On-body WBAN 시스템을 위한 통신 신호 처리 기법에 관한 연구

김재환, 오미경, 이형수, 김재영, 최은정
한국전자통신연구원 융합기술연구부문
e-mail : {kimj, ohmik, hsulee, jyk, and ejchoi}@etri.re.kr

A Study on Communication Signal Processing using UWB for On-body WBAN Systems

Jaehwan Kin, Mi Kyung Oh, HyungSoo Lee, Jae-Young Kim, and Eunjeong Choi
IT Convergence Technology Laboratory
Electronics and Telecommunications Research Institute

요 약

On-body WBAN 시스템은 저속 생체 정보 전달과 고속 멀티미디어 통신을 모두 지원할 수 있는 시스템 구조를 가져야 한다. 게다가 WBAN 시스템의 특성상 최대한 저전력 구현이 가능한 시스템 설계가 수반되어야 한다. 본 논문에서는 UWB 를 이용하여 다중 속도 지원이 가능한 On-body WBAN 시스템 구조를 제안한다. 제안된 시스템은 Block-Coded Group PPM 변조 기법을 사용하여 데이터 신뢰도를 높일 수 있다.

1. 서론

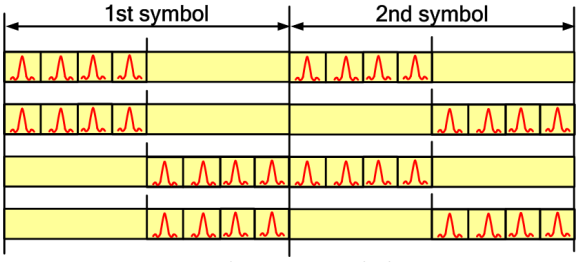
최근 통신 서비스의 종류에 대한 사용자의 요구 사항들이 다양해지고, 그를 충족시키기 위한 여러 통신 시스템이 개발 되고 있다. 그 중 인체 주변의 환경하에서 건강 모니터링, 개인 멀티미디어 기기 사용 등을 동시에 수행할 수 있는 Wireless Body Area Network (WBAN) 시스템이 많은 관심을 받고 있다. WBAN 시스템은 사람을 중심으로 약 3 미터 이내에 장착된 장치들간 무선통신을 가능하게 하는 네트워킹 시스템으로써, 크게 인체 내 디바이스의 통신을 관장하는 In-body 시스템과 인체 외 디바이스간의 On-body 시스템으로 나뉠 수 있다.

그 중 On-body 시스템은 인체의 생체 정보 전달뿐만 아니라, 휴대폰, 게임 등의 멀티미디어 기기의 무선통신 기능까지 지원할 목적으로 시스템 설계가 이루어 지고 있다. 이와 같은 이유로 수십 kbps 부터 최대 10 Mbps 까지의 전송 속도가 지원되어야 하며, 이는 IEEE 802.15.6 TG 에서 표준화 작업이 이루어지고 있다. [IEEE] IEEE 의 요구 사항으로는 Scalable data rate, 저전력 등이 있으며 이를 만족시키기 위해서 UWB 를 이용한 많은 기술들이 연구되고 있다. [UWB]. UWB 기술을 매우 낮은 전력을 이용하고 매우 넓은 주파수 대역을 사용하여 통신을 하는 기술로, 기존의 통신 시스템에 영향을 주지 않고, 저전력 구현이 가능하다는 장점을 가지고 있다. 또한 기존의 연속적인 신호를 보내는 통신 시스템과는 달리 매우 짧은 시간 동안에 펄스를 송신함으로써, Duty cycling 을 통한 전송 속도 가변에도 큰 장점을 가지고 있다.

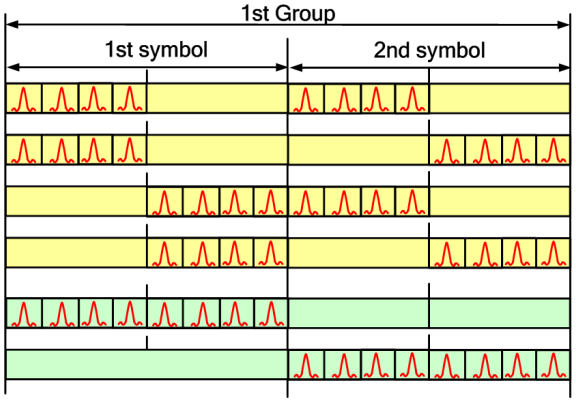
본 논문에서는 저전력, 가변 속도 지원이 가능한 WBAN 시스템 설계를 위한 Block-Coded Group Pulse Position Modulation (BC-GPPM) 기법을 소개하고자 한다. 제안된 기법은 기존 PPM 기법과 비교하였을 때, 전송 속도의 감소 없이 시스템 성능을 높일 수 있다.

2. Block-Coded Group PPM

본 장에서는 기존의 PPM 방식과 제안된 BC-GPPM 방식에 대해서 비교한다. 그림 1 은 PPM 방식과 GPPM 방식의 심볼 구조를 나타낸다. 그림 1 (a)에 나타난 바와 같이, 기존 PPM 방식은 전체 심볼 구간 중 소 구간을 나누어 보내고자 하는 정보에 따라 펄스의 위치가 다르게 나타낸다. 예를 들어, 이진 변조 기법의 경우에는 '0'을 보내고자 할 때는 전반부에, '1'을 보내고자 할 때에는 후반부에 펄스를 위치시킴으로써 데이터를 구분하게 된다. GPPM 방식도 펄스의 위치에 따라 정보를 구분하는 방법은 PPM 방식과 같다. 하지만 GPPM 방식은 기존 PPM 심볼 그룹화를 통하여, 전송 가능한 정보량을 늘릴 수 있게 하였다. 이는 그림 1 (b)에 나타나 있다. 예를 들어, Group 2 의 GPPM 은 기존의 2 개의 PPM 심볼 구간을 하나의 그룹으로 정의하고 데이터 펄스의 위치를 결정한다. 그 결과, 그림에 나타나 있듯이 전송 가능한 심볼의 경우의 수가 2 가지가 증가한 것을 알 수 있다. 이를 바탕으로, n-PPM 과 n-GPPM 은 각각 2^n, ${}_{2n}C_n$ 의 심볼 경우의 수를 가지고 이는 Group 3 의 경우 12 가지, Group 4 의 경우 54 가지 등의 기존 PPM 방식 보다 여분의 심볼 경우의 수를 가지게 된다.



(a) 기존 PPM 심볼 구조



(b) 제안된 GPPM 심볼 구조

그림 1. 심볼 구조 비교

위에서 설명한 여분의 심볼 경우는 여러 용도로 사용될 수 있다. 해당 심볼에 정보를 보냄으로써 데이터 전송률을 높이거나 코딩을 사용하여 데이터 신뢰도를 높일 수 있다. 본 논문에서는 후자인 데이터 신뢰도를 높이는 방안에 대해 설명한다. 예를 들어, 3 심볼 구간을 한 그룹으로 하는 GPPM 의 경우는 총 6 개의 시간 구간 중 3 개의 펄스를 전송하게 된다. 기존 PPM 과 동일한 전송 속도를 가지기 위해선 총 8 가지의 패턴을 가져야 한다. 3-GPPM 의 총 심볼 경우의 수는 20 이기 때문에 이 중에서 큰 Hamming distance 를 가지는 8 개의 codeset 을 선정하여 실제 송수신 패턴으로 사용한다.

3. 모의 실험 결과

그림 2 는 기존의 변조 기법들과 제안된 BC-GPPM 방식의 성능을 비교한 것이다. 본 모의 실험에서는 6-Group 의 GPPM 을 사용하였다. 이는 에러 정정 효과를 얻기 위해서는 minimum distance 가 3 이 되어야 하기 때문에 4 의 minimum distance 를 가질 수 있는 6 group 을 선택한 것이다. 이에 따라, 2 장에서 언급한 코딩 이득을 얻기 위한 시스템을 설계하기 위해서는 최소 6-group 의 GPPM 을 사용해야 하는 것을 알 수 있다.

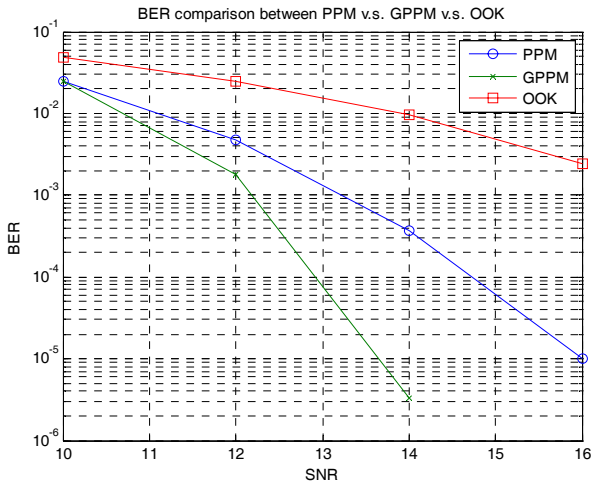


그림 2. 모의 실험 결과 비교

그림 2 에 나타나 듯이 6-GPPM 의 성능은 10-5 BER 기준으로 기존 PPM 방식보다는 약 2 dB 정도 개선된 것을 볼 수 있다. SNR 이 커질수록 성능 격차는 더 커지는 것 또한 확인할 수 있다.

4. 결론

본 논문에서는 UWB 를 사용한 On-body WBAN 시스템에 적용 가능한 Block-coded GPPM 방식을 소개하였다. 제안된 방식은 UWB 시스템을 사용함으로써 저전력 구현이 가능할 뿐만 아니라, 기존 PPM 방식과 비교하였을 때, 데이터 전송률의 감소 없이 시스템 신뢰도를 높일 수 있다는 장점을 가지고 있다. 이에 따라, 제안된 기법은 WBAN 시스템 개발이 본격적으로 진행됨에 있어서 광범위하게 쓰일 수 있을 것으로 예상된다.

본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 IT 신성장동력핵심기술개발 사업의 일환으로 수행하였음. [2008-F-042-02, WBAN In-body 시스템과 On-body 시스템 개발]

참고문헌

[1] http://www.ieee802.org/15/pub/TG6.html
[2] Dries Neirynck *el al.*, "IMEC UWB PHY Proposal," IEEE 802.15.6, May 2009
[3] Kiran Bynam *et al.*, "ETRI & Samsung PHT proposal to 802.15.6," IEE 802.15.6, May 2009
[4] Jae Ho Hwang *et al.*, "Group PPM method to 802.15 TG6," IEEE 802.15.6, Mar. 2009
[5] June Chul Roh *et al.*, "Texas Imstruments Impulse Radio UWB Physical Layer Proposal, " IEEE 802.15.6 May 2009
[6] Igor Dotlic *et al.*, "NICT-YNU-Meiji UWB Phy Proposal: Some aspects of Chirp Pulse Based IR-UWB Physical Layer," IEEE 802.15.6, Jul. 2009