

Brogniet Geoffrey
Fantuzzi Sébastien
Périquet Simon
Holsters Morgan

TRAITEMENT DE SIGNAUX ET DE DONNÉES

Séparation de l'ECG du fœtus et de sa mère



Haute Ecole Economique et Technique

Professeurs : Mme Guérit, M. Dewulf
Année académique : 2021-2022

Groupe n°4

Lien du code : <https://github.com/BrognietGeoffrey/Traitement-de-signal---Projet>

Table of Contents

1	INTRODUCTION DU PROJET	3
1.1	PROBLÉMATIQUE DU PROJET	3
1.2	OBJECTIFS DU PROJET	3
2	UN PETIT ÉTAT DE L'ART	3
2.1	LES SOLUTIONS EXISTANTES À NOTRE PROJET	3
3	LA PARTIE TECHNIQUE DU PROJET	4
3.1	MÉTHODES, TECHNIQUES, ALGORITHMES	4
3.1.1	<i>Load</i>	4
3.1.2	<i>wfdb2mat</i>	4
3.1.3	<i>Filtre Savitsky-Golay</i>	4
3.1.4	<i>Filtre de Butterworth</i>	5
3.1.5	<i>Filtre LMS via dsp.LMSfilter</i>	5
3.1.6	<i>Méthode Filter</i>	5
4	RÉSULTATS DU PROJET	5
4.1	AVANTAGES	5
4.2	INCONVÉNIENTS.....	6
4.3	LIMITES	6
5	CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES	6
6	PARTIES INDIVIDUELLES.....	7
6.1	PERIQUET SIMON	7
6.2	FANTUZZI SEBASTIEN.....	7
6.3	BROGNIET GEOFFREY	7
6.4	HOLSTERS MORGAN	8

1 Introduction du projet

1.1 Problématique du projet

Notre projet consiste en la séparation de l'ECG (un électrocardiogramme) du fœtus et de sa mère. Le résultat de ce projet doit être capable, à partir d'un fichier contenant un électrocardiogramme, donc un fichier .edf qui est le fichier normé de l'Europe ou un fichier plus classique comme un fichier de données (.dat) ou de texte (.txt), de séparer en deux signaux distincts l'ECG de la mère du fœtus et l'ECG du fœtus afin d'analyser ceux-ci et d'en déduire des résultats médicaux comme des anomalies, des arythmie et toutes sortes de maladies courantes du cœur.

1.2 Objectifs du projet

Les objectifs du projet sont nombreux et concrets. Voici la liste de ces objectifs :

- Ouverture du fichier contenant l'ECG.
- Nettoyage du signal découlant du fichier contenant l'ECG.
- Séparation du signal en deux signaux distincts :
 - o Un signal comprenant l'ECG nettoyé de la mère du fœtus.
 - o Un signal comprenant l'ECG nettoyé du fœtus.
- Calcul du rythme cardiaque de chacun des deux signaux.
- Une analyse des signaux.
- Un affichage clair, concis et facile à lire des résultats des analyses comprenant également les signaux.

Ceci est notre liste pour les objectifs du projet, évidemment cette liste à l'avenir pourrait se remplir avec la lecture audio des signaux par exemple.

2 Un petit état de l'art

2.1 Les solutions existantes à notre projet

- The ECG Collection :
 - o Il s'agit d'une application en français.
 - o Elle nous propose des tracés d'ECG avec des analyses à propos de ces ECG.
 - o Cette application est dédiée aux étudiants souhaitant comprendre les ECG ou améliorer leurs connaissances dans les ECG mais elle est également dédiée pour les médecins souhaitant une analyse externe à leurs analyses ou pour aussi mieux comprendre.
 - o Cette application propose différents niveaux de difficulté qui va de facile à très difficile.
 - o Il y a également de proposé des descriptions des tracés avec des interprétations par 4 cardiologues

Brogniet Geoffrey
Fantuzzi Sébastien
Périquet Simon
Holsters Morgan

Ce qui nous différencie ici est que notre application n'est pas du tout dédiée pour les étudiants ou les médecins. Nous n'avons pas de difficulté de niveaux également et enfin aucunes interprétations par des cardiologues.

- Instant ECG :
 - Il s'agit de l'application la plus complète sur le marché.
 - Son principal but est l'aide à la lecture et l'interprétation des ECG

Notre principal but est de communiquer des informations sur des ECG donc nous nous rejoignons avec cette application.

- Outils ECG :
 - Il s'agit également d'une application dont l'apprentissage et la compréhension de l'ECG est le but.
 - Elle permet de trouver un tracé qui est anormal.
 - Elle permet également de trouver les anomalies et montre pas à pas l'évolution d'un ECG.
 - Et enfin elle possède une calculatrice qui permet de trouver la fréquence cardiaque d'un ECG.

Dans cette application, nous sommes similaires en ce qui concerne la fréquence cardiaque mais aucunement nous ne montrons pas à pas l'évolution de l'ECG. Ce qui pourrait être clairement un point d'évolution pour notre projet.

3 La partie technique du projet

3.1 Méthodes, techniques, algorithmes

Ici se retrouve toutes les méthodes, les techniques et/ou les algorithmes ayant servis à la bonne réalisation et conception du projet.

3.1.1 Load

Sert à la lecture de notre fichier converti par la fonction ci-dessous.

3.1.2 wfdb2mat

Cet algorithme nous sert à modifier le format d'un fichier .dat provenant de la base de db de Physionet (Large base de données de fichiers médicaux dont un grand nombre d'études sur les ECG) en fichiers .mat, fichiers facilement lisibles et acceptés par le logiciel MatLab que nous utilisons.

3.1.3 Filtre Savitsky-Golay

Il s'agit d'une méthode utilisée en traitement de signal pour lisser une courbe et en extraire les dérivées successives. (cfr : [Algorithme de Savitzky-Golay — Wikipédia \(wikipedia.org\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Algorithme_de_Savitzky-Golay) , visité le 5 décembre 2021)

Brogniet Geoffrey
Fantuzzi Sébastien
Périquet Simon
Holsters Morgan

3.1.4 Filtre de Butterworth

Le filtre de Butterworth est un type de filtre linéaire conçu pour posséder un gain aussi constant que possible dans sa bande passante. (cfr : [Filtre de Butterworth \(traitement-signal.com\)](https://nl.mathworks.com/help/dsp/ref/dsp.lmsfilter-system-object.html), visité le 5 décembre 2021)

3.1.5 Filtre LMS via dsp.LMSfilter

Ce filtre implémente un filtre adaptatif à réponse impulsionnelle finie (FIR) qui fait converger un signal d'entrée vers le signal souhaité à l'aide de l'un des algorithmes suivants :

- LMS
- LMS normalisé (filtre utilisé dans notre projet)
- LMS Sign-Data
- LMS erreur de signature
- LMS Sign-Sign

Le filtre adapte ses poids jusqu'à ce que l'erreur entre le signal d'entrée primaire et le signal souhaité soit minimale. (cfr : <https://nl.mathworks.com/help/dsp/ref/dsp.lmsfilter-system-object.html>, consulté le 8 décembre 2021)

3.1.6 Méthode Filter

Il filtre les données d'entrée à l'aide d'une fonction de transfert rationnelle définie par les coefficients du numérateur et du dénominateur.

Si $a(1)$ n'est pas égal à 1, alors filter normalise les coefficients du filtre par $a(1)$. Par conséquent, $a(1)$ doit être différent de zéro.

Si x est un vecteur, alors filter renvoie les données filtrées sous la forme d'un vecteur de la même taille que x .

Si x est une matrice, alors filter agit le long de la première dimension et renvoie les données filtrées pour chaque colonne.

Si x est un tableau multidimensionnel, alors filter agit le long de la première dimension du tableau dont la taille n'est pas égale à 1.

4 Résultats du projet

4.1 Avantages

Il n'y a pas d'avantage dans notre programme au point où il en est. Mais les avantages auraient pu être que notre application regroupe toutes les fonctionnalités très utiles des applications existantes présentées ci-dessus.

Brogniet Geoffrey
Fantuzzi Sébastien
Périquet Simon
Holsters Morgan

4.2 Inconvénients

La séparation de l'ECG principale en deux ECG distincts, donc celui du fœtus et celui de la mère. Notre code de séparation fonctionne mais ne donne pas vraiment le résultat voulu.

Le projet est également incomplet donc comme pour les avantages, nous ne pouvons rien ajouter d'autres dans la liste des inconvénients.

4.3 Limites

Notre projet n'a pas pu être fini à 100% malheureusement suites à plusieurs événements qui ont apporté un gros retard dans la création de l'application. Les limites sont donc le manque des fonctionnalités que nous voulions dans ce projet malgré un gros effort de recherche et d'essais de la part des membres du groupe à trouver des solutions pour tous nos problèmes mais en vain. Nous avons eu également des limites niveau matériel et niveau logiciel qui étaient différents chez chacun.

5 Conclusions et perspectives

Ce projet, sans bug majeurs, sans groupe séparé et avec plus de temps pour le réaliser aurait pu être un projet très agréable à réaliser et avec un résultat probant à la clé. Malheureusement avec le peu de réactivité dans le groupe malgré des rappels à l'ordre régulier, notre projet fut arrêté un certain temps avant d'être redémarré par Sébastien et Geoffrey. Les perspectives seraient, pendant notre temps libre, de réussir ce projet afin de voir comment on aurait dû réaliser le code et également voire où on prenait la mauvaise direction.

A la fin, vu que nous n'arrivions pas à faire fonctionner notre code, nous nous sommes basés sur le code qui se trouve sur le lien ci-dessous :

<https://nl.mathworks.com/matlabcentral/fileexchange/35328-simulink-model-for-fetal-ecg-extraction-hdl-compatible-algorithm>

6 Parties individuelles

6.1 Périquet Simon

Pour le cours de traitement de signal, j'ai eu l'occasion grâce à ce projet de m'intéresser au plus près d'un des cas pratiques de la « vie réelle » de traitement de signal. Cependant, le début fut plus agréable, se plonger dans un nouveau sujet m'a procuré du plaisir à découvrir. Les premiers jours : Recherche de documentation en tout genre, anglais et français, afin de s'informer un maximum sur le topic. YouTube a été ma source principale d'information sur les méthodes d'accessibilité sur les bases de données depuis Matlab et depuis un fichier en Python. Semaines suivantes :

Premières tentatives de codes sous forme d'apprentissage personnelle de Matlab. Mes premières impressions furent je me sens plus à l'aise avec un fichier Python. Les réunions de notre groupe ont servi pour se partager le travail. Plus le temps avançait, plus je me sentais inapte à réaliser ma part du travail. Les derniers jours avant la remise : Aucun avancement pour ma part, c'est avec tristesse que j'ai décidé de mettre de côté le projet pour me concentrer sur le T.F.E et sur mes projets à côté. Je salue le travail de mes camarades de mon groupe pour leur travail et leur détermination.

6.2 Fantuzzi Sébastien

Bien que le contenu du projet ne m'ait pas beaucoup intéressé, cela ne m'a pas trop déplu non plus. Mais je ne peux pas en dire autant sur la réalisation car il y a plusieurs choses qui m'ont embêté. La première chose serait Matlab. Bien qu'on ait un accès à distance, on ne possède pas la license donc on ne peut pas toujours télécharger afin de voir et tester le code trouvé sur le site officiel de Matlab. Ensuite, il y a le fait que les bases de données fournissent différents types de signaux (différentes extensions de fichiers, signaux déjà séparés entre fœtus-mère-bruit ou séparés par capteurs) et il est donc difficile de savoir lesquels il faut utiliser. De plus, la phase de recherche est très ennuyante car il peut y avoir tout et n'importe quoi voire rien du tout, ce qui fait que je peux trouver des articles payants, des articles qui en fait ne traitent pas ce que je cherche ou des exemples de code qui utilisent des fonctions sans les fournir, les rendant impossible à exécuter. Enfin, le manque de participation de certains n'a pas aidé.

6.3 Brogniet Geoffrey

Lorsque j'ai choisi ce sujet, je pensais qu'il allait être intéressant et que j'allais beaucoup m'amuser à la faire (même en si tirant les cheveux bien sûr). Ce sujet fut intéressant, mais très compliqué pour moi, ce fut donc parti pour une grande section de recherche. Lorsque ceci fut fait je me suis dit que j'allais me lancer dans la conception du code mais de tout ce que j'avais trouvé, rien ne fonctionnait sur Matlab de VDI. Donc j'ai eu plusieurs échanges

Brogniet Geoffrey
Fantuzzi Sébastien
Périquet Simon

Holsters Morgan

avec Madame Guérit qui m'a aidé. Après j'ai décidé d'hacker Matlab car trop de fonctionnalités et fonctions n'étaient pas présentes dans celui de 2019. Et c'est ça qui m'a démotivé en fait, le fait de trouver des solutions à un programme qui ne comprenait pas tout. J'ai perdu des jours, des semaines pour ça. Heureusement que Sébastien m'a boosté sinon j'aurais été comme mes autres collègues. En ce qui concerne ma contribution dans le travail, j'ai réalisé complètement ce rapport et j'ai aidé Sébastien dans la conception du code.

6.4 Holsters Morgan

(Officiellement quitté le groupe en date du 8 décembre)