

안 재봉* 연세대학교 공과대학 전기공학과
 신 호용 연세대학교 공과대학 전기공학과
 정 혁구 연세대학교 공과대학 전기공학과
 김 용만 연세대학교 공과대학 전기공학과
 이 명호 연세대학교 공과대학 전기공학과

Abstract

This paper describes the design of portable arrhythmia monitor and associated algorithm for automated diagnosis based-on micro-computer in the ambulatory ECG recording, analysis, and transmitting to a hospital host computer immediately through the telephone system.

1. 서론

심장병 환자의 경우 급사율과 부정맥의 발생빈도는 밀접한 관계가 있으므로 수 주일 이상 심전도를 연속적으로 모니터링 하는 것은 매우 중요하다.

이러한 모니터링 방법은 1961년 Holter에 의하여 Holter 레코더가 개발된 이후 부터이며, Holter 모니터는 ECG를 12시간 또는 24시간 주기로 마그네틱 테이프에 기록한 후 고속 재생장치를 이용하여 검색한다. 이 과정에서 정상적인 심전도는 무시하고 부정맥이라고 추정 되는 부분만 차트 레코더에 기록되어 심장 전문의에 의해 진단된다.

이러한 과정은 환자로부터 ECG가 기록된 후 진단되기까지는 오랜 시간이 걸릴 수 있으며 ECG를 시각에 의하여 고속으로 검색하므로 심각한 오류를 범할 수도 있다.

따라서 본 연구에서는 응급환자의 부정맥을 수 주일 이상

연속적으로 모니터링할 수 있는 휴대용 부정맥 모니터를 설계하였다.

이 모니터는 환자로부터 부정맥을 모니터링하다가 부정맥임이 판정되면 ECG를 메모리에 저장하고 환자에게 경고음과 동시에 모뎀을 통하여 전화기로 병원의 호스트 컴퓨터에 전송하여 진단을 받을수 있는 장치이다.

2. 시스템 구성

2-1 부정맥 변수 설정

휴대용 부정맥 모니터는 병원 이외의 장소에서 생활하는 응급 환자의 ECG를 모니터링하여 며칠 또는 몇주에 한번씩 간헐적으로 발생할수도 있는 부정맥을 감지하고 기록하기 위하여 오랜기간 착용하기에 편해야 하므로 소형 경량이어야 한다.

그러므로 이러한 조건을 만족하는 마이크로 프로세서를 사용하는 것이 적합하다.

그러나 마이크로 프로세서는 부정맥을 검출하기 위한 메모리 용량과 대형 또는 범용 컴퓨터에 비하여 제한되기 때문에 아래와 같이 생명현상에 심각한 위험을 줄수 있는 10가지 부정맥 증상을 인식하도록 하였다.

1. 서맥 2. 빈맥 3. 부정 수축
4. 심실세동 및 심실조동 5. skipped-beat
6. R-on-T 7. 2단맥 8. 3단맥
9. 심방조동

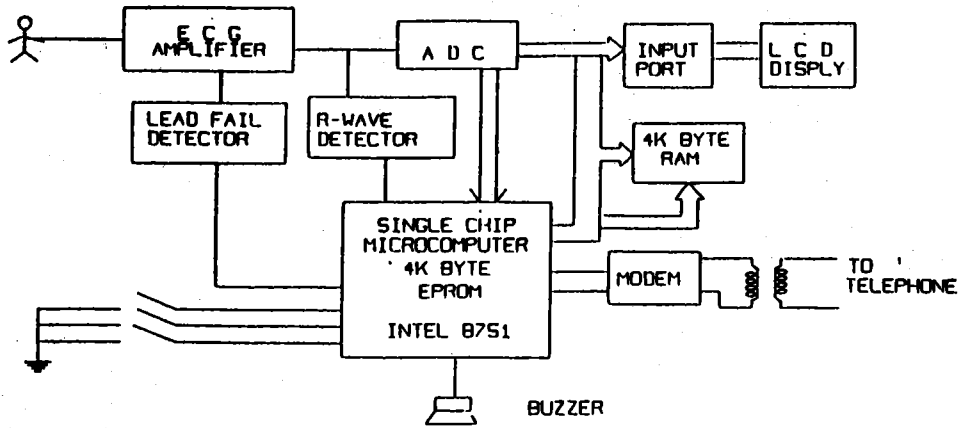


그림 2-1 휴대용 부정맥 모니터의 개략도

2.2 시스템 설계

본 연구에서 구성한 휴대용 부정맥 모니터 시스템의 하드웨어는 (1) 아날로그 부분 (2) 디지털 부분 (3) 모뎀 부분 으로 구성되어 이에 대한 개략도는 그림 2-1 과 같다.

2.3 소프트웨어 알고리즘

휴대용 모니터의 소프트웨어는 부정맥 모니터 시스템의 초기화 및 A/D 변환기 데이터 입력, R 파의 간격과 평균치 계산, 부정맥 판정, 경고신호 발생 및 디스플레이, 모뎀으로의 데이터 전송 등으로 되어 있으며 이에 대한 흐름도는 그림 2-2 와 같다.

부정맥 모니터에서는 R-R 간격만으로 부정맥을 판정하므로 정확한 진단을 내리기 어려운 경우도 있다. 따라서 본 논문에서는 R-R 간격에 의한 부정맥 발생시 모뎀을 통하여 병원의 호스트 컴퓨터로 환자의 ECG 데이터를 전송하여 호스트 컴퓨터와 의사에 의하여 진단을 받을수 있도록 하였다. 호스트 컴퓨터에서는 R-R 간격과 morphology 를 함께 사용하여 ECG 데이터를 분석한 후 매칭을 하여 의사가 진단하기 용이하게 하였다.

ECG simulator 데이터와 환자 데이터에 의한 매칭 결과가 그림 2-3 에 나타나 있다.

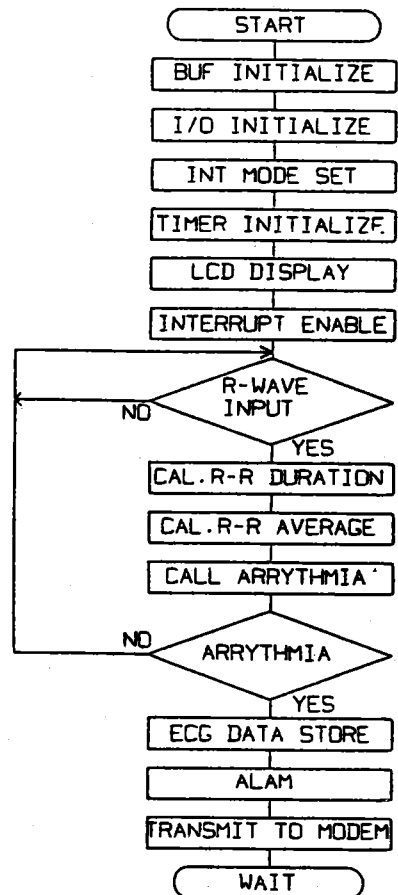
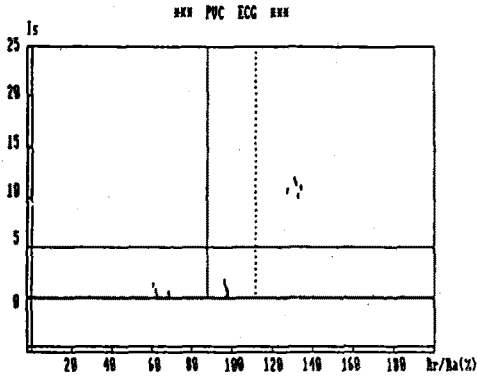
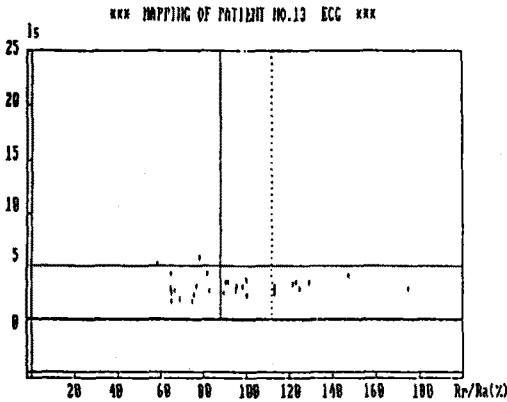


그림 2-2 휴대용 부정맥 모니터의 흐름도

참고 문헌



(a) ECG simulator 데이터



(b) 환자 데이터

그림 2-3 매핑 결과

1. Willis J. Tompkins, "Trends in ambulatory electrocardiography", IEEE Frontiers Eng. in Health Care, 1982.
2. Rothfield. A.L., Bernstein. A., Crews. A., Parsonnet. V. and Zecker. R., "Telemetric monitoring of arrhythmias in acute myocardial infarction", AM. J. Cardiol., 15, pp. 38-44, 1965.
3. J. G. Webster, "An intelligent monitor for ambulatory ECGs", ISA, pp. 55-59, 1978.
4. Nitsh V. Thakor, J. G. Webster, "A battery-powered digital modem for telephone transmission of ECG data", IEEE Trans. Biomed. Eng., BME-29, pp. 355-359, 1982.
5. J. P. Abenstein, W. J. Tompkins, "A new data reduction algorithm for real-time ECG analysis", IEEE Trans. Bio-Med. Eng., vol. BME-29, pp. 43-48, 1982.

3. 결론

본 연구에서 설계한 부정맥 모니터의 성능을 평가하기 위하여 (1) QRS 검출 (2) 부정맥 검출 (3) 모뎀 전송 부분에 대하여 실험하였다.

QRS 검출은 하드웨어에 의하여 수행하였고, 실험결과 본 연구의 부정맥 검출 알고리즘을 수행하는 데는 매우 만족스럽게 검출하였으며 FN 과 FP 가 발생하지 않았다.

부정맥 검출의 경우에도 시뮬레이터와 환자 데이터 모두에서 정확하게 검출하였으며 모뎀 전송실험은 지역전화와 장거리 전화를 이용하여 전송한 결과 오차율이 0.78/10 bit 로서 기준치 10/10 bit 보다 훨씬 작았으며 호스트 컴퓨터에서 진단하는데 영향이 없음이 확인되었다.