

RBF 신경회로망을 이용한 ECG파형기반의 생체인식

민 철홍, 김현동, 김태선
가톨릭대학교 정보통신전자공학부 (전화:(02)2164-4678 팩스:(02)2164-4777, E-mail: tkim@catholic.ac.kr)

ECG based user identification method using RBF neural networks

Chul Hong Min, Hyun Dong kim and Tae Seon Kim
Catholic University of Korea (Tel:(02)2164-4367 FAX:(02)2164-4777, E-mail: tkim@catholic.ac.kr)

Abstract - 일반적으로 ECG(electrocardiogram)파형은 정상인의 경우에도 그 형태가 일정하지 않으며, 측정시간 및 측정인의 상태에 따라서도 파형이 변화하기 때문에 표준화된 ECG파형 검사로는 개인의 특성에 따른 정밀 진단이 어려웠다. 따라서 자동화된 개인별 맞춤형 진단을 위해서는 측정대상에 대한 사용자인식 기술이 필수적이다. 본 논문에서는 세 가지 잡음제거법을 이용하여 파형의 잡음성분을 제거하고, ECG Limb Lead III 파형의 다양한 신호간격(interval) 특성과 미분변화방향을 통한 꼭짓점 분석 등을 통하여 파형으로부터 특정인의 특징을 추출한 후 신경회로망을 이용하여 생체인식을 수행하였다. 실험은 동일한 연령대인 7명의 성인남녀를 대상으로 하였고, 재현성을 평가하기 위해서 인위적인 변화(커피, 담배, 알코올 섭취 및 스트레스)후의 ECG파형을 측정, 특정한 인식률을 실험한 결과 실험에 이용된 제한된 변동 내에서 90.9%의 인식률을 보였다.

1. 서 론

오늘날 언제 어디서나 시간과 장소에 구애 받지 않고 네트워크에 접속해 인터넷과 멀티미디어를 즐기는 이른바 "유비쿼터스환경"에 대해 이슈가 되고 있다. 그와 동시에 그것을 의료장비에 접목하여 실시간으로 질병과 건강상태를 체크하고 위험상황에 대처하려는 움직임은 고령화 사회에서 필수적인 요소가 되고 있다. 그러기 위해서는 개인별 맞춤형 의료기기의 개발이 우선되어야 한다.

일반적으로 심전도(ECG)는 심장의 수축에 따른 활동전류를 그래프화한 것으로 심장질환 진단에 사용되는 가장 기본적인 진단도구이다. 심전도는 그림1에 나타난 바와 같이 측정 부위나 전극의 수에 따라 양손(제1유도), 오른손과 왼발(제2유도), 왼손과 왼발(제3유도)의 표준유도의 흉부유도, 단극유도등이 있다.[1]

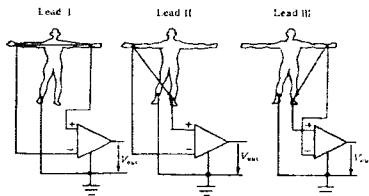


그림 1. 3채널 표준유도 측정법

심전도파형은 사람마다 조금씩 차이가 있으며 동일인의 경우에도 몸의 상태나 측정환경, 특히 노이즈에 큰 차이를 보인다. 따라서, 정확한 진단을 위한 표준화된 규칙을 정의하기가 쉽지 않아, 현재의 ECG파형 검사로는 개인에 따른 정밀 진단이 어려웠다. 자동화된 개인별 맞춤형 진단을 위해서는 측정대상에 대한 생체인식 기술이 필수적이다. 심장질환의 자동진단을 위한 연구는 현재까지

꾸준히 진행되고 있는 상황이다[2][3]. 현재 측정자의 연령대나 남녀 성별을 고려한 진단방법은 일부 연구되었으나 [4], 개인별 특징을 고려한 진단방법은 개발되지 못했다. 본 논문에서는 ECG파형 중 상대적으로 우수한 재현성을 갖고 있는 ECG Lead III(제3유도)파형의 특징들을 추출, 신경회로망을 이용하여 사용자 인식을 수행하였다. 이 사용자인식기술은 유비쿼터스환경에서 측정자가 인식하지 못하는 상황에서 자동으로 측정자를 인식하여 맞춤형 진단을 할 수 있는 기본기술로 활용할 수 있다.

2. 파형의 잡음제거법

ECG파형에서 사용자 인식을 위한 특징형상(feature)을 추출하기 위해서는 잡음성분의 제거가 우선되어야 한다. 잡음성분은 파형의 기저선 잡음제거, 파형의 타입(type) 결정을 통한 잡음제거 및 꼭짓점 분석의 세 가지 과정을 통하여 제거된다. 잡음제거가 끝난 신호는 특징 추출과정을 거쳐 사용자 인식을 위한 입력으로 사용된다.

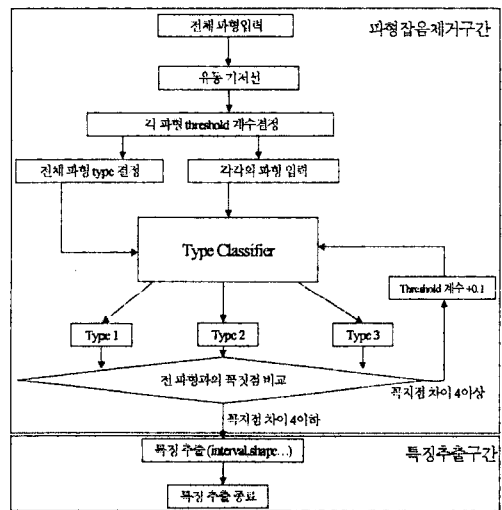


그림 2. 파형잡음제거구간과 특징추출구간의 전체 순서도

2.1 유동 기저선(Dynamic Baseline)

기준에는 기저선의 잡음제거를 위하여 1~50[Hz] IIR대역필터가 많이 사용되었다. 대역필터는 그림 3의 (b)와 같이 노이즈로 인해 기저선 변동이 있는 경우 잡음제거에는 효과가 있으나, 그림4에 나타난 바와 같이 파형의 중요한 특징이 되는 꼭짓점과 신호간격(interval) 등이 왜곡될 수 있다. 따라서 본 논문에서는 유동기저선법을 제한한다. 이 알고리즘은 연속적으로 나오는 ECG파형의 피크점을 기준으로 한 파형씩 분리추출하여 각 파형의

평균값을 새로운 기저선 값으로 사용한다. 이 경우 잡음에 의한 기저선의 변동에 대하여 각각의 파형마다 조정된 기저선을 사용하므로 잡음제거를 통한 왜곡 없이 원신호의 형태를 유지할 수 있다.

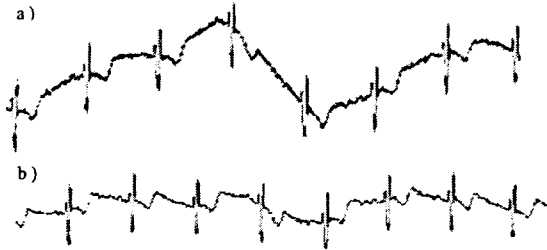


그림 3. IIR대역필터를 이용한 기저선잡음 제거결과 a)잡음을 포함한 원신호 b)1~50[Hz] IIR대역필터를 통과한 신호

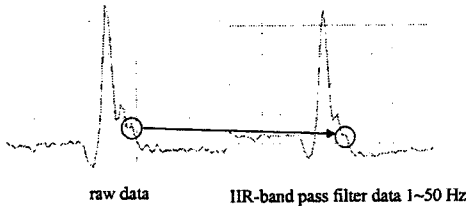


그림 4. IIR 대역필터에 의한 ECG파형의 왜곡

2.2 파형의 기본 형태(base type) 선인

기저선잡음이 제거된 신호는 그 형태에 따라 그림5와 같이 세 가지 기본형태로 분류하였다. 파형을 세 가지 기본형태로 분류하는 이유는 파형마다 특징 추출방법에 차이가 있기 때문이다. 예를 들면, type3은 type1과 type2와 같이 신호가 아래로 떨어지는 형태가 없으므로 파형의 신호간격변도를 결정하는 방법이 달라진다. 또한 측정인의 파형형태는 잡음이나 신체변화를 제외하고는 변하지 않으므로, 측정 중 파형의 기본형태가 바뀌는 신호는 잡음성분이 포함된 신호로 판단되어 인식을 위한 정보에서 제거할 수 있다.

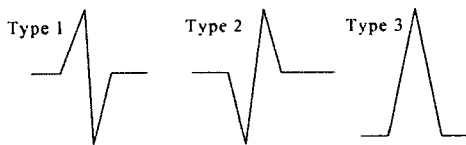


그림 5. 정의된 파형의 세 가지 기본형태(base type)

파형의 기본형태 분류를 위해 UTL (Upper threshold line) 과 LTL (Lower threshold line)을 아래 식(1),(2)과 같이 정의하였다. 이들 값은 꼭짓점과 interval등의 파형 특징을 추출하기 위한 기준점이 된다.

$$UTL = \text{기저선값} + TC \cdot (\text{최대피크값} + \text{기저선값}) \quad (1)$$

$$LTL = \text{기저선값} - |\text{UTL} - \text{기저선값}| \quad (2)$$

여기서, TC(threshold coefficient)는 0.3~0.9의 값을 갖는다. TC의 초기값은 0.3이다. 그 다음 TC의 값을 0.1씩 증가시키며 파형을 조사하여 파형의 타입의 변화가 생기는지 판단하게 된다. TC가 증가하게 되면 그림6에서 보

는 바와 같이 UTL과 LTL의 간격이 넓어지게 된다.

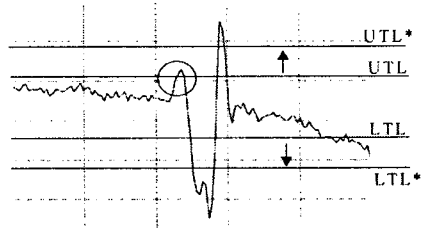


그림 6. TC증가에 따른 UTL과 LTL의 변화

UTL은 최대 피크점을 넘지 않으며, 최종적으로 파형의 기본형태가 바뀐 시점에서의 TC값을 이용한다. 각 파형의 기본형태가 결정되면 사용자에게 따른 전체 파형의 기본형태를 결정하게 된다. 결정된 전체 파형의 기본형태는 각각의 파형의 기본형태와 다시 비교하면서 그 기본형태가 다른 파형은 잡음이 포함된 신호로 판단되어 제거하게 된다.

2.3 꼭짓점분석

파형의 기본형태가 결정되면 각각의 파형의 꼭짓점을 검사하게 된다. 꼭짓점의 추출은 파형이 threshold line을 넘어서는 순간부터 샘플링 된 두개의 점에서 미분을 취하여 부호의 변동을 체크한다. 여기서 얻어진 꼭짓점의 수는 바로 앞 파형의 평균꼭짓점의 수와 비교되며, 꼭짓점의 차이가 4이상일 경우 TC를 0.1증가시킨 후 다시 그림2의 type classifier에 보내진다. Type classifier에서는 파형의 기본형태 변화를 판단하여 기본형태가 다를 경우 그 파형은 잡음을 포함한 신호로 판단되어 제거된다.

3 특징추출

잡음이 제거된 신호는 파형의 세부형상(detail shape)과 간격을 이용하여 열일곱 가지의 특징을 추출하여 사용자 인식을 위한 정보로 사용된다.

3.1 파형의 간격 (interval)

파형의 간격은 파형의 기본형태에 따라 추출방법이 달라진다. 그림7은 type1의 파형에 대한 interval추출의 예이다. 그림7의 (a)는 UTL을 기준으로 (b)는 LTL을 기준으로 (c)는 base line을 기준으로 파형의 interval을 추출하게 된다. 그러나 type3의 경우는 그림7의 (b)와 같은 간격은 구할 수 없으므로 (a)와 (c)의 형태를 갖는 간격만을 파형의 특징으로 추출하게 된다.

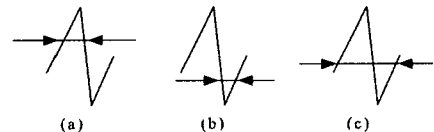


그림 7. Type1에 대한 파형의 간격(interval) 추출의 예

3.2 파형의 세부형상 (Detail Shape)

파형의 세부형상(detail shape)은 전체적으로 파형이 어떤 형상인가를 기저선을 중심으로 기저선 위쪽과 아래쪽 신호에 대해 각각 검사하여 신호에 대한 형상특징으로 이용한다. 파형형상은 그림8과 같이 총 여덟 가지로 정의했다. 그림8의 (a)~(c)는 기저선을 기준으로 파형의 위쪽 형상에 대해 정의하며, (d)~(f)는 기저선을 기준으로 파형의 아래쪽 형상을 정의한다. 그리고 (g),(h)는 최

