

Université de Montréal

Induction d'une stratégie visuelle de reconnaissance du genre

par Alexandre Couët-Garand

Département de psychologie, Faculté des Arts et des Sciences

Mémoire présenté à la Faculté des Arts et des Sciences
en vue de l'obtention du grade de M.Sc. en psychologie

Mars 2014

© Alexandre Couët-Garand, 2014

Résumé

Le but de l'expérience décrite dans ce mémoire est d'arriver à inculquer inconsciemment aux sujets une stratégie visuelle leur permettant d'utiliser seulement une partie spécifique de l'information visuelle disponible dans le visage humain pour en reconnaître le genre. Normalement, le genre d'un visage est reconnu au moyen de certaines régions, comme la bouche et les yeux (Dupuis-Roy, Fortin, Fiset et Gosselin, 2009). La tâche accomplie par les sujets permettait un apprentissage perceptuel implicite qui se faisait par conditionnement opérant. Ces derniers étaient informés qu'un nombre de points leur serait attribué selon leur performance à la tâche. Au terme de l'entraînement, les sujets renforcés pour l'utilisation de l'œil gauche utilisaient davantage l'œil gauche que l'œil droit et ceux renforcés pour l'utilisation de l'œil droit utilisaient davantage l'œil droit. Nous discuterons de potentielles applications cliniques de cette procédure de conditionnement.

Mots-clés : Vision, Apprentissage, Représentation interne, Reconnaissance de visage, Conditionnement opérant, Bubbles.

Abstract

The goal of the following experiment is to make subjects unconsciously learn a visual strategy allowing them to use only part of the available visual information from the human face to correctly identify the gender of a face. Normally, the gender of a face is recognized using certain regions, like those of the mouth and the eyes (Dupuis-Roy, Fortin, Fiset et Gosselin, 2009). Our participants had to accomplish an operant conditioning task. They were informed that a number of points would be given to them according to their performance. At the end of training, the subjects that were encouraged to use the left eye indeed used the left eye more than the right. Also, those that were conditioned to use the right eye used the right eye more than the left. We will discuss the potential clinical applications of this method of conditioning.

Key words : Vision, Learning, Internal representation, Face recognition, Operant conditioning, Bubbles.

Table des matières

Résumé	ii
Abstract	iii
Introduction	2
Article 1	9
Discussion	21
Références	25

Introduction

Par nécessité d'adaptation, l'être humain a besoin de processus lui permettant d'apprendre à reconnaître et à éviter les patrons de stimuli qui compromettent son intégrité. Également, il doit au contraire savoir approcher ceux qui lui confèrent un avantage pour contrôler son environnement. Il est donc pertinent de se questionner sur la façon dont l'humain apprend à identifier et catégoriser les stimuli environnementaux pour améliorer sa performance à des tâches visuelles diverses. Par exemple, la localisation d'un stimulus recherché et la reconnaissance de visages sont sujettes à de tels apprentissages et la compréhension des mécanismes sous-jacents pourrait potentiellement aider à améliorer la performance d'une personne à ce type de tâches. Cela se ferait par l'acquisition d'une stratégie visuelle plus efficace. Par stratégie visuelle, nous entendons une certaine façon d'utiliser l'information visuelle disponible dans un but particulier. De telles stratégies permettraient par exemple à une personne d'avoir une meilleure performance face à des patrons de stimuli qu'elle ne traiterait pas ou ne reconnaîtrait pas de façon optimale en temps normal. Notamment, les schizophrènes, ayant des difficultés à reconnaître correctement les émotions d'un visage (Kohler et al., 2003 ; Lee et al., 2010 ; Clark, Gosselin et Goghari, 2013), pourraient bénéficier de l'apprentissage d'une stratégie leur permettant de repérer l'information visuelle diagnostique dans le visage d'une personne pour identifier l'émotion ressentie par celle-ci. C'est d'ailleurs ce type de problématique qui a mené à l'idée d'induire des stratégies visuelles impliquées dans la perception des visages.

En effet, les visages sont une classe de stimuli particulièrement importante pour l'être humain, celui-ci étant une espèce sociale. Il serait en effet plutôt difficile de fonctionner en

société et d'avoir des interactions sociales efficaces sans pouvoir reconnaître l'identité d'une personne, l'expression faciale associée à une émotion ou même le genre de la personne qui se trouve devant nous.

Les visages sont donc une classe de stimuli à part. En effet, ils commencent à être perçus comme une classe de stimuli distincte dès les six premiers mois de la vie (Nelson, 2001). La reconnaissance des visages impliquerait possiblement des processus perceptuels différents et aurait des substrats neuronaux distincts de ceux utilisés pour reconnaître des stimuli autres que les visages (Nelson, 2001). Cela soulève une question : peut-on vraiment modifier la stratégie visuelle employée pour reconnaître les visages, ou du moins en induire une nouvelle ? Il semblerait que le cerveau conserverait sa plasticité pour les processus de perception des visages jusqu'à l'âge adulte. Ce ne serait donc pas une habileté innée ou non modifiable après l'enfance. En effet, une étude de Germine, Duchaine et Nakayama (2010) suggère que l'habileté à reconnaître les visages s'améliore jusqu'à un peu après l'âge de 30 ans. De plus, à condition d'avoir eu une stimulation visuelle normale dans l'hémisphère droit durant l'enfance, le traitement des relations de second ordre (qui permet de distinguer les différences dans le positionnement spatial des attributs faciaux dans le visage) continuerait de s'améliorer longtemps après que les autres habiletés de traitement de visages aient atteint le niveau adulte (Le Grand, Mondloch, Maurer et Brent, 2003). Une étude réalisée par Gold, Bennett et Sekuler (1999) a également démontré que la performance de sujets à une tâche de discrimination de visages augmentait de 400 % sur quelques jours et en quelques sessions. Il semble donc prometteur de miser sur l'induction d'une stratégie visuelle via un apprentissage perceptuel dans une tâche de reconnaissance de visages, soit la reconnaissance du genre.

Il semblerait que les régions du visage les plus informatives pour identifier le sexe d'une personne soient les sourcils, la bouche et les yeux (Dupuis-Roy, Fortin, Fiset et Gosselin, 2009 ; Gosselin & Schyns, 2001 ; Schyns, Bonnar & Gosselin, 2002 ; Smith, Gosselin & Schyns, 2004). Le choix de la région visée par l'apprentissage s'est arrêté sur les yeux, en ce qui nous concerne, puisque les yeux sont des régions relativement symétriques et bien distinctes l'une de l'autre, donc peut-être plus propices à un « échange » à la suite d'un apprentissage.

Mais comment peut-on induire une stratégie visuelle par un apprentissage perceptuel qui se veut implicite, c'est-à-dire sans que le sujet prenne conscience de la nature de l'information visuelle disponible que nous voulons qu'il utilise pour réussir correctement la tâche ?

Il pourrait être efficace d'attribuer un nombre de points au participant, dans la perspective d'un type d'apprentissage appelé conditionnement opérant (Skinner, 1965; Thorndike, 1898). Plus le sujet utiliserait la région souhaitée (soit l'œil gauche ou l'œil droit du visage présenté, selon son groupe, qui serait déterminé aléatoirement au départ) et déterminerait correctement le genre du visage, plus il serait renforcé. Au contraire, une réponse incorrecte lors de la présence de l'information visée par la stratégie visuelle entraînerait une punition qui impliquerait de retrancher des points au participant. Ces paramètres seront cependant couverts plus en détail ultérieurement.

Le fait d'utiliser le conditionnement opérant permettrait donc d'induire l'apprentissage d'une stratégie visuelle sans donner d'indices explicites sur la nature de l'information visuelle à utiliser, ni sur l'objectif de la tâche en soi, le sujet ne croyant participer qu'à une tâche de reconnaissance du genre. C'est d'ailleurs là que se situe la réelle originalité de cette approche :

on peut avec une finesse beaucoup plus grande guider le sujet vers l'utilisation d'une stratégie visuelle optimale grâce à l'utilisation d'une rétroaction beaucoup plus riche que l'habituelle rétroaction binaire (oui – correct ou non – incorrect) utilisée dans les tâches classiques d'apprentissage perceptuel. Le danger, dans ces tâches classiques, est que, en quête d'une solution cible, le minimum global, le sujet tombe dans ce qu'on appelle un minimum local, soit une solution plus ou moins éloignée de la solution cible. Ce danger est moins présent dans notre approche, puisque le tir est réajusté à chaque essai via une rétroaction plus efficace, grâce à des stimuli partiellement échantillonnés, qui permettent d'observer, en combinant le positionnement des bulles aléatoires dans le masque et la réponse du participant, si le sujet a utilisé telle ou telle source d'information. Grâce, à cela, on peut déduire s'il doit être puni ou renforcé, et ce, à quel point. Également, au-delà même du fait que l'on puisse renforcer l'utilisation de certains éléments visuels des images présentées selon une stratégie visuelle de notre choix, on peut, avec les données récoltées, dériver des images de classification, qui nous permettent de voir si le renforcement fonctionne.

Afin d'analyser les données liées à ce genre de stimuli, la méthode des bulles (Bubbles) (Gosselin & Schyns, 2001) est couramment utilisée en psychologie de la perception pour révéler l'utilisation de l'information. Cette méthode consiste à échantillonner nos stimuli en plaçant des masques poinçonnés de trous aléatoirement positionnés (Gosselin & Schyns, 2001) devant nos visages (voir Figure 1). Dans notre cas, le participant était renforcé positivement si l'information présentée (donc les morceaux d'image révélés) correspondait à celle visée par son groupe (l'information de l'œil gauche dans le cas d'un membre du groupe « Gauche », par exemple) et qu'il répondait correctement (par exemple, que c'était un homme si c'en était un). Par contre, le sujet était puni positivement si l'information présentée

correspond à celle visée par son groupe et qu'il répond incorrectement. Après chaque essai, le sujet obtenait en rétroaction, au centre de l'écran, le nombre de points qui lui étaient ajoutés ou retranchés, selon qu'il soit respectivement récompensé ou puni. Le nombre de points attribués ou retranchés était donc lié à la réponse du sujet ainsi qu'à la corrélation entre la région cible et la région révélée par le masque de bulles généré aléatoirement. Nous nous sommes bornés à informer les sujets que ces rétroactions étaient liées à l'exactitude de leurs réponses.

Pour déterminer les régions des visages utilisées efficacement par les sujets, nous avons réalisé des régressions multiples sur les masques troués et sur l'exactitude des réponses. À cause du positionnement aléatoire des trous des masques, ceci est équivalent à faire une somme des masques pondérés par l'exactitude des réponses correspondantes (+1 = réponse correcte) ou négative (-1 = réponse incorrecte). Cela veut dire, par exemple, qu'un masque ayant permis une identification correcte du genre se serait vu attribuer un score de +1, ce qui nous a servi à déterminer l'utilité de certaines régions de l'information, les régions ayant un score positif étant plus utiles.

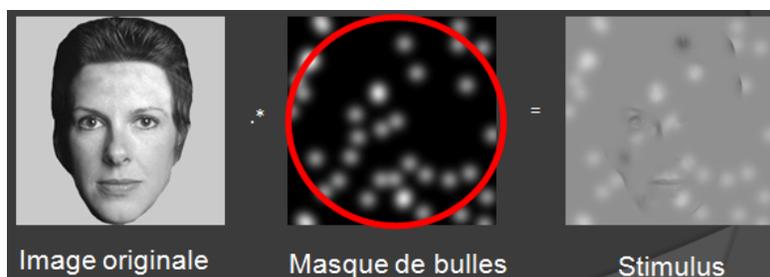


Figure 1 : Un stimulus formé par l'apposition d'un masque de bulles sur une image de visage

Ceci résultait en une image de classification, qui est l'image formée de la superposition de toutes les images des masques. Le contraste de chacun des pixels (plus petite unité d'affichage d'une image numérique) de l'image de classification correspondait à peu de chose près à une corrélation avec l'exactitude de l'identification du sexe de cette région.

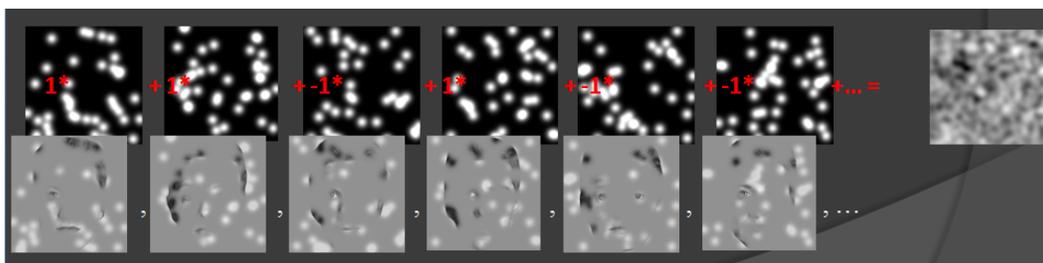


Figure 2 : Une image de classification résultant de la somme des pondérations des masques

Un pixel plus clair était donc corrélé positivement de manière plus forte avec l'identification correcte du sexe, alors qu'un pixel gris était moins utile dans la détermination du genre et qu'un pixel foncé serait au contraire plutôt nuisible pour la reconnaissance du genre. C'est donc de ces images de classification qu'étaient extraites les régions qui se distinguaient de manière statistiquement significative par leur utilité dans le processus de reconnaissance du genre. Pour ce faire, le Pixel test, mis au point par Chauvin, Worsley, Schyns, Arguin et Gosselin (2005) a été utilisé. Il est donc finalement possible d'observer si les pixels de ces régions utiles correspondaient à ceux visés par les stratégies visuelles, et c'est ce qui fait la force de cette approche.

En résumé, nous avons tenté, tout en évaluant l'utilisation de l'information, de faire apprendre à un sujet l'utilisation d'informations spécifiques et ce, en renforçant positivement une réponse correcte lorsque ces informations spécifiques étaient visibles et en punissant positivement une réponse incorrecte lorsque ces informations spécifiques étaient invisibles, puisque nos stimuli étaient échantillonnés. Nous testerons le succès de notre procédure d'induction d'une stratégie visuelle spécifique au niveau des groupes de sujets : l'information utilisée par un groupe devrait davantage correspondre à celle visée par la stratégie visuelle que pour l'autre groupe.

Article 1**Inducing the use of the left or right eye during gender discrimination****Alexandre Couët-Garand & Frédéric Gosselin**

Département de Psychologie, Université de Montréal, CP 6128, succ. Centre-ville, Montréal,
H3C 3J7, Canada

Correspondence address :

Frédéric Gosselin, Ph.D.
Département de psychologie
Université de Montréal
C.P. 6128, Succ. Centre-Ville
Montréal, Qc
H3C 3J7
Fax : 514-343-5787
Phone : 514-343-7550

Abstract

We have successfully induced via operant conditioning the use of the left eye in one group of subjects and the use of the right eye in another group of subjects during a gender discrimination task. As a reinforcement, we gave points to participants and, as a punishment, we took away the same amount of points. Basically, the conditioning amounted to reinforcing subjects when they used the target area (i.e. the left eye or the right eye) and punish them when they did not use it. The number of points—given or taken away—was a function of the extent of the target area revealed by the bubbles. Feedback about the points earned was given after each trial. Participants remained unaware of the conditioning throughout the experiment.

In vision, mostly explicit instructions (Biederman & Shiffrar, 1987) and perceptual learning have been used to change behavior. The former probably targets explicit memory and is limited to describable strategies, while the latter is very slow and unspecific (what is going to be learned is difficult to predict precisely). Here, we tested a novel method for inducing implicitly the use of specific visual information. Stimuli were created by sampling the face images by presenting them through an opaque mask covered by an adjustable number of randomly located Gaussian apertures or *bubbles*. Basically, the method was to reinforce subjects when they used the target areas and punish them when they did not use these areas. Thus, if the target areas were sampled on a particular trial and the subject did not respond correctly, she/he probably did not use the target areas, and, therefore, she/he was punished. If the target areas were revealed and the subject responded correctly, she/he either used the target areas, used other facial areas that were revealed and were sufficient to resolve the task, or responded correctly by chance, and so we reinforced the subject. This method allowed us to guide the subject implicitly towards the global minimum—the target visual strategy—in a much more sophisticated and efficient manner than perceptual learning, which often leads subjects in local minima.

We used a facial gender discrimination task. A number of reasons have guided our task choice. First, it is a task relevant to real life. Second, the critical visual information underlying accurate facial discrimination has been studied extensively. Indeed, Dupuis-Roy et al. (2009) have shown that the region of the eyes and the eyebrows is the most important facial cue for accurate gender discrimination. The eye regions being essentially

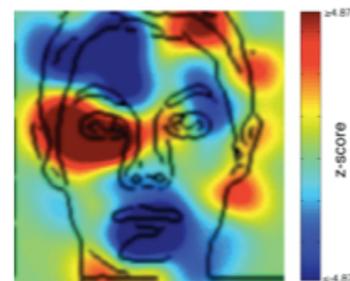


Figure 1. The use of the left eye is positively correlated with gender discrimination performance (dark red pixels). Unpublished results.

symmetrical, this suggests that it is possible to recognize gender from the left or the right eye only, and to induce the use of either the left eye or the right eye (see Figure 1). Third, according to Germine, Duchaine and Nakayama (2010), it would seem that face recognition processes get better until the age of 30, which leads us to think that the brain still has sufficient plasticity in young adults to allow us to modify the visual strategies for gender recognition. Also supporting this idea, in a face discrimination task, Gold, Bennett and Sekuler (1999) witnessed a 400 % improvement in the performance of the subjects.

Methodology

Participants

Twenty-four subjects (16 females ; mean age = 21.79, sd = 2.55) took part in the experiment. They all had normal or corrected-to-normal visual acuity, and were all naive to the goal of the experiment. Two observers, one from each subject group, did not complete all sessions and were therefore excluded from the analyses. None of the subjects received monetary compensation; they were recruited in the context of a laboratory class.

Stimuli

We used the database of 300 color images (128 x 128 pixels) of Caucasian faces (150 men, 150 women) of Dupuis-Roy et al. (2009). Importantly, rotations, scalings, and translations in the image plane were applied to the face photographs in order to minimize the distance between handpicked landmarks around the eyes, the eyebrows, the nose and the mouth. The average interpupil distance was 40 pixels (1.03 degree (deg) of visual angle). Note that these affine transformations do not modify the relative distances between features. Stimuli were created by sampling the face images subtending 3.28 deg of visual angle by presenting

them behind an opaque mask containing an adjustable number of randomly located Gaussian apertures—henceforth called bubbles—having a standard deviation of 4 pixels or 0.1 deg of visual angle. The result, shown in Figure 2, is a sparsely sampled face on a mid-gray background.

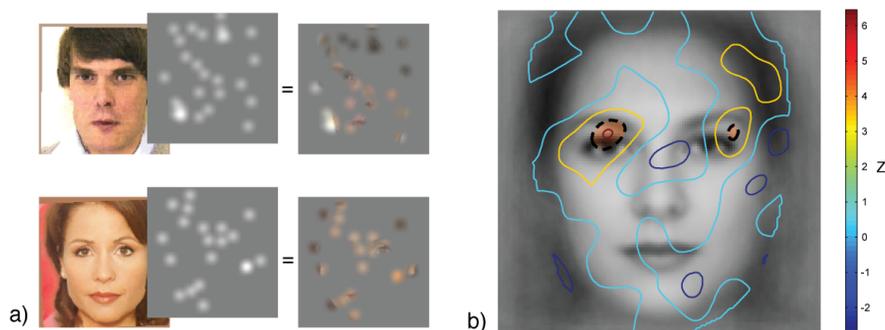


Figure 2. a) A stimulus is generated by a overlaying an opaque mid-gray mask containing a number of randomly located bubbles on a face. b) Displays a contour plot of the group accuracy CI for gender discrimination. The red blobs are statistically significant. Adapted from Dupuis-Roy et al. (2009).

Apparatus

The experimental programs were run on a Mac Pro computer in the Matlab environment, using functions from the Psychophysics Toolbox (Brainard, 1997; Pelli, 1997). All stimuli were presented on an HP p1230 CRT monitor (1024 x 768 pixels at a refresh rate of 85 Hz). Participants were seated in a dim ambient-lighted room at a distance of approximately 56 cm from the computer monitor. A chin rest was used to maintain the observers at this distance. A keyboard was used for recording the answers.

Procedure

The participants were randomly assigned to one of two groups. The « left » group, was reinforced for using the left eye of the face stimulus, whereas the « right » group was reinforced for using the right eye of the face stimulus (when facing the face stimulus).

Participants were never told this explicitly during the experiment. Each participant performed four 250-trial blocks. The first two blocks were completed on a first day and the other two blocks, on a second day so that observers could sleep in between, to consolidate the learning (although as we will see, the consolidation was only observed between blocks 4 and 1). The delay between the two days had to be of one to four days. In a given trial, a red fixation cross appeared at the center of the mid-gray computer monitor for 300 ms, and was followed by one stimulus—a sparsely sampled and randomly selected face—that also appeared at the center of the mid-gray computer monitor and remained there until the participant had indicated the gender of the stimulus by pressing a labeled keyboard key (see Figure 3). Response keys were counter-balanced across subjects.

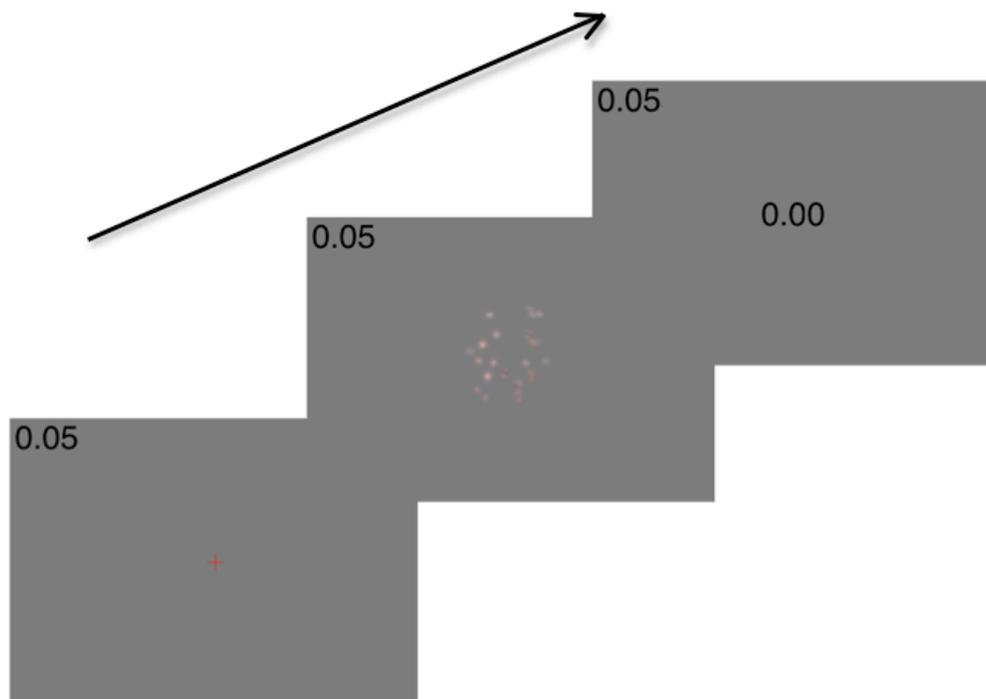


Figure 3. Layout of the experiment. The first image shows to the fixation cross, the second one shows a partially revealed stimulus and the third one shows the reward, which in this case, is non-existent. The total reward is always shown in the upper left corner.

Finally, feedback for the number of points gained or lost on the trial was shown at the center of the computer monitor for 500 ms. The total reward was always displayed in the upper left corner. The observers were instructed to discriminate the gender of faces. They were told that the feedback was correlated to how well they were doing.

During the task, the subjects were reinforced using points. The subject received more points when the information of the the targeted region (for example, the region surrounding the right eye of the stimulus face for subjects from the « right » group) was presented and their answer was correct (for example, the subject responded « male » and the face presented was that of a male). If, however, the targeted region was presented and the observer did not answer correctly, points were subtracted to the subject's total. This punishment aimed at discouraging the subjects from using the other attributes of the face to determine its gender. In other situations, when the targeted region was not presented at all, no points were given or removed. This can be expressed more formally, using this equation:

$$\text{gain}_t = \text{gain}_{t-1} + L_{t-1} * A_{t-1}$$

Or, in the case of the right eye :

$$\text{gain}_t = \text{gain}_{t-1} + R_{t-1} * A_{t-1}$$

where A_t is equal to 1 if the subject answered correctly to the t trial, and otherwise to -1, and L_t (vs. R_t) is the proportion of the region of the left eye (vs. the right eye) revealed at trial t .

We maintained the correct response rate at 75 %, by manipulating the quantity of information revealed by the mask. In order to do this, we set the initial number of bubbles at 30. Then, on each trial, the number of bubbles was adjusted so that the performance threshold was maintained at 75 % using the QUEST algorithm (Watson & Pelli, 1983). In essence,

bubbles were added when the performance of the observer decreased, whereas bubbles were removed when performance increased.

Results and discussion

Participants used an average of 12.43 bubbles (« left » group = 13.62; « right » group = 11.24 ; $t(21.91) = 1.138$; $p = 0.267$) and responded correctly on 72% of the trials (« left » group = 72.94%; « right » group = 71.14%; $t(18.828) = 0.309$, $p = 0.761$). The average response time was 0.82 s (« left » group = 0.78 s; « right » group = 0.85 s; $t(21.050) = -0.638$, $p = 0.530$).

In order to determine in which way the regions of information were used throughout the experiment, we performed least-square multiple linear regressions between, as a predictive variable, the discrimination accuracies, and as an explanatory variable, the bubbles. The outcome of these regressions are 128 by 128 planes of regression coefficients which we call classification images (Eckstein & Ahumada, 2002; Gosselin & Schyns, 2004). To compute subject group statistics, we summed, for each session, the classification images across participants from each group and smoothed the resulting group classification images with a Gaussian kernel having a standard deviation of 7 pixels. To isolate the effect of training, for each subject group, we subtracted the classification image from the end of training from that from the beginning of training. The statistical analysis was restricted to the area of the classification images that could contain face information; the complementary area, which was irrelevant to the task at hand, was used to estimate the mean and the standard deviation of the null distribution and to transform the group classification images into Z-scores. Any significant positive local divergence from uniformity in our group classification images would

indicate that the corresponding part of the stimuli led to more accurate responses, or faster correct responses. We therefore conducted one-tailed Pixel tests (Chauvin et al., 2005) on the group classification images transformed into Z-scores ($S_r = 11,429$; for accuracy: $Z_{crit} = 3.77$; $p < .05$). The statistical threshold provided by this test corrects for multiple comparisons while taking the spatial correlation inherent to our technique into account.

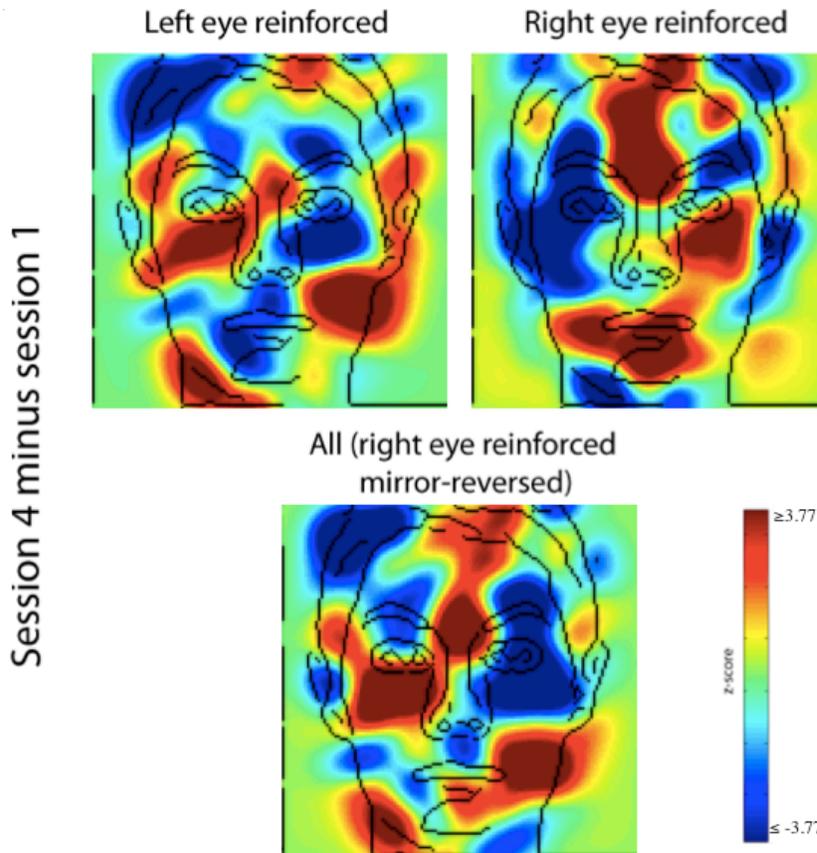


Figure 4. Difference between the strategies used for collecting information in the last and the first 250-trial sessions. Dark red indicates a significantly greater use of a face area in session 4 than session 1, and dark blue, the opposite (pixel, $p < .05$; for details, see Chauvin et al., 2005). Top : In each group of subjects. Bottom : All subjects combined. Note that the image of the group in which the use of the right eye was reinforced was mirror-reversed in order to be comparable to the image of the group in which the use of the left eye was reinforced.

In the classification image shown on the left in the top row of Figure 4 (left eye reinforced), we can see that, from the first session to the last, there is a visible augmentation in the tendency of the subject to use the targeted eye to correctly identify the gender of the presented face stimulus. Moreover, the opposite eye, as we can see on the classification image displayed on the right in the top row of Figure 4 (right eye reinforced)

follows the opposite tendency, the right eye being used more by the second group, which also matches the hypothesis. The classification image on the bottom row of Figure 4 (which is the sum of the two group classification images – the « right » group classification image having

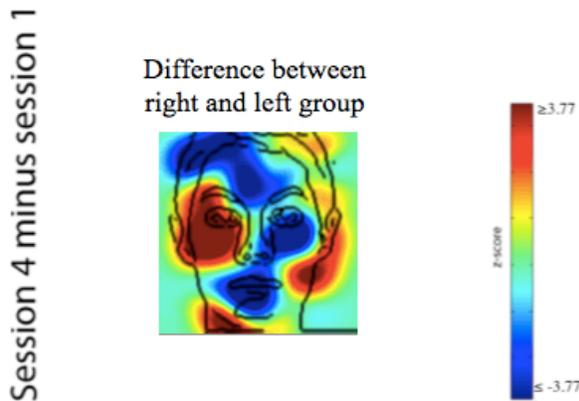


Figure 5. Difference between the strategies used for collecting information in the last and the first 250-trial sessions. Whereas the bottom image from figure 4 is a summation of the left and right classification images from the top of figure 4, this one is the difference between the left and the right one. Dark red indicates a significantly greater use of a face area in session 4 than session 1, and dark blue, the opposite (pixel, $p < .05$; for details, see Chauvin et al., 2005). Note that the image of the group in which the use of the right eye was reinforced was mirror-reversed in order to be comparable to the image of the group in which the use of the left eye was reinforced.

there is a clear gain in the use of the targetted region of information at the end of the experiment, compared to the beginning. Figure 5 shows the difference between the « left » group and the « right group » in the progress they have made between sessions 1

and 4, in using the target region. As we can see, there is a notable difference in the utilisation of the target region (seen as the left eye here, once the « right » group has been mirrored-reversed and superposed on the « left »).

Thus we have succeeded in inducing a specific visual strategy in subjects who were unaware they were going through a process of operant

conditioning, believing they were only doing a simple gender recognition task. The subjects properly learned to use the left eye in the first group of subjects ($N = 11$) and the right eye in the other group ($N = 11$), which was made possible by using operant conditioning. However, if this method is to be used in practical applications it must generalize to other faces and faces

more fully revealed than those used during training, and it must be resistant to extinction.

Answering these questions will necessitate further investigations.

References

- Biederman, I., Shiffrar, Margaret M. (1987). Sexing Day-Old Chicks: A Case Study and Expert Systems Analysis of a Difficult Perceptual-Learning Task. *Journal of Experimental Psychology*, 13(4), 640-645.
- Brainard, D.H. (1997). The Psychophysics Toolbox. *Spatial Vision*, 10(4), 433-436.
- Clark, C. M., Gosselin, F. & Goghari, V. M. (2013). Aberrant patterns of visual facial information usage in schizophrenia. *Journal of Abnormal Psychology*, 122, 513-519.
- Chauvin, A., Worsley, K. J., Schyns, P. G., Arguin, M., & Gosselin, F. (2005). Accurate statistical tests for smooth classification images. *Journal of Vision*, 5, 659-667.
- Dupuis-Roy, N., Fortin, I., Fiset, D., & Gosselin, F. (2009). Uncovering gender discrimination cues in a realistic setting. *Journal of Vision*, 9(2), 1-8.
- Eckstein, M. P., & Ahumada, A. J., Jr. (2002). Classification images: A tool to analyze visual strategies. *Journal of Vision*, 2(1): i, i, <http://journalofvision.org/2/1/i/>, doi:10.1167/2.1.i
- Germine, L. T., Duchaine, B., & Nakayama, K. (2010). Where cognitive development and aging meet: Face learning ability peaks after age 30. *Cognition*, 1-10.
doi:10.1016/j.cognition.2010.11.002
- Gosselin, F., & Schyns, P. G. (2001). Bubbles : a technique to reveal the use of information in recognition tasks. *Vision Research*, 41, 2261-2271.
- Gosselin, F., & Schyns, P. G. (Eds.) (2004). Rendering the use of visual information from spiking neurons to recognition. *Cognitive Science*, 28, 141–301.

Gold J., Bennett, P. J., Sekuler, A. B. (1999). Signal but not noise changes with perceptual learning. *Nature*, 402, 176-178.

Pelli, D. G. (1997). The VideoToolbox software for visual psychophysics: transforming numbers into movies. *Spatial Vision*, 10(4), 437-442.

Watson, A. B. & Pelli, D. G. (1983) QUEST: a Bayesian adaptive psychometric method. *Percept Psychophys*, 33 (2), 113-120.

Discussion

Afin de vérifier s'il était possible de modifier la stratégie visuelle par défaut dans le processus de reconnaissance du genre des visages, nous avons adapté la technique du conditionnement opérant pour inciter des sujets normaux à utiliser davantage la région entourant l'œil gauche (ou l'œil droit).

Pour ce faire, nous avons utilisé la technique Bubbles (Gosselin & Schyns, 2001), qui nous permettait de créer des stimuli échantillonnés, ce qui rendait à la fois possible un ajustement de la performance du sujet, une révélation aléatoire des différentes régions d'information du visage et la réalisation d'analyses statistiques par le biais des images de classification.

Après analyses, nous avons déterminé que les résultats concordaient avec les hypothèses, puisque le groupe « gauche » semblait utiliser davantage la région de l'œil gauche que le groupe droit à la fin de l'expérience, et vice-versa. Ceci laisse présager que nous pourrions inculquer à des participants ayant certains déficits dans l'un (ou plusieurs) des processus de reconnaissance de visages, que ce soit la reconnaissance des émotions (autistes, schizophrène), de l'identité (prosopagnosie) ou autre.

Cependant, il reste à déterminer si l'apprentissage est conservé après le retour du sujet à l'identification de visages dans la vie quotidienne. En effet, il est plausible que l'expérience, dont les stimuli n'étant pas de « vrais » visages, n'ait pas la validité écologique nécessaire pour que les sujets puissent généraliser aux visages vus à l'extérieur du laboratoire, dans lequel cas un visionnement tridimensionnel pourrait présenter une piste de solution. Il est également possible que s'ils généralisent bel et bien, les sujets puissent reprendre leur stratégie

visuelle normale après un certain délai. Pour pallier à cette extinction, il pourrait être envisageable d'exposer le sujet à davantage de séances, ainsi que d'effectuer un suivi sur la conservation de l'apprentissage chez le sujet après un certain temps. Deux autres types de renforcements pourraient potentiellement mener à un apprentissage résistant mieux à l'extinction mentionnée précédemment. En effet, comme nous n'avons pas utilisé d'argent, mais seulement des points, la rétroaction n'a peut-être pas eu l'effet motivateur lors de la tâche que pourrait avoir une compensation financière. Également, dans le cas de clientèles ayant de réels déficits, le renforcement social apporté par de meilleures performances de reconnaissance de visages, ce qui favorise de meilleurs rapports sociaux, pourrait également stimuler le sujet à conserver la stratégie visuelle apprise, diminuant ou stoppant ainsi l'extinction.

Il serait également intéressant de tenir en compte d'un possible biais de latéralisation dans d'éventuelles variantes de cette expérience. En effet, il a été démontré que la reconnaissance de l'émotion d'un visage humain était plus facile pour les sujets qui utilisent principalement l'information venant du côté gauche du visage, et donc qui sont latéralisés en conséquence (Blais et al., 2012). Il serait donc possible qu'il y ait un biais de performance dans notre tâche en faveur de ceux qui seraient latéralisés de cette façon, ce qui devra être pris en compte dans des études ultérieures, et ce, même s'il s'agit d'une tâche de reconnaissance du genre, plutôt que de reconnaissance des émotions.

En somme, nous avons eu certaines difficultés méthodologiques, comme une cueillette de données inconstante, puisque nous avons perdu quelques sujets et que nous n'avons pas obtenu un grand nombre de données par sujet, ce qui rend impossible toute analyse au niveau intra-individuel. Il nous faudrait donc davantage de sujets et davantage de données par sujet. Il

faut aussi mentionner que les images n'ont pas été renversées (mirror-reversing), ce qui peut rendre possible un biais qui ferait en sorte que l'information disponible ait interagi avec notre tentative d'induction. On peut cependant conclure que cette étude a permis de constater que cette nouvelle approche permet, par ses forces, de s'assurer un apprentissage efficace chez les participants. En effet, l'échantillonnage des stimuli nous a permis de constater leur progrès dans l'apprentissage de notre stratégie visuelle, et d'ajuster la rétroaction selon leur réponse et la disposition des bulles placées en masque sur le visage, ce qui nous assurait que cette rétroaction serait d'une plus grande finesse que l'habituelle réponse binaire « bon/mauvais » utilisée dans les tâches d'apprentissage perceptuel.

L'efficacité de notre approche nous permet de poser un regard optimiste sur une application clinique de ce programme pour les gens souffrant de troubles de reconnaissance des émotions ou autres problèmes de reconnaissances de visage et ce, dans un avenir rapproché.

Une autre application possible de la méthode est d'aller au-delà des liens corrélationnels. Par exemple, Blais et al., (2012). ont rapporté une corrélation entre l'utilisation de l'œil gauche lors du processus de reconnaissance des émotions faciales et la performance des sujets indexée par la proportion d'information nécessaire pour atteindre un pourcentage de réponses correctes ciblé. La corrélation n'impliquant pas la causalité, il est possible qu'une autre variable soit la cause de l'utilisation de l'œil gauche et de la meilleure performance des sujets. En manipulant expérimentalement l'utilisation de l'œil gauche dans deux groupes de sujets, il serait possible de tester s'il s'agit en fait d'un lien causal. Il reste donc à voir si, dans une telle tâche, notre approche permettrait de dépasser le lien corrélational (et donc d'atteindre le lien causal) entre l'utilisation de certains attributs du

visage et, comme variable dépendante, diverses mesures comme l'exactitude des réponses.

Des investigations plus poussées sur le sujet sont à venir.

Références

- Biederman, I., Shiffrar, Margaret M. (1987). Sexing Day-Old Chicks: A Case Study and Expert Systems Analysis of a Difficult Perceptual-Learning Task. *Journal of Experimental Psychology*, 13(4), 640-645.
- Blais, C., Fiset, D., Roy, C., Arguin, M., Gosselin, F. (Mai 2012). Individual differences in the visual strategies underlying facial expression categorization. Affiche présentée au colloque de VSS (Vision Sciences Society), Naples, Florida.
- Brainard, D.H. (1997). The Psychophysics Toolbox. *Spatial Vision*, 10(4), 433-436.
- Chauvin, A., Worsley, K. J., Schyns, P. G., Arguin, M., & Gosselin, F. (2005). Accurate statistical tests for smooth classification images. *Journal of Vision*, 5, 659-667.
- Dupuis-Roy, N., Fortin, I., Fiset, D., & Gosselin, F. (2009). Uncovering gender discrimination cues in a realistic setting. *Journal of Vision*, 9(2), 1-8.
- Eckstein, M. P., & Ahumada, A. J., Jr. (2002). Classification images: A tool to analyze visual strategies. *Journal of Vision*, 2(1): i, i, <http://journalofvision.org/2/1/i/>, doi:10.1167/2.1.i
- Germine, L. T., Duchaine, B., & Nakayama, K. (2010). Where cognitive development and aging meet: Face learning ability peaks after age 30. *Cognition*, 1-10. doi:10.1016/j.cognition.2010.11.002
- Gibson, E. J. (1963). Perceptual learning. *Annual review of Psychology*, 14, 29-56.
- Gosselin, F., & Schyns, P. G. (2001). Bubbles : a technique to reveal the use of information in recognition tasks. *Vision Research*, 41, 2261-2271.
- Gosselin, F., & Schyns, P. G. (Eds.) (2004). Rendering the use of visual information from

- spiking neurons to recognition. *Cognitive Science*, 28, 141–301.
- Gold J., Bennett, P. J., Sekuler, A. B. (1999). Signal but not noise changes with perceptual learning. *Nature*, 402, 176-178.
- Kohler, C. G., Turner, T. H., Bilker, W. B., Brensinger, C. M., Siegel, S. J., Kanes, S. J., Gur, R. C. (2003). Facial Emotion Recognition in Schizophrenia: Intensity Effects and Error Pattern, *American Journal of Psychiatry*, 160(10), 1768-1774.
- Lee, J., Gosselin, F., Wynn, J. K., & Green, M. F. (2011). How do schizophrenia patients use visual information for decoding facial emotion? *Schizophrenia Bulletin*, 37, 1001-1008.
- Le Grand, R., Mondloch, C.J., Maurer, D. & Brent, H.P. (2003). Expert face processing requires visual input to the right hemisphere during infancy. *Nature neuroscience*, 6(10), 1108-1112.
- Nelson, C. A. (2001). The Development and Neural Bases of Face Recognition. *Infant and Child Development*, 10, 3-18.
- Pelli, D. G. (1997). The VideoToolbox software for visual psychophysics: transforming numbers into movies. *Spatial Vision*, 10(4), 437-442.
- Schyns, P.G., Bonnar, L., & Gosselin, F. (2002). Show me the features! Understanding recognition from the use of visual information. *Psychological science*, 13(5), 402-409.
- Smith, M.L., Gosselin, F., & Schyns, P.G. (2004). Receptive fields for flexible face categorizations. *Psychological science*, 15(11),753-761.
- Skinner, B. F. (1965). *Science and human behaviour*. New York : The Free Press.

Thorndike, E.L. (1898). *Animal Intelligence: An Experimental Study of the Associative Processes in Animals* (Psychological Review, Monograph Supplements, No. 8). New York: Macmillan.

Watson, A. B. & Pelli, D. G. (1983) QUEST: a Bayesian adaptive psychometric method. *Percept Psychophys*, 33 (2), 113-120.