

## Modélisation probabiliste de stratégies d'exploration visuelle et d'attention visuelle

### Cadre théorique

Pour comprendre les stratégies d'exploration visuelle, deux composantes sont principalement évoquées. Premièrement, la saillance visuelle quantifie la manière dont les objets de la scène attirent l'attention, par leurs caractéristiques visuelles (taille, couleur, reflets, etc.). Cette saillance visuelle dépend uniquement de l'entrée sensorielle : on la qualifie de contrainte *bottom-up* (ascendante). Deuxièmement, et malgré la saillance visuelle, le sujet conserve un contrôle sur sa manière d'explorer la scène visuelle, en fonction de la tâche, de sa préférence, ou d'idiosyncrasies. Ces contraintes dépendent uniquement du sujet cognitif qui réalise la tâche : on les qualifie de contraintes *top-down* (descendantes).

Les données expérimentales suggèrent que ces deux types de contraintes interagissent habituellement, et que la manière dont elles se mélangent est, elle-aussi, dépendante de facteurs comme le type de la tâche ou la stratégie cognitive employée par le sujet. Cependant, l'essentiel des modèles computationnels d'exploration visuelle de scènes sont centrés soit sur les contraintes *bottom-up*, soit sur les contraintes *top-down*. Les modèles proposant un mélange entre contraintes *bottom-up* et *top-down* sont soit qualitatifs, soit manquent de généralité, incapables par exemple de traiter les contextes multi-tâches.

Nous avons proposé **un modèle probabiliste de stratégie d'exploration visuelle**, qui mélange les contraintes *bottom-up*, *top-down*, et des contraintes mémorielles représentant l'état actuel des connaissances acquises par le sujet sur la scène visuelle. La principale originalité du modèle est qu'il explicite mathématiquement la manière dont ces contraintes sont mélangées, permettant d'en explorer les conséquences comportementales.

Nous considérons **deux domaines d'application du modèle**. Pour le premier, nous avons réalisé un prototype de « jeu vidéo », qui permettra une collecte de données comportementales directement comparables aux prédictions du modèle. Dans ce jeu, le joueur doit interagir avec des cibles (les capturer ou les éviter) en mouvement, mais aussi, simultanément, il doit surveiller l'état d'une jauge qu'il doit maintenir dans un intervalle donné. Le second domaine d'application concerne, cette fois-ci sur des données expérimentales déjà disponibles, la modélisation des stratégies d'exploration visuelle de visage pour l'apprentissage de la parole par le bébé. Quand il regarde un visage parlant, le bébé sélectionne et regarde les zones du visage (bouche, yeux) en fonction de leur saillance, mais aussi de leur intérêt communicatif. Par exemple, regarder les yeux indiquent l'intention ou l'humeur, alors que la bouche porte des indices sur les phonèmes prononcés. Dans les deux contextes, la tâche à résoudre nécessite **une répartition du traitement visuel sur toute la scène, en fonction de deux sous-tâches, et une stratégie cognitive pour les combiner** et pour le traitement multi-tâche.

### Objectifs

Les objectifs de ce stage sont à la fois théoriques et expérimentaux. Sur le plan théorique, l'objectif est d'étudier le modèle de mélange d'information *bottom-up* et *top-down*, d'explorer mathématiquement les modèles de mélange, et leurs conséquences en termes de stratégies résultantes d'exploration visuelle, ou des propriétés d'accumulation d'information perceptive. Sur le plan expérimental, l'objectif est de valider le modèle probabiliste sur la base des données expérimentales de plusieurs domaines d'application, pour en démontrer la généralité.



## Travail proposé

Pour réaliser ces objectifs, l'étudiant sera tout d'abord en charge de finaliser la programmation du modèle. La maquette existante est une implémentation partielle du modèle en Mathematica : comme le programme est court, on pourra changer de langage de programmation et réécrire le modèle si besoin. On utilisera ensuite le modèle pour simuler des trajectoires d'exploration visuelle, et on étudiera la capacité du modèle à générer des stratégies identifiables, dans les contextes d'exploration de visages parlants et du jeu vidéo.

L'étudiant sera également en charge de la collecte de données expérimentales, par la mesure des mouvements oculaires des joueurs réalisant la tâche demandée par le jeu vidéo. La dernière étape sera l'analyse des données expérimentales et leur comparaison avec les prédictions du modèle. Une revue de la littérature des modèles computationnels du mélange d'informations top-down et bottom-up sera également attendue.

## Contexte pratique

Le travail sera réalisé au sein d'une équipe pluridisciplinaire alliant modélisateurs et spécialistes des stratégies visuelles et de l'attention visuelle, sur deux laboratoires de Grenoble (Laboratoire de Psychologie et NeuroCognition (LPNC) et GIPSA-Lab). Le stage sera encadré conjointement par Julien Diard (LPNC, modélisation bayésienne), Alan Chauvin (LPNC, mouvements oculaires) et Nathalie Guyader (GIPSA-Lab, vision des scènes naturelles). Le stage sera réalisé en relation avec des collaborateurs à Metz (Sophie Lemonnier, Psychologie Ergonomique et Sociale pour l'Expérience utilisateurs, PErSEUs) et à Lyon (Mathilde Fort, ISC).

Une poursuite en thèse est envisageable, pour poursuivre les recherches sur le modèle probabiliste d'exploration visuelle mêlant contraintes cognitives, saillance visuelle et contrôle attentionnel, et son évaluation expérimentale.

## Compétences demandées

Le candidat devra avoir soit une formation en sciences cognitives et un intérêt conjoint pour la modélisation mathématique et l'expérimentation, soit une formation en programmation et simulation informatique, et une affinité pour les sciences cognitives. Une adaptation du programme de travail en fonction du profil du candidat est envisageable.

## Contacts

Julien Diard (LPNC)

[julien.diard@univ-grenoble-alpes.fr](mailto:julien.diard@univ-grenoble-alpes.fr) 04 76 82 78 07 <http://diard.wordpress.com>

Alan Chauvin (LPNC)

<https://sites.google.com/site/alanchauvin/>

Nathalie Guyader (Gipsa-lab)

[http://www.gipsa-lab.grenoble-inp.fr/page\\_pro.php?vid=98](http://www.gipsa-lab.grenoble-inp.fr/page_pro.php?vid=98)

**Financement** : Les indemnités de stage seront demandées auprès du Pôle Grenoble Cognition / NeuroCog.