

## Sujet de thèse

**Titre de la thèse : Efficient Interaction through Information Maximization**

Directeur de thèse : Gilles Bailly

Co-direction éventuelle : Julien Gori

Collaboration dans le cadre de la thèse : Olivier Rioul (Institut Polytechnique de Paris)

Laboratoire d'accueil : ISIR (*Institut des Systèmes Intelligents et de Robotique*), Campus Pierre et Marie Curie, 4 place Jussieu, 75005 Paris.

## Personne à contacter

Prénom Nom : Julien Gori

Email : gori(at)isir.upmc.fr

Envoyer votre candidature par mail, avec [sujet de la thèse] en objet, un CV, les relevés de notes M1/M2, et une lettre de motivation.

Date limite de dépôt de la candidature : 15 mai 2023

## Description du sujet (en français)

**Contexte** : La conception d'interfaces est un processus itératif. En général, un concepteur propose une interface à partir d'intuitions, de ses connaissances, et la soumet aux commentaires des utilisateurs pour en modifier la conception initiale. Ce cycle peut se répéter un certain nombre de fois jusqu'à ce que l'interface soit jugée appropriée. Cette approche présente plusieurs inconvénients et l'ensemble du processus est généralement long car il nécessite plusieurs allers-retours entre le(s) concepteur(s) et les utilisateurs.

Des approches informatiques de la conception d'interfaces ont été récemment proposées. Dans la première étape du processus de conception, l'interface résulte de la maximisation d'une fonction de coût bien choisie.

La principale difficulté de ce type d'approche est que la solution n'est qu'aussi bonne que la fonction de coût, qui doit être conçue à la main pour chaque problème.

Cette thèse propose d'étudier des approches génériques de la conception d'interfaces qui exploitent des fonctions de coût "universelles" basées sur des mesures d'information (entropie).

**Description du projet** : Cette thèse propose d'étudier des approches génériques de la conception d'interfaces qui exploitent des fonctions de coût "universelles" basées sur des mesures d'information (entropie), comme BIG.

Ces dernières présentent quelques inconvénients: impossibilité de tenir compte de la valeur de certains états, aucune garantie sur la proximalité de l'interaction, nécessité d'information a priori sur l'utilisateur, et, en général, une démonstration que sur des problèmes de taille réduite.

Le but de la thèse est de remédier à ces problèmes, en se basant notamment sur des techniques existantes d'estimation et de maximisation d'information mutuelle connues en informatique et en théorie de l'information.

Le candidat devra notamment évaluer empiriquement les techniques mises en œuvre, et leur efficacité pour l'interaction avec des sujets humains, au moyen d'expériences contrôlées.

Sous la co-tutelle de :

**Objectif scientifique :**

Le doctorant devra:

1. Examiner et comparer les mesures d'information mutuelle mentionnées avant sur des bases analytiques et empiriques.
2. Solutionner les lacunes de BIG dans un cadre théorique, puis démontrer l'efficacité de la solution de manière empirique. A ce stade, le candidat devra implémenter un logiciel qui dépasse le cadre du prototype, par exemple un clavier intelligent avec plusieurs fonctionnalités.
3. Développer et maintenir une bibliothèque logicielle mettant en œuvre les algorithmes nécessaires à la maximisation et à l'inférence de l'information mutuelle utilisés par le candidat.

**Profil recherché :** Le candidat devra faire preuve d'un intérêt pour la modélisation et les techniques d'apprentissage Bayésienne. L'intérêt et les connaissances préalables en matière de recherche expérimentale et de programmation de logiciels, et une connaissance des notions de base de la théorie de l'information seront appréciées. Veuillez envoyer un CV et vos relevés de notes M1/M2 avec votre candidature.

Description du sujet (en anglais)

**Context:** Designing interfaces is an iterative process. Usually, a designer proposes an interface based on its intuition, knowledge, and submits it to user feedback for alterations of the original design. This cycle may repeat a number of times until the interface is deemed appropriate.

This approach has several drawbacks, and the whole process is usually lengthy as it requires several back-and-forths between the designer(s) and the users. Computational approaches to the design of interfaces have recently been proposed: in the first stage of the design process, the interface results from the maximization of some well-chosen cost function. The main difficulty with this type of approaches is that the solution is only as good as the cost function, which has to be handcrafted for each problem. This thesis investigates generic approaches to the design of interfaces that leverage "universal" cost functions based on information (entropy) measures.

**Project Description:** This thesis proposes to study generic approaches to interface design that exploit "universal" cost functions based on information measures (entropy), just like BIG. The latter present some drawbacks: impossibility to take into account the value of some states, no guarantee on the proximity of the interaction, need for a priori information on the user, and, in general, it has been demonstrated only on small problems.

The goal of the thesis is to remedy these problems, based in particular on existing techniques of mutual information estimation and maximization known in computer science and information theory. In particular, the candidate will have to empirically evaluate the implemented techniques, and their effectiveness for interaction with human subjects, by means of controlled experiments.

**Scientific Objective:** The doctoral student will:

1. Examine and compare the aforementioned measures of mutual information on analytical and empirical grounds.
2. Solve the shortcomings of BIG in a theoretical framework, and then demonstrate the effectiveness of the solution empirically. At this stage, the candidate will be expected to implement software that goes beyond the prototype, such as a smart keyboard with multiple features.
3. Develop and maintain a software library implementing the necessary algorithms for mutual information maximization and inference used by the candidate.

Sous la co-tutelle de :



## INSTITUT DES SYSTEMES INTELLIGENTS ET DE ROBOTIQUE OFFRE DE THÈSE

**Required Profile:** The candidate will have an interest and demonstrated expertise in computational modeling. Interest and prior knowledge in experimental research and software programming, and knowledge of basic information theoretic notions will be appreciated. Please send a CV and your master's degree transcripts with your application.

*Sous la co-tutelle de :*

