

Fotoconfrontatie 2.0/2.1

Elkan G. Akyürek & Robbert van der Mijn
Experimentele Psychologie, Rijksuniversiteit Groningen

30/5/2024

Aantal woorden: 8360

Adresseer correspondentie aan:

Elkan Akyürek

Basiseenheid Experimentele Psychologie, Rijksuniversiteit Groningen

Grote Kruisstraat 2/1, 9712 TS Groningen

Email: e.g.akyurek@rug.nl

Telefoon: 050 3636406

Inhoudsopgave

Inhoudsopgave	2
Samenvatting	4
Introductie	5
Rapid Serial Visual Presentation	6
Psychofysiologie van herkenning.....	7
Voorwaarden	8
Experimenten	10
Presentatie van stimuli.....	10
Oogmetingen en EEG.....	12
Overzicht experimenten	12
Resultaten	14
Experiment 1	14
Experiment 2	14
Experiment 3	15
Experiment 4	15
Experiment 5	16
Experiment 6	16
Experiment 7	17
Conclusie	20
Vervolgstudies.....	20
Verklarende woordenlijst	22
Referenties.....	23
Appendix	28
pycrosaccade	28
Installation	28
Usage	28
Preprocessing	28

Microsaccades	29
Visualisation.....	33
Parameters	35
References	35
opensesame-plugin-RSVP	36
Features	36
Getting started	36
Usage	37
Text stimuli	38
Image stimuli	38
License	38
face-processor.....	38
References	38

Samenvatting

In het Politie & Wetenschap onderzoeksproject Fotoconfrontatie 2.0/2.1 ontwikkelden we een methode om verborgen kennis over een forensisch feit objectief vast te stellen met behulp van een speciale methode die afkomstig is uit het onderzoek naar menselijke aandacht, namelijk *Rapid Serial Visual Presentation*, waarmee een stroom van tien afbeeldingen per seconde wordt getoond. Het doel was om een effectieve detectiemethode voor verborgen kennis te ontwikkelen, die door zijn snelheid ongevoelig is voor pogingen om de meting te misleiden. Tijdens de RSVP hebben we de grootte van de pupil, oogknippers, oogbewegingen, en/of het elektro-encefalogram gemeten, om de onwillekeurige herkenning van een van de getoonde afbeeldingen vast te stellen. De resultaten lieten zien dat de snelheid waarmee de pupil wijder wordt de meest gevoelige oog-gerelateerde maat is. In het elektro-encefalogram is de detectie van verborgen kennis, zoals het herkennen van een voor de proefpersoon bekend persoon tijdens de fotoconfrontatie, het meest effectief als de amplitude van de P3 potentiaal en de kracht van het elektro-encefalogram in de theta frequentieband daarvoor worden gebruikt.

Naast deze inhoudelijke bevindingen is er in het Fotoconfrontatie 2.0/2.1 project ook open source software ontwikkeld, die het mogelijk maakt om op gestandaardiseerde wijze afbeeldingen en tekst te verwerken in een Rapid Serial Visual Presentation programma dat aan getuigen en/of verdachten getoond zou kunnen worden, evenals software die de daaruit voorkomende pupil- en oogbewegingsdata kan voorbereiden voor verdere analyse en visualisatie.

Introductie

Objectief kunnen onderkennen of iemand over specifieke kennis beschikt is van grote waarde tijdens het onderzoeken van strafbare feiten. Bij elke misdaad vormen daders, slachtoffers, en getuigen namelijk een belangrijke bron van informatie voor de recherche. Door middel van het verhoor, en met behulp van specifieke verhoormethoden zoals de fotoconfrontatie, kan men deze bron aanboren. Confrontatieonderzoek kan bijvoorbeeld worden gedaan om vast te stellen of een verdachte beschikt over specifieke daderkennis, of om de betrouwbaarheid van de verklaring van een getuige te beoordelen. Helaas kan het om uiteenlopende redenen lastig zijn om nuttige informatie uit een confrontatie te halen, zelfs als deze optimaal uitgevoerd wordt (zie van Amelsvoort, 2014, voor een overzicht). Getuigen en verdachten kunnen bijvoorbeeld door trauma of externe druk moeite hebben zich met zekerheid uit te drukken, of überhaupt van meet af aan de intentie hebben om de recherche te misleiden.

Zogeheten *Concealed Information Tests* (CITs) zijn in deze context ontwikkeld om zo goed mogelijk vast te stellen wat iemand echt weet. Bij een traditionele Concealed Information Test (CIT) wordt een waarnemer geconfronteerd met een stuk informatie (de *probe*), vaak een afbeelding, waarvan bevestigd moet worden of hij/zij hier eerder kennis van heeft genomen. De gedragsmatige en/of fysiologische reactie op de verwerking van deze informatie wordt vergeleken met de reactie op het verwerken van informatie die sowieso onbekend is voor de waarnemer (de *afleider*). Tegelijkertijd wordt ook de reactie op een volledig willekeurige stimulus (de *controle*) vergeleken met de reactie op de *afleider*. Als de reactie op de *probe* niet verschilt van die op de *afleider*, dan wordt geconcludeerd dat de persoon geen kennis had van de *probe*. Als de reactie op de *probe* wel verschilt van de reactie op de *afleider*, dan wordt geconcludeerd dat de persoon kennis had van de *probe*. Als echter ook de reactie op de *controle* verschilt van de *afleider*, dan weten we dat de test te gevoelig staat afgesteld, en is de conclusie over de *probe* mogelijk onbetrouwbaar. Een belangrijk onderscheid met bijvoorbeeld klassieke leugendetectie is dat de fysiologische reactie in een CIT geen weerspiegeling van een emotionele reactie is (zoals zenuwachtigheid, angst, e.d.), maar puur een automatische reactie op het herkennen van een stimulus.

Een zwakte van traditionele CITs is dat zij gevoelig zijn voor misleiding door de waarnemer. De waarnemer kan zijn/haar reactie op de *probe* opzettelijk onderdrukken, of juist de reactie op de *afleider* te verhogen, bijvoorbeeld door op dat moment op de tong te bijten, of met de tenen te wiebelen. Om een CIT op verantwoorde wijze in te kunnen zetten, zou deze tegen misleiding bestand moeten zijn. In ons onderzoeksproject ontwikkelden daarom we een nieuwe methode om verborgen kennis te detecteren, die hierbij kan helpen door meer, en meer nauwkeurige, informatie uit een fotoconfrontatie te halen, en die robuust is tegen misleiding. Het doel is om deze methode zoveel mogelijk toegankelijk te maken voor de politieorganisatie als hulpmiddel bij opsporing en onderzoek met behulp van fotoconfrontatie. We maken met onze methode eveneens gebruik van het feit dat als iemand zich een

bepaald forensisch feit herinnert (bijv. het gezicht van de dader), er in zijn/haar hersenen een primaire reactie optreedt tijdens de confrontatie, die deze herkenning reflecteert. Deze primaire reactie kan zeer direct gemeten en gekwantificeerd worden door middel van *Rapid Serial Visual Presentation* (RSVP), in combinatie met een meting van het elektro-encefalogram (EEG), met name de P3 component (Alsufyani et al., 2019, 2021; Bowman et al., 2013; Harris et al., 2021)

Rapid Serial Visual Presentation

RSVP is een beproefde en veel gebruikte methode in het wetenschappelijk onderzoek naar aandachtsprocessen, waarbij ± 10 afbeeldingen per seconde worden getoond aan de deelnemers (Broadbent & Broadbent, 1987; Raymond et al., 1992). De afbeeldingen worden zo snel achter elkaar getoond (circa 10 per seconde) dat het bijna niet mogelijk is om afzonderlijke afbeeldingen te kunnen herkennen. Wij hebben in ons fundamentele onderzoek regelmatig gebruik gemaakt van RSVP (bijv. Akyürek et al., 2012; Karabay et al., 2022; Simione et al., 2017; van der Mijn et al., 2018). Ook in ons onderzoeksproject presenteerden wij RSVPs waarin de waarnemers aandachtig series afbeeldingen bekijkt die op een scherm getoond worden. Aan het eind van elke serie (bestaande uit 15-20 afbeeldingen) vroegen we de waarnemers aan te geven of een specifieke afbeelding aanwezig was. Bijvoorbeeld: de afbeeldingen waren allemaal gezichten van vrouwen, maar soms lieten we halverwege de serie het gezicht van een man zien. We vroegen dan na elke serie: “Zag u een man?”. De waarnemer had nu telkens een duidelijke -en neutrale- taak: aandachtig kijken of er halverwege het gezicht van een man opduikt (de *target*). Uit eerder onderzoek is gebleken dat bij een duidelijke zoekopdracht een target bewust kan worden waargenomen en in het geheugen wordt opgeslagen. Van ditzelfde aandachtsmechanisme maakten wij gebruik door soms in plaats van de *target* de *probe* te laten zien. Als de *probe* een voor de waarnemer bekend gezicht is zal er, ondanks dat het geen *target* is, door de herkenning een psychofysiologische reactie optreden die meetbaar is.

Het is met name de snelheid van de RSVP die een belangrijk voordeel biedt ten opzichte van traditionele, veel langzamere confrontatiemethoden: het plaatst de stimuli op het randje van de bewuste waarneming. Hierdoor is het feitelijk onmogelijk is de test te misleiden. We kunnen met zekerheid vaststellen dat de waarnemer voldoende aandacht richt op de afbeeldingen, want anders zou de *target* niet correct herkend kunnen worden. Bovendien verschijnt de *probe* zo snel, dat er geen tijd is om de fysiologische reactie van de herkenning te onderdrukken. Zodoende blijft de detectie onverminderd hoog, ook als waarnemers actief proberen dit te voorkomen (Bowman et al., 2014). Hiermee onderscheidt de RSVP-methode zich van andere, veel tragere CITs, die zelfs met toevoeging van neurofysiologische metingen hier nog kwetsbaar voor zijn gebleken (Lukács et al., 2016; Meijer et al., 2014, 2016; Meijer & Verschuere, 2017; Rosenfeld et al., 2004; Sauerland et al., 2019; Suchotzki et al., 2017; maar zie ook Georgiadou et al., 2022).

De presentatie van de stimuli is van cruciaal belang bij een fotoconfrontatie, ook in RSVP. Het is bij elk experiment, maar zeker bij een echte casus uit de praktijk, cruciaal hoe het stimulusmateriaal precies wordt samengesteld. Ten eerste moet de selectie van afbeeldingen zorgvuldig worden gekozen uit ter beschikking staande middelen, zoals bijvoorbeeld foto's van dader, slachtoffer, of plaats-delict. Dit moet op zo'n manier gebeuren dat de gekozen kritieke afbeelding niet uit zichzelf opvalt tussen de andere afbeeldingen (bijvoorbeeld omdat die als enige felle kleuren bevat), maar alleen voor iemand die de kritieke afbeelding echt herkent. Ten tweede moeten in RSVP de precieze aanbiedingsduur en de herhalingsfrequentie optimaal zijn om herkenning van de gestandaardiseerde afbeeldingen te faciliteren. In ons onderzoeksproject hebben we daarnaast in een serie van verschillende experimenten getest aan welke visuele en temporele eigenschappen de RSVP moet voldoen om bruikbaar te zijn in een CIT. Hierbij zijn onder andere de duur van de presentatie, de frequentie van afbeeldingen, en de mate van standaardisering van afbeeldingen aan de orde gekomen.

Psychofysiologie van herkenning

In een (RSVP-gebaseerde) CIT worden gedurende de presentatie van de afbeeldingen psychofysiologische metingen gedaan die de herkenning van een *probe* reflecteren. Er worden vergelijkingen gemaakt tussen metingen tijdens de presentatie van de *probe*, de *controle* en de *afleider*. Voorbeelden van zulke fysiologische maten zijn onder andere het tempo van de hartslag, de variatie daarin, de ademhalingsfrequentie, de huidweerstand, pupilgrootte, oogbewegingen, het EEG, en zelfs het blood-oxygen-level-dependent (BOLD) signaal (te meten met behulp van fMRI), hoewel die laatste in de praktijk lastig toepasbaar is vanwege de grote en kostbare scanner die ervoor nodig is.

Het EEG is zodoende een van de meest veelbelovende maten voor een CIT; uiterst gevoelig en tot op zekere hoogte ook praktisch nog inzetbaar. In het EEG zijn bepaalde patronen en componenten aanwezig die sterk correleren met herkenningsprocessen. Een veelgebruikte EEG-component in CITs is de *P300*, een positief potentiaal dat ongeveer 300 milliseconden na het presenteren van een stimulus meetbaar is. Deze component treedt alleen op als de stimulus daadwerkelijk gerapporteerd kan worden door de waarnemer, en wordt daarom in verband gebracht met het consolideren van informatie in het geheugen.

Bij het meten van psychofysiologie moet altijd rekening gehouden worden met de verhouding tussen de sterkte van het signaal en de hoeveelheid ruis die het signaal zal verstoren. De sterkte van het signaal hangt bijvoorbeeld af van hoeveel verschil we verwachten tussen een meting tijdens het tonen van een *probe*, en het tonen van een *afleider*. Deze zal in het geval van een *P300* relatief groot zijn. Daar staat tegenover dat de hoeveelheid ruis die het signaal verstoort bij het meten van EEG ook relatief groot is. Door herhaalde metingen en geavanceerde statistische methoden is het mogelijk om door de ruis toch het signaal betrouwbaar te kunnen waarnemen.

Naast het EEG zijn, met het oog op de praktische inzetbaarheid, oog-gerelateerde maten eveneens interessant voor toepassing in een CIT. Deze zijn op een afstandje te meten met behulp van een geavanceerde camera, een eye-tracker. Hoewel we verwachten dat het signaal voor oog-gerelateerde maten zwakker is dan EEG, is de hoeveelheid ruis mogelijk ook lager, zodat deze metingen toch informatief zouden kunnen zijn. In ons onderzoeksproject Fotoconfrontatie 2.0/2.1 hebben we de RSVP-methode in de eerste instantie verder ontwikkeld en geschikt gemaakt voor de meting van pupilgrootte. De motivatie hiervoor was dat we in een eerder onderzoek hebben kunnen aantonen dat pupilgrootte in RSVP de potentie lijkt te hebben om verborgen kennis te detecteren (Chen, Karabay, et al., 2023). Uit ons eerder onderzoek bleek bijvoorbeeld dat de reactie op de *probes* op groepsniveau een duidelijk ander patroon liet zien dan die op de *targets* en *afleiders*. Ook op individuele basis was het bij een deel van de waarnemers mogelijk de herkenningsreactie statistisch te bewijzen.

Behalve naar pupilgrootte hebben we ook naar enkele andere oog-gerelateerde metingen gekeken. De eerste hiervan is het knipperen van de ogen, de tweede is het maken van zeer kleine, onwillekeurige oogbewegingen, zogeheten micro-saccades, en de derde is het maken van, wederom onwillekeurige, stimulus-gerichte oogbewegingen. Recent onderzoek heeft aangetoond dat oogknippers en micro-saccades minder vaak voorkomen als er herkenning optreedt; zij lijken onderdrukt te worden. Door deze vermindering te meten kan verborgen informatie worden gedetecteerd; in bepaalde omstandigheden met wel 95% accuratesse (Rosenzweig & Bonneh, 2020). Grotere oogbewegingen, waarbij het oog voor langere tijd landt op een bepaalde plek, zijn in eerdere CIT experimenten ook al nuttig gebleken om verborgen informatie te achterhalen (Lancry-Dayana et al., 2018; Millen et al., 2020; Millen & Hancock, 2019; Peth et al., 2013). Deze oogbewegingen zijn ook in verband gebracht met aandachtsprocessen (Klein Selle et al., 2023).

Voorwaarden

Voordat een CIT in de praktijk kan worden toegepast, moet de methode aan een aantal voorwaarden voldoen. Ten eerste moet de test reproduceerbaar zijn: er moeten duidelijke regels en drempelwaarden gelden die bij elke afname vergelijkbaar zijn. Ten tweede moet de methode betrouwbaar genoeg zijn om bij ten minste 95% van de proefpersonen een juiste classificatie te geven. Ten derde moet de foutmarge van de methode nauwkeurig in kaart gebracht zijn. Tenslotte moet het onmogelijk zijn om de CIT te misleiden, en moet vastgesteld kunnen worden of de waarnemer meewerkt aan de taak. In ons onderzoeksproject besteedden we ook aandacht aan deze aspecten. Het is echter belangrijk daarbij te vermelden dat onze methode door ons werd getest in een experimentele setting. Er zijn dus nog geen echte getuigen en/of verdachten aan te pas gekomen. Als proefpersonen riepen wij deelnemers op die vaker meedoen aan experimenten in ons onderzoeksinstituut in ruil voor studiepunten of geld. Als probe stimuli gebruikten wij dingen die voor deze proefpersonen specifiek belang kunnen

hebben, zoals namen en gezichten van hun ouders, maar die uiteraard niet gerelateerd waren aan enige misdaad.

Experimenten

In een serie experimenten hebben wij onze RSVP-CIT methode bijgesteld en gevalideerd. Zoals aangegeven was er in de experimenten nog geen sprake van verdachten of getuigen met daadwerkelijk verborgen informatie. In plaats daarvan legden we de test voor aan proefpersonen, waarbij we als *probes* gebruik maakten van verschillende soorten ‘geheime’ informatie. Het doel van de experimenten was om duidelijkheid te krijgen over de optimale duur van de presentatie van de stimuli (dus de frequentie van de RSVP), het soort stimulus dat geschikt is, de benodigde mate van standaardisering, welke metingen geschikt zijn, en welke statistische methoden op individueel niveau het beste onderscheid kunnen maken.

Presentatie van stimuli

Tijdens het doen van psychofysiologische metingen zijn de fysieke eigenschappen van de aangeboden stimuli van grote invloed op de uitslag. De stimuli die wij getest hebben zijn grofweg onder te verdelen in afbeeldingen en woorden. Als afbeeldingen gebruiken we willekeurige gezichten, waarbij de *probe* mogelijk een bekend gezicht was voor de proefpersoon. Als woorden gebruikten we willekeurige woorden, waarbij de *probe* mogelijk een woord was met speciale betekenis voor de proefpersoon. Deze verschillende soorten stimuli vereisen specifieke bewerkingen om ervoor te zorgen dat toevallige variatie tussen de stimuli geen vertekend beeld geeft. Zo moet bijvoorbeeld de afmeting van alle woorden op het scherm gelijk zijn, en mogen opeenvolgende woorden niet te veel op elkaar lijken. Bij de gezichten is het van belang dat er geen verschil bestaat in luminantie (helderheid) tussen de verschillende gezichten (van grote invloed op de pupilgrootte).

Om grote sets afbeeldingen van gezichten te bewerken tot bruikbare stimuli ontwikkelden wij een software pakket “face_processor” (van der Mijn, 2023a). Hiermee werden alle gezichten gepast in een ellips van een standaard grootte van 100 pixels hoog en 70 pixels breed. Ze werden omgezet in grijswaarden met een gemiddelde intensiteit van 128 (op een schaal van 0-255). Na deze standaardisatie werden gezichten die duidelijke artefacten vertoonden handmatig verwijderd. Hieronder vielen gevallen waarin er een duidelijk kader zichtbaar was rond de ellips, gezichten die schuin stonden, en gezichten met gesloten ogen. Voorbeelden van gestandaardiseerde aangezichtsfoto’s in termen van uitsnede, grootte, positionering, rotatie, en belichting, worden getoond in Figuur 1.

Voor standaardisering:

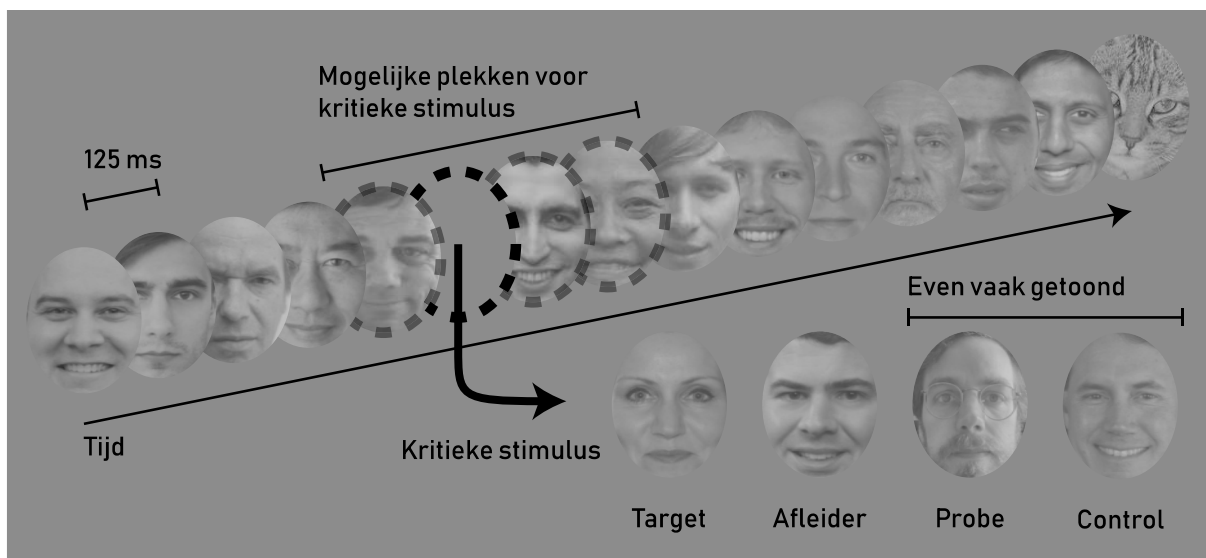


Na standaardisering:



Figuur 1. Natuurlijke variatie tussen afbeeldingen, zoals in helderheid, positie, en afmeting kan ongewild de aandacht van deelnemers trekken. De door ons reeds ontwikkelde software kan dit voorkomen door de afbeeldingen van gezichten op zulke aspecten te standaardiseren.

Voor de presentatie van de RSVP-taak werd gebruikgemaakt van het gratis beschikbare *OpenSesame* programma (Mathôt et al., 2012), en een door ons ontwikkelde plugin “opensesame-plugin-RSVP” (van der Mijn, 2022). Deze software is specifiek bedoeld om het bouwen van een RSVP te vergemakkelijken. Alle in het onderzoeksproject ontwikkelde software is *Open Source*, en kan dus ook door de politie ingezet worden (voor een beknopte omschrijving, zie de Appendix). In Figuur 2 wordt een voorbeeld van een RSVP-taak met gezichten getoond, met een aanduiding van enkele belangrijke parameters (timing, frequentie).



Figuur 2. Voorbeeld van stimuli uit een experiment met gezichten. In dit voorbeeldexperiment krijgt de proefpersoon RSVPs te zien met gezichten van mannen. Na elke RSVP moet de proefpersoon

aangeven of er een vrouw te zien was of niet. Soms wordt als kritieke stimulus dus inderdaad het gezicht van een vrouw getoond als *target*, en soms een man als *afleider*, *probe*, of *control*. Als kritieke stimulus wordt even vaak de *probe* als een *controle* getoond.

Oogmetingen en EEG

In onze experimenten hebben we gebruik gemaakt van metingen aan het oog om te kunnen achterhalen of de aangeboden *probes* inderdaad andere reacties uitlokken. Deze metingen werden gedaan met een Eyelink *eyetracker*: een camera (infrarood) die in combinatie met software nauwkeurig pupilgrootte, microsaccades, en knipperfrequentie kan meten. De grootte van de pupil zal constant enigszins fluctueren, en is sterk afhankelijk van de hoeveelheid licht die op het netvlies valt. Daarom zullen er van alle condities (*probe*, *controle*, *target*) meerdere metingen gedaan worden; de vuistregel is ongeveer 30 metingen per conditie. Vervolgens kan er van elk tijdstip rondom het presenteren van de kritieke stimulus een gemiddelde pupilgrootte berekend worden. Door de gemiddelden van alle tijdpunten naast elkaar te zetten krijgen we een verloop van gemiddelde pupilgrootte te zien, vanaf het moment dat de kritieke stimulus werd getoond tot enkele seconden daarna. Door middel van geavanceerde statistische methoden (*cluster based permutation testing*, *deep neural network classifiers*) kan vervolgens beoordeeld worden of het verschil tussen condities niet op toeval berust, maar veroorzaakt wordt door een reactie op de *probe*.

Naast pupilgrootte zal ook de *verandering van pupilgrootte* gebruikt kunnen worden om een verschil tussen *probe* en *controle* te testen. Hierbij berekenen we de verwijding of vernauwing van de pupil van milliseconde tot milliseconde. Het gebruik van deze afgeleide maat heeft het voordeel dat de toevallige grootte van de pupil bij aanvang van de meting minder invloed heeft op de meting. Tenslotte hebben we ook gekeken naar oogknippers, saccades (oogbewegingen), en micro-saccades. Om deze te classificeren op basis van de eyetracker-data hebben wij op maat gemaakte open-source software ontwikkeld, genaamd “*pycrosaccade*” (van der Mijn, 2023b).

Omdat niet eerder aangetoond is in welke mate oogmetingen in staat zijn om de effectiviteit van het EEG te benaderen bij het afnemen van een CIT door middel van RSVP, zal er ook een meting van het EEG plaatsvinden. Hierbij kunnen vergelijkbare statistische methoden gebruikt worden als bij de pupilmetingen om verschillen tussen condities te toetsen. De verwachting is echter dat een verschil tussen condities al sneller na de presentatie van de kritieke stimulus waar te nemen zal zijn.

Overzicht experimenten

Gedurende het onderzoek zijn er 7 experimenten uitgevoerd waarin de verschillende aspecten van de methode worden getest. In Tabel 1 is een overzicht van de experimenten weergegeven.

Tabel 1. Overzicht experimenten

Exp.	Stimuli	Metingen	Proefpersonen	Probe
1	Namen	Pupil	31	eigen naam
2	Namen	Pupil	36	eigen naam, of willekeurig
3	Gezichten	Oculomotor	31	gezicht vader of moeder
4	Gezichten	EEG	37	gezicht vader of moeder
5	Gezichten	Pupil	53	gezicht Barack Obama
6	Woorden	Pupil	57	zelfgekozen “verstopplaats” uit een misdaadscenario
7	Gezichten	EEG + Pupil	22	gezicht vader of moeder

Resultaten

Uit de resultaten van de door ons uitgevoerde experimenten blijkt dat onze methode op groepsniveau goed werkt, zoals te zien is in Figuur 3. In alle experimenten, behalve Experiment 6, wordt er een significant verschil waargenomen tussen de metingen tijdens de presentatie van de *probe* en de *controle*. Echter, in geen van de experimenten lukt het om op individueel niveau bij meer dan 95% van de proefpersonen een significant verschil waar te nemen tussen *probe* en *controle*. Dit betekent dat bij meer dan 5% van de proefpersonen een verschil wordt waargenomen waarvan we niet kunnen zeggen dat het geen toeval is.

Experiment 1

Het doel van Experiment 1 was het repliceren van de resultaten uit Bowman et al. (2013) door gebruik te maken van pupilmetingen in plaats van EEG. 31 Proefpersonen kregen stimuli aangeboden op een computerscherm in series van 11 woorden die elk 100 ms op het scherm te zien waren: de RSVP. De woorden waren altijd willekeurige Nederlandse voornamen. Aan het begin van het experiment koos de proefpersoon een pseudoniem uit een lijst van 15 willekeurig voornamen (voortaan: *target*). Vervolgens kreeg de proefpersoon 180 keer een RSVP aangeboden. Elke RSVP bevatte ongeveer halverwege een kritieke stimulus: de *probe*, de echte naam (voortaan: *probe*), of een willekeurige andere voornaam die (buiten het weten van de proefpersoon om) aan het begin van het experiment geselecteerd was (voortaan: *controle*). Aan het eind van elke RSVP werd de proefpersoon gevraagd of de *probe* getoond was. Gedurende het tonen van de RSVP registreerde een infraroodcamera de grootte van de pupil. Gezien het sterke waargenomen effect van het tonen van de *probe* op het P3 signaal in het EEG in Bowman et al. (2013), verwachtten we dat ook de grootte van de pupil significant groter zou zijn tijdens het tonen van RSVPs met een *probe*, vergeleken met RSVPs met een *controle*.

De presentatie van de eigen naam van de proefpersoon resulteerde inderdaad in een significant grotere pupil in vergelijking met een controle stimulus. Bovendien bleek uit dit experiment dat een grote hoeveelheid herhalingen waarschijnlijk niet nodig is, en zelfs de methode minder betrouwbaar kan maken. Een aanvullende analyse liet zien dat wanneer alleen de eerste helft van het experiment beschouwd werd, het effect robuuster bleek. Voor een volledige rapportage van Experiment 1 verwijzen wij naar het gepubliceerde artikel van Chen et al. (2023).

Experiment 2

Het doel van Experiment 2 was het repliceren van Experiment 1, en daarbij vast te stellen hoe gevoelig de herkenning van *probes* is met het gebruik van pupillometrie. Om dat te doen werd de helft

van de 36 proefpersonen ingedeeld in een “schuldige” groep, die effectief hetzelfde te zien kregen als de proefpersonen in Experiment 1. De andere helft van de proefpersonen (“onschuldig”) kreeg in plaats van hun echte naam een andere willekeurig geselecteerde naam te zien als *probe*. Op deze manier is vast te stellen of de methode misschien zo gevoelig is dat ook een te groot percentage van de onschuldige proefpersonen als schuldig aangewezen zouden worden.

In dit experiment kwam net als in Experiment 1 naar voren dat de eigen naam resulteerde in een grotere pupil. Wel bleek uit dit experiment dat voor sommige proefpersonen waarbij de *probe* niet hun eigen naam was, er toch een verschil waar te nemen was in de pupilgrootte. Dit geeft het belang aan van de zorgvuldige selectie van controle stimuli. Een uitgebreid rapport van dit experiment is te lezen in de bachelorthese van Göl et al. (2022).

Experiment 3

In eerder onderzoek met EEG werd in de groep van Howard Bowman aangetoond dat de RSVP methode ook gebruikt kan worden om onderscheid te maken tussen willekeurige gezichten (*controle*) en bekende gezichten (*probes*) (Alsufyani et al., 2019). In Experiment 3 werd getest of dit onderscheid ook gemaakt kan worden door gebruik te maken van pupilmetingen en andere oogbewegingsmaten. Hiervoor kregen 31 proefpersonen een RSVP met willekeurige gezichten van hetzelfde geslacht te zien. Ongeveer halverwege de RSVP werd een kritiek gezicht getoond: Een gezicht van het andere geslacht (*target*), het gezicht van een van de ouders van de proefpersoon (*probe*, overigens altijd hetzelfde geslacht als de afleiders/controles), of een willekeurig gezicht (*controle*). Na elke RSVP werd gevraagd aan de proefpersoon of ze een gezicht van het andere geslacht hadden gezien, en of dit een oud of jong persoon betrof.

Pupilgrootte bleek geschikt om onderscheid te maken tussen het zien van een willekeurig gezicht (*controle*) en het gezicht van een van de ouders van een proefpersoon (*probe*). In dit experiment werd gevarieerd met hoe lang elke stimulus in beeld was; 125 milliseconden leverde het beste resultaat. Ook werd uit dit experiment duidelijk dat andere oogbewegingsmaten (microsaccades en knipperfrequentie) minder geschikt zijn wanneer ze gecombineerd worden met RSVP. Een uitgebreid rapport van dit experiment is te lezen in de preprint van Chen et al. (2023)

Experiment 4

Om meer grip te krijgen op hoe het tonen van bekende gezichten aan proefpersonen in een RSVP onderkend kan worden werd Experiment 3 herhaald met 29 proefpersonen, waarbij het EEG gemeten werd. Door middel van nieuwe EEG analyses die gebruik maken van *neural network decoding* werd getracht bij meer proefpersonen te onderkennen dat een bekend gezicht werd gezien, terwijl het type-II fout (valse positieven) zou afnemen.

Echter, de analyses van het EEG signaal wierpen in dit experiment nieuwe vragen op. Door gebruik te maken van een *neural network decoder* is het mogelijk om EEG metingen op basis van variatie over tijd en elektroden te kunnen classificeren als *probe* of *controle*. In sommige gevallen bleek deze de classificatie zo gevoelig te zijn dat ook verschillende controlecondities van elkaar konden worden onderscheiden. Dat zou kunnen komen doordat in deze gevallen de proefpersoon een van de controlestimuli gaat herkennen (bijvoorbeeld als het willekeurig geselecteerde controlegezicht toevallig erg herkenbare trekken heeft). Deze vondst benadrukt eens te meer hoe groot het belang is van zorgvuldige selectie van controle stimuli. Een uitgebreid verslag van dit experiment is te lezen in een ongepubliceerd manuscript van Chen et al. (2024).

Experiment 5

In Experiment 5 werd onderzocht of het effect dat werd waargenomen in experiment 3 en 4 niet alleen berust op de herkenning van het gezicht de ouders van de proefpersonen, maar ook optreedt bij herkenning van andere bekende gezichten. Daarvoor werd net als in Asufyani et al. (2019) gebruik gemaakt van een beroemd gezicht: in dit geval dat van Barack Obama. In dit experiment werd ook voor het eerste gebruik gemaakt van een geavanceerdere methode voor de standaardisering van gezichten met behulp van de door ons ontwikkelde open-source tool *faceprocessor* (van der Mijn, 2023a).

Pupilgrootte en pupil verschil konden op groepsniveau gebruikt worden om te classificeren of een proefpersoon een willekeurig gezicht zag, of het gezicht van Barack Obama. Dit geeft aan dat ook een bekend gezicht dat geen familielid is van de proefpersoon een classificeerbare psychofysiologische reactie geeft. Hoewel deze vondst op groepsniveau robuust was, was het effect wel kleiner dan wanneer het gezicht van een van de ouders werd gebruikt. Een uitgebreid verslag van dit experiment is terug te lezen in de bachelor these van Masarà et al. (2022).

Experiment 6

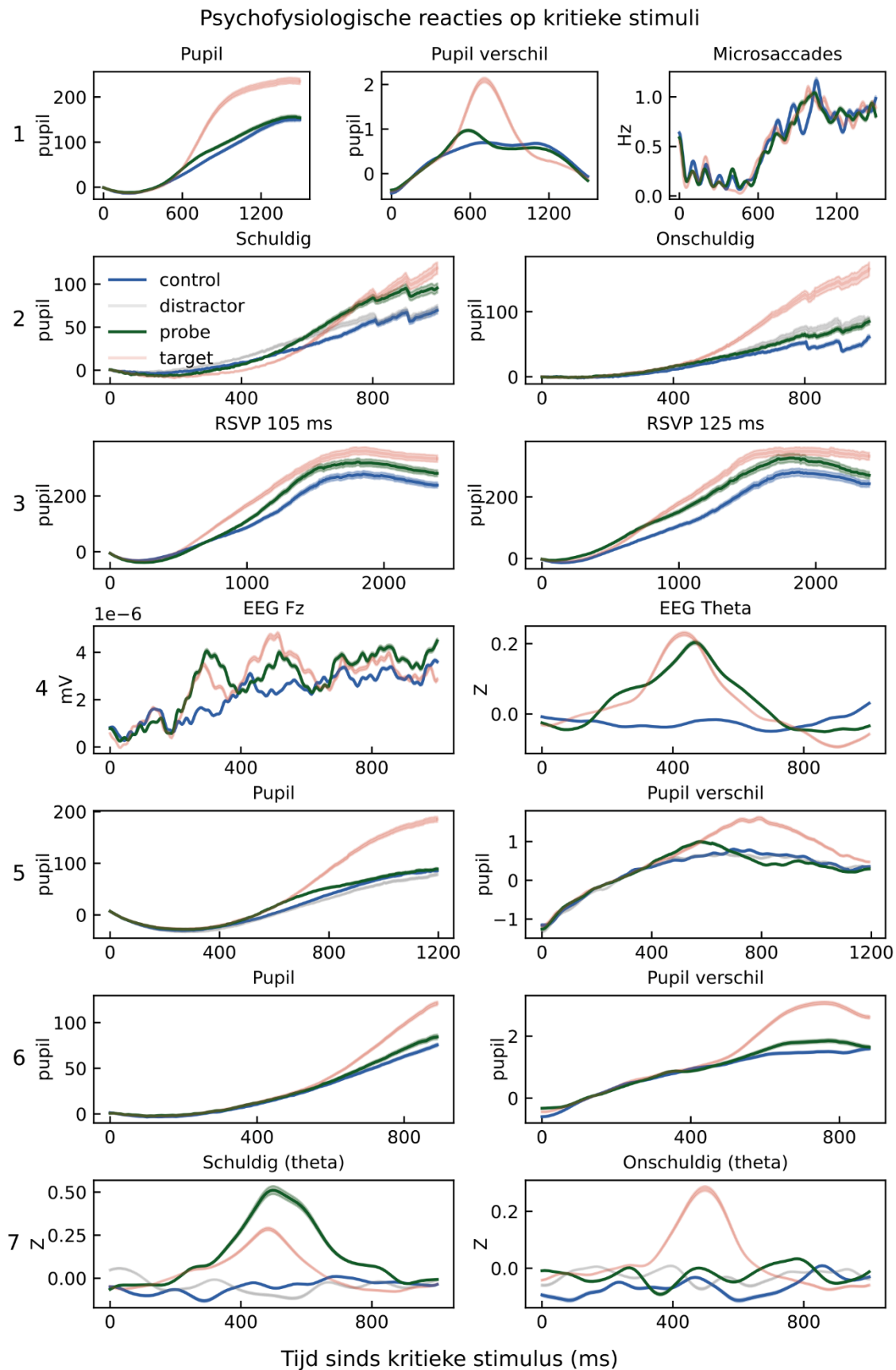
Om te onderzoeken of het RSVP-paradigma ook bruikbaar zou zijn voor ander soort verborgen informatie, zoals bijvoorbeeld daderkennis, werd gebruik gemaakt van een *mock-crime* scenario. 57 proefpersonen moesten zich na het lezen van een scenario inbeelden dat ze gevoelige informatie verstopten in een plaats in Nederland. Vervolgens bestond de RSVP uit willekeurige plaatsnamen, waarin de *probe* de eerder gekozen “geheime” plaats was. Wederom kon onze methode op groepsniveau de *probe* onderscheiden van de *controle*, maar op individueel niveau nog niet goed genoeg. Het uitgebreide verslag van dit experiment is opgenomen in de bachelor these van Possul et al. (2023).

Experiment 7

Om te verifiëren of de analyse uit Experiment 4 een acceptabele verhouding tussen correcte inschattingen en valse positieven oplevert is Experiment 7 opgedeeld in blokken van 20 trials. Tijdens de helft van de blokken werd als *probe* gebruik gemaakt van een foto van een van de ouders van de proefpersoon (23 in totaal), de “schuldige” conditie. In de andere helft van de blokken werd als *probe* een ander willekeurig gezicht getoond, de “onschuldige” conditie. Zoals gebruikelijk waren de andere kritieke stimuli in beide condities een ander willekeurig gezicht dat voor het hele experiment gelijk bleef, of een ander willekeurig gezicht dat net als de afleiders elke trial opnieuw werd geselecteerd.

Met dezelfde technieken als gebruikt in Experiment 4 werd op basis van het EEG signaal geclassificeerd of een trial werd getoond tijdens een “schuldig” blok of een “onschuldig” blok. Op groepsniveau gaf vooral de hoeveelheid *theta power* in het EEG heel duidelijk aan of er sprake is van herkenning of niet. Echter, op individueel niveau komt het nog geregeld voor dat de willekeurige *probe* (onschuldig) geclassificeerd wordt als “herkenning” (valse positieve).

Momenteel wordt de data die verkregen is uit Experiment 7 verder geanalyseerd om een duidelijk beeld te krijgen van de bruikbaarheid van de methode. Doordat tijdens het experiment ook pupilgegevens zijn verzameld, kan verder een degelijke vergelijking gemaakt worden tussen classificatie door middel van EEG en door middel van pupilmeting.



Figuur 3. In panelen 1-7 worden psychofysiologische reacties weergegeven op de verschillende kritieke stimuli tijdens de uitgevoerde experimenten. Het doorzichtig gearceerde gebied rondom de lijnen geeft de standaardfout weer. Voor elk van de experimenten geldt dat er een vergelijking gemaakt wordt tussen

de *probe* (groene lijn) en *controle* (blauwe lijn). De reactie op de *target* (rode lijn) is ter illustratie afgebeeld, maar wordt niet vergeleken met de andere condities, omdat het hier om een stimulus gaat die alleen relevant is voor de (neutrale) taak.

Conclusie

De onderzoeksresultaten wijzen uit dat onze nieuwe RSVP-gebaseerde methode van fotoconfrontatie de potentie heeft om op objectieve manier vast te stellen of een waarnemer beschikt over bepaalde informatie.

Het belangrijkste voordeel aan deze methode is dat het niet mogelijk is om de test moedwillig te misleiden. Wanneer een waarnemer bijvoorbeeld een psychofysiologische reactie zou willen opwekken (bijvoorbeeld door aan iets emotioneels te denken), dan zou deze reactie altijd te laat komen. De proefpersoon kan namelijk van tevoren niet weten welke kritieke stimulus gaat komen. Zodra de kritieke stimulus is geweest is het te laat om nog een reactie proberen op te wekken. Wanneer de proefpersoon de kritieke stimulus zou proberen te negeren wordt dit onmiddellijk onderkend doordat op de *target* niet meer adequaat wordt gereageerd (richting kansniveau).

Uit ons onderzoek bleek verder dat het mogelijk is om de detectie te verbeteren door aanpassingen te doen aan de stimulusduur en -frequentie, en dat standaardisatie van afbeeldingen (gezichten) kan helpen om de variabiliteit in de waarneming en reactie te verminderen. Het verdient aanbeveling om de parameters van de RSVP-taak die gekozen zijn op basis van deze bevindingen ook te valideren met betrekking tot de robuustheid van de taak tegen misleiding.

Hoewel de pupil- en EEG- metingen van verborgen kennis in de huidige studies op groepsniveau effectief en robuust zijn, zijn deze nog niet gevoelig genoeg om op individueel niveau betrouwbare resultaten te geven. Wij toonden aan dat *cluster based permutation testing* op individueel niveau te gevoelig is voor ruis, en stelden bovendien vast dat deze methode relatief veel rekenkracht vereist. *Deep neural network classifiers* vereisen een vergelijkbare rekenkracht, maar zijn minder gevoelig voor ruis. Uit onze resultaten blijkt echter ook dat deze methode soms nog te gevoelig kan zijn, en soms de *controle* condities zal classificeren als “herkenning” (valse positieve).

Vervolgstudies

Om de beperkingen die in dit onderzoek aan het licht zijn gekomen te verhelpen, zouden nieuwe studies wenselijk zijn. Deze studies moeten zich ten eerste richten op de ontwikkeling van effectievere statistische methoden om het verschil tussen een herkenbare *probe* en een willekeurige *controle* te kunnen aantonen, met name op individueel niveau.

Het huidige onderzoek zich heeft beperkt tot het testen van stimuli in de vorm van woorden of gezichten. Een voorwaarde voor potentiële stimuli is dat we keuze hebben uit een grote hoeveelheid willekeurige stimuli die qua uiterlijk veel op de *probe* lijken. Hiervoor zijn gezichten en woorden (bijvoorbeeld voornamen) erg geschikt. In vervolgonderzoek zou ook gebruikt kunnen maken van een

grotere variëteit aan stimuli, zoals bijvoorbeeld voertuigen of gebouwen. Ook de mate van standaardisering die vereist is zou verder onderzocht moeten worden. Wanneer de methode ook met een lagere mate van standaardisering werkt zou dit de toepassing praktischer en flexibeler maken.

Het is verder van belang om stimuli te testen die meer aansluiten bij de forensische context. Herkenning van dergelijke stimuli (e.g., het gezicht van het slachtoffer, het wapen, etc.) berust minder op hoge familiariteit, en meer op emotionele, episodische herinneringen. Ook is de testsituatie voor een getuige of verdachte anders van karakter; er staat immers iets op het spel. Het effect daarvan zou vastgesteld moeten worden.

Tenslotte zou de software die in dit onderzoeksproject is ontwikkeld verder uitgebreid moeten worden, om betrouwbare implementatie in de opsporingspraktijk verder te faciliteren. Te denken valt aan standaardisering van andersoortige stimuli, en meer uitgebreide analyse-protocollen.

Verklarende woordenlijst

CIT	<i>Concealed Information Test</i> : een test die aantoont of iemand beschikt over bepaalde informatie.
Probe	Het stuk informatie waarvan de test wil onderzoeken of deze aanwezig is bij de waarnemer. Als de <i>probe</i> niet bekend is bij de waarnemer, dan verwachten we dezelfde reactie als op de <i>controle</i> .
Controle	Een stuk informatie waarvan zeker is dat de waarnemer geen kennis heeft, maar wat qua uiterlijke kenmerken wel op de <i>probe</i> lijkt. De controle moet tijdens een experiment even vaak worden aangeboden als de <i>probe</i> .
Afleider	Qua uiterlijke kenmerken lijkt de <i>afleider</i> op de <i>controle</i> en <i>probe</i> . De <i>afleider</i> vult de rest van de RSVP op en dient als middel om de directe aandacht van de kritieke stimuli af te leiden.
Target	De kritieke stimulus waar de proefpersoon naar op zoek is, maar die niet met de CIT zelf te maken heeft. Het <i>target</i> is bedoeld om de aandacht op het juiste moment op de RSVP gericht te krijgen.
RSVP	<i>Rapid Serial Visual Presentation</i> : een serie stimuli wordt kort (ca. 100 ms per stuk) achter elkaar op dezelfde plek op een scherm getoond.
EEG	<i>Electro-encefalografie</i> : elektroden worden op het hoofd geplaatst waarmee de zeer zwakke actiepotentialen van neuronen in het brein geregistreerd kunnen worden.
ERP	<i>Event related potential</i> : door het gemiddelde te berekenen van actiepotentialen in reactie op herhaaldelijk aangeboden stimuli kunnen betrouwbare verschillen tussen verschillende condities waargenomen in het EEG.
P300/P3	Een veelvuldig onderzocht ERP component dat in verband gebracht wordt met geheugenconsolidatie van een stimulus. De P300 is een positief (P) potentiaal dat meestal rond de 300 ms na de presentatie van de stimulus begint.
Theta power	De mate van aanwezigheid van ritmische fluctuaties tussen de 4 en 8 Hz in het EEG signaal.

Referenties

- Akyürek, E., Eshuis, S. A. H., Nieuwenstein, M. R., Saija, J. D., Başkent, D., & Hommel, B. (2012). Temporal target integration underlies performance at lag 1 in the attentional blink. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 38(6), 1448–1464.
<https://doi.org/10.1037/a0027610>
- Alsufyani, A., Hajilou, O., Zoumpoulaki, A., Filetti, M., Alsufyani, H., Solomon, C. J., Gibson, S. J., Alroobaea, R., & Bowman, H. (2019). Breakthrough percepts of famous faces. *Psychophysiology*, 56(1), e13279. <https://doi.org/10.1111/psyp.13279>
- Alsufyani, A., Harris, K., Zoumpoulaki, A., Filetti, M., & Bowman, H. (2021). Breakthrough percepts of famous names. *Cortex*, 139, 267–281. <https://doi.org/10.1016/j.cortex.2021.02.030>
- Bowman, H., Filetti, M., Alsufyani, A., Janssen, D., & Su, L. (2014). Countering Countermeasures: Detecting Identity Lies by Detecting Conscious Breakthrough. *PLOS ONE*, 9(3), e90595.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0090595>
- Bowman, H., Filetti, M., Janssen, D., Su, L., Alsufyani, A., & Wyble, B. (2013). Subliminal Salience Search Illustrated: EEG Identity and Deception Detection on the Fringe of Awareness. *PLOS ONE*, 8(1), e54258. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0054258>
- Broadbent, D. E., & Broadbent, M. H. P. (1987). From detection to identification: Response to multiple targets in rapid serial visual presentation. *Perception & Psychophysics*, 42(2), 105–113. <https://doi.org/10.3758/BF03210498>
- Chen, I. Y., Büchel, P., Karabay, A., Mij, R. van der, Mathot, S., & Akyurek, E. (2023). *Concealed information detection in rapid serial visual presentation with oculomotor measures*. OSF.
<https://doi.org/10.31234/osf.io/rtyu6>
- Chen, I. Y., Karabay, A., Mathôt, S., Bowman, H., & Akyürek, E. G. (2023). Concealed identity information detection with pupillometry in rapid serial visual presentation. *Psychophysiology*, 60(1), e14155. <https://doi.org/10.1111/psyp.14155>

- Chen, I. Y., Mathôt, S., & Akyürek, E. G. (2024). *Concealed personally familiar face detection with EEG in rapid serial visual presentation*.
- Georgiadou, K., Chronos, A., Verschuere, B., & Sauerland, M. (2022). Reaction time-based Concealed Information Test in eyewitness identification is moderated by picture similarity but not eyewitness cooperation. *Psychological Research*, 86(7), 2278–2288.
<https://doi.org/10.1007/s00426-018-1139-8>
- Göl, S., Jansen, C., & Raszta, F. (2022). *Measuring Pupil Dilation in a Concealed Information Test Using Rapid Serial Visual*. <https://gmwpublic.studenttheses.ub.rug.nl/487/>
- Harris, K., Miller, C., Jose, B., Beech, A., Woodhams, J., & Bowman, H. (2021). Breakthrough percepts of online identity: Detecting recognition of email addresses on the fringe of awareness. *European Journal of Neuroscience*, 53(3), 895–901.
<https://doi.org/10.1111/ejn.15098>
- Karabay, A., Wilhelm, S. A., de Jong, J., Wang, J., Martens, S., & Akyürek, E. G. (2022). Two faces of perceptual awareness during the attentional blink: Gradual and discrete. *Journal of Experimental Psychology. General*, 151(7), 1520–1541. <https://doi.org/10.1037/xge0001156>
- klein Selle, N., Suchotzki, K., Pertzov, Y., & Gamer, M. (2023). Orienting versus inhibition: The theory behind the ocular-based Concealed Information Test. *Psychophysiology*, 60(3), e14186.
<https://doi.org/10.1111/psyp.14186>
- Lancry-Dayana, O. C., Nahari, T., Ben-Shakhar, G., & Pertzov, Y. (2018). Do you know him? Gaze dynamics toward familiar faces on a Concealed Information Test. *Journal of Applied Research in Memory and Cognition*, 7(2), 291–302. <https://doi.org/10.1037/h0101821>
- Lukács, G., Weiss, B., Dalos, V. D., Kilencz, T., Tudja, S., & Csifcsák, G. (2016). The first independent study on the complex trial protocol version of the P300-based concealed information test: Corroboration of previous findings and highlights on vulnerabilities. *International Journal of Psychophysiology*, 110, 56–65.
<https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2016.10.010>

- Masarà, L., Mazarakis, K., Wagenaar, R., de Jong, A., & van Waveren Hogervorst, N. (2022). *Concealed Information Testing with Rapid Serial Visual Presentation, Pupillometry, and Face Stimuli presentation*. <https://gmwpublic.studenttheses.ub.rug.nl/1218/>
- Mathôt, S., Schreij, D., & Theeuwes, J. (2012). OpenSesame: An open-source, graphical experiment builder for the social sciences. *Behavior Research Methods*, 44(2), 314–324. <https://doi.org/10.3758/s13428-011-0168-7>
- Meijer, E. H., Selle, N. K., Elber, L., & Ben-Shakhar, G. (2014). Memory detection with the Concealed Information Test: A meta analysis of skin conductance, respiration, heart rate, and P300 data. *Psychophysiology*, 51(9), 879–904. <https://doi.org/10.1111/psyp.12239>
- Meijer, E. H., & Verschuere, B. (2017). Deception detection based on neuroimaging: Better than the polygraph? *Journal of Forensic Radiology and Imaging*, 8, 17–21. <https://doi.org/10.1016/j.jofri.2017.03.003>
- Meijer, E. H., Verschuere, B., Gamer, M., Merckelbach, H., & Ben-Shakhar, G. (2016). Deception detection with behavioral, autonomic, and neural measures: Conceptual and methodological considerations that warrant modesty. *Psychophysiology*, 53(5), 593–604. <https://doi.org/10.1111/psyp.12609>
- Millen, A. E., & Hancock, P. J. B. (2019). Eye see through you! Eye tracking unmasks concealed face recognition despite countermeasures. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 4(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s41235-019-0169-0>
- Millen, A. E., Hope, L., & Hillstrom, A. P. (2020). Eye spy a liar: Assessing the utility of eye fixations and confidence judgments for detecting concealed recognition of faces, scenes and objects. *Cognitive Research: Principles and Implications*, 5, 38. <https://doi.org/10.1186/s41235-020-00227-4>
- Peth, J., Kim, J. S. C., & Gamer, M. (2013). Fixations and eye-blinks allow for detecting concealed crime related memories. *International Journal of Psychophysiology*, 88(1), 96–103. <https://doi.org/10.1016/j.ijpsycho.2013.03.003>

- Possul, J., Bosch, C., Feijen, A., Hettema, D., Nguyen, T., & Kroner, T. (2023). *Detection of Concealed Information in a Mock-Crime Scenario Using Pupillometry and*.
<https://gmwpublic.studenttheses.ub.rug.nl/1921/>
- Raymond, J. E., Shapiro, K. L., & Arnell, K. M. (1992). Temporary Suppression of Visual Processing in an RSVP Task: An Attentional Blink? *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 18(3), 849–860. Scopus. <https://doi.org/10.1037/0096-1523.18.3.849>
- Rosenfeld, J. P., Soskins, M., Bosh, G., & Ryan, A. (2004). Simple, effective countermeasures to P300-based tests of detection of concealed information. *Psychophysiology*, 41(2), 205–219. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2004.00158.x>
- Rosenzweig, G., & Bonnef, Y. S. (2020). Concealed information revealed by involuntary eye movements on the fringe of awareness in a mock terror experiment. *Scientific Reports*, 10(1), Article 1. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-71487-9>
- Sauerland, M., Wolfs, A. C. F., Crans, S., & Verschuere, B. (2019). Testing a potential alternative to traditional identification procedures: Reaction time-based concealed information test does not work for lineups with cooperative witnesses. *Psychological Research*, 83(6), 1210–1222. <https://doi.org/10.1007/s00426-017-0948-5>
- Simione, L., Akyürek, E. G., Vastola, V., Raffone, A., & Bowman, H. (2017). Illusions of integration are subjectively impenetrable: Phenomenological experience of Lag 1 percepts during dual-target RSVP. *Consciousness and Cognition*, 51, 181–192. <https://doi.org/10.1016/j.concog.2017.03.004>
- Suchotzki, K., Verschuere, B., Van Bockstaele, B., Ben-Shakhar, G., & Crombez, G. (2017). Lying takes time: A meta-analysis on reaction time measures of deception. *Psychological Bulletin*, 143(4), 428–453. <https://doi.org/10.1037/bul0000087>
- van Amelsvoort, A. G. (2014). *Handleiding confrontatie*. Sdu Uitgevers.
- van der Mijn, R. (2022). *opensesame-plugin-RSVP: Add an RSVP task to an OpenSesame experiment* (0.11) [Python]. <https://github.com/robbertmijn/opensesame-plugin-RSVP>

van der Mij, R. (2023a). *face_processor: Transform faces for use in RSVP experiments* (1.6)
[Computer software].

van der Mij, R. (2023b). *pycrosaccade: Detect microsaccades* (0.3.1) [Computer software].

van der Mij, R., Damsma, A., & van Rijn, H. (2018). Neural markers of memory consolidation do not predict temporal estimates of encoded items. *Neuropsychologia*, 117, 36–45.
<https://doi.org/10.1016/j.neuropsychologia.2018.04.039>

Appendix

Hieronder volgt een beknopte handleiding in het Engels (“readme”) van de Open Source software die in het onderzoeksproject is geschreven. De links naar deze software op GitHub zijn opgenomen in de referentielijst.

pycrosaccade

Detect microsaccades

Installation

Use pip install

```
> pip install pycrosaccade
```

Usage

Use in combination with <https://github.com/smathot/python-eyelinkparser/tree/master/eyelinkparser>

Preprocessing

```
from pycrosaccade import microsaccades, ms_diagnostics
```

```
from eyelinkparser import parse, defaulttraceprocessor
```

```
# Parse data as usual
```

```
dm = parse(  
    traceprocessor=defaulttraceprocessor(  
        blinkreconstruct=True,  
        downsample=None,  
        mode = "advanced"  
    )  
)
```

Out:

```
data/sub_1.asc.....data/sub_2.asc.....data/sub_3.asc.....  
.....
```

Microsaccades

For each phase in the experiment, add 5 columns (sacctlist_phase, sacclist_phase, saccdurlist_phase, saccdistlist_phase, saccfreq_phase)

```
microsaccades(dm)
```

```
print(dm.sacclist_fixation)
```

Out:

Calculating microsaccades in phase "baseline"

Calculating microsaccades in phase "feedback"

Calculating microsaccades in phase "fixation"

Calculating microsaccades in phase "problem"

Calculating microsaccades in phase "response"

```
col[[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

```
[ nan nan nan nan nan]
```

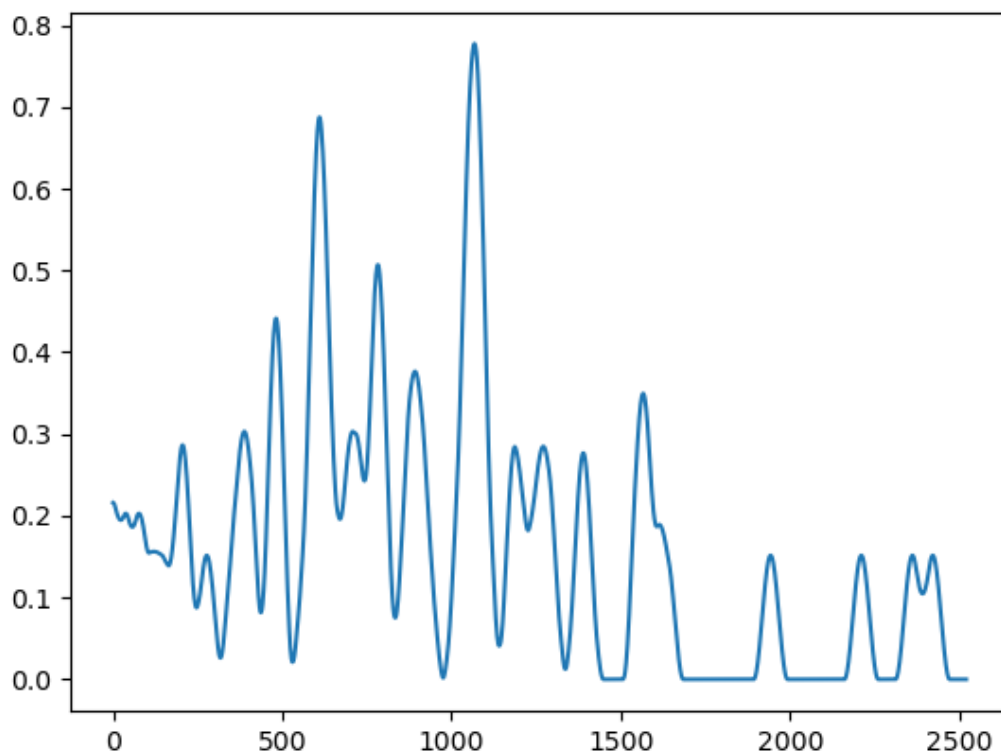
[illegible]

[209. nan nan nan nan]
[1237. nan nan nan nan]
[1268. nan nan nan nan]
[nan nan nan nan nan]
[275. nan nan nan nan]
[1066.1552. nan nan nan]
[143. 779. nan nan nan]
[705. nan nan nan nan]
[nan nan nan nan nan]
[569. 792.1396. nan nan]
[nan nan nan nan nan]
[nan nan nan nan nan]
[16. nan nan nan nan]
[nan nan nan nan nan]
[nan nan nan nan nan]
[nan nan nan nan nan]
[nan nan nan nan nan]
[91. 609. 738.1633.2209.]
[385. nan nan nan nan]
[1558. nan nan nan nan]
[474. 715. nan nan nan]
[354. 926. nan nan nan]
[nan nan nan nan nan]
[nan nan nan nan nan]
[629.1065. nan nan nan]
[1291.1590. nan nan nan]
[55. 608. 862.1088.1940.]
[nan nan nan nan nan]
[nan nan nan nan nan]
[nan nan nan nan nan]
[478.1020.1177.2420. nan]
[nan nan nan nan nan]
[nan nan nan nan nan]
[nan nan nan nan nan]]

Visualisation

```
from matplotlib import pyplot as plt
fig, ax = plt.subplots()
ax.plot(dm.saccfreq_fixation.mean)
fig.savefig('plot.png')
```

Out:



To compare the results with different parameters, use `ms_diagnostics`

```
microsaccades(dm, varname='default')
```

```
microsaccades(dm, varname='thres3', msVthres=3)
```

Out:

Calculating microsaccades in phase "baseline"

Calculating microsaccades in phase "feedback"

Calculating microsaccades in phase "fixation"

Calculating microsaccades in phase "problem"

Calculating microsaccades in phase "response"

Calculating microsaccades in phase "baseline"

Calculating microsaccades in phase "feedback"

Calculating microsaccades in phase "fixation"

Calculating microsaccades in phase "problem"

Calculating microsaccades in phase "response"

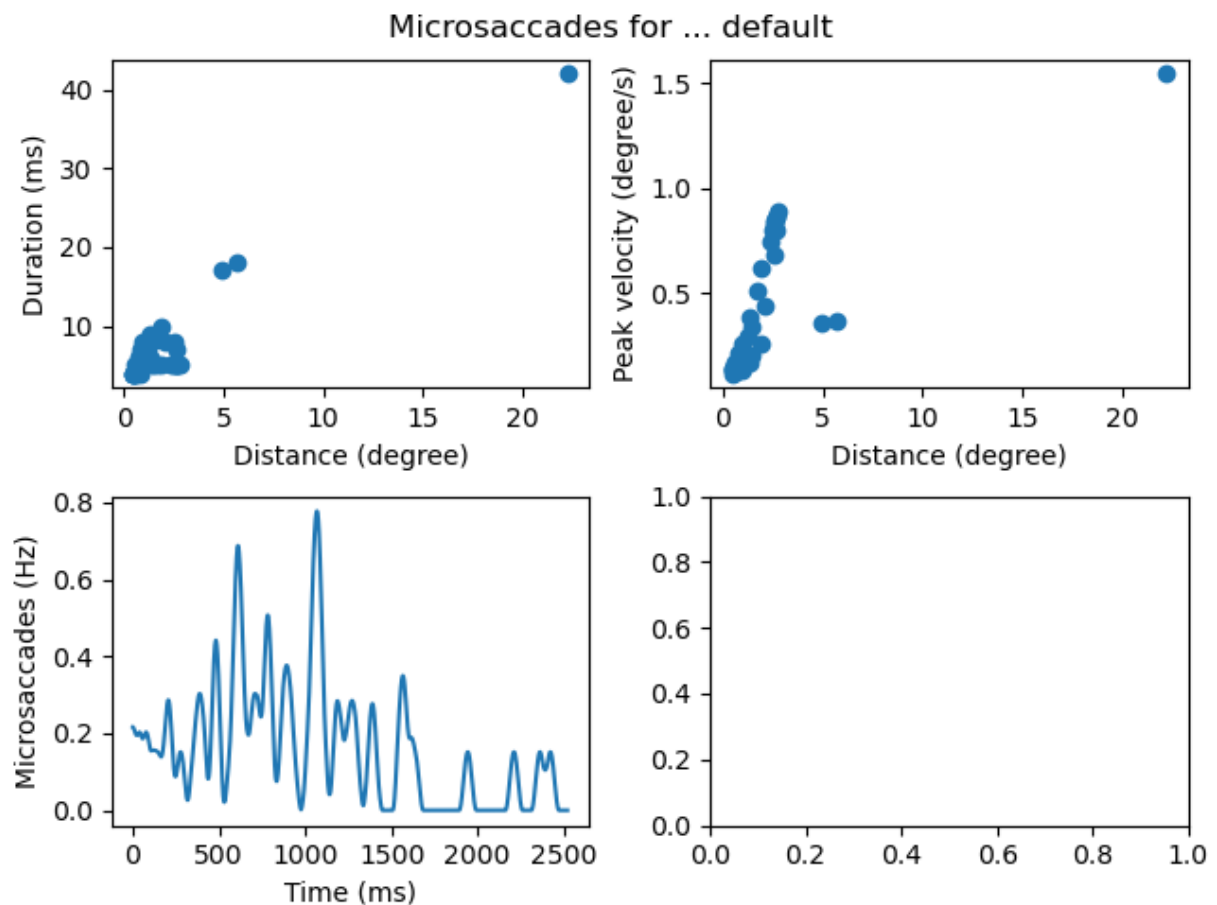
```
fig, axs = ms_diagnostics(dm, phase='fixation', varname='default')
```

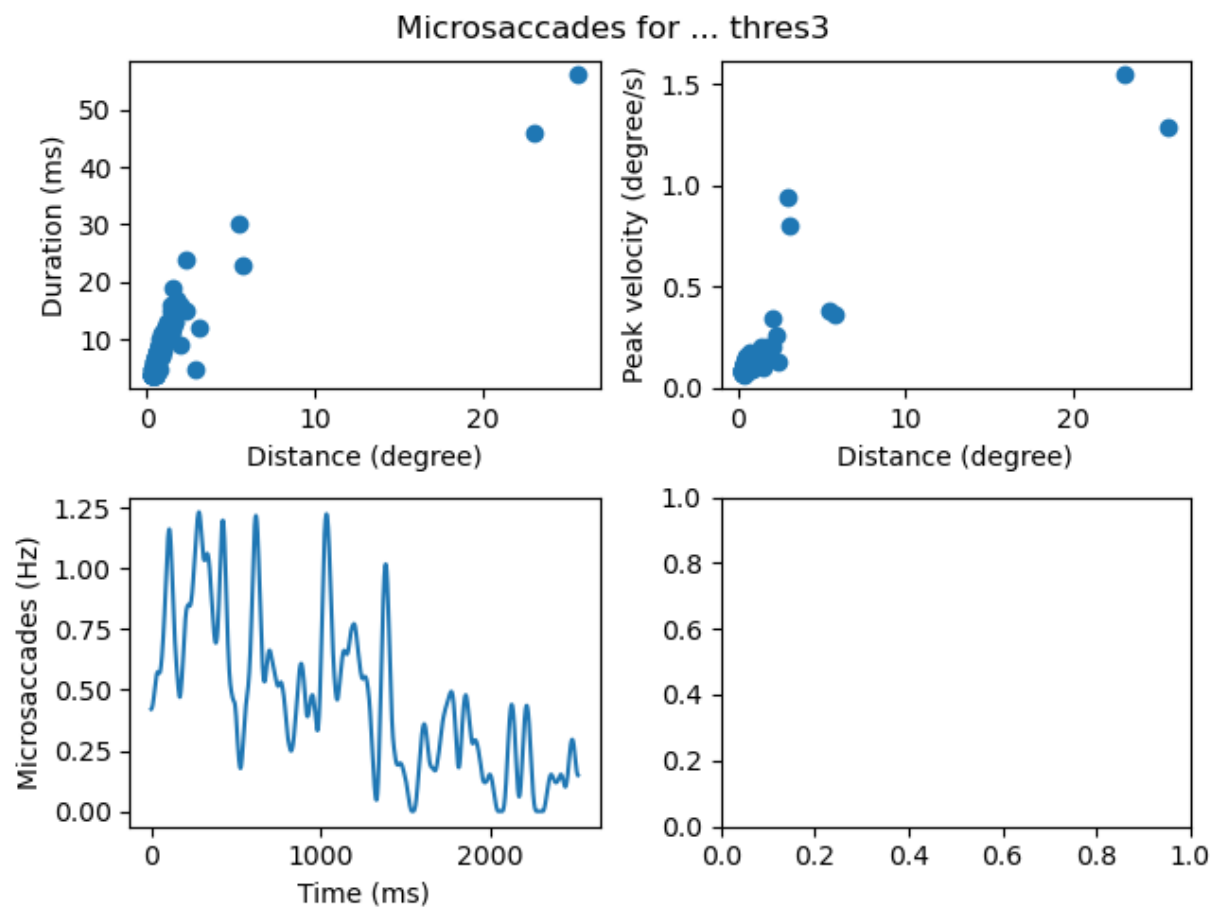
```
fig.savefig('defaults.png')
```

```
fig, axs = ms_diagnostics(dm, phase='fixation', varname='thres3')
```

```
fig.savefig('thres3.png')
```

Out:





Parameters

See functions.

References

Engbert, R., & Kliegl, R. (2003). Microsaccades uncover the orientation of covert attention. *Vision Research*, 43(9), 1035–1045. [https://doi.org/10.1016/S0042-6989\(03\)00084-1](https://doi.org/10.1016/S0042-6989(03)00084-1)

Liu, B., Nobre, A. C., & Ede, F. van. (2021). Functional but not obligatory link between microsaccades and neural modulation by covert spatial attention. *bioRxiv*. <https://doi.org/10.1101/2021.11.10.468033>

opensesame-plugin-RSVP

This plugin allows you to add a Rapid Serial Visual Presentation element to your experiment. The plugin can be used, for example, in a concealed information test (CIT). The RSVP plugin allows for pupil size measurements during a CIT. Previous research has shown that pupil size cannot be actively manipulated, while CITs that measure other bodily sensations can be manipulated.

The project included research into the implementation of pupil size measurements in CIT and the development of open source tools (preseting stimuli (text/images) on the screen, preparation of the stimuli, and analysis of the data) to be used in CIT. The project is funded by Police & Science (Politie & Wetenschap).

Features

The RSVP plugin provides an easy tool that can be implemented in an experiment. It contains the following features:

- An automated rapid serial visual Presentation
- Compatible with both text and image stimuli
- Contains an inter stimulus interval
- Targets and distractors can shuffle
- Number of targets and distractors can be adjusted
- Position of the targets and distractors can be adjusted

Getting started














The plugin works for OpenSesame, so make sure to have installed OpenSesame on your computer.

Next, install the RSVP plugin in OpenSesame as follows: (note: on Windows machines, you need to launch OpenSesame as Administrator!)

```
import pip
pip.main(['install', 'opensesame-plugin-rsvp'])
```

Usage

The plugin looks as follows:

Mode	<input type="text" value="text"/>	
Targets	<input type="text" value="[T1stim];[T2stim]"/>	
Number of targets	<input type="text" value="2"/>	 
Shuffle target	<input type="text" value="no"/>	
Distractors	<input type="text" value="[distractors]"/>	
Number of distractors	<input type="text" value="10"/>	 
Shuffle distractors	<input type="text" value="no"/>	
Stimulus Duration	<input type="text" value="125ms"/>	 
Fixation Duration	<input type="text" value="0ms"/>	 
Positions of the targets	<input type="text" value="[T1pos];12"/>	
Inter stimulus interval	<input type="text" value="1000ms"/>	 

The plugin shows several elements that can be adjusted to one's wishes. The following elements can be adjusted:

- mode (text or images)
- targets
- number of targets
- shuffle targets
- distractors
- number of distractors
- shuffle distractors
- stimulus duration

- fixation duration
- positions of the targets
- inter stimulus interval

Text stimuli

If the stimuli are **text**, one can type in the target text in the widget, separated by a semicolon (;').
 Another option is to make a textfile ('.txt') with a list of all target words, separated by a new line ('\n').
 This textfile should be added to the **filepool**, and the name of this textfile can be filled in in the widget.
 For example, the file can be named 'targets.txt' and this should be filled in in the widget, of course without the quotes. The same goes for the distractors.

Image stimuli

If the stimuli are **images**, one should **always add all images** of the experiment to the **filepool**. In addition, a textfile can be created with a list of all targets. This textfile contains all filenames of the images and these files are separated by an enter. The textfile is also added to the filepool and can be referred to in the widget, instead of listing all files separated by a semicolon. This is the same for the distractors.

License

No rights reserved. All files in this repository are released into the public domain.

face-processor

Tool to process faces for psychophysics experiments.

Adjust position of faces make the images equiluminant

References

Bainbridge, W. A., Isola, P., & Oliva, A. (2013). The Intrinsic Memorability of Face Photographs. *Journal of Experimental Psychology: General*, 142(4), 1323 - 1334.