

마이크로컴퓨터를 이용한  
심전도 신호해석

김 영서, 전 승섭, 이 은식, 민 용기, 홍 승홍  
인하대학교 전자공학과

ANALYSIS OF ECG SIGNAL  
USING MICROCOMPUER

Y.S. Kim, S.C. Jhon, E.S. Lee, H.K.Min, S.H. Hong  
Department of Electronic Eng., INHA University

ABSTRACT

This paper suggests several simple and efficient algorithms for detecting the ECG Signal by Microcomputer's software. The ECG signal detection was performed with the Linear Approximation and the feature extraction. The linear transformation approximates a given waveform by a piecewise-linear function with a preset upper bound on the absolute error between the functional values of the original function and the approximation. And the feature extraction from ECG signal, the features are different wave amplitudes, durations and interwave intervals, used the slope, the amplitude and time-Duration of ECG Signal.

1. 서론

심전도 신호 검출은 심장질환, 방실(심실) 전도장애 및 부정맥과 관련된 심전도 검사의 기본이 된다. 따라서 채포에서 유도되는 심전도 신호 P, Q, R, S, T 는 이들의 크기, 간격, 형태, 주기등을 주요 변수로 정하여 심전도 해석의 중요한 요소로 이용한다. 그러므로 신뢰성있는 심전도 파형 검출은, 파형 해석의 우선조건이 되며 파형 계속의 객관성, 신속성 및 정확성을 향상시킨 방법이 요구된다.

그림 1은 심전도 1심박의 기본 파형과 명칭이다.

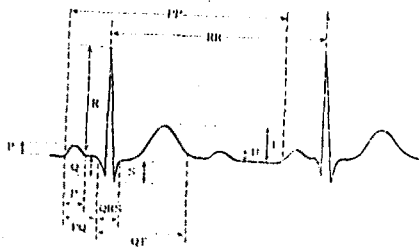


그림 1. 심전도 기본파형

심전도 신호 검출에 관한 연구는 크게 소프트웨어 의한 방법과 하드웨어에 의한 방법으로 구분할 수 있는데, 하드웨어에 의한 방법은 실시간 진단 시스템에서 유리하며 자동진단을 위한 Off-line 시스템에서는 소프트웨어에 의한 방법을 많이 연구하고 있다. 일반적으로 심전도 진단은 각파의 흐름, 크기, 진폭, 시간등을 계속하여 정량적으로 판독하여, 패턴인식에 의하여 실행한다. 그러나 패턴 인식에 필요한 변수의 검출은 정상적 또는 비정상적인 심전도 파형이 너무 다양하므로 이들 특징을 선택 구분하는 것이 대단히 어렵다. 이와 관련하여 신호변수 검출의 객관성 및 정확성 등을 향상시키기 위하여 많은 연구가 시도 되어 왔다. 본 연구에서도 신호검출에 관한 연구의 하나로 마이크로컴퓨터에 의한 심전도 신호 검출에 관하여 알아 보았다.

입차적으로 데이터 압축 방법에 의하여 심전도 신호 성분을 선형화한 후에 심전도 신호의 크기, 시간을 측정하여 R-Peak를 검출하고 기울기에 의한 특징 분류를 시도하였다.

2. 실험 장치 구성

본 실험에서 사용한 파형 검출 구성도는 그림 2. 와 같다.

A/D Convert 는 100KHz 까지 Conversion이 가능한 8 Bits DM - 902 Memory Scope를 사용하여 1KHz 로 샘플링하였다. 그리고 양자화된 ECG 데이터는 GP-IB 를 통해 IBM PC-XT 16 Bits 마이크로 컴퓨터로 데이터를 전송하여 파형 검출을 시도하였다.

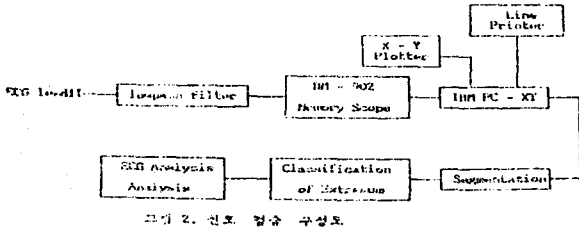


그림 2. 전도 검출 구성도

3. 알고리즘

3-1. 선형화

SAPA( Scan-along Polygonal Approximation) 는 원자형의 심전도 신호의 함수값에 미리 설정한 경계값  $\epsilon$  에 의하여 근사값을 위한 신호 사이에서 구분-연속적인 선형화가 이루어진다는 사실에 근거를 두었다. 이는 주어진 심전도 신호와 경계값  $\epsilon$  도 변형시킨 근사신호 사이에 주어지는 최대차를 이용하는 알고리즘으로서 궁극이 있는 곡면파형 및 직선파에 대하여 우수한 선형화 결과를 나타낸다.

양자화된 ECG 원자형 신호를  $X(tn)$  라 하면 근사화 신호  $\overline{X(tn)}$  는 허용 오차  $\epsilon$  내에서 선형화 과정을 시도한다.

$$|X(tn) - \overline{X(tn)}| \leq \epsilon$$

단,  $tn = t1, t2, t3, \dots$

그림 3. 은 선형화에 대한 그림이다.

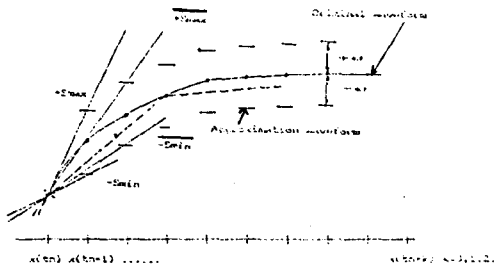


그림 3. 선형화

그림에서 임정하게 샘플링된 연속한 두 샘플  $X(tn)$ ,  $X(tn+1)$  이 있을때,  $X(tn)$  과 허용오차  $\epsilon$  를 만족하는  $X(tn+1) \pm \epsilon$  에 대하여 구분-연속이 가능한 최대라  $S+\epsilon$ 에 의하여 결정되는 기율기  $+Smax, -\epsilon$ 에 의한  $-Smin$ .) 를 결정한다.

그리고  $X(tn+2+k)$ ,  $k=0,1,2,\dots$  샘플에서  $X(tn)$  과 이루는 기율기  $S$  를 구해 앞서의 기율기  $S$  에 대해 비교하여  $+Smax < -Smin$  를 만족하는 점에서 구분-가능한 선형 데이터를 결정하도록 한다.

선형화 된 결과는 선형구분 점에서 선택한 크기(Amplitude) 와 데이터의 수로 표시한다.

3-2. 변수 발생

선형입력 신호 성분은 시간(데이터의 수), 크기(Amplitude Value)로 표시된다. 이 선형입력에 대하여 극값이론(The theory of maxima and minima.)을 적용, amplitude의 누적값을 이미 설정한 문턱값과 비교하여 파형의 1 차적 특징을 분류한다. 이 과정은 신호적 특징이 가장 큰 R-Peak 파형의 검출을 수반한다.

주어진 선형입력 데이터의 Amplitude 에 대한 극값은 TPSM(Three Points Sliding Window) 에 의한 방법으로 구하였다.

그림4.은 TPSM에 의해 극값을 정의하는 그림이다.

1) Local maxima

$$\text{조건: } X(tn-1) < X(tn) > X(tn+1)$$



2) Local minima

$$\text{조건: } X(tn-1) > X(tn) < X(tn+1)$$

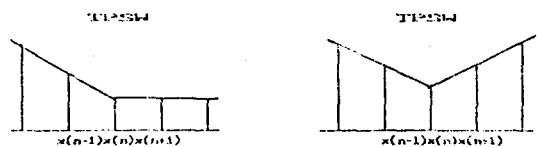


그림4. Criteria for identification Local maxima and minima

TPSM에 의하면 그림5 와 같이 Amplitude 를 Local Extrema 의 누적값으로 표시할수 있다.

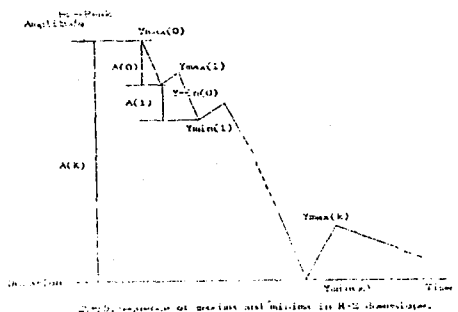
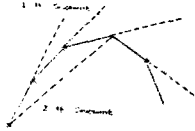
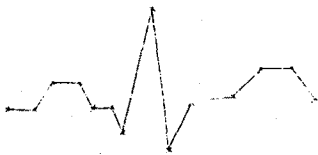


그림5. Sequence of maxima and in the R-S downslope.

압축된 선형입력의 amplitude 의 값을 주어진 문턱값과 비교하므로써 amplitude 에 대한 2차적인 선형 세그먼트로 분류할 수 있다. 그림6.은 선형 세그먼트에 대한 개념을 나타낸다.



(a) 선형세그먼트



(b) 세그먼트에 의한 ECG 파형

그림5. Segment for feature extraction

선형 세그먼트에서 기울기는  $A(i+1)-A(i)/\text{Points}$  으로 구할 수 있다.

#### 4. 결과 및 고찰

본 알고리즘은 데이터 압축 특성을 이용하여 선형 특성을 얻은 다음 Amplitude 의 값을 극값이론에 의한 누적값으로 계산하였기 때문에 잡음 및 베이스라인의 움직임등과 같은 변화에도 안정한 것으로 판명되었다. 그리고 특징 검출 과정에서 데이터 압축에 의한 선형화를 이용하였으므로 메모리 활용면에서 우수한 효과를 나타내 주었다.

본 연구에서는 실험한 알고리즘은 정상적인 심전도에서 QRS 파형 검출과 기울기에 의한 세그먼트 분류를 하였다. 그러나 기울기에 의한 세그먼트 연수 분류로부터 파형검출 및 패턴 인식에 의한 자동 진단 이용에 관한 것은 차후의 연구로 하겠다.

#### 참고문헌

1. E. Kordalakis, " Recognition of Noisy Peaks in ECG Waveforms." *Comput. and Biomed. Res.* 1984, p208-221
2. M. Serafini, " A Pattern Recognition Method Applied To EEG Analysis", *Comput. and Biomed. Res.* 1973, p187-195
3. GEORGE K. PAPA-KONSTANTINOU, "An Interpreter of Attribute Grammars and Its Application to Waveform Analysis." *IEEE Trans. on Soft. Eng.*, 1981, p279-283
4. 전승철, 계신용, 이은실, 민홍기, 홍승용, " 압축된 심전도 파형 인식에 관한 연구", 학회상립 40 주년 기념 학술대회 논문집, 1986, p666-668
5. Kenneth P. Birman "Using SEEK for Multichannel Pattern Recognition", *Comput. and Biomed. Res.* 1983, p311-333