

# 逢甲大學學生報告 ePaper

報告題名：心電圖訊號處理之方法研究期中報告

## Research for the Signal Processing Method in Electrocardiogram midterm report

作者：林伯彥

系級：通訊四乙

學號：D0550129

開課老師：林育德

課程名稱：醫學儀表與量測

開課系所：自動控制工程學系

開課學年：107 學年度 第 2 學期



## 中文摘要

此篇論文為研讀完[1]後所歸納出的重點。參考文獻[1]為將各種心電信號處理的方法統整後，加以比較，藉由各種方法的比較，找出在何種情況下，適合使用何種演算法來評估此心電信號。

文獻[1]在第一部份分別介紹了在 ECG 中，最常出現的各種干擾以及自動分析 ECG 信號是否受干擾的議題；第二部分為 ECG 信號是從哪種資料庫取得，以及使用何種方式判斷此評估的方式是否有達到效果；第三部分則是分別對不同種 ECG 信號的信號品質評估方法(Signal Quality Assessment, SQA)進行討論，討論又分為五個項目，分別依照不同的可信度以及方式做分類；第四部份為對於現在有的 SQA 方法做出評價；第五部分則是提出挑戰性的議題以及 QSA 未來的展望；而第六部分為此篇論文的結論及最後所有的參考文獻。



**關鍵字：** 心電圖信號、心電信號雜訊、信號品質估測、信號處理

## Abstract

This paper is a summary report for reference [1]. [1] presents an overview of the ECG signal processing, and they compare many methods to find the best way to assess the signal.

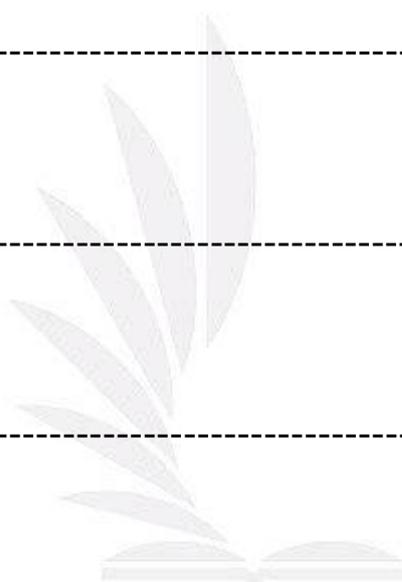
In [1], they introduce what kind of noise is usually cause the distortion in ECG signal and analyze the noise in ECG signal automatic in part 1; in part 2, they show the database about the ECG signal, and what standard to distinguish whether the method is useful to assess the signal; in part 3, they make an discussion for different kind of signal quality assessment, and they also divided that into five parts, Classified according to different credibility and methods; in part 4, they make an evaluation to current signal quality assessment; in part 5, they proposed that challenging issues and future directions. In part 6, they listed the reference which they had to refer.



**Keyword** : Electrocardiogram (ECG), ECG noise, Signal quality assessment, Signal processing

## 目 次

中文摘要	1
英文摘要	2
論文重點	4
論文心得	9
參考文獻	10



## 一、 論文重點

此篇論文著重的重點並不是研究某一種方法或是研發出一種新的方式來對 ECG 信號進行干擾的抑制或濾除，而是集合各種學術論文發表網站以及不同種年代研究者所提出對於 ECG 信號之雜訊濾除的方法，加以統整合理、比較優缺點，因此可以藉由此篇論文來快速瀏覽對於抑制干擾的各種方法。

### 1. Introduction

在一般 ECG 信號中，可以分為不同種片段波型，如 P、QRS、T 及 U，而這些片段分別代表心臟不同位置所發出的信號，而醫生可以藉由此信號判斷出心臟功能是否正常，在此狀況下如果有干擾，很容易讓醫生誤判，而干擾的類型也會對 ECG 信號中不同片段造成不同程度的影響。以下分別列出各種不同的干擾類型：

#### (1) 基準線偏移及突發飄移

基準線偏移(Baseline Wander)以及突發飄移(Abrupt Drift)造成的原因為身體呼吸及電極貼片未貼好，而基準線偏移的頻率一般為 0.05 到 1Hz，為極低頻之信號，而容易對頻率約為 0.15 到 0.3Hz 的 ECG 信號振幅造成影響，而也會對 ST 片段造成影響，導致醫生誤判。

#### (2) 電力線干擾

電力線干擾(Power-Line Interference)造成原因為周圍磁場(Magnetic Field)以及電容耦合(capacitive coupling)，而電力線干擾為一個窄頻信號，對 50 或者 60Hz 附近的 ECG 信號破壞，電力線干擾大部分會破壞 ECG 信號的 P 波，導致醫生會誤判此心臟可能有任何類似疾病。

#### (3) 肌肉活動製造的干擾

肌肉活動所製造的干擾(Muscle Artifacts)，又稱肌電信號(Electromyogram, EMG)一般所造成的原因就是身體的活動，當出的力量越大，ECG 所受到的干擾值也越大，一般 ECG 的干擾頻寬十分大，從 20Hz 到 1000Hz 都有，甚至到 10,000Hz 也有可能，而影響 ECG 信號的頻率約為 0.01 到 100Hz，而在移除 EMG 信號時，如何不要破壞原始信號，為一個很大的挑戰。

而在有干擾的情況下，如何對 ECG 信號的干擾進行抑制，為一個很重要的議題。而高度心律失常誤警及心率警報率高度的影響即時 ECG 信

號監測系統，因此，不同解決誤報率的方法在率除干擾及動作干擾被採用，而在此大致分為兩種：

(1) ECG 干擾消除基本方法

為了減少誤報率，會將 ECG 信號先經過各種類的濾波器，如：移動平均濾波器(Moving Average Filter)、中間值濾波器(Median Filter)、維納濾波器(Wiener Filter)、適應性濾波器(Adaptive Filter)等不同種類之濾波器，或者是不同的演算法。普遍來說，這些方法都有不錯的效果，但是在移除基準線干擾時，卻很難做到不對 ECG 信號破壞，無論是振幅，或是時間區間等，都會造成破壞。舉例來說：適應性濾波器會在 ECG 信號的 QRS 及 ST 片段造成漣波現象(Ringing Problem)。因此，不同種的濾除方法有所適應的 ECG 信號片段。有些心跳種類可以藉由 SQA 方法區分成高品質或低品質的信號，我們可以藉由這兩種不同品質的信號，對不同演算法進行驗證。

(2) SQA 基本方法

SQA 用來處理誤警的問題，在此篇論文會將方法依照 ECG 信號分成可接受及不可接受兩個種類。

2. Test ECG databases and performance metrics

(1) Test ECG databases

ECG 信號的資料來源有很多，他們來自不同的資料庫，基本上不論在哪個資料庫的 ECG 信號，都包含了 PQRST 片段的資料及不同的干擾。

(2) Existing ECG signal quality groups

在此，將 ECG 信號的品質分為五種：

A. Five quality group :

Excellent, Good, Adequate, Poor, and Unacceptable.

B. Three quality group :

Acceptable, Indeterminate, and Unacceptable.

C. Two quality group :

Acceptable, and Unacceptable.

(3) Performance evaluation metric

此篇論文利用了假說檢定來判斷此方法是否有好的效果，而結果為：靈敏度(sensitivity, Se)、預測正確性(positive

predictivity, Pp)、預測錯誤性(negative predictivity, Np)、專一性(specificity, Sp)、以及準確性(accuracy, Ac), 而 TP 為 True Positive 的機率; TN 為 True Negative 的機率; FP 為 False Positive 的機率; FN 為 False Negative 的機率。Se 為在 TP 及 FP 的情況下, TP 的機率; Pp 為在 TP 及 FP 的情況下, TP 的機率; Np 為在 TN 及 FN 的情況下, TN 的機率; Sp 為 TN 及 FP 的情況下, FN 的機率, Ac 為所有機率發生的情況下, 發生 TN 及 TP 的機率。

### 3. ECG SQA methods

在這篇論文, 把 SQA 方法分為五種:

- (1) Fiducial features and heuristic rules(FF-HR)
- (2) Fiducial features and machine learning(FF-ML)
- (3) Nonfiducial features and heuristic rules
- (4) Nonfiducial features and machine learning
- (5) Filtering

每種方法也包含了三個階段:

- (1) Preprocessing stage
- (2) Feature extraction stage
- (3) Classification stage

接下來分別依照五種類型, 將有關 SQA 論文分別討論其性能

#### (1) FF-HR:

在此類, 將不同導程所測量的 ECG 信號片段依照已經定義好的閾值, 依照這個閾值去做判斷。

##### A. SOI for ECG and PPG Signals:

當病人在活動的條件下, 此論文之 SQA 方法高度依賴準確而且可靠的 QRS 偵測。此法之  $Sp=97\%$ ,  $Se=93\%$ 。

##### B. Real-Time Ambulatory ECG Quality Analysis:

當 ECG 信號為時變且有不常之心率時, 此法也許提供了較好的 SQA 方法。

##### C. Automatic ECG Quality Scoring Method:

分兩階段演算法, 先偵測為小錯誤, 接著在分類干擾, 再將其濾除。

##### D. Improved Method Using QRS and T-Wave Detection:

利用適應性之 Tomkin's QRS 偵測演算法來偵測

干擾。此 SQA 有最好的結果 92%。

- E. ECG Quality Metrics for Clinical Trails :  
直接對數位 ECG 信號進行計算。
- F. ECG Quality for Multilead Arrhythmia Analysis :  
與正常的 QRS 片段成分進行比較。
- G. QRS Detection Based ECG Quality Assessment :  
有如評估 12 導程的 ECG 信號方法來評估單一導程的 ECG 信號。
- H. Integrated SQI Based ECG Quality on Mobile Phone :  
此篇發展出在行動裝置上即可評估 ECG 信號品質。此 SQA 法之  $Se=90.67\%$  ,  $Sp=89.78\%$  。
- I. Multiple Criteria Based ECG Quality on Mobile Phone :  
此篇評估 ECG 信號中基本的特性，來判斷信號是否受到干擾。
- J. Cepstral-Based Online ECG Quality Quantification L :  
利用峰值之倒頻譜功率及總倒頻譜功率得比值，找出一個 SQA 的閾值。
- K. Rule-Based ECG Quality Metric on Android Phone :  
此演算法是先建立一個品質的度量，ECG 信號就依照演算法來判斷是否受干擾。

(2) FF-ML :

在此類，曾經訓練電腦計算找出所受干擾之 ECG 片段。

- A. Relevance Vector Machine Based Method :  
此法利用了許多的特性來計算評估 ECG 信號。
- B. Parzen Window Supervised Classifier Based Method :  
此 QRA 方法包含了 QRS 偵測、心律特徵取得等，此 SQA 方法之  $Ac=78.7\%$  。
- C. Machine Learning Approaches for ECG Quality :  
利用了六種的 SQI 及四種分類的方式來將 ECG 信號分為 acceptable 及 unacceptable 。
- D. Correlation and Neural Network Based Method :  
把方法分為三個階段 :preprocessing, energy-concavity index analysis 和 correlation-based examination 。
- E. SVM-Based Method :

此篇提供了一個不管 ECG 信號是正常的還是有不正常的心律，都可以成功判斷。

#### F. Machine Learning Approaches for ECG Signal :

三個能夠剔除低品質 ECG 信號的演算法:一，找出信號的特性；二，計算 QRS 的數值；三，由一級二組合的結果判斷此信號是否品質良好。

#### (3) Nonfiducial features and heuristic rules based SQA methods:

在此之 SQA 方法通常利用時域、頻率域統計及各種資訊來計算 ECG 或者是干擾。

#### (4) Nonfiducial features and Machine Learning Methods:

大多數的找出干擾方法是先從無雜訊和有雜訊的心電信號，之後再來比較他們的特徵。

#### (5) Filtering-Based SQA Methods:

一些 SQA 的方法會利用到濾波的技術，而這些技術則是可以用來評估干擾對於信號的破壞程度。

### 4. Evaluation of Existing SQA Methods

在此篇論文中，使用了 Pan-Tomkins 的偵測，也就是廣泛使用在 SQA 方法中，用來偵測 QRS 片段的方法。

### 5. Challenging Issues and Future Directions

在那麼多 SQA 的演算法中，每一種所使用的偵測方式及偵測內容不盡相同，單是不管再怎麼好的演算方法，多多少少都會造成對於 ECG 信號的破壞，不管是對於振幅、對於區間，或者是對於功率，都會有影響，因此要如何讓誤報率降得更低，而不破壞信號，是一個很大的挑戰。

### 6. Conclusion

這篇論文次一篇心電信號之 SQA 方法回顧，其新店信號包含了各種狀態下產生的信號，許多研究專注在降低誤報率，一些則是在取出特徵前，先過濾掉一些不好的信號，但是基本上就是要將準確率機依賴度提高。因此在可穿戴式裝置上，即時的干擾偵測及抑制還是非常的重要。

## 二、 論文心得

這篇論文集合了各個時期與各個國家研究此相關內容之文獻，此篇論文不僅僅做了一個統整，也驗證了每個研究者所提出的方法中，是運用什麼方法或者取什麼特徵值來將 ECG 信號及各種干擾濾除。

這篇論文其實讀起來感覺是非常深奧的，因為我的英文程度不是說特別好，所以讀起來可能稍微有點無法理解他的全意，但是在對於我所研究之干擾偵測的地方，有特別的去一個一個翻譯，像是有關電力線干擾的造成原因以及會對心電訊號何處造成干擾，以及醫生會誤判為什麼病，尤其是會誤判成什麼病，在 IEEE 的論文中，有關此方面研究之論文，在我閱讀時，大部分都只會提到會造成醫師誤判，並不會說會誤判成什麼疾病，以至於我無法得知為何干擾會與真正有疾病之結果有何差異，而這篇論文卻有提到會誤判成什麼疾病，因為他明確寫出了疾病，也讓我能夠在網路上搜尋那兩者疾病之心電訊號的結果到底為何，讓我知道原來干擾所造成的影響真的與疾病之結果非常相似，讓我能夠在我的計畫中能夠讓觀看的比較能夠感覺的到為何濾除干擾是這麼的重要。



## 參考文獻

- [1] Udit Satija, Barathram Ramkumar and M. Sabarimalai Manikandan, “A Review of Signal Processing Techniques for Electrocardiogram Signal Quality Assessment” , IEEE REVIEWS IN BIOMEDICAL ENGINEERING, VOL. 11, 2018

