

Résultats expérimentaux :

L'implémentation de fonctions permettant de détecter le complexes QRS en utilisant la méthode de Pan et Tompkins a été faite sous le logiciel de simulation mathématique Matlab.

Le Matlab est un logiciel de simulation comprenant de nombreuses fonctions mathématiques très simples à utiliser évitant ainsi une perte de temps pour le développement d'un logiciel de détection du complexe QRS. De plus, il dispose de puissantes fonctions graphiques que nous utiliserons abusivement.

Les échantillons de signaux ECG sur lesquels nous avons effectué nos essais sont de nature numérique relevés avec une fréquence d'échantillonnage de 360Hz et quantifiés sur 12 bits.

Il est à signaler que le signal électrocardiographique ECG peut être altéré par des bruits de natures technique ou physiologique.

On appelle bruit tout phénomène perturbateur (interférences, bruit de fond, etc.) gênant la perception ou l'interprétation d'un signal. Il est présent sur la plupart de nos signaux, parfois de façon transitoire et parfois de façon plus persistante avec une puissance plus ou moins forte. Il a des origines diverses : perturbations électriques de l'appareillage, activité musculaire, mauvais positionnement des électrodes etc.

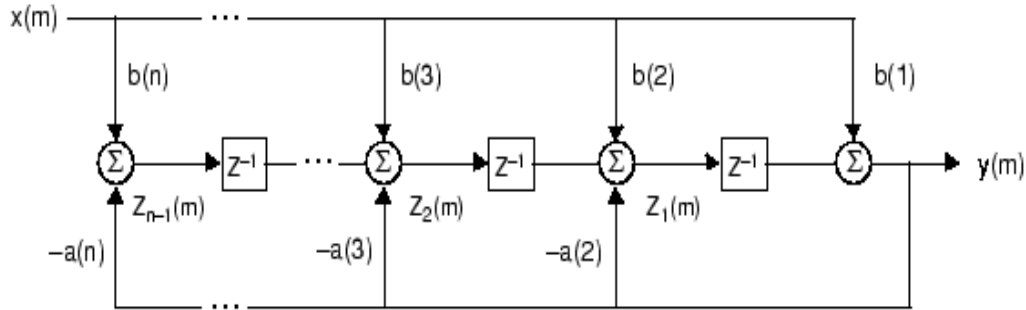
Dans ce travail, nous allons développer un algorithme pour détecter les complexes QRS de l'ECG de signal. L'algorithme est bien connu Pan-Tompkins algorithme présenté dans le chapitre III.

En outre, nous utilisons cet algorithme pour calculer la fréquence cardiaque, la moyenne de l'intervalle RR et la moyenne QRS largeur.

Élaborer un programme MATLAB pour effectuer les différentes procédures de filtrage qui composent l'algorithme de Pan-Tompkins. Utilisez la commande de filtre pour chaque étape, voir la section, du manuel sur les détails de l'algorithme (document donné au cours ou à des laboratoires conférence). Tracer l'entrée (ECG original) et des signaux de sortie à chaque étape du programme dans même parcelle à l'aide subplot (5,1, x) Par conséquent, vous devriez avoir deux chiffres, un pour chaque ECG de signal.

Toutes les fonctions de transfert de filtres sont données dans le livre. Avant de les appliquer avec filtre, les mettre dans le format suivant pour obtenir les coefficients a et b:

La fonction du filtre est présentée dans la structure suivante :



$$y(n) = b(1) * x(n) + b(2) * x(n-1) + \dots + b(nb+1) * x(n-nb) - a(2) * y(n-1) - \dots - a(na+1) * y(n-na) \quad (IV.1)$$

Tel que n-1 est l'ordre du filtre,

L'opération de filtre est donnée par l'équation différentielle :

$$\begin{aligned} y(m) &= b(1)x(m) + z_1(m-1) \\ z_1(m) &= b(2)x(m) + z_2(m-1) - a(2)y(m) \\ \vdots &= \vdots \\ z_{n-2}(m) &= b(n-1)x(m) + z_{n-1}(m-1) - a(n-1)y(m) \\ z_{n-1}(m) &= b(n)x(m) - a(n)y(m) \end{aligned}$$

The input-output description of this filtering operation in the z -transform domain is a rational transfer function,

$$y(z) = \frac{b(1)+b(2)z^{-1}+\dots+b(nb+1)z^{-nb}}{1+a(2)z^{-1}+\dots+a(na+1)z^{-na}} x(z) \quad (IV.2)$$

Les étapes de l'algorithme de Pan-Tompkins que vous avez besoin d'appliquer sont :

Filtre passe-bas :

La fonction de transfert du second ordre filtre passe-bas est

$$H(z) = \frac{(1 - z^{-6})^2}{(1 - z^{-1})^2}$$

$$y(z) = \frac{1 - 2z^{-6} + z^{-12}}{1 - 2z^{-1} + z^{-2}} x(z)$$

Par la comparaison avec l'équation (IV.2) nous trouvons les coefficients :

$B(1)=1, b(2)=0, b(3)=0, \dots b(7)=-2, b(8)=0, \dots b(13)=1.$

$A(1)=1, a(2)=-2, a(3)=1.$

$B = [1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ -2 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1]$

$A = [1 \ -2 \ 1]$

$H_LP = \text{filter}(b, a, [1 \ \text{zeros}(1,12)])$;

Cette instruction permet de calculer la sortie de filtre passe bas (ECG 2). Puis on applique la convolution entre le signal original et la sortie de ce filtre.

Plot(ecg(10:3500))

Pour afficher le signal.

Filtre passe-haut :

La fonction de transfert de ce filtre est donnée par la relation suivante :

$$H(z) = \frac{(-1 + 32z^{-16} + z^{-32})}{(1 + z^{-1})}$$

Après la comparaison avec (IV.2) :

$B = [-1 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 32 \ -32 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 0 \ 1]$

$A = [1 \ -1]$

$H_HP = \text{filter}(b, a, [1 \ \text{zeros}(1,32)])$;

Cette instruction permet de calculer la sortie de filtre passe haut (ECG 3). Puis on applique la convolution entre le signal (ECG 2) et la sortie de ce filtre.

Dérivation :

Après que le signal a été filtré, il est ensuite différencié de manière à fournir des informations sur la pente du complexe QRS. Dérivé de cinq points à la fonction de transfert :

$$H(z) = \left(\frac{1}{8t}\right)(-z^{-2} - 2z^{-1} + 2z^1 + z^2)$$

$$H = [-1 \ -2 \ 0 \ 2 \ 1] / 8$$

On applique la convolution entre le signal (ECG 3) et la fonction de transfert.

La sortie est ECG 4.

Quadrature :

La quadrature fonction de ce que le signal passe maintenant à travers une opération non linéaire. L'équation qui implémente cette opération est

$$y(nT) = [x(nT)]^2$$

$$\text{ecg5} = \text{ecg4}.^2;$$

Cette opération permet tous les points de données dans le signal traité positif, et l'amplifie, la sortie du processus non linéaire dérivé. Il met l'accent sur le plus élevé fréquences dans le signal, qui sont principalement en raison de la complexe QRS.

Intégrante :

la pente de l'onde R seul n'est pas un moyen sûr de détecter un événement de QRS. Beaucoup de complexes QRS anormaux qui ont de grandes amplitudes et des durées longues (pas pentes très raides) pourrait ne pas être détectés en utilisant des informations sur la pente de la R seule vague. Ainsi, nous avons besoin pour extraire plus d'informations à partir du signal pour détecter un Événement QRS.

Déplacer la fenêtre d'intégration des extraits caractéristiques, en plus de la pente de la R d'onde. Il est mis en œuvre avec l'équation aux différences suivante:

$$Y(nT) = 1/N [x(nT - (N - 1)T) + x(nT - (N - 2)T) + \dots + x(nT)]$$

Où N est le nombre d'échantillons dans la largeur de la fenêtre mobile. La valeur de ce paramètre doit être choisie avec soin.

→ sortie de l'algorithme de Pan-Tompkins.

Détection RR :

Mettre en œuvre une procédure de seuillage pour la détection de complexes QRS à partir de la sortie de l'algorithme de Pan-Tompkins.

Gauche = find (diff ([0 poss']) ==1); C'est le signal à la pente positif.

Droite = find (diff ([poss' 0]) ==-1); c'est le signal à la pente négatif.

On calcule les coordonnées des ondes R par l'instruction suivante :

$[R_max(i) \ R_point(i)] = \max (ecg (gauche(i):droite(i)))$;

Calcul des max d'intervalle RR :

(Nombre c'est nombre des R)

For i=1: Nombre -1

$T_RR(i) = (R_point(i+1) - R_point(i))$;

Après le calcul des max d'intervalle RR on calcule la moyenne comme de suite :

J=1 ;

For i=1:Nombre-8

$moyenne(j) = (1/8) * (t_RR(i) + t_RR(i+1) + t_RR(i+2) + t_RR(i+3) + t_RR(i+4) + t_RR(i+5) + t_RR(i+6) + t_RR(i+7))$;

j=j+1;

End

C'est la moyenne de 8 intervalles successifs.

Si le max intervalle supérieure ou égale à 166% de la moyenne c'est à dire il y a une onde R non détecté (fn=fn+1).

Si le max intervalle inférieure ou égale à 92% de la moyenne (fp=fp+1).