



CentraleSupélec

RAPPORT TL SIR COMMANDE DE ROBOT PAR INTERFACE CÉRÉBRALE

**- Rafael ELLER CRUZ, Mathieu DAVIET, Heloise HUYGHUES
DESPOINTES-**

promo 2018

Table des matières

1	Introduction	1
2	Extraction de la commande du robot à partir des signaux cérébraux	2
2.1	Le signal d'entrée	2
2.2	Étude pratique	4
2.2.1	Démarche choisie pour l'extraction de commande	4
2.2.2	Création de données labellisées	4
2.2.3	Filtrage passe bande du signal	4
2.2.4	Lissage du signal	4
2.2.5	Choix de la commande	4
2.2.6	Synthèse et résultats	4
3	Commande du robot	5
3.1	Implémentation de l'interface avec le robot	5
3.2	Adaptation de l'extraction du signal pour la commande du robots	6
3.2.1	7
3.2.2	7
4	Analyse des résultats	8
4.1	8
4.2	Résultats et tests	8
5	Synthèse des résultats	9
6	Conclusion	10
7	Annexe	11

1 Introduction

Lors de ses 11 séances de TL d'approfondissement, nous avons eu l'occasion de réaliser la commande du robot Khepera à partir de signaux provenant d'une interface cerveau machine (BCI). Ce projet nous a permis de mettre en pratique les connaissances que nous avons acquises lors des cours de la majeure Systèmes Interactifs et Robotiques et plus particulièrement celles des cours Modélisation et Analyse Spectrale, Robotique autonome et Programmation C++.

Deux robots Khepera, un système d'acquisition cérébrale et des signaux pré-enregistrés ont été mis à notre disposition pour ce projet. Le robot ne sera commandé que par 4 ordres: rester immobile, tourner à droite, tourner à gauche et avancer.

Notre travail à travers les séances et dans ce rapport est décomposé en 2 grandes étapes: l'extraction des commandes sur les signaux BCI et le contrôle du robot. Ces deux étapes sont ensuite réunies sous C++ grâce au framework ROS.

2 Extraction de la commande du robot à partir des signaux cérébraux

2.1 Le signal d'entrée

Le signal de commande que l'on va être amené à analyser en entrée du système correspond au signal en sortie de la BCI. Dans le cadre de ce TL, 3 signaux ont été enregistrés à une fréquence de 256Hz et peuvent être rejoués à volonté. Pour chaque période de temps, les signaux enregistrés possèdent deux valeurs correspondant aux deux canaux du capteurs. Nous aurions pu effectuer nos propres enregistrements à l'aide d'un capteur BIOSEMI à 2048Hz mais par manque de temps, nous nous sommes concentrés sur les signaux déjà enregistrés.

Le signal en sortie de la BCI est influencé par trois plaques clignotant respectivement autour de 7.5Hz, 11Hz et 13.5Hz. Lorsque l'expérimentateur regarde l'une des plaques à une fréquence donnée, cette fréquence se répercute dans l'émission de ses signaux cérébraux et se retrouve dans le signal récupéré par la BCI. Chacune de ces plaques clignotantes correspond à un ordre particulier. L'expérimentateur doit regarder la plaque clignotant à 7.5Hz si il veut que le robot tourne à gauche, celle clignotant à 11Hz si il veut que le robot avance, celle clignotant à 13.5Hz si il veut que le robot tourne à droite et ne regarder aucune plaque si il veut que le robot s'arrête.

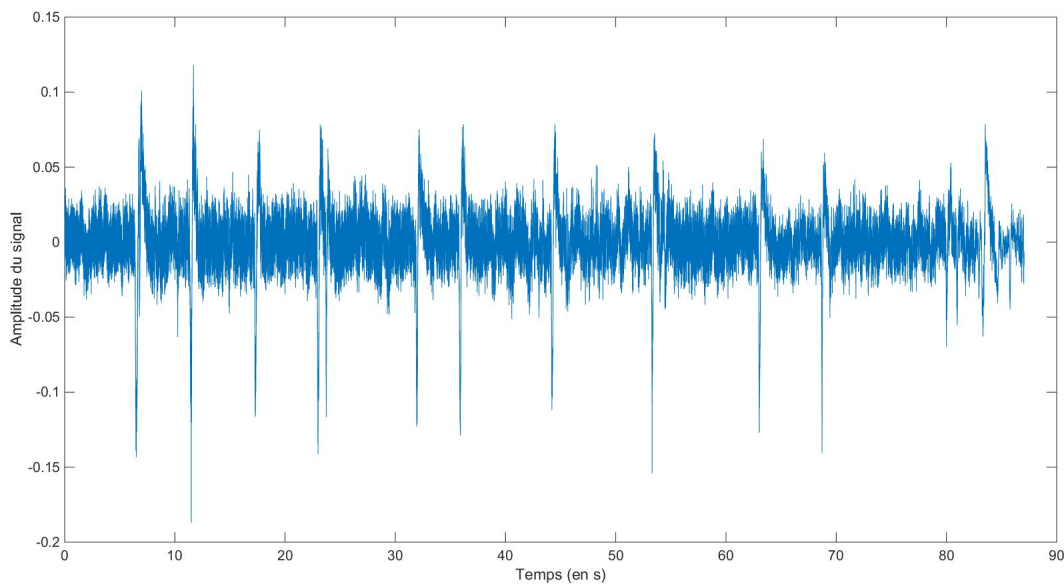


Figure 1: Signal brut en sortie de la BCI enregistré

Pour faciliter l'exploitation des résultats nous avons appliqué deux modifications aux signaux enregistrés.

Tout d'abord, les signaux enregistrés sont bi-canaux. Ainsi, pour qu'ils soient plus faciles à manipuler par la suite, nous les avons transformé en signaux mono-canal correspondant à la moyenne des deux canaux.

Ensuite, les signaux enregistrés ne possèdent que les valeurs du capteur en fonction du temps, les labels indiquant quels ordre ont été donné dans le temps ne sont disponibles que de manière écrite

dans le sujet. Pour faciliter la modélisation et l'optimisation de la commande de robot, nous avons ajouté une deuxième colonne au signaux mono-canal enregistrés correspondant à l'ordre attendu en fonction du temps. L'ajout du label automatiquement nous permettra par la suite de créer des scores pour évaluer l'efficacité du traitement du signal que nous effectuerons. [figure + détails labels]

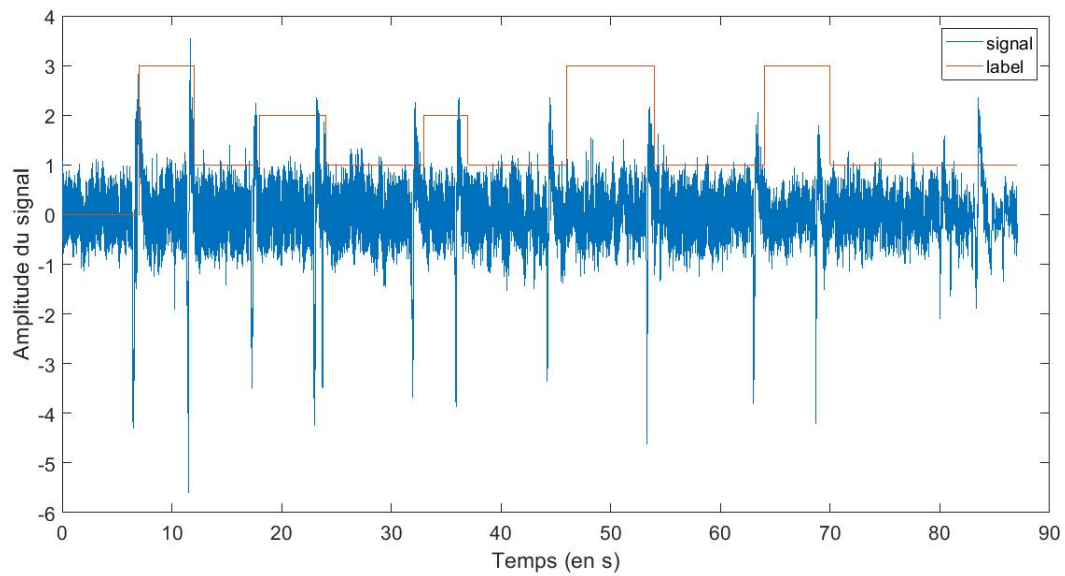


Figure 2: Signal brut monocanal labellisé

2.2 Étude pratique

2.2.1 Démarche choisie pour l'extraction de commande

2.2.2 Création de données labellisées

2.2.3 Filtrage passe bande du signal

2.2.4 Lissage du signal

2.2.5 Choix de la commande

2.2.6 Synthèse et résultats

3 Commande du robot

3.1 Implémentation de l'interface avec le robot

4 commandes possibles: avancer, tourner à droite, tourner à gauche et ne rien faire

A footnote ¹

You can see a duck in figure 3.



Figure 3: A duck

¹<https://hal.archives-ouvertes.fr/>

3.2 Adaptation de l'extraction du signal pour la commande du robots

3.2.1

3.2.2

4 Analyse des résultats

4.1

4.2 Résultats et tests

5 Synthèse des résultats

6 Conclusion

7 Annexe