

멀티리드 심전도의 정확한 판독 알고리즘

김민수, *조영창, 서희돈,
영남대학교 대학원 전자공학과, *경운대학교
전화 : 053-810-2553 / 핸드폰 : 016-501-3421

Algorithm for Accuracy Interpretation of Multilead ECG

Min-Soo Kim, Young-Chang Cho, Hee-Don Seo
Dept. of Electronic Engineering, Yeungnam University
E-mail : msk0225@hanmail.net

abstract

For accurate interpretation, ECG signal is measured by using 12 leads method. We look shape of Measured ECG signal and decide whether interpretation is accurate or not. In this paper, we propose new effective fuzzy decision system which uses fuzzy rules and membership functions for more accurate of ECG wave. We used PR interval, QRS interval and QRS axis as conditional variables for designing fuzzy rules. And decision rule of conclusion variable is determined by (sinus rhythm), (sinus rhythm+left deviation), (sinus rhythm+right deviation) and (sinus rhythm+negative axis). Experimental results showed our system made numerically easy decision possible and had advantage of simple design method.

I. 서론

현대인의 병중에 가장 많은 비중을 차지하고 있는 심장병은 많은 사람들에게 관심이 집중되고 있는 실정이다. 따라서 심장에서 나오는 신호를 정확하게 검출하고 측정하는 것이 무엇보다 중요하다. 심장에서 발생하는 전기신호를 이용한 심전도 파형을 검출하는 기

법에는 12유도 방법[1] 많이 이용되고 있다. 이 방법에는 표준사지유도 및 증폭사지유도방법과 흉부유도 방법등이 있다.

표준사지유도는 쌍극유도인데 2개의 전극으로 되어 있어서 두극 사이의 전위차이를 기록하는 것이며, 체표면상에서 거의 삼각형을 만들고 몸체의 전두 평면상에서 아인트벤 삼각형(Eindhoven's triangle)이라 불리는 정삼각형으로 근사 시킬 수 있다.[2] 아인트벤에 의해서 서로간 어느 정도 일정한 숫자 관계를 보여준다. 즉 QRS파의 상하진폭의 합을 보면 제1유도와 제3유의 합은 제2유도의 진폭값과 같아지는 특징을 가지고 있다.

증폭사지유도는 AVR(오른손의 증폭사지유도), AVL(왼손의 증폭사지유도), AVF(왼발의 증폭사지유도)3가지 형태로 심전도 파형을 기록할 수 있다. 그리고 흉부유도(V₁, V₂, V₃, V₄, V₅, V₆)는 단극 유도로 심장의 전기활동을 수평면에서 기록하는 것이다.

본 연구에서는 심전도신호의 정확한 측정을 위한 12유도 방법을 이용해서 측정하였으며, 심전도신호는 보통 파형의 모양을 보고 정확한 측정인지 어떤지를 판정한다. 그렇지만 파형의 형태는 판정하는 사람마다 각기 다르게 판정할 수 있으므로 불합리한 점이 있다. 그래서 심장전문가들이 정해놓은 표준값을 이용해서 퍼지 시스템[4]의 멤버십 함수값을 결정해서 정확한 심전도 신호를 판정할 수 있는 판단자를 설계하였다. 판정의 조건부는 P-R시간, QRS시간, QRS축을 이용해서 결정하였고, 결론부의 판정기준은 동조율, 동조율+1도방심전도차단, 동조율+좌측편위, 동조율+우측편위, 동조율+부정축 으로 결정했다. 심전도의 정확한 판정은 퍼지 시스템으로 가능하였다.

II. 표준 멀티리드 심전도의 정상과형

12유도는 심장을 각각 다른 방향에서 보는 방법이다. 따라서 각 유도의 파형도 특징이 있게된다. 표준사지유도와 증폭사지유도는 전 액면의 여섯 방향에서, 흉부유도는 수평면의 여섯 가지 방향에서 보는 것이다. 각 유도의 파형을 알기 위해 심장 속에서 탈분극 파형이 어떻게 퍼져나가는가를 벡터를 통해서 그릴 수 있다. 그리고 벡터는 심장 속 안에서 탈분극과 전위와 방향을 나타낸다. 평균 QRS 벡터는 심장 각 부위의 탈분극파의 평균을 나타낼 수가 있다.

심방 탈분극파는 환자의 좌하방으로 이동한다. 심전도 제II유도 쪽으로 향해서 나가기 때문에 제II유도에서 가장 높은 P파가 기록된다. 심방탈분극파는 AVR에서 멀어지는 방향으로 나가므로 AVR에서는 P파는 음성이다. 또 제III유도나 AVR에서는 직각방향으로 향하므로 이런 유도에서의 P파의 파고는 가장 낮다. 제III유도에서 P파는 항상 양성이고 지속시간은 0.11초이하, 파고는 2.4mm이하이다. AVR에서의 P파는 항상 역전되어 있다.

심장속의 평균 QRS 벡터 방향을 QRS축이라고 하는데, 탈분극이 심실축을 퍼져나갈 때의 평균적인 방향을 말한다. QRS축은 6방향참조시스템을 써서 결정할 수 있다. 이것은 전 액면에서의 6개 심전도 유도를 심장 둘레 각각이 양성이 되는 방향으로 놓는 방법이다. 심장을 원으로 보고 30도씩 분할한다. 제I유도에서의 양성방향을 0도로 하고 시계방향으로 30도씩 분할하고, 반시계 방향으로 -30도씩 증가한다. 다음의 축결정법은 I, II, III, AVR, AVL, AVF를 이용하여 아주 간단히 축을 계산하는 3가지 방법이 있다.

1. 가장 높은 QRS파가 보이는 심전도의 전극방향이 QRS축을 직접 보여준다.
2. 가장 깊은 QRS파가 보이는 전극의 반대쪽에 QRS축이 있다.
3. QRS 양성파와 음성파의 편차가 비슷한 유도의 직각 방향에 QRS축이 있다.

그림1은 QRS축 결정법을 이용한 방법의 예이다.[3]

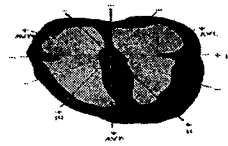


그림 1. QRS축 결정법

축을 결정하는데는 우선 6가지 사지유도심전도를 보고 양성이든 음성이든 가장 전위가 높은 유도를 본다. 가장 전위가 높은 유도가 양성(R파)이면, 그 유도 방향

이 직접 QRS축을 보여준다. 그 전위가 음성에 있으면 그 유도의 반대쪽에 QRS축이 있다. 혹시 제II유도에서의 진폭이 가장 크고 양성이라고 하면 그 유도가 직접 QRS축의 방향을 보여주므로 축은 60도가 된다. 가장 진폭이 큰 유도가 제III유도에서 음성으로 내려갔다면 그 유도의 반대쪽에 QRS축이 있을 터이므로 축은 -60도가 된다. 때로는 6가지 사지유도 모두가 상하가 비슷한 진폭을 보일 때가 있다. 이때는 올바른 축을 결정할 수가 없으므로 부정 축이라고 한다.

심전도를 판독할 때 가장 중요한 것은 우선 기술적으로 정확히 기록하는 것이다. 심전도의 정확한 판독에 필요한 조건을 보면 몇 가지 특징을 가진다. 판정기준에서 보통 아무런 이상이 없으면 단순한 동조율로 판독하면 된다.

본 논문에서의 판독 기준들은 표1.의 표준측정기준의 PR 시간, QRS폭, QRS축의 상태를 가지고 판정한다.

표1. 표준 측정값

No	조건	판정
1	PR간격	0.12~0.20(sec)정상치
		0.12(sec)빠름 진도축진 0.20(sec)1도방실진도 차단
2	QRS폭	0.04~0.11(sec) 정상값
3	QRS축	0°~90°정상축
		-1°~-90°좌측편위
		91°~180°우측편위
		-91°~-179°극단좌측편위

III. 심전도신호 판정을 위한 퍼지

퍼지 규칙을 설계하려면 먼저 퍼지 규칙의 조건부 및 결론부에서 사용될 변수들을 설정해야한다. 따라서 변수설정에서 중요한 문제는 조건부에 사용될 변수를 선정하는 것이다. 여기서 조건부의 중요한 관점은 PR간격, QRS폭, QRS축으로 삼았으며, 조건부의 기준들은 여러 전문가에 의해서 결정된 사항들이다. 결론부에서의 판독 할 수 있는 항목은 동조율, 동조율+1도 방실진도차단, 동조율+좌측편위, 동조율+우측편위, 동조율+방실진도축진 등을 판독할 수 있다.

본 논문에서는 모든 원소를 포함한 전체집합을 X 로 표기할 때에 X 에 속한 임의의 원소 x 가 어떤 특정한 성질을 갖는 정도를 나타내는 소속함수 $m_A(X)$, 즉 $m_A: X \rightarrow [0, 1]$ 가 정의된다고 하자. 이 경우 순서쌍의 집합 $A = ((x, m_A(x)) \parallel x \in X)$ 을 $m_A(x)$ 로 기술되는 퍼지 집합이라고 한다. 아래의 그림 3, 4, 5는 심

전도 판독에 필요한 PR시간, QRS폭, QRS축의 소속도 함수들을 나타내고 있다.

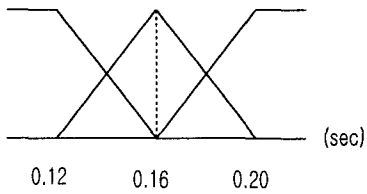


그림 3. PR시간의 각 요소에 대한 소속도 함수

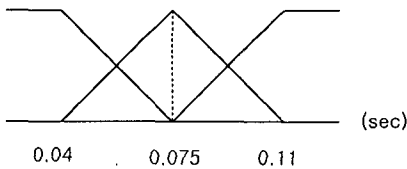


그림 4. QRS폭의 각 요소에 대한 소속도 함수

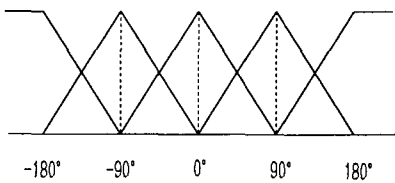


그림 5. QRS축의 각 요소에 대한 소속도 함수

IV. 실험 및 결과

본 연구의 실험을 위해 PIOPAC 시스템을 이용하였다.

제한된 퍼지 추론 규칙을 이용한 심전도 측정은 파형 판독에 이용하였으며, PR시간을 이용해서 정상치, 전도상태 촉진상태, 1도 방실 전도차단, QRS폭을 이용해서 정상값을 결정하고, QRS축을 이용해서, 정상축, 좌측편위, 우측편위, 극단 좌측편위를 대상으로 시뮬레이션 하였다. 아래의 그림6은 12리드를 이용한 결과 값들이며, PR시간(0.16sec), QRS폭(0.10sec), QRS축(90°)을 나타내고 있으며, 동조율 상태를 나타내고 있다.

그림 7은 아인호벤 삼각법을 이용한 실험의 예이다.

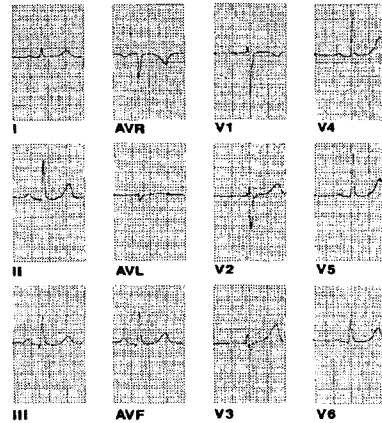
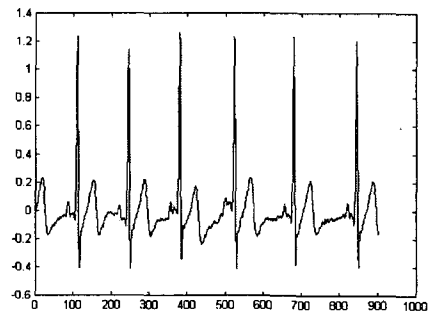
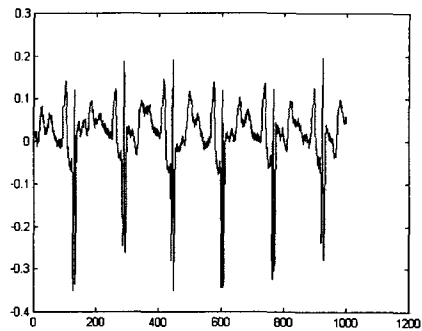


그림 6 12리드 심전도의 판독



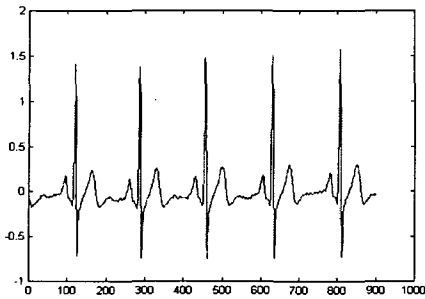


그림 7 아인호벤 삼각법 실험

V. 결론

본 논문에서는 심전도 파형을 정확하게 판독하기 위하여 퍼지 추론 규칙과 각 변수들의 소속도 함수를 이용해서 설계하였다. 먼저 퍼지 규칙을 설계하기 위하여 조건변수를 PR시간, QRS시간, QRS폭을 설정하였으며, 각 변수들에 대한 소속도 함수를 가장 간단한 형태인 삼각형 함수로 결정하였다. 심전도 판독의 결론변수는 표.1의 표준측정기준 값으로 정했다. 일반적으로 심전도 신호의 판독은 육안을 이용해서 이루어졌다. 본 논문에서는 수치적으로 쉽게 판독이 가능한 퍼지 시스템을 이용하였으며, 시뮬레이션 결과 쉽게 구현이 가능하게 만족한 결과를 나타내었다.

참고문헌

- [1] R Hokema, Gerard J. H Uijen, "Geometrical Aspects of the Interindividual Variability of Multilead ECG Recording," IEEE Trans. Biomed. Eng., vol. 48, pp.551-559, MAY 2001.
- [2] W.Einthoven, "The galvanometric registration of the human electrocardiogram, likewise review of the use of the capillary-electrometer in physiology," in Classics, F.A. Willius and E. Keys, Eds. St. Louis, MOC. V Mosby, 1941.
- [3] Bailey, J. J. et al., "Recommendations for standardization and specifications in automated electrocardiography: Bandwidth and digital signal processing" Circulation, 1990, 81(2), 730-739.
- [4] H. J. Zimmerman: "Fuzzy set theory and its application", Kluwer-Nijhoff Publishing. 1985.