

Context dependent face selection in a visual and semantic perspective

Citation for published version (APA):

Gentile, F. (2011). *Context dependent face selection in a visual and semantic perspective*. Datawyse / Universitaire Pers Maastricht.

Document status and date:

Published: 01/01/2011

Document Version:

Publisher's PDF, also known as Version of record

Please check the document version of this publication:

- A submitted manuscript is the version of the article upon submission and before peer-review. There can be important differences between the submitted version and the official published version of record. People interested in the research are advised to contact the author for the final version of the publication, or visit the DOI to the publisher's website.
- The final author version and the galley proof are versions of the publication after peer review.
- The final published version features the final layout of the paper including the volume, issue and page numbers.

[Link to publication](#)

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain
- You may freely distribute the URL identifying the publication in the public portal.

If the publication is distributed under the terms of Article 25fa of the Dutch Copyright Act, indicated by the "Taverne" license above, please follow below link for the End User Agreement:

www.umlib.nl/taverne-license

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us at:

repository@maastrichtuniversity.nl

providing details and we will investigate your claim.

Summary

The aim of the present work was to investigate the underlying neural mechanism of face selection in the presence of a distracting face. We explored this particular topic via two different perspectives. In fact, the relevance of a face in the pair was in one case related to the visual properties of that face (Chapter 2 and Chapter 3) and in the other studies (Chapter 4 and Chapter 5) to its semantic information. The combination of these two lines of research allowed a better understanding of the mechanism of face selection and the integrative process regarding the physical and semantic information that are associated with a target face. In Chapter 1 we outlined the rationale of the thesis and the technique and procedures used to test our hypothesis. In particular, we investigated whether the selection mechanism in the semantic as well as in the visual domain, worked according to the competitive models of selection. According to these models, when two items (e.g. faces) are simultaneously presented in the visual field and none of them is attended to (or selected), their perceptual or semantic information compete to be represented at the neural level. When one of the two items becomes relevant for behavior, selection occurs by shifting the focus of attention to the target. This biases competitive interactions towards the processing of that item only. The competition hypothesis was tested by simultaneously presenting two faces and by asking the participants to ignore both of them (ignore-faces task). The bias account was explored with an attend-to-face task where the subject had to covertly attend to one of the two faces. We used functional magnetic resonance imaging (fMRI) to identify the brain regions involved in face selection and to find out whether such a mechanism worked in a competitive fashion. The electroencephalography (EEG) technique was used in order to track the temporal dynamics of the two stages of selection that are hypothesized by competitive models: competition and bias effect. In Chapter 2 we described in more detail the fMRI experiment that was used to investigate the visual selection of a face in the context of a distractor. In this study the two faces presented were either similar or dissimilar to each other. We found that the two face selective areas, the fusiform face area (FFA) and the occipital face area (OFA) were modulated by the similarity manipulation only within the ignore-faces condition and not in the attend-to-face condition. The attend-to-face task consisted, in this particular study, of a match-to-face task where participants performed a button-press when the face on the left matched the one presented in the instruction phase. These results were interpreted in line with the competitive models of selection. First, the similarity effect that was found only in the ignore-faces condition suggested that both faces were processed to some extent. Moreover, the lower fMRI signal in the similar compared to the dissimilar condition, reflected the occurrence of competitive interactions between the two faces. In fact, according to the neural representation of the FFA, similar faces are processed by neighboring and overlapping neural populations. This would lead consequently to a stronger competition when similar faces would be presented compared to two dissimilar faces. The lack of modulation in the attend-to-face condition suggested that attention inhibited the influence of the distractor and biased competition towards the visual processing of the target. The same stimuli, tasks and design, as described in Chapter 2, were used in an EEG experiment that we illustrated in

Chapter 3. The EEG signal observed at the occipito-temporal location in a 250 time-window reflected the same pattern of activation that we found in OFA and FFA. More specifically, we observed at the level of the N250 ERP component that in the ignore-faces condition similar faces elicited a lower EEG signal compared to dissimilar face. In addition, this modulation was cancelled out by attending to one of the two faces (attend-to-face condition). In sum, the EEG experiment suggested that both the competitive and the bias phases of selection occurred in a late stage of face processing. In Chapter 4, we reported the fMRI experiment on the semantic selection of a face in the presence of another face. Similarly to the visual selection experiments we expected that this mechanism might work according to the competitive model of selection. Therefore, in analogy to the design above mentioned, we tested the competition and bias hypothesis by presenting two faces that had to be respectively ignored or (one of them) attended to. Moreover, as the selection occurred with regard of the semantic information of the target face each face was associated with a specific profession. Professions, associated with the pair of faces, could belong to the same (related faces) or to a different (unrelated faces) category. We observed in the inferior frontal gyrus (IFG) a relatedness effect in the ignore-faces condition and no modulation in the attend-to-face condition. In line with the interpretation of previous results in OFA and FFA (see fMRI results in Chapter 2) and in the N250 time-window (see EEG results in Chapter 3), we suggested that when the two faces were unattended to their semantic information was automatically processed and competed for representation. Attention resolved competition by favoring the processing of the profession information of the target face. In this experiment we also found that FFA was modulated by relatedness in the attend-to-face condition. The direction of this effect (attend-to-related-face > attend-to-unrelated-face) indicated that at this stage of face processing attention was used to integrate the semantic and perceptual information of the target face in FFA. The temporal profile of these neural events was outlined in the EEG experiment, described in Chapter 5. We observed that the integrative process in FFA (see fMRI results in Chapter 4) occurred, most likely, in a 250 time-window, as we found the same relatedness modulation within the attend-to-face condition at the level of the N250 in occipital-temporal sites. Finally, we observed in a frontal N300 a relatedness effect in the ignore-faces condition similar to the one we found in the IFG (see fMRI results in Chapter 4). However, unlike the pattern of activation of the IFG the N300 did show a relatedness modulation also in the attend-to-face condition. A similar lack of relatedness effect we observed in the IFG was found at the level of the parietal N400. These results suggested that the competitive and bias phases of selection took place respectively in the 300 ms and 400 ms time-windows. Finally, in Chapter 6, we draw the general conclusions from the four experiments. In summary, when a face has to be selected in the presence of another face on the basis of visual properties, this selection mechanism occurs in FFA and OFA in a late stage of face processing (250 ms) and according to the competitive models of selection (Chapter 2 and Chapter 3). Moreover, in Chapter 4 and Chapter 5 we observed that the same models hold if the relevance of the face to be selected is changed from visual to semantic information. We

also found a spatial and temporal shift in the regions involved in such a mechanism. Especially, selection occurred in the IFG between 300 and 400 ms. FFA, in this case, was involved in a earlier stage of selection when the integration between the semantic and facial feature of the target face took place.

Samenvatting

Het doel van de huidige studie was om het neurale mechanisme te onderzoeken dat gezichten selecteert in de aanwezigheid van afleidende gezichten. We onderzochten dit onderwerp vanuit twee verschillende perspectieven. De relevantie van een gezicht was danwel gerelateerd aan de visuele eigenschappen van dat gezicht (hoofdstuk 2 en 3), danwel gerelateerd aan semantische informatie ervan (hoofdstuk 4 en 5). Dankzij de combinatie van deze twee onderzoekslijnen konden we beter begrijpen hoe het mechanisme dat gezichten selecteert werkt, en hoe fysieke en semantische informatie van het betreffende gezicht worden geïntegreerd. In hoofdstuk 1 beschreven we de gedachte achter deze thesis, alsmede de technieken en de procedures die we gebruikten om onze hypothese te testen. Met name hebben we onderzocht of het selectiemechanisme, zowel in het visuele als in het semantische domein, werkten aan de hand van competitieve selectiemodellen. Volgens deze modellen ontstaat een competitie om neurale representatie tussen de perceptuele en semantische representaties van twee items (b.v. gezichten), wanneer deze tegelijkertijd in het visuele veld gepresenteerd worden en wanneer aan beiden geen aandacht wordt besteed. Wanneer één van beide items relevant wordt voor een bepaald gedrag, wordt het item geselecteerd door het verschuiven van de aandacht naar het relevante item. Hierdoor worden competitieve interacties bevoordeeld om enkel dat item te verwerken. De competitiehypothese werd getest door tegelijkertijd twee gezichten te presenteren en door de proefpersonen te vragen om beide te negeren ('ignore-faces' taak). De biashypothese werd getest door middel van een 'attend-to-face' taak. In deze taak werd de proefpersoon gevraagd om zijn/haar aandacht te richten op één van de gezichten. Aan de hand van functional magnetic resonance imaging (fMRI) probeerden we de hersengebieden te identificeren die betrokken zijn bij gezichtsselectie en te onderzoeken of deze selectie plaatsvond met behulp van competitieve processen. Daarnaast werd electroencephalography (EEG) gebruikt om de temporele dynamiek te achterhalen van de twee fases van selectie die genoemd worden in de competitie-modellen (het competitie- en het biaseffect). In hoofdstuk 2 beschreven we het fMRI experiment dat gebruikt werd om de visuele selectie van een gezicht, in aanwezigheid van een aandachtsafleidend gezicht, te onderzoeken. In deze studie waren deze twee gezichten danwel gelijk, danwel verschillend aan elkaar (gelijkenismanipulatie). De 'attend-to-face' conditie bestond uit een 'match-to-face' taak, waarin de proefpersoon gevraagd werd om op

een knop te drukken als het gezicht gepresenteerd aan de linkerzijde overeenkwam met het gezicht dat tijdens de instructiefase getoond werd. We ontdekten dat de twee gezichtsselectiegebieden fusiform face area (FFA) en occipital face area (OFA) enkel in de 'ignore faces' conditie en niet in de 'attend-to-face' conditie gemoduleerd werden door de gelijkenismanipulatie. In overeenstemming met de competitieve modellen, suggereerde het effect van gelijkenis (dat enkel in de 'ignore-faces' conditie werd gevonden) dat beide gezichten in zekere mate verwerkt werden. Daarnaast weerspiegelde het lage fMRI signaal in de gelijkende conditie, vergeleken met de ongelijkende conditie, het bestaan van competitieve interacties tussen de twee gezichten. Volgens de neurale representatie van FFA, worden op elkaar gelijkende gezichten verwerkt door naburige en overlappende neuronpopulaties. Wanneer twee gelijkende gezichten samen gepresenteerd worden, zou dit doorgaans tot een sterkere competitie leiden dan wanneer deze twee gezichten verschillend zijn. Het ontbreken van modulatie in de 'attend-to-face' conditie suggereerde dat aandacht de invloed van de aandachtsafleider onderdrukte en de competitie bevoordeelde voor de visuele verwerking van het relevante gezicht. Dezelfde stimuli, taken en design die werden beschreven in hoofdstuk 2 werden gebruikt in een EEG experiment dat beschreven werd in hoofdstuk 3. Het EEG signaal in deze studie vertoonde hetzelfde activatiepatroon dat we vonden in OFA en FFA. Daarnaast observeerden we competitie en een bias voor aandacht, 250ms na stimuluspresentatie, op een occipitale-temporale locatie. Daarbij observeerden we dat gelijkende gezichten in de 'ignore-faces' conditie rond de N250 ERP component een lager EEG signaal induceren vergeleken met gezichten die verschilden. Daar komt bij dat deze modulatie teniet werd gedaan wanneer er aandacht geschonken werd aan één van de twee gezichten ('attend-to-face' conditie). We kunnen hieruit concluderen dat zowel de competitie- als de biasfase pas in een later stadium in het gezichtsverwerkingsproces plaatsvinden. In hoofdstuk 4 beschreven we het fMRI experiment, waarin de semantische selectie van een gezicht, in aanwezigheid van een ander gezicht, werd onderzocht. Zoals in de visuele selectie-experimenten verwachtten we dat dit mechanisme zou kunnen handelen volgens het competitieve selectiemodel. Daarom, in overeenstemming met het design dat hierboven beschreven werd, testten we de competitie- en biashypothese door twee gezichten te presenteren, die danwel genegeerd moesten worden, danwel moest er aan één van beiden aandacht geschonken worden. Daarnaast werd elk gezicht gekoppeld aan een specifiek beroep, aangezien de selectie plaatsvond aan de hand van semantische informatie geassocieerd met de gezichten. De beroepen, die met de gezichtsparen geassocieerd werden, konden tot eenzelfde (gerelateerde gezichten) of tot een verschillende (ongerelateerde gezichten) beroepscategorie behoren. We vonden een gerelateerdheidseffect in de inferior frontal gyrus (IFG) in de 'ignore-faces' conditie, en geen modulatie in de 'attend-to-face' conditie. Gelet op de interpretaties van de vorige resultaten in OFA en FFA (zie fMRI resultaten) en in de ERP rond 250ms na stimuluspresentatie (zie EEG resultaten), interpreteerden we deze semantische resultaten als volgt. Wanneer beide gezichten genegeerd werden, werd hun semantische informatie automatisch verwerkt en deze informatie ging vervolgens competi-

tie aan voor representatie. Aandacht loste deze competitie op door de verwerking van het beroep van het relevante gezicht te bevoordelen. In dit experiment ontdekten we ook dat FFA gemoduleerd werd door het effect van gelijkenis in de 'attend-to-face' conditie. De richting van dit effect ('attend-to-related-faces' > 'attend-to-unrelated-faces') toonde aan dat in dit stadium van gezichtsverwerking, aandacht gebruikt wordt om semantische en perceptuele informatie van het relevante gezicht te integreren in FFA. Het temporele profiel van deze neurale gebeurtenissen werd beschreven in het EEG experiment in hoofdstuk 5. We ontdekten dat het proces van de integratie van het percept en de semantiek dat we zagen in FFA (zie fMRI resultaten), waarschijnlijk 250ms na stimuluspresentatie plaatsvond, aangezien we dezelfde gelijkenismodulatie vonden in de 'attend-to-face' conditie ter hoogte van de N250 aan occipitale-temporale gebieden. Ten slotte vonden we een effect van gelijkenis in de 'ignore-faces' conditie in een frontale N300, een effect dat overeenkomt met het effect gevonden in de IFG (zie fMRI resultaten). Echter, in tegenstelling tot het activatiepatroon van IFG, toonde de N300 een gelijkenismodulatie in de 'attend-to-faces' conditie. Ook in de pariëtale N400 vonden we een effect van gelijkenis, terwijl dit effect ontbrak in de IFG. Deze resultaten suggereerden dat de competitie- en biasfasen van selectie respectievelijk 300ms en 400ms na stimuluspresentatie plaatsvonden. Ten slotte trokken we in hoofdstuk 6 algemene conclusies aan de hand van de vier experimenten.

Samenvattend kunnen we stellen dat wanneer een gezicht in de aanwezigheid van een ander gezicht geselecteerd moet worden op basis van visuele eigenschappen, dit selectiemechanisme plaatsvindt in FFA en OFA in een laat stadium van gezichtsverwerking (250ms) en werkt volgens het competitieve selectiemodel (hoofdstuk 2 en 3). Daarnaast vonden we in hoofdstuk 4 en 5 dat hetzelfde model van kracht is wanneer de relevantie van het te selecteren gezicht verschuift van visuele naar semantische informatie. Verder observeerden we een spatiële en temporele verschuiving in de gebieden die betrokken zijn bij een dergelijk mechanisme. We zagen namelijk dat selectie in de IFG tussen 300 en 400ms plaatsvond. In dit geval, wanneer de integratie van het semantische- en het gezichtskenmerk van het relevante gezicht plaats moest vinden, was FFA betrokken bij een eerder selectiestadium.