

Master 2 Informatique : Image et Multimédia

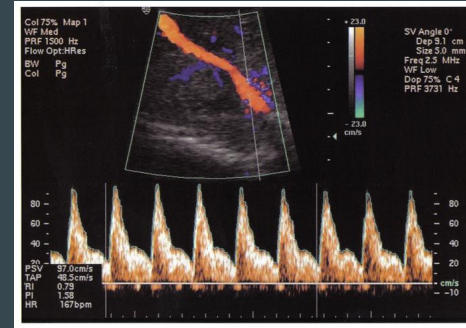
Débruitage de signaux Doppler

...

Méthodes et Algorithmes

Introduction

- ❖ Echo-cardiographie fœtale : enregistrer le cœur du bébé



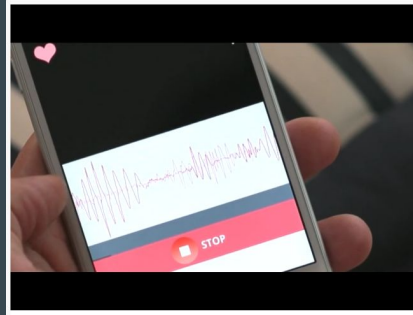
- ❖ Société qui propose une utilisation chez les particuliers



COCOON LIFE
EN CONNEXIONS DOUCES AVEC BÉBÉ

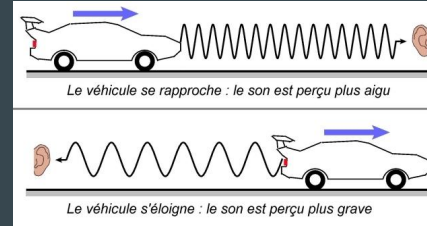
Problématique

- ❖ Echo Doppler portatif avec visualisation du signal
- ❖ Signal bruité
- ❖ Objectifs : débruiter le signal, implémenter une application pour smartphone, entendre le flux sanguin, afficher le spectrogramme, la vitesse

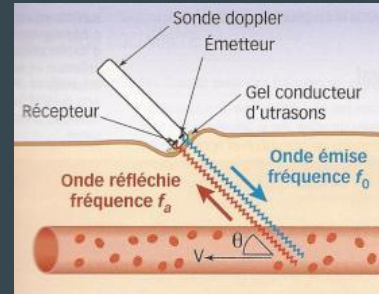


Effet Doppler

❖ Différence de fréquences



❖ Emission continue d'ultrasons



❖ $|f_d - f_0|$ est proportionnelle à la vitesse de déplacement du sang

Débruitage

❖ Signaux bruités

❖ Mise en oeuvre :

➤ Article de recherche '*Doppler ultrasound signal denoising based on wavelet frames.*' [Yu Zhang, Yuanyuan Wang, Weiqi Wang, and Bin Liu.]

- Filtrage adaptatif
- Transformée en ondelettes
- Seuillage doux

Débruitage | Ondelettes

- ❖ Filtrage adaptatif non suffisant
 - Ajout de fréquences
 - Erreur quadratique moyenne non minimisée
- ❖ Transformée en ondelettes
 - Transformation standard
 - Sous-échantillonnage
 - Distorsions sur le signal reconstruit
 - *'De-noising by soft-thresholding' [David L Donoho]*
 - Transformation non-décimée

Débruitage | Ondelettes

❖ Filtre passe-bas et filtre passe-haut

- $G(z) = zH(-z^{-1})$ où H représente la transformée en Z du filtre adaptatif et G le complémentaire du filtre passe-bas

❖ Calcul des différents coefficients

- $$\begin{aligned} s_{i+1}(k) &= [h]_{\uparrow 2^i} * s_i(k) \\ d_{i+1}(k) &= [g]_{\uparrow 2^i} * s_i(k), \end{aligned}$$

- Convolution à chaque niveau de décomposition

Débruitage | Seuillage

❖ Trois grandes étapes

➤ Décomposition en ondelettes

- Coefficients correspondants aux hautes fréquences

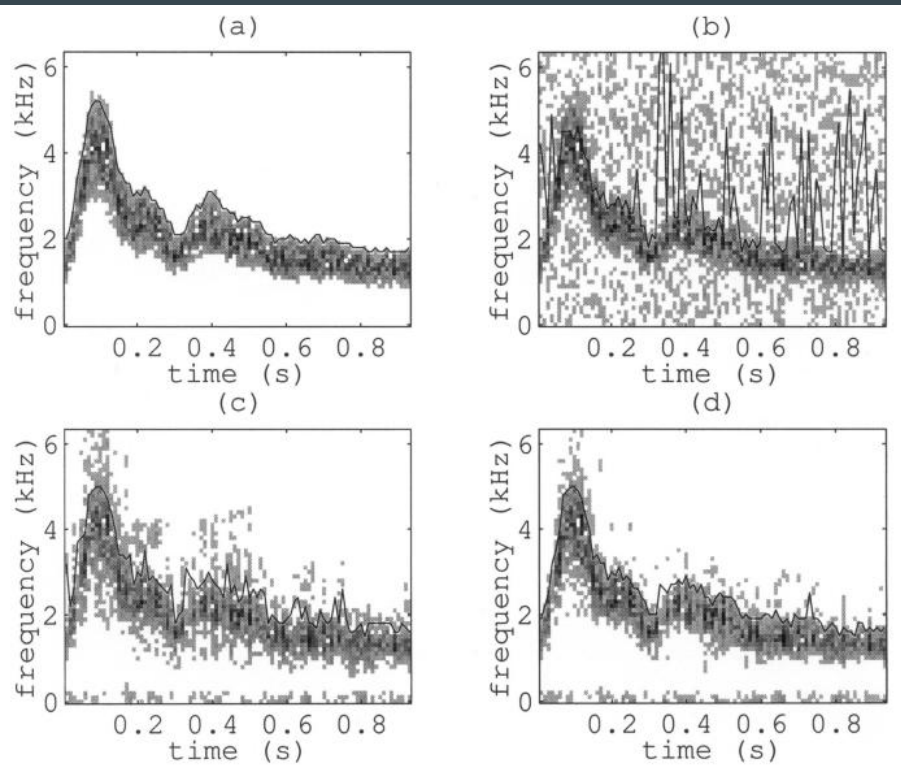
➤ Application du seuil

- $\eta_t(d_i(l)) = \text{sgn}(d_i(l))(|d_i(l)| - t)_+$

➤ Reconstruction du signal

- $$x(k) = \sum_{l \in \mathbb{Z}} s_{(I)}(l)h_I(k-l) + \sum_{i=1}^I \sum_{l \in \mathbb{Z}} d_{(i)}(l)g_i(k-l)$$

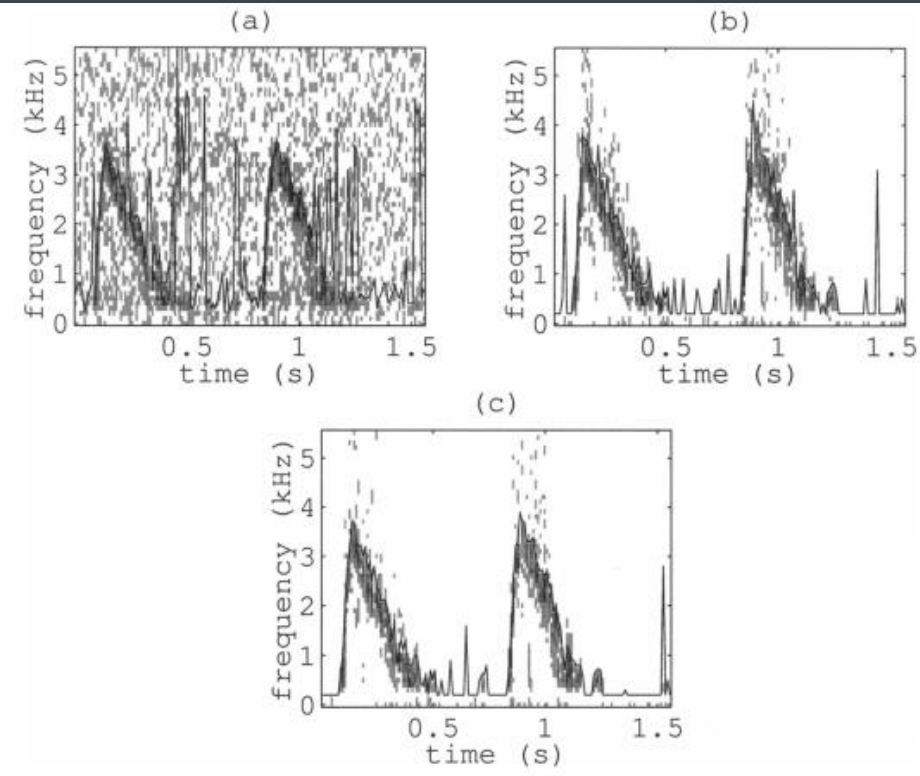
Débruitage | Résultats article



❖ Résultats expérimentaux

- Spectrogramme signal de départ
 - sans bruits / avec bruits
- Spectrogramme après débruitage ondelettes
 - standard / non-décimée
 - différents niveaux de décomposition

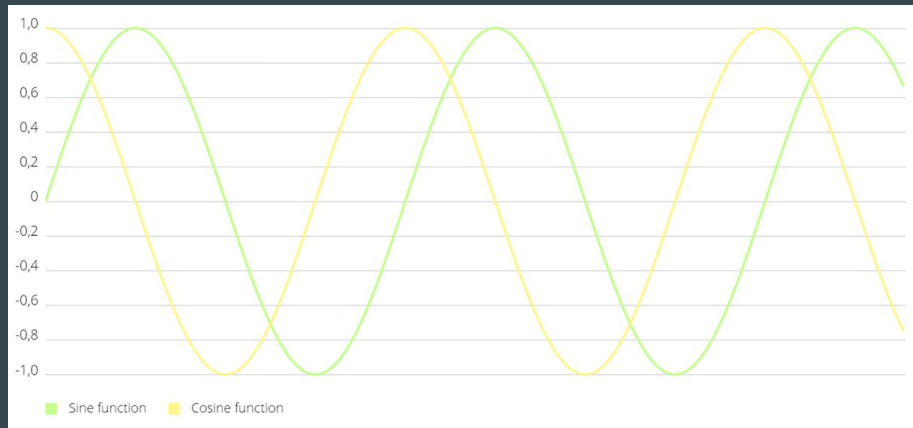
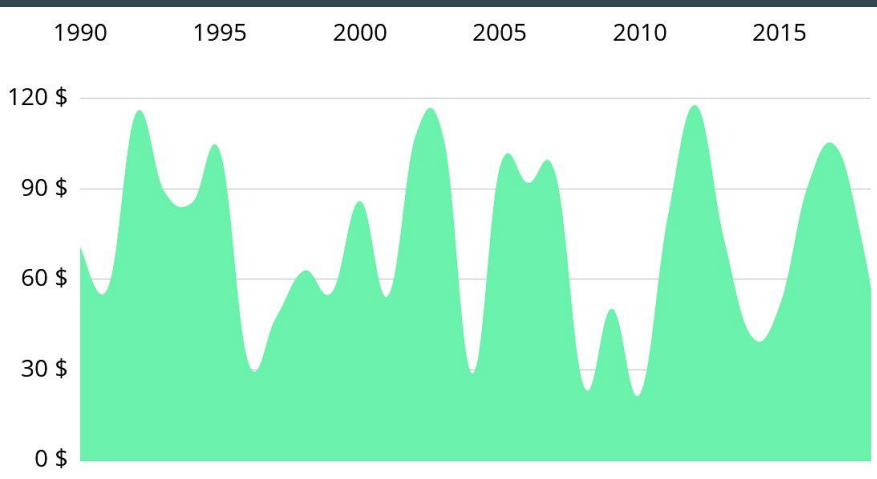
Débruitage | Résultats article



❖ Résultats de tests clinique

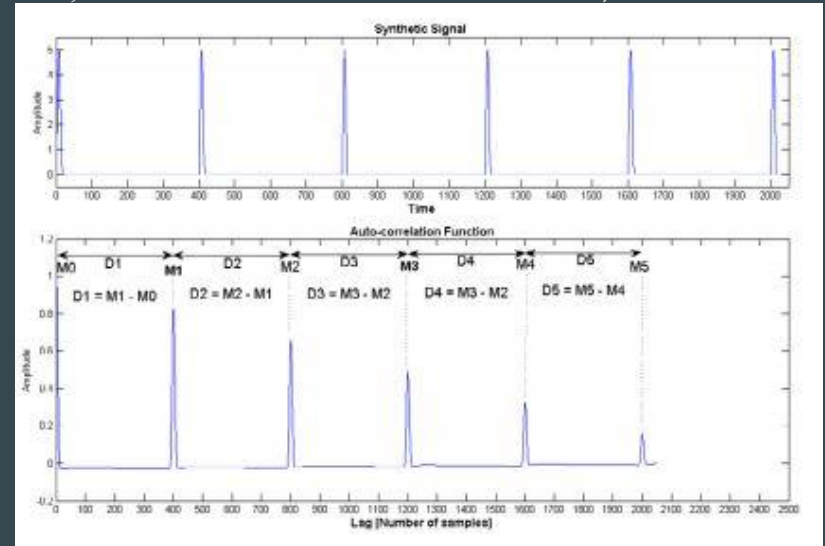
Application

- ❖ Dans un premier temps :
 - Lire un son en continu/ l'enregistrer sur Android
 - Mise en place du filtre
 - Affichage d'une courbe en temps réel : MPAndroidChart



Application

- ❖ Dans un second temps :
 - Calculer le rythme cardiaque foetal (Robust estimation of fetal heart rate from US Doppler signals. Iulian Voicu , Jean-Marc Girault , Catherine Roussel , Aliette Decock et Denis Kouame)
 - Filtres passe-bande
 - Autocorrelation
 - Vecteur de distance entre les maximums



Communications

- ❖ A distance : par mail, facebook, sur le chat du drive, etc...
- ❖ A l'université (jeudi et vendredi, suivi le reste de la semaine)
- ❖ Réunion hebdomadaire

Outils de travail

- ❖ Matlab
 - Trouver et tester le filtre
- ❖ Android Studio
 - JAVA Android
 - MPAndroidChart
 - Librairie Fft
- ❖ Livrables : Google drive (flexibilité, permet à tout le monde de travailler en même temps), overleaf pour les rapports propres
- ❖ Gestionnaire de version : Git avec github

Tests

- ❖ Au commencement
 - Mise à disposition d'enregistrements par notre encadrant
- ❖ Au final
 - Essai de l'application sur une femme enceinte via le dispositif

Organisation du travail

- ❖ Groupe de développement de l'application Android
 - Aline Lepailleur
 - Lucien Mahot
- ❖ Groupe de recherche du filtre adapté
 - Benjamin Azzini
 - Kevin Lapan

Livrables

- ❖ Un site web
 - promouvoir le travail des étudiants sur le site du m2
- ❖ Application smartphone

Conclusion

- ❖ Sujet très intéressant dans le cadre de notre Master
 - ❖ Travail de groupe, de recherche
 - ❖ Application Android pour smartphone
-
- ❖ Une partie de filtrage primordiale
 - ❖ Développement des ondelettes et intégration de plusieurs bibliothèques
 - ❖ Contrainte d'application embarquée