

802.11b WLAN의 완전직교 CCK modulation 성능

정현수* · 오태원**

*고려대학교 전파공학과, **고려대학교 전파공학과

Performance of Orthogonal CCK modulation in 802.11b WLAN

Hyun-Soo Jeong* · Tae-Won Oh**

*Dept of Radio Sciences and Engineering, Korea University

**Dept of Radio Sciences and Engineering, Korea University

e-mail:*asdf@korea.ac.kr, **taeoh@korea.ac.kr

요 약

본 논문에서는 802.11b WLAN에서 채택된 CCK(complementary code keying)의 성능을 높이기 위해 새로운 완전직교 방법을 제안한다. CCK 변조기를 통해 생성된 codeword들이 모두 orthogonal한 성질을 유지할 수 있도록 전체 256개의 codeword를 trellis coding 방식을 이용하여 8개의 subset으로 나누었으며, 나누어진 각각의 subset내에서 생성된 codeword들은 완전한 orthogonality를 유지할 수 있다. 그 결과 최대 전송속도는 9.625Mbps로 제한되지만, 기존의 CCK 변조 방식보다는 BER 10^{-5} 에서 약 1.5dB의 성능향상을 얻을 수 있다.

ABSTRACT

In this paper, we propose new orthogonal modulation method to enhance the performance of CCK adapted in 802.11b WLAN. To maintain the orthogonality of codewords produced by CCK modulator, we divide 256 codewords into 8 subset by trellis coding and codewords in a subset are orthogonal each other. In result, this method restricts maximum data rate to 9.625Mbps, however, it is better about 1.5dB than original CCK modulation at BER 10^{-5} .

키워드

Complementary code keying, CCK, Wireless LAN.

1. 서 론

M-ary orthogonal modulation 방식은 오랫동안 거의 모든 디지털 무선통신 시스템에서 사용되어져 왔다. 이러한 M-ary orthogonal modulation의 응용으로서 IEEE 802.11b wireless LAN 표준에서는 실내 환경에서 좋은 성능을 보여주고 있는 complementary code를 사용하여 physical layer의 표준으로 채택하였다. 이러한 complementary code는 indoor multipath 환경에서도 RAKE receiver의 사용을 가능케 함으로서 성능향상과 함께 효과적인 복조가 가능하게 되었다 [1][2].

그러나 데이터의 전송속도가 증가함에 따라 CCK(complementary code keying)의 codeword수가 증가하게 되고, codeword들간의 orthogonality를 완벽하게

유지할 수 없다. 더구나 CCK의 장점인 완전 직교성의 손실로 인해 성능의 저하를 감수하여야 한다. 본 논문에서는 CCK에서 생성된 codeword들간의 orthogonality를 유지하기 위해 256개의 codeword들을 8개의 subset으로 분리하여 각각의 subset 내에서는 codeword들이 orthogonality를 유지할 수 있는 새로운 방식을 제안한다.

제2 장에서는 기존CCK modulation의 알고리즘과 문제점을 설명하며, 제3장에서는 CCK의 orthogonality 향상을 위한 새로운 구조를 제안하고, 제4장에서는 컴퓨터 simulation에 의한 성능측정과 그 결과를 제시한다.

11. 본 론

1. CCK modulation

IEEE 802.11b WLAN에서 채택된 기존CCK modulation 알고리즘은 complementary code에 기반을 두고 있다. complementary code는 길이가 8이며, 11Mchip/s의 chipping rate를 갖는다. 11Mbps에서 동작하는 정보비트 8 비트(d0 to d7) 중에서 d0가 먼저 들어오는 비트라고 가정할 때, complementary code는 다음 식으로 생성된다.

$$c = \{ e^{j(\phi_1+\phi_2+\phi_3+\phi_4)}, e^{j(\phi_1+\phi_3+\phi_4)}, e^{j(\phi_1+\phi_2+\phi_4)}, -e^{j(\phi_1+\phi_4)}, e^{j(\phi_1+\phi_2+\phi_3)}, e^{j(\phi_1+\phi_3)}, -e^{j(\phi_1+\phi_2)}, e^{j\phi_1} \}$$

여기서 C는 CCK에서 생성되는 codeword이며, ϕ 는 8개의 정보 비트를 이용하여 mapping 시키는 phase parameter이다. modulator에 들어오는 정보 비트인 8개의 비트들을 dibit으로 나누어 각각의 phase를 만들게 되며 이는 IEEE 802.11b에 명시되어 있는 DQPSK 방법을 이용하여 각 phase의 값을 결정한다.

표 2.1 phase parameter encoding

| dibit | phase parameter |
|---------|-----------------|
| (d1,d0) | ϕ_1 |
| (d3,d2) | ϕ_2 |
| (d5,d4) | ϕ_3 |
| (d7,d6) | ϕ_4 |

표 2.2 DQPSK modulator phase parameters

| dibit() | phase |
|---------|----------|
| 00 | 0 |
| 01 | $\pi/2$ |
| 11 | π |
| 10 | $-\pi/2$ |

표 2.1과 2.2에서와 같이 phase parameter들을 mapping 시킴으로써 complementary code를 생성하게 된다.

M-ary orthogonal modulation에서 codeword들 간의 orthogonality는 BER 성능을 보장하는 중요한 근거이다. 그러나 실제로 기존 CCK modulation에서 사용하는 codeword들은 정확히 orthogonal 하지 않다.

다음 표2.3에는 기존 CCK에서 생성된 각각의 codeword들에 대해서 cross correlation을 구한 값이다.

표 2.3 기존CCK 의cross correlation

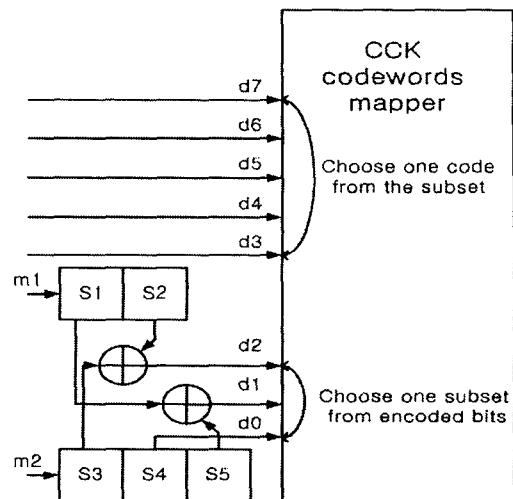
| Inner product 값 | 갯수 |
|-----------------|-----|
| 8 | 3 |
| 6 | 24 |
| 4 | 48 |
| 2 | 32 |
| 0 | 148 |

이상적인 경우에 cross-correlation 값은 모두 0이어야 하나, 오직 148개만이 이를 만족시킴을 알 수 있다. 이러한 비완전 직교 코드들은 데이터의 에러 확률을 높일 것이다.

2. 완전 직교CCK modulator

본 논문에서는 codeword간의 orthogonal한 성질을 유지시키기 위해 전체 codeword들을 trellis coding 방식[3][4][5][6]을 이용하여 subset으로 나누었다.

그림 1 trellis coding을 이용한 CCK modulator



code rate 2/3인 encoder를 이용하였으며 8개의 subset을 만들기 위해 memory의 개수는 3개로 구성하였다. encoder의 출력의 비트수를 늘리게 되면 subset 내의 codeword들의 개수는 줄어들지만 state의 수가 증가하게 되므로 decoding의 복잡성이 늘어나게 된다.

Source에서 들어오는 정보 비트 중 2개의 비트를

통해서 8개의 subset을 선택하며 그 선택된 subset 내에서 나머지 5개의 bit로 생성되는 32개의 codeword는 서로 orthogonal 하다.

그림 2 trellis diagram

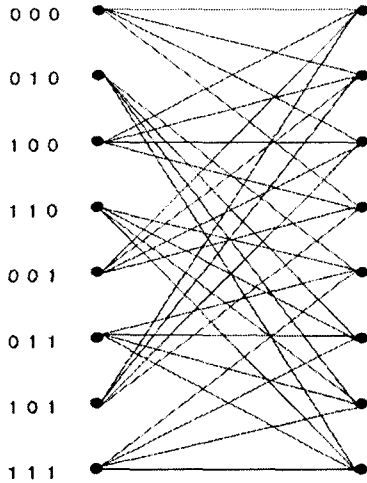


그림 2에서 보는 바와 같이 무작위 하게 256개 중에 선택되는 기존의 CCK modulator와는 달리 convolution encoder를 통해서 subset을 선택하여, 그 선택되어진 subset에서 다른 state로 이동하는 경우 나올 수 있는 codeword들의 개수는 $32 \times 4 = 128$ 개이므로 orthogonality가 이루어짐을 알 수 있다.

3. 성능 측정

성능 분석을 위하여 Acolade program을 이용하였으며 256개의 codeword들을 모두 ROM의 형태로 제작하여 직접 mapping이 가능하게 하였다[7][8]. 그리고 실제 제작에 필요한 parameter들은 intersil에서 제작한 HFA3861B를 근거로 만들었다.

그림 3 Trellis coding을 적용한 CCK modulator의 block diagram

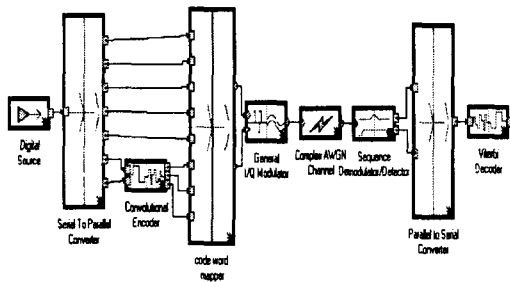
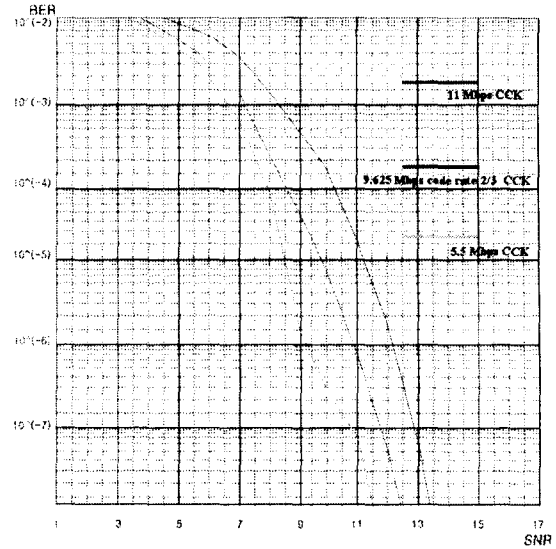


그림 4 컴퓨터 실험 결과



Simulation 결과에서 알 수 있는 바와 같이 BER= 10^{-5} 에서 약 1.5dB의 성능향상이 있음을 알 수 있다. 본 simulation은 채널환경을 AWGN상황에서 실행하였으며, multipath환경에서는 더 좋은 성능향상을 기대할 수 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 기존의 CCK modulator의 orthogonality를 향상시키기 위해 간단한 trellis coding을 이용한 완전 직교 CCK를 제안하였다. Simulation결과는 기존의 CCK modulator보다 AWGN 환경에서 약 1.5dB의 성능향상을 볼 수 있었지만 기존의 11Mbps보다는 조금 낮은 9.625Mbps의 속도로 데이터를 전송할 수 있다. 그러나 multipath 환경에서는 더 좋은 성능향상을 보일 것으로 예상된다.

참고문헌

- [1] IEEE Standard for wireless LAN Medium Access Control and Physical Layer Specifications, IEEE 802.11b, Nov. 1999
- [2] Halford, K., Halford, S., Webster, M., and Andren, C., "Complementary Code Keying for RAKE-based indoor Wireless Communication." Proceedings of the 1999 IEEE International Symposium on Circuits and Systems, May 1999,

- pp. 427-430
- [3] E. Biglieri, D. Divsalar, P. J. McLane and M. K. Simon, Introduction to trellis-coded modulation with application, Macillan, 1991
 - [4] G. Ungerboeck, "Channel coding with multilevel/phase signal." IEEE Transaction Information Theory, Vol. IT-28, No1, PP55-67, Jan. 1982
 - [5] G. Ungerboeck, "Trellis-coded modulation with redundant signal sets - Part I : Introduction." IEEE Communications Magazine, Vol. 25, No. 2, pp. 5-11, Feb 1987
 - [6] L. F. Wei, "Trellis-coded modulation with multidimensional constellations." IEEE Transaction Information Theory, Vol IT-33 No. 4,pp 483-501 July 1987
 - [7] HFA3861B DATA sheet, FILE No.4816 Intersil Corporation, Jan. 2000
 - [8] Bob Pearson, "Complementary Code Keying Made Simple", Application Note AN9850. 1, Intersil Corporation, May 2000.