

Perception visuelle et principes graphiques

Daniele Della Bruna
Université de Fribourg

March 7, 2007

1 La perception dans la visualisation [1]

Comprendre comment les humains perçoivent les images est l'une des choses les plus importantes dans l'étude de la visualisation des informations. Cela peut élever la quantité et la facilité de compréhension des informations. Durant plusieurs années les experts dans le domaine de la vision ont fait des recherches pour comprendre comment le système visuel des humains analyse les images. Un important résultat initial a été la découverte d'un ensemble limité de propriétés visuelles qui sont détectés très rapidement par le système visuel de bas niveau.

Ces propriétés ont été initialement appelées preattentives, parce que leur détection semble précéder la mise à feu. On continue à les appeler preattentives mais maintenant on sait que l'attention joue un rôle critique même dans cette étape de la vision. Typiquement les tâches qui sont exécutées dans les premières 200-250 millisecondes sont considérées preattentives parce que le mouvement des yeux prend au moins 200 millisecondes pour s'initialiser, et cela assure que l'attention ne peut pas se concentrer sur aucune zone spécifique.

Un simple exemple d'une tâche preattentive est la détection d'un cercle rouge dans un groupe de cercles bleus (Figure 1). L'objet cible a une propriété visuelle *rouge* que les objet perturbants n'ont pas. Le système visuel peut identifier la cible grâce à la couleur, et donc un observateur peut déterminer rapidement et fidèlement si la cible est présente ou pas.

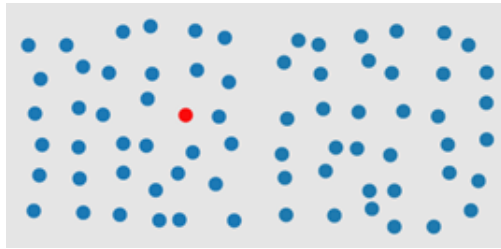


Figure 1: preattentive avec couleur

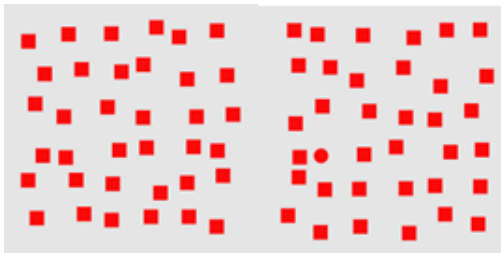


Figure 2: preattentive avec courbure

La couleur n'est pas la seule caractéristique visuelle qui est preattentive, dans le deuxième exemple (Figure 2) la cible est de la même couleur que les objets perturbants mais avec une différence dans la courbure (forme).

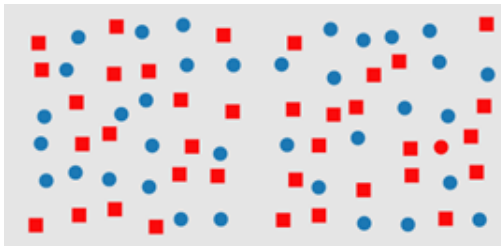


Figure 3: preattentive avec conjonction

Mais uniquement les cibles avec une seule propriété visuelle différente des objets perturbants ressortent. Une cible composée de propriétés non uniques (conjonction) ne peut normalement pas être détectée preattentivement. Dans l'exemple (Figure 3) le cercle rouge est composé de deux caractéristiques (rouge et courbée), et ces propriétés sont aussi présentes dans les deux types de perturbateurs : carrés rouges et cercles bleu. Si l'observateur recherche

les objets rouges, le système visuel retourne toujours vrai parce qu'il y a toujours au moins les carrés rouges. De même quand il cherche les objets courbés, avec les cercles bleus. Les observateurs doivent faire une recherche séquentielle qui prend du temps pour confirmer la présence ou l'absence de la cible.

Si le système de visualisation de bas niveau peut être trompé, nous pouvons en profiter pour attirer l'attention dans les zones avec un fort intérêt potentiel. Les autres propriétés preattentive sont par exemple l'orientation des lignes, la longueur, la largeur, la fermeture, la taille, la densité, le contraste, l'intersection, etc.

De nombreuses théories ont été proposées pour expliquer comment le processus preattentive s'exécute dans le système visuel :

1.1 Feature Integration Theory

Cette théorie présuppose l'existence d'un modèle de vision de bas niveau divisé en un ensemble de capteurs de propriétés et un capteur de location. Chaque capteur de propriété capte les activités qui répondent à une propriété visuelle spécifique. Quand le système visuel capture une nouvelle image, les propriétés sont captées et évaluées en parallèle par leur propre capteur. Si la cible est discriminée par une seule caractéristique, il est possible de simplement vérifier si le capteur correspondant a détecté un événement.

1.2 Texton Theory

La théorie est similaire à la précédente, mais ici le système visuel reconnaît un groupe de caractéristiques nommée textons. Les textons peuvent être classés dans trois catégories :

- Objets avec des propriétés spécifiques telles que teinte, orientation, et dimensions.
- Termineurs (fins de segments).
- Croisement des segments.

Cette théorie affirme que seulement une différence dans les textons ou dans la densité peut être détectée preattentivement.

1.3 Similarity Theory

Cette théorie suppose que la capacité de recherche varie continuellement selon le type de la tâche et les conditions d'affichage. Le temps de recherche est basé sur deux critères : T-N qui est une valeur qui spécifie la similarité entre cibles et perturbateurs. N-N la valeur qui spécifie la similarité entre les perturbateurs eux-mêmes.

1.4 Guided Search Theory

C'est une théorie plus récente qui suppose que les caractéristiques sont traitées séparément, et chaque caractéristique est aussi filtrée en différentes représentations. Par exemple pour la caractéristique tonalité, il existe différentes représentations pour le bleu, le rouge, le vert et le jaune. Donc une image est filtrée en multiples catégories, jusqu'à construire une représentation abstraite des composants. Et c'est à ce point là que le système visuel analyse les représentations.

Le procès preattentive répond partiellement à la question : "quelles propriétés visuelles attirent nos yeux, et par conséquent notre centre d'attention, à un objet particulier dans une scène". Une autre question intéressante est : "qu'est-ce qui arrive à la représentation visuelle d'un objet lorsque nous cessons de nous occuper de lui et que nous regardons quelque chose d'autre ?". Intuitivement on pourrait penser que la représentation visuelle est enrichie de détails de plus on observe, mais cela semble ne pas être le cas. Cela explique aussi pourquoi les personnes sont souvent "aveugles" aux variations qui se produisent à une scène entre deux coups d'oeil. L'attention aux différents objets peut permettre à l'observateur d'apprendre ce qu'il y a d'une scène, mais il ne permet pas à l'observateur de voir la scène dans une manière différente. En d'autres termes, la représentation visuelle preattentive d'un objet avant qu'un observateur l'étudie semblerait être identique à sa représentation après que l'observateur l'ait étudiée. Donc aucune information supplémentaire est enregistrée dans le système visuel après que l'attention se place sur un nouvel emplacement.

2 Attention à ne pas mentir avec la visualisation [3]

Comment les données représentées visuellement ont un grand effet sur la perception des structures ou des informations. Par exemple, dans la figure(Figure 4), sont représentées quatre visualisations d'une même résonance magnétique d'une tête humaine. La seule différence entre ces images est la projection entre données et couleur, cependant, les quatre représentations semblent très différentes. Nous remarquons en fait que la structure du "midbrain" dans le "Default Colormap" apparaît avec un vert uniforme, tandis que dans "l'Isomorphic Colormap" elle est hautement structurée et détaillée. En conséquence, les déductions qu'un analyste tirerait de ces représentations varieraient considérablement. Donc les variations dans la méthode de représentation des données peuvent profondément influencer la perception et l'interprétation des données. Il est donc facile de comprendre pourquoi la communauté médicale est si prudente dans l'ajoute de la couleur à leurs représentations visuelles.

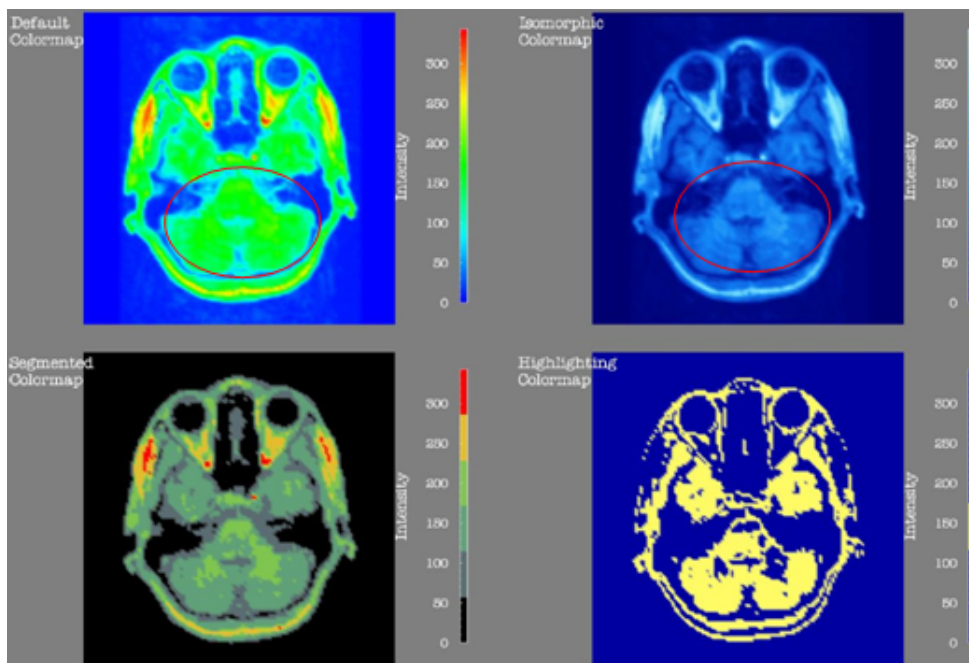


Figure 4: résonance magnétique

Aujourd'hui les systèmes pour la création des visualisations ont évolués et permettent aussi aux non expert dans le graphisme de créer de magnifiques représentations de leurs données. Mais il faut être conscient qu'il y a des règles à respecter pour ne pas influencer la perception des observateurs.

3 Directives de l'usage de la couleur pour la représentation des données [2]

Associer les valeurs d'une échelle des données à une échelle perceptible de couleurs (teinte, luminosité, saturation) est l'une des clés pour gagner en compréhension et précision dans la visualisation des données. Utiliser des couleurs qui progressent du clair au foncé à travers une série de teintes adjacentes est une façon de symboliser des données qui ont un accroissement linéaire. En alternative il est possible de représenter une valeur critique moyenne en utilisant la couleur la plus claire d'un schéma, et ensuite de diverger à travers les teintes vers les extrêmes. Les schémas spectraux plus communs (rouge - orange - jaune - vert - bleu) sont généralement utilisés dans les schémas divergents en centrant le jaune clair comme valeur central.

Essentiellement il existe 4 types de schémas de couleurs qu'on peut utiliser pour la représentation visuelle des données [4].

3.1 Qualitatif (Figure 5)

Les données de catégories différentes sont représentées habituellement d'une manière efficace au moyen de différences dans les teintes. Par exemple dans une carte de route nous pouvons utiliser le bleu pour les rivières, le marron pour les montagnes et le rouge pour un certain type de routes. Ou nous pouvons associer les données qui viennent des résultats d'une équipe de football avec une couleur, pendant que nous utilisons un autre pour une équipe rivale et ainsi de suite pour la ligue entière. Il est important dans ces cas-là que le niveau de luminosité et de saturation soit équivalent si toutes les catégories sont également importantes.



Figure 5: schéma qualitatif

3.2 Binaire (Figure 6)

Un schéma binaire est un schéma qualitatif où il y a seulement deux catégories. Ici une différence dans la teinte ou dans la luminosité est suffisante pour les différencier. Par exemple deux genres de gris ou deux couleurs avec une luminosité égale ou différente nous permettent de discriminer deux catégories.

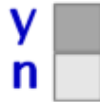


Figure 6: schéma binaire

3.3 Divergent (figure 7)

Dans un schéma divergent les données peuvent être groupées en deux ensembles qui montrent deux tendances différentes autour d'un point médian. Par exemple si nous considérons l'évolution de la bourse nous trouvons des actions qui augmentent et diminuent dans la valeur. Ici le milieu de la balance est fait d'actions qui varient dans le pourcentage autour du 0%. Dans ce cas les graphistes jugent très utile d'utiliser un spectre de couleur avec deux teintes très différentes dans les extrêmes, par exemple rouge et bleu ou rouge et vert, qui vont changer la saturation jusqu'à un minimum (blanc ou même noir) dans point de l'équilibre qui séparent les deux ensembles.



Figure 7: schéma Divergent

3.4 Séquentiel (Figure 8)

Pour représenter les données dans une forme séquentielle la recommandation commune est d'utiliser des variations dans la luminosité ou saturation d'une teinte donnée. Par exemple nous pouvons utiliser une graduation de rouge pour montrer les données de température croissante. Habituellement les couleurs plus sombres sont liées aux plus hautes valeurs et les plus claires sont utilisées pour les valeurs inférieures. Mais ce n'est pas indispensable, la chose importante est l'association de changements dans la luminosité aux changements dans les valeurs des données afin que le phénomène soit clair.



Figure 8: schéma séquentiel

Finalement ces quatre possibilités peuvent être combinées pour obtenir jusqu'à 10 schèmes simples ou composés (Figure 9).

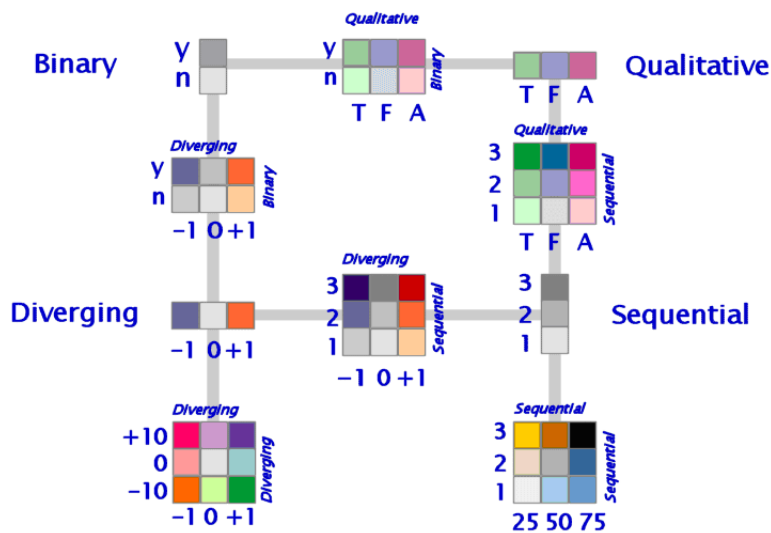


Figure 9: combinaison des schémas

3.5 Problèmes dans la perception des couleurs [5]

Approximativement le quatre pourcent de la population souffre de dysfonctionnements du système de reconnaissance des couleurs (à peu près le 8 pourcent des hommes et moins du 1 pourcent des femmes). Les personnes qui sont daltoniennes peuvent voire les différences de luminosité, et elles peuvent aussi voire une assez large gamme de teintes différentes. La cécité 'Rouge-vert' est la dysfonction la plus commune, mais ce type inclut aussi de la confusion pour d'autres combinaisons de teintes (ex bleu-rose). Pour un graphiste il est fondamental de connaître ce problème et d'utiliser des combinaisons de couleurs qui ne provoquent pas de confusion dans la population qui souffre de ce désordre.

3.6 Conclusions

En comprenant l'exact fonctionnement du système visuel humain, il est possible de créer des représentations graphiques qui exploitent ces connaissances. Il est possible par exemple de mieux capter le regard d'un observateur en le dirigeant sur les parties importantes d'une image. La visualisation des informations est un instrument puissant mais dangereux. Simplement en jouant par exemple sur les couleurs il est possible d'influencer la perception, et donc l'interprétation des données. Mais le graphique est tout de même un instrument qui peut beaucoup aider à la compréhension des données complexes. Par exemple représenter des informations en utilisant une association cohérente avec une gamme de couleurs peut rendre le tout plus intuitif. Il est donc important d'utiliser la représentation visuelle avec jugement.

3.7 Références

1. Christopher G. Healey. Perception in Visualization.
2. C. Brewer. Color use guidelines for data representation.
3. Bernice E. Rogowitz and Lloyd Treinish. "How Not to Lie with Visualization."
4. The digital magazine of InfoVis.net @ <http://www.infovis.net/>
5. Vischeck @ <http://www.vischeck.com/>