

## 휴대용 심전도 이벤트 기록기 개발

°천 홍구, 김 희찬\*, 이 중연\*\*, 김 인영\*\*

°서울대학교 대학원 협동과정 의용생체공학 전공, 서울대학교 의과대학 의공학교실\*,  
삼성 종합기술원 의료기기 연구팀\*\*

## Development of a Portable Cardiac Event Recorder

°H. G. Chun, H. C. Kim\*, C. Y. Lee\*\* and I. Y. Kim\*\*

°Interdisciplinary Program, Biomedical Engineering Major, Graduate School, Seoul National University,  
Departments of Biomedical Engineering, College of Medicine, Seoul National University\* and  
Biomedical Engineering Center, Samsung Advanced Institute of Technology\*\*

### ABSTRACT

A low cost, low power, portable cardiac event recorder as a tether-free biological signal processor was developed. Dual channel ECG signals are sampled at 128Hz in 12 bits resolution. Sampled data are continuously recorded in a circular buffer. If event button is pressed, 2 minutes data before and after the event are recorded in 512 Kbyte SRAM. Total 11 events can be recorded. Data can be transferred to PC through RS-232 protocol. It operates for two months by a half AA size 3.6V Lithium battery. The system size is  $55 \times 55 \times 13$  [mm<sup>3</sup>].

### 서 론

평균 수명의 연장에 따라 인구 분포가 고령화되고, 의료수혜 욕구의 증가로 재택진료와 같은 새로운 형태의 의료서비스가 요구되고 있으며, 예방의학의 발전에 따른 다양한 기능의 생체 계측 및 진단기기의 개발 수요가 창출되고 있는 현실에서 환자의 착용 편리성, 검사자의 모니터링 편리성 및 검사의 시간적, 공간적 제한 극복 등을 고려한 무구속 생체신호 계측 시스템에 대한 연구 개발이 활발히 진행되고 있다. 이러한 무구속 생체 신호계측 시스템은 가능한 경박단소화하여 사용자에게 부착감을 최소화할 뿐 아니라 소비전력의 최소화로 건전지 사용기간을 최대화하고 다양한 기능을 편리한 사용자 인터페이스와 함께 제공할 수 있어야 한다. 현재 미국을 비롯한 외국의 연구소와 기업들에서는 이와 같은 무구속 생체계측 시스템과 전송시스템등의 상품화를 위한 연구가 활성화되어 있고 일부 시스템은 시판되고 있는 상황이다.

본 연구에서는 이러한 무구속 생체계측 시스템의 하나로 휴대용 심전도 이벤트 기록기 시스템을 개발하고 성능평가를 실시하였다. 부정맥과 같은 심장 질환 환자는 증상이 항상 나타나는 것이 아니며

로 진단을 위해서 장기간 심장의 상태를 모니터링 하는 것이 필요하다. 이러한 목적의 시스템으로서 홀터모니터(Holter monitor)가 사용되고 있지만 현재의 기술상 최대 48시간 정도까지의 연속적인 기록이 가능한 시스템이 일반적이다. 본 연구에서 개발하고자 하는 심전도 이벤트 레코더는 환자의 상태를 모니터링 하는 장치의 하나로써 정상적인 심박동 리듬은 기록하지 않고 이상이 발생한 경우(event)에만 이벤트 발생 전후의 심전도를 기록하는 시스템이다. 따라서 홀터시스템보다 더 장기적으로 사용될 수 있으므로 응용의 범위가 확대되고 이에 따라 전술한 바와 같은 무구속, 소형 시스템으로서의 특성이 더욱 요구된다고 할 수 있다.

### 본 론

홀터모니터는 주로 하루 정도의 심전도를 기록하여 그것을 분석한다. 하지만 환자에 따라서는 그 증상이 몇 주일에 한 번 정도 나타나는 경우도 있으므로 하루의 기록만으로는 충분하지 않다. 이러한 환자의 증상을 기록하기 위해서는 한 달 이상 심전도 모니터링이 필요하다. 환자의 몸에 착용해서 한 달 이상 작동하는 시스템은 소형, 저전력, 경량의 조건을 만족해야 한다. 개발 시스템의 목표 사양은 다음과 같다.

- ① 2 채널 심전도 증폭기 내장
- ② 12bit 분해능의 동기화된 128Hz 샘플링
- ③ event 전, 후 1분간의 데이터를 총 11번까지 저장 가능
- ④ 저장 데이터의 PC로의 간편한 전송 (RS232 protocol 사용)
- ⑤ 손쉬운 사용자 인터페이스
  - . 간단한 button 누름으로 event 입력
  - . 현재 저장된 event 수의 확인
  - . 장기간의 전지 사용기간 (2개월)
  - . 초소형의 크기 ( $55 \times 55 \times 13$  [mm<sup>3</sup>], 그림 1 참조)

이러한 조건에 맞추어 시스템 설계를 시행하였으며 개발된 시스템의 아날로그 부분 사양은 다음과

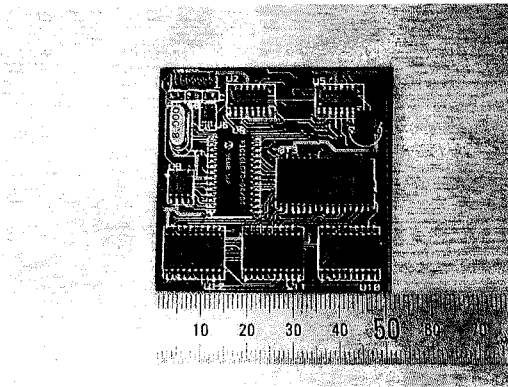


그림 1. 제작된 심전도 이벤트 레코더의 기판 전면.

같다.

- ① number of channel : 2 channels
- ② input impedance : 10 GΩ || 3pF
- ③ dynamic range : ±1mV, 1.8V reference
- ④ total gain : 1624
- ⑤ bandwidth : 0.059 - 40.2 Hz
- ⑥ CMRR : 90 dB (~40Hz)
- ⑦ number of input lead : 4 pins  
(ch1(+), ch2(+), com(-), GND)

디지털 부분의 사양은 다음과 같다.

- ① sampling rate : 128 (samples/sec/ch)
- ② resolution : 12 bit
- ③ data storage : 512Kbyte (SRAM)
- ④ data recording time : 2 min.  
(before and after event)
- ⑤ total recording event number : 11 events
- ⑥ data communication : RS232E (38,400baud)
- ⑦ event marker : button press
- ⑧ indicator : LED blink(stored event number)

그 밖의 일반적인 시스템 사양은 다음과 같다.

- ① battery : 3.6V, 1Ah lithium battery (½AA size),
- ② operating voltage : 2.5 ~ 5.0(V)
- ③ power consumption : 700(μA), @3.6(V)
- ④ expected battery life : > 1 month
- ⑤ PCB size : 5 × 5 (cm)

### 결 과

개발된 심전도 이벤트 기록기로 임상 시험을 한 결과 장기간 안정된 성능을 나타냄이 입증되었다. 그림 2는 기록기에 저장된 데이터를 PC로 전송 받는 프로그램의 화면이다.

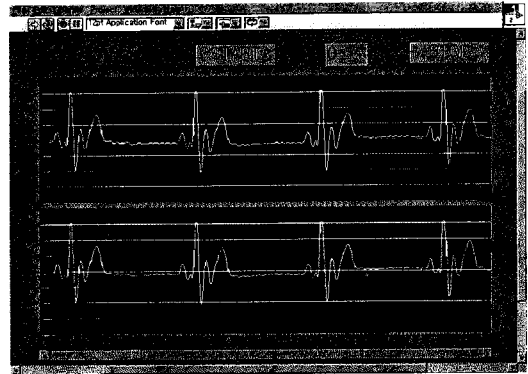


그림 2. 심전도 이벤트 기록기에 저장된 데이터를 PC로 전송 받는 프로그램 화면.

### 고 찰

개발된 시스템은 이벤트 기록이 수동으로만 가능하기 때문에 수면 중 일어난 부정맥을 기록할 수 없는 제한점이 있다. 다음 버전의 시스템에는 자동 검출 알고리즘을 넣어 심장박동의 이상을 수면 중에도 기록할 수 있도록 할 계획이다.

### 결 론

소형, 저전력, 저가의 휴대용 심전도 이벤트 기록기를 개발하였으며, 임상 실험 결과 1달 이상 전지 교환 없이 정상적으로 작동함을 확인했다.