

Rapport : Découverte de la recherche scientifique

Thomas-Alexandre Moreau

27/04/2024

Table des matières

1	Présentation scientifique préférée	2
1.1	Art & Design	2
1.2	Colorisation d'images	2
1.3	Cultural Heritage	2
2	Présentation d'une thématique de recherche	3
3	Interview du doctorant	4
3.1	Premier algorithme : <i>"Non-linear Rough 2D Animation using Transient Embeddings"</i>	4
3.2	Deuxième algorithme : <i>"Efficient Interpolation of Rough Line Drawings"</i>	5
3.3	Détails supplémentaires sur les deux algorithmes	5
3.4	Contexte international	5
4	Annexe	6

1 Présentation scientifique préférée

Une présentation m'a particulièrement intéressé, celle du département Image et Son (présentée par Pierre Bénard et Michaël Clément).

Il y a plusieurs raisons à cela. Pour commencer, le domaine d'Image et Son correspond le plus à ce qui m'intéresse de base en informatique (hors domaine de recherche), donc bien que la présentation concernait des thématiques de recherche, elle m'a fortement intéressée.

Parmi ce qui m'a intéressé dans cette présentation, je peux citer quelques exemples :

- BCI (Brain-Computer Interfaces) - **Equipe Potioc**
- La partie Art & Design (animation 2D / manipulation 3D) - **Equipe Manao**
- La colorisation d'images - **Equipe TAD (Traitement et Analyse de Données)**
- La partie Cultural Heritage - **Equipe Manao**

Je ne détaillerai pas les BCI, car je réserve ce sujet à la seconde partie du rapport. Néanmoins, je vais donner quelques détails concernant les 3 autres sujets.

1.1 Art & Design

C'est certainement le sujet qui se rapproche le plus de ce que j'aime en informatique. J'en reparlerai dans un certain sens dans la troisième partie du rapport, étant donné que ce sujet est très fortement lié au sujet de thèse du doctorant que j'ai interviewé. Il y avait par exemple de l'animation 2D se basant sur des croquis d'artistes, de la manipulation d'objets 3D pour par exemple créer une déformation dans l'animation d'un mouvement, et ainsi donner un effet de flou correspondant à la vitesse de l'animation (pour rajouter du réalisme à l'animation)

1.2 Colorisation d'images

Pour le système de colorisation d'images, j'ai trouvé le procédé intéressant. C'est un algorithme qui utilise du deep learning pour apprendre à partir d'autres images similaires comment les couleurs devraient être appliquées sur une image. Par exemple si l'on veut coloriser une image de perroquet, l'algorithme ira chercher dans sa base de données toutes les occurrences de perroquet et les analyser pour savoir comment répartir les couleurs sur l'image actuelle.

1.3 Cultural Heritage

Enfin, cette partie m'a surtout surpris, car je ne m'attendais pas à voir ce genre de procédé. Cela consiste à faire de nombreuses prises de photographies sur un objet historique en jouant avec des lumières afin de pouvoir en créer une représentation 3D numérique en haute résolution. L'objectif est donc de pouvoir observer des objets historiques normalement inaccessibles de façon numérique et ainsi en permettre l'accès au grand public sans risquer de les endommager.

2 Présentation d'une thématique de recherche

Comme dit dans la partie précédente, je consacrerai la seconde partie aux BCI, les Brain-Computer Interfaces.

Tout d'abord, que sont les BCI et quel est le but de recherche derrière cela ?

C'est un système qui capte l'activité du cerveau de l'utilisateur (comme un électroencéphalogramme) afin de la traduire en commandes / messages dans une application.

Par exemple, si l'on prend le cas d'un fauteuil roulant équipé de l'application, le BCI pourrait permettre de traduire l'activité du cerveau en déplacement. Pour cela, il suffit que l'utilisateur pense à une direction, et le fauteuil se déplacera dans cette direction.

Le fonctionnement des BCI est un système de boucle :

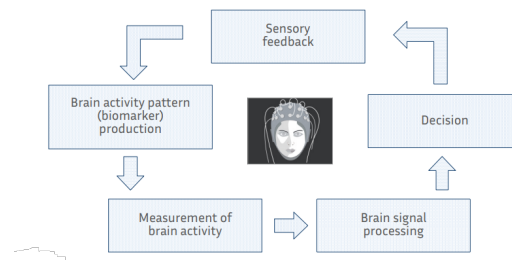


FIGURE 1 – Représentation du système de boucle des BCI

[1]

Ce n'est évidemment qu'un domaine d'application parmi d'autres mais cette technologie pourrait aider beaucoup de personnes.

Maintenant passons aux détails techniques. Evidemment, concevoir un tel système n'est pas simple. Bien que les BCI sont déjà en quelque sorte fonctionnelles, il y a encore de nombreux problèmes à régler. En effet, le taux d'erreurs est encore très élevé et la qualité des résultats varie énormément au sein des différents utilisateurs. Egalement, dans les faits très peu d'utilisateurs réussissent à utiliser les BCI (entre 10 et 50% environ des utilisateurs).

Mais pourquoi tant de variations dans les résultats ?

En vérité, cela vient particulièrement des utilisateurs. Cela ne concerne pas les différences de sexe, mais simplement des utilisateurs eux-mêmes, car chaque individu est différent. De plus, d'autres facteurs peuvent entrer en jeu également comme la fatigue mentale. Les meilleurs résultats lors de l'entraînement des BCI seraient lorsque l'utilisateur est reposé.

Pour finir cette seconde partie, je vais finalement parler de la méthodologie adoptée par l'équipe *Potioc*. Celle-ci est composée de 3 étapes :

- Théorie - Analyse du domaine
- Design et Implémentation
- Expérimentation

La première consiste à accumuler de la connaissance théorique sur le sujet de recherche, la seconde est la partie conception, création (dans notre exemple c'est le système des BCI) et enfin la dernière partie comme son nom l'indique consiste à faire des phases d'expérimentation, comme pour les phases de test des BCI.

3 Interview du doctorant

Passons maintenant à la troisième et dernière partie du rapport, l'interview du doctorant.

Accompagné de trois autres étudiants, nous avons interviewé un doctorant à l'Inria nommé Melvin Even. Son domaine de recherche est du côté d'Image et Son dans l'équipe *Manao*, et plus particulièrement sur de l'animation 2D assistée par ordinateur.

Un lien vers le site du projet de son équipe est disponible dans l'annexe [2].

Parlons maintenant plus précisément de sa thèse. Son objectif est de concevoir un logiciel permettant d'interagir avec des croquis réalisés par de vrais artistes. Le logiciel permet donc par exemple de créer des images intermédiaires entre à partir de 3 croquis références, et donc ainsi reconstituer une animation qui relie les 3 croquis références.

Il nous a précisément décrit deux algorithmes différents que je vais à maintenant présenter

3.1 Premier algorithme : *"Non-linear Rough 2D Animation using Transient Embeddings"*

Cet algorithme a pour but de permettre à un artiste de créer un mouvement entre deux images clés. Ces images doivent être des croquis composés de multiples traits, comme ce à quoi ressemble les croquis des artistes.

Lorsque les deux images sont mises en place, il est possible ensuite de faire le lien entre des éléments de la première image et de la seconde pour permettre à l'algorithme de générer des images intermédiaires pour aller de l'élément A à l'élément B et ainsi créer un mouvement. Le nombre d'images intermédiaires peut être réglé, ainsi que le mouvement, les images clés et beaucoup d'autres paramètres.

Le détail clé de cet algorithme est que toute modification apportée se fait en temps réel, et ne sont jamais permanentes, laissant ainsi à l'artiste une totale liberté avec l'algorithme, lui permettant de modifier n'importe quel élément comme il le souhaite à n'importe quelle étape. L'algorithme s'adaptera en temps réel à chaque fois.

Melvin nous avait expliqué que cette volonté d'édition en temps réel était faite pour vraiment permettre aux artistes d'avoir le plein contrôle du logiciel, car les artistes n'aiment généralement pas les logiciels qui font tout pour eux sans pouvoir ajuster ce qu'ils font. Avec ce logiciel, cela leur est possible. De plus, une importance a été vouée à rendre l'algorithme non linéaire, et à n'autoriser que des actions très simples telles que dessiner et effacer, et surtout, l'algorithme ne modifiera jamais les dessins de l'artiste, c'est l'artiste qui décide de modifier ses croquis ou non, et l'algorithme relancera la génération d'images intermédiaires à partir de ces modifications.

Il y a également une notion de "spacing" entre chaque image générée qui peut permettre de créer par exemple un phénomène d'accélération.

Exemple : s'il faut par exemple une seconde pour passer d'une image A à une image B, si on augmente la distance entre l'image A et l'image B il y aura plus de distance à parcourir avec cette même seconde. On aura donc une impression d'accélération sur l'animation.

Pour plus d'information sur cet algorithme, un lien vers la publication sur l'algorithme est accessible dans l'annexe [3].

3.2 Deuxième algorithme : *"Efficient Interpolation of Rough Line Drawings"*

Le second algorithme reprend le principe d'images intermédiaires, mais cette fois-ci, l'artiste fournit 3 images clés, qui sont toujours des croquis bruts.

L'idée ici est de générer des images intermédiaires entre ces trois images clés permettant de créer une animation cohérente. Le procédé est différent du premier algorithme car celui-ci utilise un système de "heatmap" pour déterminer le placement des traits sur les images intermédiaires.

Le premier algorithme avait pour but de laisser à l'artiste prendre toutes les décisions pour le déroulement de l'animation, mais le second est purement autonome, bien que comme pour le premier, l'artiste peut modifier ses croquis et provoquer une régénération des images intermédiaires à partir de ces nouveaux croquis.

Cet algorithme peut donc donner des idées à l'artiste sur la réalisation de son animation, tout en restant dans un style minimaliste dû à la contrainte de générer des images à partir de croquis bruts.

Pour plus d'information sur cet algorithme, un lien vers la publication sur l'algorithme est accessible dans l'annexe [\[4\]](#).

3.3 Détails supplémentaires sur les deux algorithmes

Melvin nous avait expliqué certains problèmes auxquels lui et son équipe avaient été confronté.

L'un d'entre eux et certainement le plus grand était une contrainte de 16 millisecondes de temps d'exécution, car ils avaient la volonté de créer un logiciel réagissant en temps réel.

3.4 Contexte international

Durant l'étude de sa thèse, Melvin a eu l'occasion de voyager à plusieurs reprises, et notamment de travailler avec des collègues étrangers.

Il a par exemple pu voyager en Chine, et a travaillé de façon active en coopération avec des collègues chinois, en plus de ses collègues de Bordeaux.

4 Annexe

1. *Représentation du système de boucle des BCI* : image tirée du PDF fourni par Pierre Bénard
<https://moodle.u-bordeaux.fr/mod/resource/view.php?id=424523>
2. Site web ayant servi lors de l'interview du doctorant : <https://mostyle.github.io/>
3. Publication sur le premier algorithme : <https://mostyle.github.io/blog/eg2023>
4. Publication sur le deuxième algorithme : <https://mostyle.github.io/blog/pg2023>