

TP3 - Traitement d'un signal ECG

Objectifs

- Suppression du bruit autour du signal produit par un électrocardiographe.
- Recherche de la fréquence cardiaque.

Commentaires : Il est à remarquer que ce TP traite en principe des signaux continus. Or, l'utilisation de Matlab suppose l'échantillonnage du signal. Il faudra donc être vigilant par rapport aux différences de traitement entre le temps continu et le temps discret.

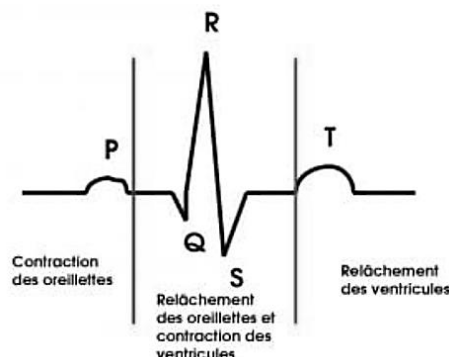
Tracé des figures : toutes les figures devront être tracées avec les axes et les légendes des axes appropriés.

Travail demandé : un script Matlab commenté contenant le travail réalisé et des commentaires sur ce que vous avez compris et pas compris, ou sur ce qui vous a semblé intéressant ou pas, bref tout commentaire pertinent sur le TP.

Introduction

Un électrocardiogramme (ECG) est une représentation graphique de l'**activation électrique du cœur** à l'aide d'un électrocardiographe. Cette activité est recueillie sur un patient allongé, au repos, par des électrodes posées à la surface de la peau. L'analyse du signal ECG est utile dans le but de diagnostiquer des anomalies cardiaques telles qu'une arythmie, un risque d'infarctus, de maladie cardiaque cardiovasculaire ou encore extracardiaque.

Ci-dessous, voici un schéma représentant une représentation classique d'une courbe d'un ECG. Ce schéma se nomme un « Complexe QRS » mettant en évidence le bon fonctionnement d'un cycle cardiaque.



L'onde P représente la première étape du cycle où les oreillettes (ou atriums) se contractent permettant le passage du sang, à travers les valves auriculo-ventriculaires, vers les ventricules.

Ensuite, **le complexe QRS** symbolise à la fois la contraction ventriculaire (permettant l'éjection du sang vers les artères) notamment par le pic en R, dans le même temps, le relâchement des oreillettes entraîne le remplissage de celles-ci en attente d'un nouveau cycle).

L'onde T représente le relâchement des ventricules suite à leur contraction.

L'enchaînement de ces complexes permet par ailleurs de déterminer **la fréquence cardiaque**, c'est-à-dire le nombre de cycle cardiaque par unité de temps. Une fréquence cardiaque normale est comprise entre 60 et 100 battements par minute, en dessous de cette valeur, le patient est en « bradycardie », au-dessus de cette valeur, le patient est en « tachycardie ».

Les signaux ECG sont contaminés avec différentes sources de bruits. Les bruits de hautes fréquences sont provoqués par l'activité musculaire extracardiaque et les interférences dues aux appareils électriques, et des bruits de basses fréquences provoqués par les mouvements du corps liés à la respiration, les changements physicochimiques induits par l'électrode posée sur la peau et les micro variations du flux sanguin. Le filtrage de ces bruits est une étape très importante pour faire un diagnostic réussi.

Suppression du bruit provoqué par les mouvements du corps

- 1- Sauvegarder le signal ECG sur votre répertoire de travail, puis charger-le dans Matlab à l'aide la commande **load**.
- 2- Ce signal a été échantillonné avec une fréquence de 500Hz. Tracer-le en fonction du temps, puis faire un zoom sur une période du signal.
- 3- Pour supprimer les bruits à très basse fréquence dues aux mouvements du corps, on utilisera un filtre idéal passe-haut. Pour ce faire, calculer tout d'abord la TFD du signal ECG, régler les fréquences inférieures à 0.5Hz à zéro, puis effectuer une TFDI pour restituer le signal filtré.
- 4- Tracer le nouveau signal **ecg1**, et noter les différences par rapport au signal d'origine.

Suppression des interférences des lignes électriques 50Hz

Souvent, l'ECG est contaminé par un bruit du secteur 50 Hz qui doit être supprimé.

5. Appliquer un filtre Notch idéal pour supprimer cette composante. Les filtres Notch sont utilisés pour rejeter une seule fréquence d'une bande de fréquence donnée.
6. Visualiser le signal **ecg2** après filtrage.

Amélioration du rapport signal sur bruit

Le signal ECG est également atteint par des parasites en provenance de l'activité musculaire extracardiaque du patient. La quantité de bruit est proportionnelle à la largeur de bande du signal ECG. Une bande passante élevée donnera plus de bruit dans les signaux, et limiter la bande passante peut enlever des détails importants du signal.

7. Chercher un compromis sur la fréquence de coupure, qui permettra de préserver la forme du signal ECG et réduire au maximum le bruit. Tester différents choix, puis tracer et commenter les résultats.
8. Visualiser une période du nouveau signal filtré **ecg3** et identifier autant d'ondes que possible dans ce signal (Voir la partie introduction).

Identification de la fréquence cardiaque avec la fonction d'autocorrélation

La fréquence cardiaque peut être identifiée à partir de la fonction d'autocorrélation du signal ECG. Cela se fait en cherchant le premier maximum local après le maximum global (à $\tau = 0$) de cette fonction.

9. Ecrire un programme permettant de calculer l'autocorrélation du signal ECG, puis de chercher cette fréquence cardiaque de façon automatique. Utiliser ce programme sur le signal traité **ecg3** ou **ecg2** et sur le signal ECG non traité. NB : il faut limiter l'intervalle de recherche à la plage possible de la fréquence cardiaque.
10. Votre programme trouve-t-il le bon pouls ? Commenter.