

웨이블릿 알고리즘을 적용한 휴대용 텔레메트리 시스템

박차훈* · 서희돈**

영남대학교 대학원 전자공학과*

영남대학교 전자정보공학부**

전화: (053) 810-1520 / 팩스 : (053) 816-9391

Implementation of a portable telemetry system based on wavelet transform.

Cha-Hun Park* · Hee-Don Seo**

*Dept. of Electronic Engineering, Yeungnam University

**School of Electronic and Information Engineering, Yeungnam University

E-mail : parkch@vlsi.yeungnam.ac.kr

Abstract

In this paper presents the portable wireless ECG data detection and diagnosis system based on discrete wavelet transform. An algorithm based on wavelet transform suitable for real time implementation has been developed in order to detect ECG characteristics. In particular, QRS complex, S and T waves may be distinguished from noise, baseline drift or artifacts. Proposed telemetry system that a transmitting media using radio frequency(RF) for the middle range measurement of the physiological signals and receiving media using optical for electromagnetic interference problem. A standard bi-directional serial communication interface between the telemetry system and a personal computer or laptop, allows read-time controlling, diagnosing and monitoring of system. A portable telemetry system within a size of 65 x 125 x 45mm consists of three parts: a digital signal processing part for physiological signal detect or diagnose, RF transmitter for data transfer and an optical receiver for command receive. Advantages of proposed telemetry system is wireless middle

range(50m) FM transmission, reduce electromagnetic interference to a minimum. which enables a comfortable diagnosis system at home.

I. 서론

초창기 텔레메트리(원격신호검출) 시스템은 생명체에 서 나타나는 여러 가지 생리적 현상을 검출하여 전송하는 전송기술연구에 집중되어 있었다. 그리고 이 기술은 통신기술의 발전과 더불어 충분히 발전되자 이번에는 생명체에 대한 활동의 자유를 구속하지 않고 착용에 대한 부담을 줄이기 위해 소형화가 추진되었다. 현재 반도체 기술과 무선 전송기술의 발전으로 껍של 정도의 크기를 가지는 텔레메트리 시스템을 구현할 정도로 기술이 발전하였다. 그러나 텔레메트리 시스템도 다른 기술과 마찬가지로 좀더 정확한 분석을 위해 더 많은 기능을 요구하게 되었고 더 나아가 계속한 신호를 분석 및 압축하여 많은 자료를 송신하거나 인간에게 적용하여 조기 진단이 가능하도록 하고자 하는 시도가 행해지고 있다. 그 중 가장 많이 시도되고 있는 생체신호는 심전도(ECG: ElectroCardioGram)와 근전도(EMG: ElectroMyoGram)이다.

본 연구실에서는 그 동안 텔레메트리 시스템 구현을 위해 10여년 동안 기초 실험, RF 및 광에 의한 텔레메트리 시스템을 구현하였으며, 그 결과 광파이오 텔레메

트리 시스템을 소형화 및 저 소비 전력화 하기 위한 CMOS 칩을 설계 및 개발하였다.

따라서 본 연구에서는 지금까지 개발된 시스템을 신호처리 알고리즘을 적용하여 진단 및 압축 전송기능을 가지는 생체신호처리 시스템을 개발하였다.

II. 본론

모든 생명체는 나름대로의 특별한 의미를 가지고 있는 생체 신호들이 계속 발생되고 있으며, 이들 신호를 분석하면 생명체의 이상진단 또는 정보 교환의 수단으로 이용할 수 있다. 이러한 신호는 인체의 여러 부위에 분포하고 있다. 심전도 신호는 심장의 전기적인 탈분극과 재분극의 전파되는 과정을 기록한 것이다. 일반적으로 인체에서 발생하는 ECG파형의 대부분 에너지는 3Hz-40Hz 사이에 존재한다(그림 1). 생체신호는 잡음에 비해 극히 미약하기 때문 필터링 기술이 매우 중요하다.

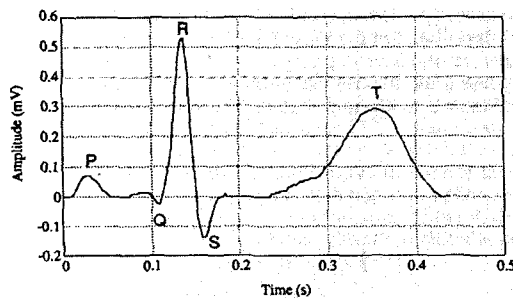


그림 1 심전도 신호 파형

그리고, 생체 신호의 특징은 정상파형(nonsatonyary)이 아니며 이러한 신호를 분석하거나 특정형태의 파형이 나타남을 기록하여 전송하기 위해서는 단지 주파수 스펙트럼을 나타내는 FFT와 같은 변환이 아닌 시간-주파수에 대한 정보를 나타낼 수 있는 Wavelet변환 방식이 필요하다. 웨이브렛 이론은 초기에 수학적 문제를 다루기 위해 연구된 분야이지만, 공학분야에서도 filter-bank의 형태로 신호처리에 이용되어 왔으며 Harr, Daubechies등과 같은 수학자들에 의해 웨이브렛 형태로 정리되었다. 웨이브렛 변환은 응용범위의 다양성과 함께 수학적으로 대단히 간단한 해석적인 도구를 제공함으로써 최근에 들어 공학분야에서 신호해석의 중요한 도구로서 이용되고 있다. 웨이브렛 변환은 신호의 해석에 있어 주파수에 따라 신호의 시간해상도를 달리하여 신호를 해석한다.(그림 2).

스케일 변수를 즉, 신호의 고주파 성분은 시간 해상도를 높이며 주파수 해상도를 낮추어 해석하고 저주파 성분의 신호는 시간 해상도를 낮추는 대신 주파수 해상도를 높여 해석한다. 따라서 비정상(non-stationary) 신호

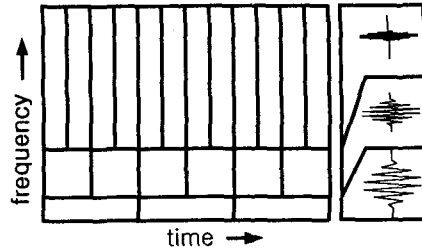


그림 2. 웨이브렛 변환의 기저함수의 시간-주파수 해상도

분석에 유리하다. 웨이브렛은 모 웨이브렛(mother wavelet)이라 불리는 함수의 천이(translation)와 스케일링(scaling)을 통해서 생성되는 함수의 재귀적 집합으로 구성된다. 스케일 변수를 a , 천이변수를 τ 라고 할 때 함수 $f(t) \in L^2(\mathbb{R})$ 의 웨이브렛 변환은 식(1)과 같다.

$$WF(a, \tau) = \frac{1}{\sqrt{a}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \Psi^* \left(\frac{t-\tau}{a} \right) dt \quad \text{--- (1)}$$

이 형태의 변환은 에너지 보존의 법칙을 만족하므로 원신호는 역 웨이브렛 변환으로 복원할 수 있다. 그리고 스케일 변수가 2의 승수집합 $a = 2^j (j \in \mathbb{Z}, \mathbb{Z}$ 실수집합)인 웨이브렛을 dyadic 웨이브렛이라 하고 식(2)와 같이 표현한다.

$$WF(2^j, \tau) = \frac{1}{\sqrt{2^j}} \int_{-\infty}^{\infty} f(t) \Psi^* \left(\frac{t-\tau}{2^j} \right) dt \quad \text{--- (2)}$$

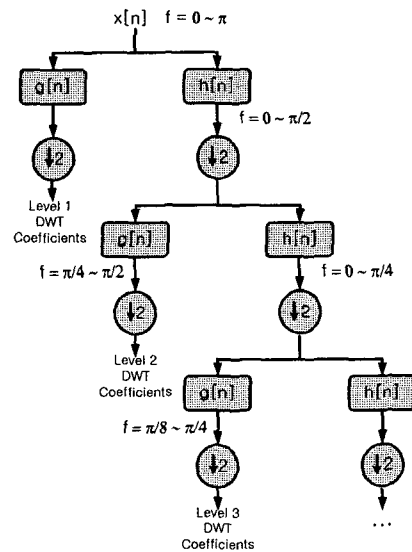


그림 3 이산 웨이브렛 변환 블록도

그림 3에서 알수 있듯이 웨이브릿을 이용하여 압축 및 복원을 하기 위한 알고리즘은 lowpass, highpass filter가 있다면, 비교적 이론적으로는 간단하다. 즉 다음의 식에 의해 lowpass filter를 이용한 필터링을 한다

$$f_j^L = \sum_{i=1}^{N/2} c_{2i-j} a_i \quad j=1, \dots, N \quad \text{---(3)}$$

연속된 신호를 샘플링 하여 low-pass filter를 통과한 결과는 인접하는 데이터의 평균값을 취하게 된다. 그리고 highpass filter는 두 이산신호의 차이를 나타내게 된다.

$$f_j^H = \sum_{i=1}^{N/2} (-1)^{j+1} c_{j+1-2i} b_i \quad j=1, \dots, N \quad \text{---(4)}$$

이렇게 분해된 신호를 본래의 신호로 복원하는 것은 두 필터의 합으로 다음 식과 같이 쉽게 얻을 수 있다.

$$f = f^L + f^H \quad \text{---(5)}$$

변환은 lowpass filter과 hipass filter를 이용하여 구현할 수 있는데 디지털 시스템의 경우 두 데이터를 합과 차로써 이와 같은 처리를 할 수 있으며, 노이즈와 분리는 심전도의 주파수 대역에서 필터 출력을 사용하면 된다. 따라서, 본 연구에서는 구현한 전체 시스템의 블록도는 그림 4와 같다. 따라서, 아날로그 부분에서 입력된 심전도 신호를 웨이브릿 알고리즘을 적용하기 위해 TI사의 DSP chip과 아날로그 디바이스사의 고속 A/D, D/A converter를 사용하여 구현하였다. 구현된 시스템은 처리된 데이터를 모두 저장할 수 있고, 자료를 비교 및 DB구축을 위한 상위 시스템이 필요하다. 따라서, 근거리에서 저장 및 분석을 위한 시스템을 구성하고, 이 시스템과 연결하기 위한 RF 송수신 모듈을 탑재하여 무선 시리얼 통신이 가능하도록 설계하였다. (그림 5)

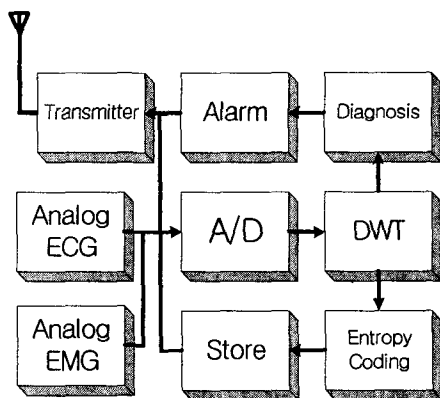


그림 4 개발된 시스템의 블록도

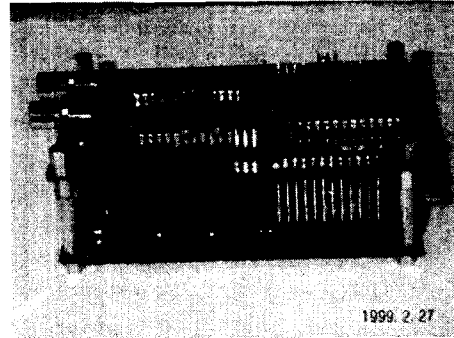


그림 5 구현된 하드웨어 사진

개발된 시스템의 성능을 테스트 하기 위해 그림 6 과 같이 장착하여 테스트 하였다. (그림 7)

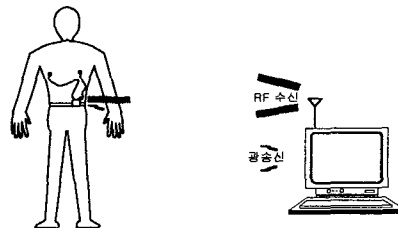


그림 6 개발된 시스템을 적용 경우 예

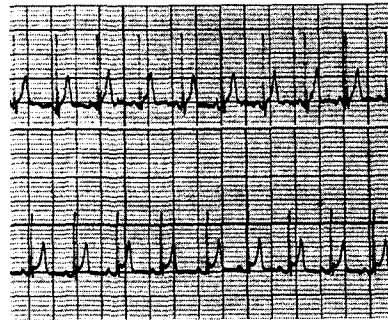


그림 7 심전도 측정 파형

III. 결론 및 추후연구

노이즈 속의 미세한 생체신호를 검출 및 압축이 가능한 텔레메트리 시스템 구현(반경 50m)을 위한 wavelet

변환법의 가능성을 다음과 같이 시뮬레이션 했다. MIT/BIH의 ECG DB의 데이터와 TI사의 DSP start-kit를 이용하여 미세신호 검출을 위한 잡음제거 및 진단을 위한 특정파형 검출과정 수행하여 가능성을 검증하였으며, 이 결과를 FPGA로 구현하여 VLSI로의 전환이 가능하도록 실험중이다. 향후 EEG와 같은 미세신호에 관한 DB가 확보되면 휴먼 인터페이스 기능을 추가할 계획이다

참고문헌

- [1] R.Stuart Mackay, BioMedical Telemetry pp. 1-25, IEEE Press, 1993.
- [2] J.D.Mendle, Biomedical implantable micro electronics, Science, 210, pp. 263-267, 1980.
- [3] J.Park, H.Seo, and S.Choi, "Fabrication of CMOS IC for telemetering biological signals from multiple subjects", Sensors and Actuators A, 43, pp. 289-295, 1994.
- [4] H.D.Seo, M.Esashi and T.Matsuo, "Manufacture of custom CMOS LSI for an implantable multipurpose Biotelemetry System", Front. Med. Biol. Eng., 1, pp.319-329,1989.
- [5] S.Kawahito,S.Ueda, M.Ishida, T.Nakamura, S.Usui, "A CMOS integrated circuit for noninvasive remote sensing of multichannel biological signal from multiple objects", Tech. Digest, 11th Sensor Symp., Tokyo, Japan, Jun 4-5,pp. 59-62,1992.
- [6] Roubik Gregorian and Gabor C.Temes, Analog MOS Integrated Circuits, John Wiley&Sons, pp.50-529,1986.
- [7] Alan B.Grebene,Bipolar and MOS Analog Integrated circuit design, pp. 189-193,1984.
- [8]Jongdae,Park, Segon,Choi, Heedon,Seo and T.nakamura: Fabrication of CMOS IC for telemetering biological Signal from multiple Subject Sensor and Actuator A43 pp.289-295 (1994)