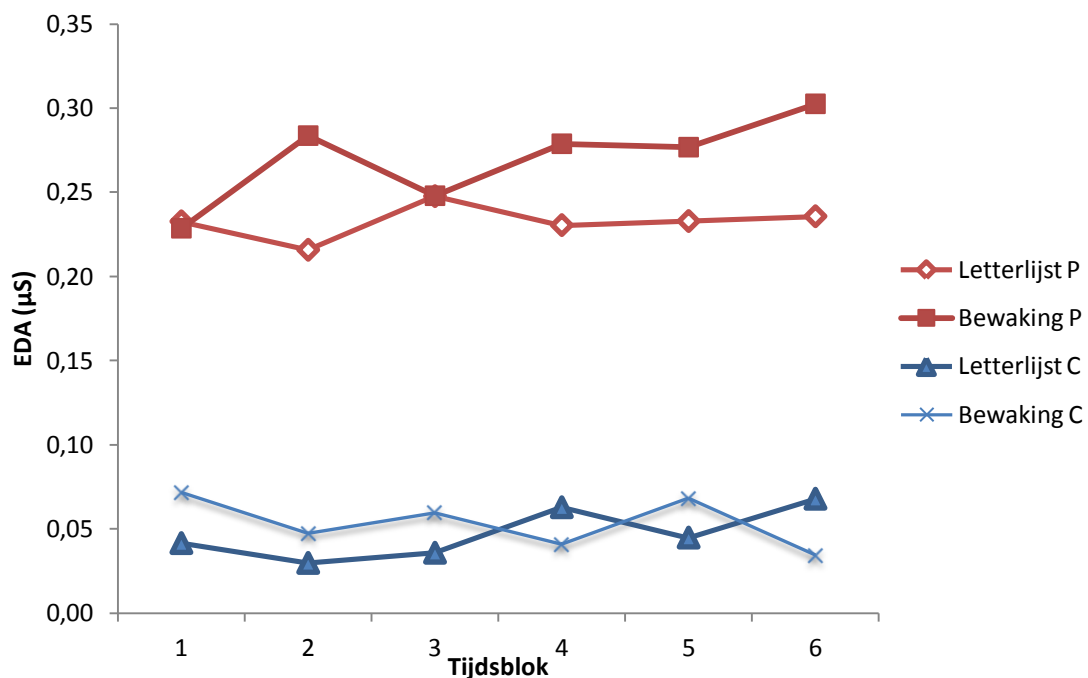
Tabel 1 De gemiddelden en standaardafwijkingen van het aantal SCRs en de ampere van SCRs per tijdsblok (1 t/m 6) gemeten met de q-sensor palm of q-sensor wrist voor beide experimenten.

Aandacht Gewenst!

plek, tijd en experiment $F(5,20)=0.789, p=.586$.

Amplitude SCRs

In Tabel 1 en Figuur 2 staan de gemiddelden en de standaardafwijkingen van de amplitude van de SCRs voor beide Q-sensoren in beide experimenten. Een zelfde patroon als bij het aantal SCRs is te onderscheiden in de amplitude van de SCRs. De amplitude lijkt hoger uit te vallen wanneer gemeten wordt met de Q-sensor Pod. Verder zijn er minimale veranderingen in de profielen voor beide sensoren en experimenten te onderscheiden. Een 2x2x6 multivariate herhaalde metingen variantie-analyse met experiment, gemeten plek en tijd als binnen-persoon factor werd uitgevoerd voor de amplitude van de SCRs. Deze variantie analyse liet een significant verschil zien tussen de twee sensoren $F(1,9)=19.938, p=.002$. De Q-sensor Pod meet een significant hogere amplitude van SCRs dan de Q-sensor Curve Er werd geen significant verschil gevonden in amplitude tussen beide experimenten $F(1,9)=0.493, p=0.500$. Verder blijkt het effect van plek op de gemeten amplitude niet afhankelijk van het experiment dat werd uitgevoerd $F(1,9)=0.429, p=.529$. Er werden geen



Figuur 2 De amplitude van SCRs voor de Q-sensor Pod (P) en Curve (C) per experiment

Aandacht Gewenst!

verschillen gevonden tussen de verschillende tijdsblokken in SCR-amplitude $F(5,5)=0.537$, $p=.744$. Tevens werd geen interactie tussen de gemeten plek en tijd gevonden $F(5,5)=0.202$, $p=0.948$. Dit betekent dat het effect van de plek waar gemeten werd op de amplitude van SCRs niet verandert in verloop van het experiment. Er werden geen interactie effecten gevonden tussen de tijdsblokken en de experimenten $F(5,5)=0.599$, $p=.706$. Ook blijkt het aantal gemeten amplitudes van SCRs niet afhankelijk van de gemeten plek, het tijdsblok en het experiment dat uitgevoerd werd $F(5,5)=1.296$, $p=.391$.

Gecorrigeerde data analyse

Een probleem bij de analyse van EDA is dat er soms sprake is van grote interpersoonlijke verschillen. Om dit op te lossen zijn twee verschillende correcties op de EDA data toegepast. De data van zowel het aantal SCRs als de amplitude van het aantal SCRs werd genormaliseerd. Daarnaast is ook een rangecorrectie uitgevoerd voor de amplitude van de SCRs (Dawson et al., 2000). Per proefpersoon werd elke SCR gecorrigeerd door elke SCR te delen door de persoonlijke maximale SCR.

Hieronder zullen kort de resultaten van de analyse van de data, na toepassen van beide correctiemethoden, worden besproken. Een uitgebreid overzicht van de genormaliseerde en rangegecorrigeerde gemiddelden en standaardafwijkingen van het aantal SCRs en de amplitude van SCRs voor beide meetmethoden op beide experiment zijn te vinden in appendix B.

Een multivariate herhaalde metingen variantie-analyse met experiment (2 niveaus), gemeten plek (2 niveaus) en tijdsperiode (6 niveaus) werd uit gevoerd op de gecorrigeerde data. In Tabel 2 zijn de resultaten hiervan te vinden. Deze tabel laat voor zowel de genormaliseerde als de rangegecorrigeerde data dezelfde resultaten zien met betrekking tot amplitude van het aantal SCRs. Alleen de genormaliseerde data zal hier uitgebreider worden

Aandacht Gewenst!

beschreven. De resultaten van de variantie analyse laten geen verschil zien ten opzichte van de ongecorrigeerde data met twee uitzonderingen.

Amplitude SCRs

In tabel 3 zijn de waarden van multivariate herhaalde metingen variantie-analyse voor

	Normalisatie				Rangecorrectie			
	Df	Error	F	P	Df	Error	F	P
Experiment (E)	1	12	8.42*	.01	1	12	5.37*	.04
Plek (P)	1	12	0.20	.66	1	12	1.29	.28
Tijd (T)	5	8	2.23	.15	5	8	1.78	.22
E x P	1	12	0.49	.50	1	12	0.06	.81
E x T	5	8	1.04	.46	5	8	1.42	.31
P x T	5	8	4.45*	.03	5	8	4.67*	.03
E x P x T	5	8	1.17	.40	5	8	1.44	.31

Tabel 2 Multivariate herhaalde metingen variantie-analyse van genormaliseerde en rangecorrigeerde data voor de amplitude van SCRs van beide experimenten.

*p <.05. n=13

	Normalisatie			
	Df	Error	F	p
Experiment (E)	1	12	16.70*	<.01
Plek (P)	1	12	96.85*	<.01
Tijd (T)	5	8	0.96	.50
E x P	1	12	0.15	.71
E x T	5	8	3.27	.07
P x T	5	8	3.00	.08
E x P x T	5	8	0.78	.59

Tabel 3 Multivariate herhaalde metingen variantie-analyse van genormaliseerde data van het aantal SCRs van beide experimenten

*p <.05. n=13

Aandacht Gewenst!

de genormaliseerde amplitude van SCRs te vinden. Een significant verschil is te zien tussen experiment 1, $M = 1.30$ en experiment 2, $M = 2.40$ in de amplitude van de SCRs. Experiment 2 veroorzaakte bij de proefpersonen significant grotere amplitudes. Er werd een significant interactie effect gevonden tussen plek en tijd. Dit betekent dat de amplitude van SCRs gemeten met de Q-sensor Pod of Curve afhangt van de tijdsperiode in het experiment. Betrouwbaarheidsintervallen zijn opgesteld voor de Q-sensor Pod en Q-sensor Curve. Geen significante verschillen tussen de tijdsblokken werden gevonden voor de Q-sensor Pod en de Q-sensor Curve.

Aantal SCRs

Het aantal SCRs verschilde significant tussen beide experimenten. Experiment 1 liet een gemiddeld aantal SCRs van $M=81.14$ zien terwijl experiment 2 een gemiddelde van $M=49.59$ had. Experiment 1 lokte dus een aanzienlijk groter aantal SCRs uit. Tevens werd er een significant verschil gevonden tussen het aantal SCRs gemeten met de Q-sensor Pod $M=107.53$ en de Q-sensor Curve $M=23.21$.

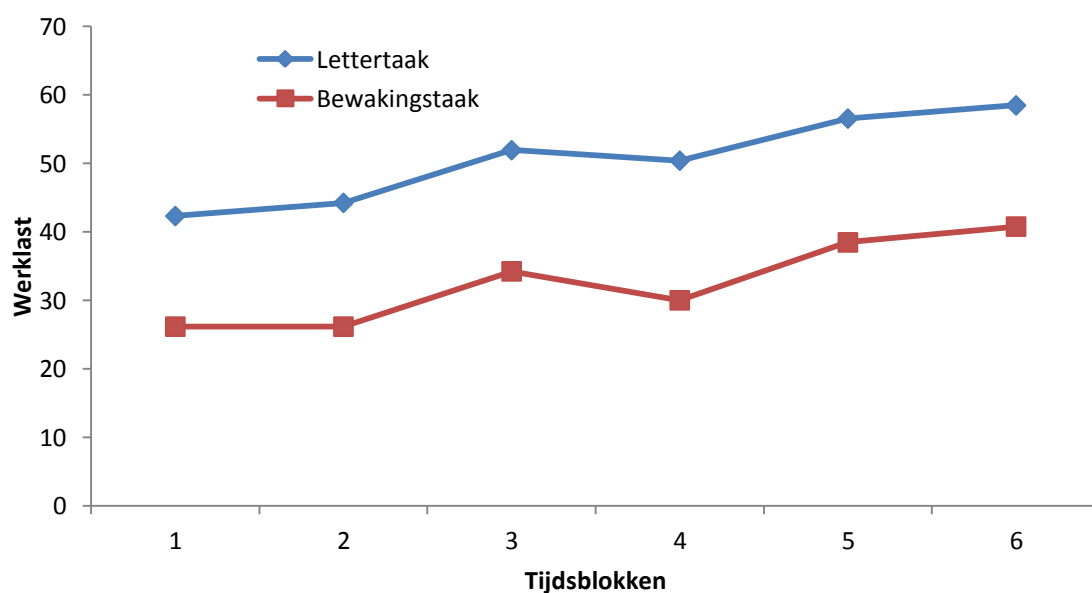
Subjectieve werklast

In Figuur 3 zijn de gemiddelden van de ingevulde OW-schalen voor beide experimenten weergegeven. De profielen van beide experimenten lijken vrijwel parallel te lopen. Na het tweede tijdsblok is er sprake van een stijging in de werklast. Na het derde tijdsblok is er sprake van een lichte daling in werklast. Na het vierde blok stijgt de werklast door tot aan het einde van het experiment. Met de data van de OW werd een multivariate herhaalde metingen variantie-analyse uitgevoerd met experiment (2 niveaus) en de tijdsblokken (6 niveaus) als binnen-persoon factor. Er werd een significant verschil gevonden tussen de verschillende tijdsblokken $F(5,20)=8.340$, $p<.001$. Tevens werd een significant verschil gevonden in werklast tussen de twee experimenten $F(1,24)=4.367$, $p=.047$. Hierbij

Aandacht Gewenst!

lijkt de lettertaak gepaard te gaan met een hogere werklast dan de bewakingstaak. Er werd echter geen significant interactie effect gevonden tussen tijd en experiment $F(5,20)=0.204$, $p=0.957$. Deze bevinding sluit aan bij wat in figuur 3 is weergegeven. De profielen van beide experimenten lijken bijna volledig parallel te lopen,

In Tabel 4 staan betrouwbaarheidsintervallen voor het verschil in werklast tussen de verschillende tijdsblokken. Een Bonferroni aanpassing voor vergelijkingen werd op de data toegepast. De betrouwbaarheidsintervallen laten zien dat de werklast in het laatste blok significant hoger beoordeeld werd dan in het eerste en tweede blok. In het derde blok is er sprake van een significante stijging ten opzichte van blok één en twee. Na dit blok is er echter geen significante stijging in de werklast meer waar te nemen. Dit is onder andere te zien aan blok vier, vijf en zes welke niet significant hoger of lager zijn dan blok drie. Concluderend kan gesteld worden dat de werklast stijgt in verloop van het experiment. De werklast aan het einde van het experiment is hoger dan aan het begin van het experiment maar het grootste gedeelte van de stijging heeft zich al afgespeeld op de helft van het experiment.



Figuur 3 Gemiddelden van de werklast van beide experimenten weergegeven per tijdsblok

Aandacht Gewenst!

Blok	95% BI	p	Blok	95% BI	p
6-5	-3.87 – 8.10	n.s.	5-1	2.21 – 24.32	.01
6-4	-0.41 – 19.25	n.s.	4-3	-11.57 – 5.80	n.s.
6-3	-0.70 – 13.78	n.s.	4-2	-2.47 – 12.47	n.s.
6-2	5.92 – 22.93	<.001	4-1	-4.18 – 16.10	n.s.
6-1	4.04 – 26.73	.003	3-2	1.97 – 13.80	<.01
5-4	0.5 – 14.12	.028	3-1	0.391 – 17.30	.04
5-3	-3.12 – 11.97	n.s.	2-1	-3.97 – 5.89	n.s.
5-2	5.04 – 19.58	<.001			

Tabel 4 Betrouwbaarheidsintervallen tussen de verschillende tijdsblokken voor de subjectieve werklast

Correlaties Q-sensoren

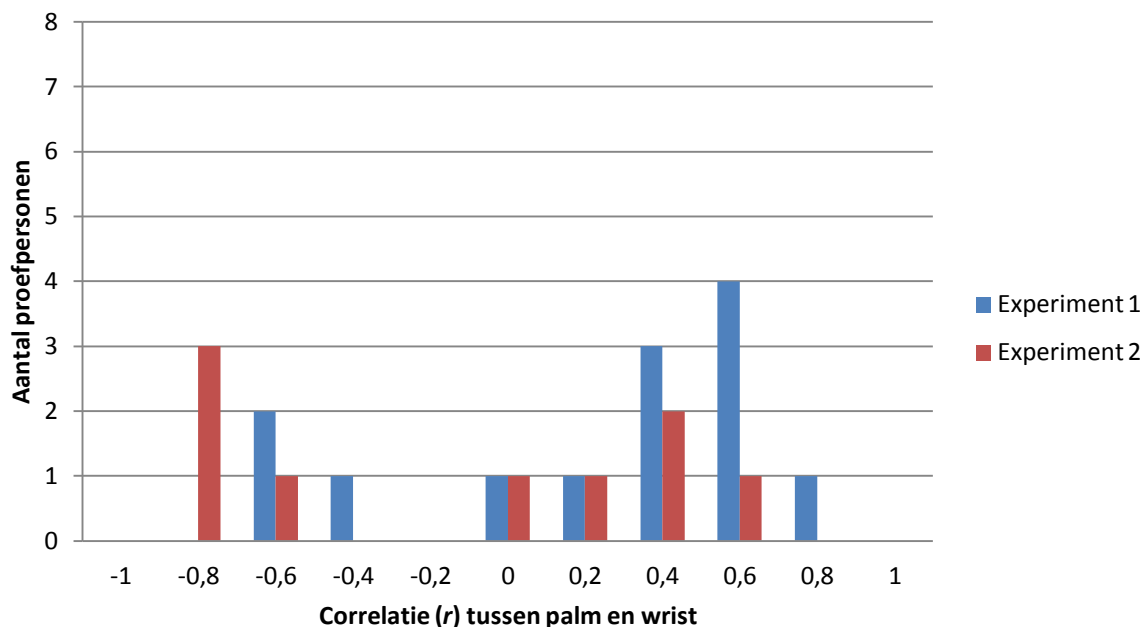
Uit de eerder uitgevoerde variantie analyses blijkt dat er geen bewijs is tegen parallelle profielen voor de Q-sensor Curve en Pod in het meten van zowel het aantal SCRs als de amplitude van de SCRs tijdens de experimenten. Om deze bevinding verder te staven is een Pearson correlatie tussen de Q-sensor Pod en Q-sensor Curve van de EDA per proefpersoon berekend. In Figuur 4 zijn de correlaties te vinden. Bij ongeveer gelijke correlaties voor meerdere proefpersonen zijn deze samengenomen in de figuur. Er is een aantal hoge correlaties waar te nemen bij experiment 1. De correlaties bij experiment 2 zijn een stuk lager. In een aantal gevallen is hier zelfs sprake van een sterke negatieve correlatie. Wanneer bij beide experimenten de mediaan wordt genomen van de correlaties van de dertien proefpersonen, wordt bij experiment één een matige correlatie gevonden $r = 0.37$. Experiment twee laat in dit geval nauwelijks correlatie zien $r = 0.05$.

Aandacht Gewenst!

Eventanalyse

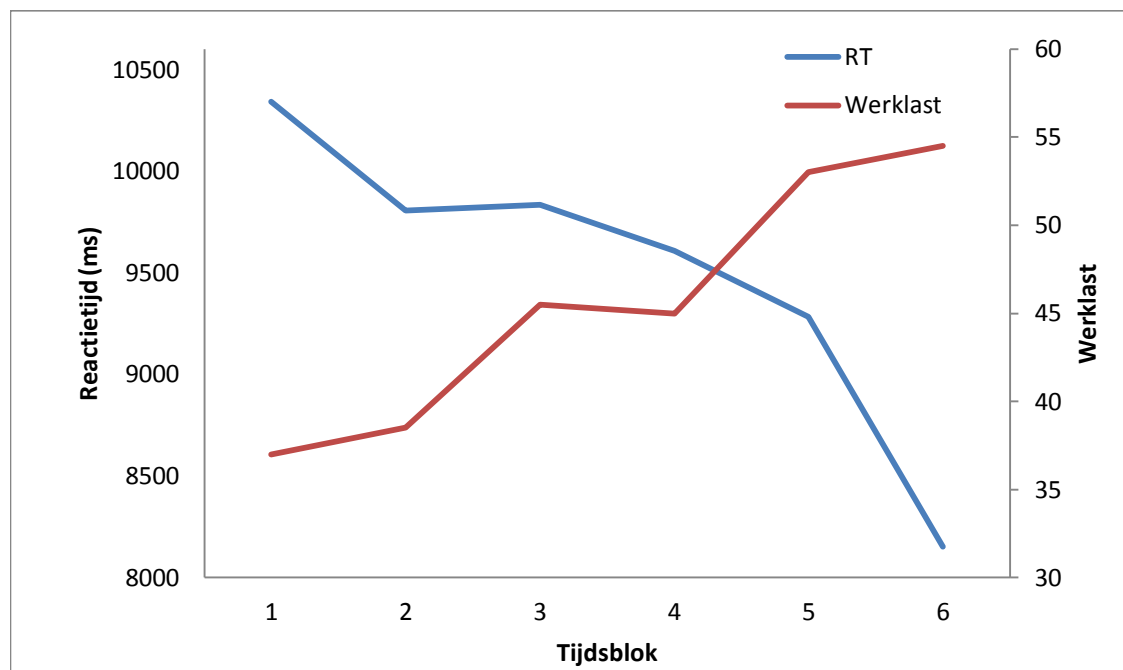
Experiment 1

Van de resultaten op de lettertaak werd een chi square test van onafhankelijkheid uitgevoerd om te kijken of er samenhang bestaat tussen het aantal foute responsen op de lettertaak en de tijdsperiode in het experiment. Er werd geen significant verschil gevonden tussen de tijdsblokken. $\chi^2(5, N = 6234) = 2.481, p = .0779$. Dit betekent dat er geen samenhang bestaat tussen het aantal fouten en de duur van het experiment. Naast het aantal foute responses is er ook gekeken naar de gemiddelde reactietijd op elke gepresenteerde letterlijst. In Figuur 5 is de gemiddelde reactietijd weergegeven voor elk van de 6 tijdsblokken. Een negatieve tendens is te zien voor reactietijd in verloop van tijd. Dit houdt in dat er ogenschijnlijk sneller gereageerd wordt op de letterlijsten in verloop van het experiment. Vooral na het eerste blok en na het vijfde blok lijkt de reactietijd sterk te verkorten. Een multivariate herhaalde metingen variantie- analyse werd uitgevoerd met tijd (6 niveaus) als binnen-persoon factor. Uit deze analyse kan geconcludeerd worden dat er geen verschillen in reactietijd tussen de verschillende tijdsblokken zijn waar te nemen,



Figuur 4 Overzicht van correlaties van EDA

Aandacht Gewenst!



Figuur 5 Verloop van gemiddelden van reactietijd en werklast op de lettertaak

$F(5,8)=2.780$, $p=.096$. Zoals in Figuur 5 is weergegeven gaat de verminderde reactietijd samen met een stijging in subjectieve werklast in verloop van tijd. De relatie tussen de werklast en reactietijd werd onderzocht in een enkelvoudige regressie analyse. Deze analyse werd uitgevoerd om te kijken of werklast een voorspellende waarde is voor reactietijd. Dit blijkt niet het geval, $\beta= -.167$, $t(76) = -1.47$, $p = .145$.

Experiment 2

Er waren 3 relevante gebeurtenissen (event), zoals het stelen van een object, die de proefpersonen konden waarnemen tijdens het experiment. Geen enkele proefpersoon miste een relevante gebeurtenis. Analyse van de gemeten amplitudes in experiment 2 wijst uit dat er een verhoging is in sterkte van amplitude bij de Q-sensor Pod gedurende de minuut $n=39$, $M=2.72$ dat er een event plaatsvond. Deze minuut werd vergeleken met minuten waar geen events gepresenteerd werden $n=741$, $M=1.63$. Een significant verschil werd gevonden in amplitude van SCRs $F(9,770)=11.760$, $p=.001$. In de minuut dat er een proefpersoon event plaatsvond was de amplitude significant hoger. Er werd geen significant verschil gevonden in de amplitude van SCRs bij de Q-sensor Curve $F(9,770)=0.067$, $p=.795$. Het aantal SCRs in de

Aandacht Gewenst!

event-minuut blijkt niet significant te verschillen van de eventloze minuten voor de Q-sensor Pod $F(9,770)=0.689, p=.407$ en Q-sensor Curve $F(9,770)=3.231, p=.073$.

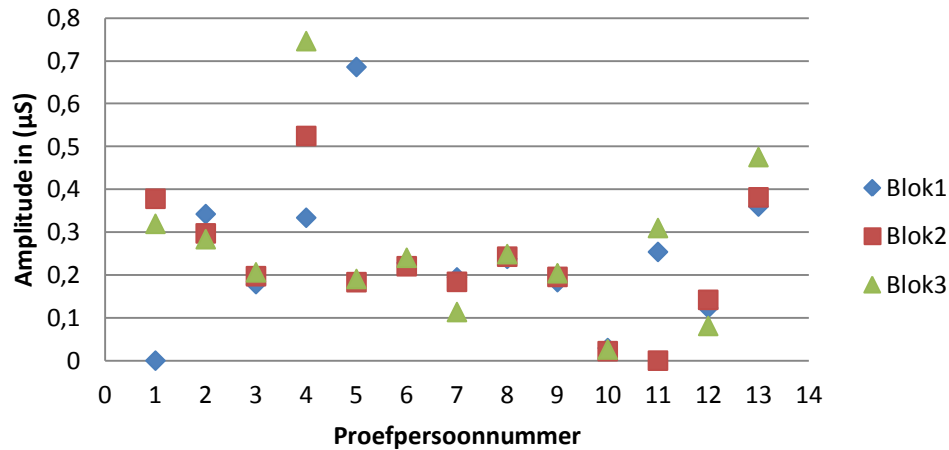
Analyse van de onderlinge verschillen tussen de event-minuten gemeten met de Q-sensor Pod wijst erop dat er aan het einde van het experiment niet sterker gereageerd werd op relevante stimuli dan halverwege $F(2,36)=0.857, p=.433$.

Persoonlijke verschillen

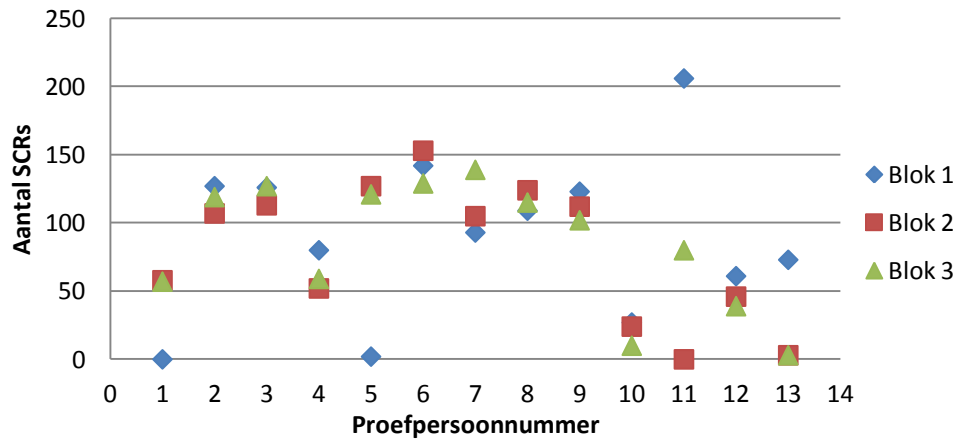
Voor de analyse van verschillen tussen personen is alleen gekeken naar de EDA van de Q-sensor Pod. Deze sensor leverde de duidelijkste metingen. Daarnaast is alleen gekeken naar de eerste drie tijdsblokken. Als er sprake is van zeer duidelijke verschillen tussen personen dan zou dit in deze tijdsperiode tot uiting moeten komen.

Individuele verschillen voor experiment 1 zijn geanalyseerd. Dit is niet gedaan voor experiment 2 omdat het bij dit experiment niet goed mogelijk was om de EDA te relateren aan prestatie (fouten maken). In Figuur 6 en Figuur 7 zijn het aantal SCRs en de amplitude van SCRs te zien per proefpersoon. Uit de figuren valt op te maken dat bij sommige proefpersonen de amplitude en het aantal SCRS stijgt naar mate de tijd vordert. Bij andere proefpersonen daalt deze juist na verloop van tijd.. Proefpersoon 10 laat bijvoorbeeld zeer lage amplitudes en een zeer laag aantal SCRs zien. Deze proefpersoon reageert traag op de lettertaak uit experiment 1 en maakt ook relatief veel fouten (1.2%). Dit patroon is ook waar te nemen voor proefpersoon 12 (1.4% fout). Proefpersoon 4 laat hoge amplitudes zien en een iets onder gemiddeld aantal SCRs. Deze proefpersoon maakt weinig fouten (0,3%). Proefpersoon 6 laat juist een gemiddelde amplitude in SCRs zien en een hoog aantal SCRs. Deze proefpersoon maakte maar 1 fout tijdens de taak (0,1%). Proefpersoon 13 is ook opvallend. Deze laat een hoger dan gemiddelde amplitude zien in SCRs en een laag aantal SCRs. Deze proefpersoon maakt een klein aantal fouten (0.3%).

Aandacht Gewenst!



Figuur 6 Experiment 1 amplitudes palm



Figuur 7 experiment 1 SCRs palm

Discussie

De hoofdvraag die dit onderzoek probeert te beantwoorden is of er sprake is van vigilance decrement tijdens vigilantie taken. Dit bleek niet het geval. Deze conclusie kwam tot stand door een aantal deelvragen te onderzoeken.

Voor beantwoording van de eerste deelvraag werd onderzocht of de prestatie op de taken verandert in verloop van het experiment. De resultaten van experiment 1 laten zien dat de reactietijd korter werd op de lettertaak naarmate het experiment vorderde. Deze kortere reactietijd, in verloop van het experiment, is echter niet significant. Een verklaring voor de

Aandacht Gewenst!

lichte verkorting in gemiddelde reactietijd kan gezocht worden in de eentonigheid die het experiment met zich meebracht.

Verschillende proefpersonen gaven na het experiment aan dat ze op een gegeven moment gefrustreerd raakten omdat er weinig relevante stimuli werden aangeboden. De proefpersonen waren ervan op de hoogte dat sneller reageren op de aangeboden letterlijsten niet zou leiden tot het sneller afronden van het experiment. Veel proefpersonen hadden echter moeite om zich te bedwingen om vroegtijdig te reageren. Deze neiging tot drukken zou echter in dit geval samen moeten gaan met een hoger aantal fouten richting het einde van het experiment. Dit bleek was niet het geval. Aan het einde van experiment 1 werden er door de proefpersonen niet meer fouten gemaakt dan aan het begin van het experiment. Deze analyse geeft echter een vertekend beeld omdat er maar in 1 procent van de gepresenteerde lijsten een “z” aanwezig was. Het weergeven van de prestatie in termen van “hits” en “misses” is daarom niet helemaal correct. Wel zou geconcludeerd kunnen worden dat de detectie van de “z” niet minder goed werd richting het einde van het experiment.

Daarnaast is het mogelijk dat er tijdens het experiment 1 sprake was van een leereffect. De proefpersonen kregen de taak in de loop van het experiment beter onder de knie. Hierdoor konden ze sneller reageren op de aangeboden stimuli. Deze verklaring komt overeen met de bevindingen over het aantal fouten die de proefpersonen maakten op de taak.

Tijdens experiment 2 vonden er bij de bewakingstaak drie duidelijk waarneembare gebeurtenissen plaats die de proefpersonen konden detecteren. Geen enkele proefpersoon maakte in dit experiment een fout. Op basis van de resultaten op beide experimenten in zowel reactietijd als het aantal correcte antwoorden kan geconcludeerd worden dat de prestatie op de taken niet verslechterde. In experiment 1 lijkt er zelfs sprake van een verbetering in prestatie.

Om een volgende deelvraag te kunnen beantwoorden werd onderzocht of er verandering in EDA waar te nemen was in verloop van de experimenten. Dit bleek

Aandacht Gewenst!

gedeeltelijk het geval. Vigilance decrement kan al optreden na ongeveer 15 minuten. Wanneer de taakeisen hoog zijn kan dit al na 5 minuten het geval zijn (Warm & Parasuraman, 2008).

Een verandering EDA weergegeven in aantal SCRs en de amplitude van de SCRs werd niet gevonden voor zowel experiment 1 als 2. De EDA bleef namelijk vrij constant in verloop van beide experimenten. Analyse met gecorrigeerde data leverde hetzelfde resultaat. Vergelijkbaar onderzoek door Munro, Dawson, Schell, & Sakai (1987b) met studenten liet een andere tendens zien in het verloop van het aantal SCRs dan het huidige onderzoek toonde. Hier werd namelijk een stijging waargenomen in het aantal SCRs kort na aanvang van dit onderzoek, maar een significante daling werd vervolgens waargenomen in de loop van de rest van het experiment.

Het aantal SCRs en de amplitude van SCRs tijdens de minuten waarin een relevant event plaatsvond werd vergeleken met minuten waar dit niet het geval was. Een hogere amplitude in de SCRs tijdens de minuten waarin een relevante gebeurtenis plaatsvond werd gevonden ten opzichte van de niet relevante minuten. Dit is in overeenstemming met eerder onderzoek waaruit blijkt dat de SCR een weergave is van de orienting response en dat deze een indicatie is dat er succesvol een stimulus waargenomen wordt. (Blakeslee, 1979). Dit resultaat werd in dit onderzoek echter enkel gevonden met de Q-sensor Pod. Met de Q-sensor Curve werden deze verschillen in amplitude tussen events en niet-events niet gevonden. Beide sensoren vonden daarnaast geen verschillen in het aantal SCRs tijdens de event minuten.

Een ander aspect van SCRs is dat deze kan habitueren wanneer stimuli vaker herhaaldelijk wordt aangeboden. Een vergelijking van de amplitudes tijdens minuten waarin de relevante stimuli (events) gepresenteerd werden wees erop dat er geen sprake is van habituatie. Dit verklaart enigszins de eerder beschreven prestatie op de bewakingstaak in experiment 2. Op basis van de resultaten kan geconcludeerd worden dat het waarschijnlijk is dat de proefpersonen waakzaam bleven en dus gevoelig voor relevante stimuli.

Aandacht Gewenst!

Bij de gecorrigeerde data werd een verschil in EDA tussen beide experimenten gevonden. In experiment 1 is er sprake van een hoger aantal SCRs en amplitude van SCRs dan in experiment 2. Een verklaring hiervoor kan zijn dat de visuele zoeken tijdens de lettertaak meer stress veroorzaakt dan het opletten tijdens de bewakingstaak. Dit zou kunnen omdat de visuele zoektaak eentoniger is dan de bewakingstaak. De grote eentonigheid van experiment 1 leidt in dit kader tot frustratie en daarbij meer stress. Deze conclusie sluit aan bij verschillende studies waaruit blijkt dat langdurig eentonige opdrachten vaak samengaan met gevoelens van stress en dat deze stress groter wordt wanneer de moeilijkheid van de taak groter wordt (Warm & Parasuraman, 2008).

De hoeveelheid informatie die tijdens experiment 1 verwerkt moet worden is minder groot dan tijdens experiment 2. De taak die bij experiment 1 moet worden uitgevoerd is echter veel moeilijker dan bij experiment 2. Tijdens de lettertaak moest er veel actiever gezocht worden naar mogelijke fouten dan tijdens de bewakingstaak. Hierdoor werd er tijdens de lettertaak veel meer van de gecontroleerde aandacht gevraagd. De cognitieve belasting tijdens deze taak is daarom veel hoger voor de proefpersonen dan bij de bewakingstaak. Dit is uiteindelijk terug te zien aan de hogere gemeten EDA tijdens het experiment.

Naast de verschillen tussen de experimentele groepen is ook gekeken of er verschillen tussen de proefpersonen onderling waren te vinden in EDA bij experiment 1. Hiermee kon de vraag of electrodermal labiles en stabiles ook te onderscheiden zijn tijdens de taken worden beantwoord. Uit de resultaten blijkt dat er een enkele uitschieter waar te nemen is, maar er is geen sprake van twee duidelijk verschillende groepen met proefpersonen. Een vrij eenvoudige verklaring is dat het merendeel van de proefpersonen electrodermal labiles zijn. Zij laten een hoog aantal SCRs zien en weinig habituatie. Dit is in overeenstemming met de eerder beschreven resultaten in de gemeten EDA. Er zijn twee proefpersonen met een veel lager aantal SCRs en amplitude van SCRs. Deze proefpersonen laten een daling zien in amplitude

Aandacht Gewenst!

in verloop van het experiment. Ook maken zij in verloop van het experiment meer fouten. De twee proefpersonen zouden daarom getypeerd kunnen worden als electrodermal stabiles. Deze bevindingen komen overeen met onderzoek van Munro, Dawson, Schell, & Sakai (1987). Electrodermal labiles zouden grote hoeveelheden NS-SCRs moeten tonen met een trage SCR habituatie terwijl voor electrodermal stabiles het tegenovergestelde geldt. Ook presteren labiles beter dan stabiles.

Op basis van de uitgevoerde experimenten moet voorzichtig omgesprongen worden met de classificatie van de proefpersonen. Een aantal proefpersonen lijkt duidelijk in een bepaalde categorie geplaatst te kunnen worden. Voor het merendeel van de proefpersonen geldt dit echter niet. Om tot een betere classificatie te kunnen komen zal een veel groter aantal proefpersonen moeten worden vergeleken. Daarnaast hebben aan dit onderzoek alleen studenten deelgenomen. Bij veel bedrijven voeren echter vooral veel laagopgeleiden vigilantie taken uit. Om een goed beeld te kunnen vormen van de twee electrodermal typen moeten daarom ook andere groepen, zoals lageropgeleiden, worden meegenomen.

Een andere deelvraag die dit onderzoek probeert te beantwoorden is of er een relatie bestaat tussen werklast, EDA en prestatie. Er was een stijging waar te nemen in subjectieve werklast voor beide experimenten gemeten met de OW. Deze bevinding sluit aan bij onderzoek waaruit blijkt dat werklast gecorreleerd is aan de duur van een vigilantie taak (Warm & Parasuraman, 2008). Hoe langer een taak duurt des te hoger zal de gemeten werklast zijn.

Naast de vergrote werklast in de loop van het experiment werd er een significant verschil gevonden tussen experiment 1 en experiment 2 in de hoogte van de werklast. Tijdens experiment 1 werd een hogere werklast gerapporteerd gedurende het gehele experiment. Een reden voor het verschil tussen de beide experimenten is dat, zoals al eerder beschreven, de cognitieve belasting tijdens experiment 1 hoger is dan experiment 2. Ook de eentonigheid van

Aandacht Gewenst!

de bewakingstaak zou mogelijk een rol kunnen spelen in het meten van een hogere subjectieve werklast gedurende experiment 1. De in experiment 1 uitgevoerde lettertaak zorgt door de eentonigheid voor meer stress en zou daardoor kunnen leiden tot een hogere werklast voor de proefpersonen.

De resultaten op de OW zijn in tegenspraak met de prestaties die de proefpersonen leveren op beide taken. Bij een stijging van de werklast zou er verwacht kunnen worden dat dit negatieve gevolgen heeft voor de prestatie op de taken. De reactietijd werd echter korter tijdens experiment 1 terwijl het aantal gemaakte fouten gelijk bleef. Er lijkt dus zeker geen sprake van een uitputting van de aandachtscapaciteit (Grier et al., 2003). Een mogelijke verklaring voor de resultaten kan zijn dat een vergroting van de werklast kan leiden tot het vergrotingen van de aandachtscapaciteit (Eysenck, 1982). Hierbij wordt ervan uitgegaan dat de aandachtscapaciteit flexibel is en dat een vergroting van de werklast deze capaciteit oprekt. Dit zou uiteindelijk de prestatie ten goede kunnen komen. De verhoogde werklast in de loop van het experiment wordt echter niet volledig ondersteund door de bevindingen in EDA, die in het verloop van de experimenten vrij constant bleef. De conclusie dat de aandachtscapaciteit mogelijk vergroot werd tijdens het experiment moet daarom met enige terughoudendheid behandeld worden.

Ten slotte werd onderzocht of EDA net zo goed via de handpalm als via de pols gemeten kon worden. De correlaties tussen de Q-sensor Pod en Curve zijn voor de meeste proefpersonen niet erg hoog. Tijdens experiment 1 werd een matig correlatie gevonden, en in een aantal gevallen een negatieve correlatie. De resultaten van experiment 2 lieten nauwelijks correlatie zien tussen beide meetinstrumenten voor meerdere proefpersonen. Net als in experiment 1 is ook hier in een aantal gevallen sprake van een negatieve correlatie. Deze resultaten zijn opvallend aangezien uit onderzoek blijkt dat er een redelijk sterke correlatie bestaat in EDA tussen de hand en de pols tijdens cognitieve activiteiten (Poh et al., 2010).

Aandacht Gewenst!

De lage correlatie kan te wijten zijn aan de type taken die uitgevoerd werden door de proefpersonen. Zowel experiment 1 als 2 zijn relatief saai en veroorzaken een relatief laag niveau van arousal bij de proefpersonen. Aangezien de pols over minder actieve zweetklieren beschikt dan de handpalm kan het zijn dat door de lage arousal de EDA niet goed te meten is in de pols.

Conclusie

In de huidige maatschappij wordt nog steeds veel gebruik gemaakt van menselijke operators die de hele dag eentonige eenvoudige taken uitvoeren. Zoals in de inleiding beschreven is er bij het bedrijf Vredestein ook een groot aantal mensen dat dergelijk werk uitvoert. Het onderzoek naar vigilance decrement kan Vredestein en andere bedrijven helpen inzicht te krijgen in de capaciteiten van haar werknemers. Concrete resultaten uit vigilance decrement onderzoek kunnen deze bedrijven helpen om het arbeidsproces zo in te richten dat vigilance decrement zoveel mogelijk beperkt blijft. Daarnaast kan het voor bedrijven ook helpen bij het selecteren van de juiste type mensen voor het werk.

In dit onderzoek is een korte studie naar vigilance decrement gedaan. Hieruit bleek dat er geen sprake was van decrement. Dit onderzoek is hierdoor niet in overeenstemming met veel literatuur op dit onderzoeksgebied. Vervolg onderzoek is daarom noodzakelijk. Het gebruik van de Q-sensoren zou hierbij een goede toegevoegde waarde zijn aangezien het hiermee mogelijk is om langdurig en meer toegepast te meten. De Q-sensor Pod. is in ieder geval geschikt om toe te passen bij het meten van EDA tijdens relatief weinig inspannende taken.

De apparatuur maakt het ook mogelijk om een individueel profiel te maken van de EDA. Een goed voorbeeld hiervan is onderzoek bij autistische kinderen (Picard, 2009). Er moet echter wel rekening gehouden worden met het feit dat verschillende soorten gedragingen

Aandacht Gewenst!

het sympathische zenuwstelsel kunnen beïnvloeden (De Waard, 1996). Dit maakt het moeilijk om in een meer toegepaste context conclusies te trekken uit EDA en maakt dit ook een goede uitdaging voor toekomstig onderzoek.

Referenties

- Anderson, K. J., Revelle, W., & Lynch, M. J. (1989). Caffeine, impulsivity, and memory scanning: A comparison of two explanations for the Yerkes-Dodson Effect. *Motivation and Emotion, 13*(1), 1-20. doi:10.1007/BF00995541
- Blakeslee, P. (1979). Attention and Vigilance: Performance and Skin Conductance Response Changes. *Psychophysiology, 16*(5), 413-419.
- Critchley, H. D., Elliott, R., Mathias, C. J., & Dolan, R. J. (2000). Neural activity relating to generation and representation of galvanic skin conductance responses: a functional magnetic resonance imaging study. *Journal of Neuroscience, 20*(8), 3033-40.
- Dawson, M. E., Schell, A. M., & Filion, D. L. (2000). The electrodermal system. In J. T. Cacioppo, L. G. Tassinary, & G. G. Berntson (Eds.), *Handbook of psychophysiology* (Vol. 2, pp. 200–223). Cambridge University Press.
- De Waard, D. (1996). *The measurement of drivers' mental workload*. Traffic Research Centre VSC, Univ. Groningen. Retrieved from <http://people.usd.edu/~schieber/pdf/deWaard-Thesis.pdf>
- Eysenck, M. W. (1982). *Attention and arousal, cognition and performance*. Springer-Verlag. Heidelberg: Springer-Verlag.
- Grier, R. a., Warm, J. S., Dember, W. N., Matthews, G., Galinsky, T. L., Szalma, J. L., & Parasuraman, R. (2003). The Vigilance Decrement Reflects Limitations in Effortful Attention, Not Mindlessness. *Human Factors: The Journal of the Human Factors and Ergonomics Society, 45*(3), 349-359. doi:10.1518/hfes.45.3.349.27253

Aandacht Gewenst!

Haines, R. F. (1991). A breakdown in simultaneous information processing. In G. Obrecht & L. E. Stark (Eds.), *Presbyopia research* (pp. 171-175). Plenum Press.

Mack, A. (2003). Inattentional Blindness: Looking Without Seeing. *Psychological Science*, *12*(5), 180-184.

Miller, A. S. (2001). Literature Review Workload Measures. *Brain*, 1-65.

Munro, L. L., Dawson, M. E., Schell, A. M., & Sakai, L. M. (1987a). Electrodermal lability and rapid performance decrement in a degraded stimulus continuous performance task. *Journal of Psychophysiology*, *1*, 249-257.

Munro, L. L., Dawson, M. E., Schell, A. M., & Sakai, L. M. (1987b). Electrodermal lability and rapid performance decrement in a degraded stimulus continuous performance task. *Journal of Psychophysiology*, *1*, 249-257.

Neisser, U. (1964). Visual Search. *Scientific American*, *210*(6), 94-102.

Pattyn, N., Neyt, X., Henderickx, D., & Soetens, E. (2008). Psychophysiological investigation of vigilance decrement: boredom or cognitive fatigue? *Physiology & behavior*, *93*(1-2), 369-78. doi:10.1016/j.physbeh.2007.09.016

Picard, R. W. (2009). Future affective technology for autism and emotion communication. *Philosophical transactions of the Royal Society of London. Series B, Biological sciences*, *364*(1535), 3575-84. doi:10.1098/rstb.2009.0143

Poh, M.-Z., Swenson, N. C., & Picard, R. W. (2010). A wearable sensor for unobtrusive, long-term assessment of electrodermal activity. *IEEE transactions on bio-medical engineering*, *57*(5), 1243-52. doi:10.1109/TBME.2009.2038487

Aandacht Gewenst!

Shiffrin, R. M., & Schneider, W. (1977). Controlled and Automatic Human Information Processing: II. Perceptual Learning, Automatic Attending, and a General Theory. *Psychological Review*, *84*(2), 127-190.

Smallwood, J., Davies, J. B., Heim, D., Finnigan, F., Sudberry, M., O'Connor, R., & Obonsawin, M. (2004). Subjective experience and the attentional lapse: task engagement and disengagement during sustained attention. *Consciousness and cognition*, *13*(4), 657-90. doi:10.1016/j.concog.2004.06.003

Wallin, B. G. (1981). Sympathetic nerve activity underlying electrodermal and cardiovascular reactions in man. *Psychophysiology*, *18*(4), 470-476. John Wiley & Sons.

Warm, J. S., & Parasuraman, R. (2008). Vigilance Requires Hard Mental Work and Is Stressful. *Human Factors*, *50*(3), 433-441. doi:10.1518/001872008X312152.

Yerkes, R. M., & Dodson, J. D. (1908). The relation of strength of stimulus to rapidity of habit-formation. *Journal of Comparative Neurology and Psychology*, *18*(5), 459-482.


Aandacht Gewenst!

Appendix

A.

Overall Workload Scale (OW)

Please mark an "X" on the line which best corresponds to how you rate your Overall Workload.

Overall Workload:	
Very Low	Very High

Aandacht Gewenst!

B.

**Gemiddelden en standaardafwijkingen van de gecorrigeerde EDA data
(normalisatie en rangcorrectie).**

Experiment	Normalisatie								Rangcorrectie			
	Nr SCRs				Amplitude SCRs				Amplitude SCRs			
	M		SD		M		SD		M		SD	
	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P	C	P
Letterlijst												
1	45.15	116.85	58.25	69.72	0.72	1.23	0.85	1.08	0.01	0.02	0.01	0.01
2	37.15	115.54	45.23	56.46	0.79	1.25	1.29	1.50	0.01	0.02	0.02	0.02
3	34.54	123.92	43.05	48.10	0.75	1.48	0.59	2.00	0.01	0.02	0.01	0.03
4	39.69	129.77	44.52	42.89	1.73	1.27	2.02	1.04	0.03	0.02	0.03	0.01
5	33.92	135.15	40.07	42.89	1.79	1.30	2.08	1.19	0.03	0.02	0.03	0.02
6	35.08	126.92	42.62	41.66	1.93	1.39	2.18	1.38	0.03	0.02	0.04	0.02
Bewaking												
1	14.46	86.46	14.22	30.85	4.03	4.17	1.87	1.29	0.06	0.03	0.05	0.02
2	5.00	89.15	5.69	33.46	2.32	3.98	2.07	1.48	0.03	0.03	0.06	0.02
3	4.85	82.08	6.79	34.56	1.23	1.84	2.14	1.42	0.02	0.03	0.03	0.02
4	7.85	94.15	6.96	38.78	2.05	3.31	2.39	1.82	0.03	0.03	0.03	0.03
5	9.15	92.85	12.58	38.49	2.17	2.14	2.25	1.69	0.04	0.03	0.04	0.02
6	11.61	87.46	16.45	34.89	3.77	7.68	2.43	1.61	0.02	0.03	0.07	0.03



n

UNIVERSITEIT TWENTE.