

케이블 모뎀 상향링크에 적합한 CAZAC sequence를 이용한 coarse timing recovery의 두 알고리즘 비교

하현주, 오왕록, 김환우
충남대학교

e-mail : yamyamii00@cnu.ac.kr

Comparison of Two Algorithms using CAZAC Sequence for Cable Modem Uplink

Hyunju Ha, Wangrok Oh, Whanwoo Kim
Chungnam National University

Abstract

As Cable Network is developing for 2-way high speed data service, it should be developed to transfer high speed data using limited bandwidth. If QAM is using for this, synchronization algorithms become important system parameters. In this paper, we present two methods of coarse timing recovery using CAZAC sequence for cable modem uplink.

I. 서론

케이블망이 양방향 고속 데이터 통신 서비스를 제공하기 위해서는 한정된 대역폭을 이용하여 고속의 데이터를 전송할 수 있는 기술 개발이 선행되어야 한다. 따라서 1 Gbps 급 케이블 모뎀은 높은 차수의 QAM (quadrature amplitude modulation) 방식을 사용하는 등의 노력을 하고 있다. 그러나 변조차수가 증가하고 송수신 데이터 율(data rate)이 높아짐에 따라 수신기에서 사용하는 동기 알고리즘의 성능이 점차 중요한 시스템 설계 파라미터로 작용하게 된다. 따라서 고속의 데이터 율을 제공하는 케이블 모뎀을 개발하기 위

해서는 심볼 타이밍 복원과 반송파 주파수 및 위상 복원 알고리즘 등과 같은 개별적인 동기 알고리즘들의 성능을 최적화할 필요가 있다.

디지털 케이블 모뎀 상향링크는 프리앰블과 데이터로 이루어진 버스트 모드 송신 시스템이다. 본 논문에서는 디지털 케이블 모뎀의 표준규격인 DOCSIS 2.0에 따라 디지털 케이블 모뎀 상향링크에 적합한 CAZAC (Constant Amplitude Zero Auto Correlation) 시퀀스를 이용한 coarse timing recovery의 두 가지 방법을 비교 분석한다. 이를 위하여 16 심볼 CAZAC 시퀀스를 프리앰블로 이용하여 프레임동기가 이루어졌다고 가정하였다.

II. 본론

16 심볼 CAZAC 시퀀스는 다음과 같이 표현된다.

$$c_{4k+l} = j^{kl}, j = \sqrt{-1}; k = 0, 1, 2, 3; l = 0, 1, 2, 3$$
$$\{C_{16}\} = \{1, 1, 1, 1, 1, j, -1, -j, 1, -1, 1, -1, 1, -j, -1, j\}$$

CAZAC 시퀀스를 45° 회전시키면 QPSK 심볼로 만들 수 있다.

2.1 일반적인 Early-late 을 이용한 방법

16 심볼 CAZAC 시퀀스인 프리앰블과 데이터로 이

루어진 송신신호를 수신단에서 프리앰블과 같은 16 심볼 CAZAC 시퀀스와 상관시킨다. 시간 지연이 없을 때에는 상관값이 최대값을 가지며, 최대값의 앞과 뒤의 값은 같다. 이 때 상관 값의 최대값의 앞과 뒤의 값을 비교하여 두 값의 크기가 같을 때에는 최대값으로부터 on time sample 을 추정하고, 앞과 뒤의 값의 차가 양수이거나 음수일 때에는 시간지연이 있는 것이므로 각각 최대값의 바로 뒤와 앞의 값으로부터 on time sample 을 추정한다.

2.2 프리앰블로써 단위 16 심볼 CAZAC 시퀀스의 직렬연결을 이용한 방법

단위 16 심볼 CAZAC 시퀀스를 직렬로 연결한 프리앰블과 데이터로 이루어진 송신신호는 송신필터를 거친 후 과샘플링되어 채널을 통과한다. 수신필터의 출력 신호를 프리앰블에서 사용한 것과 같은 16 심볼 CAZAC 시퀀스와 상관시킨 후, 상관 값의 평균값이 최대가 되는 값으로부터 on time sample 을 추정한다. 그림 1은 한 예로써, 단위 16 심볼 CAZAC 시퀀스 2 개를 직렬 연결한 프리앰블을 사용한 경우의 블록다이어그램을 나타낸 것이다.

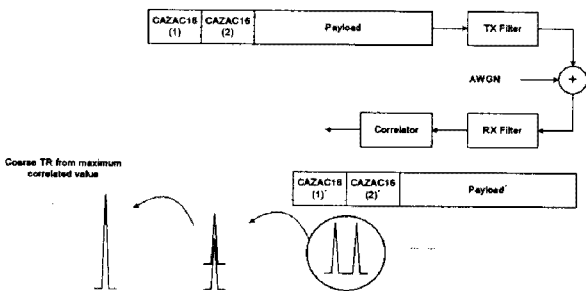


그림 1 16 심볼 CAZAC 시퀀스의 직렬연결을 프리앰블로 이용한 경우의 블록다이어그램

III. 구현

그림 2는 본론에서 언급한 두 가지의 방법을 사용하여 coarse timing recovery 를 하였을 때의 BER (Bit error rate) 성능을 나타낸 것이다. 메시지 심볼은 DOCSIS 2.0 규격에 따라 QPSK 변조되었다. 2 개 이상의 16 심볼 CAZAC 시퀀스를 사용한 경우 이상적인 값과 유사한 BER 성능을 얻을 수 있었고, early-late 을 사용한 경우 CAZAC 시퀀스 1 개를 사용한 경우보다는 성능이 매우 우수하고, 2 개 이상을 사용한 경우 보다는 10^{-5} 에서 약 0.5~1 dB 열화된 BER 성능을 보였다.

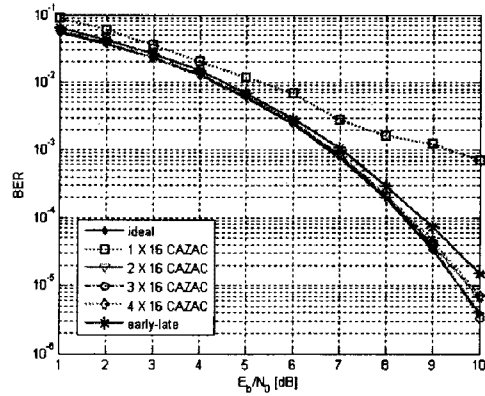


그림 2 두 가지 방법의 BER 성능 비교

IV. 결론

본 논문에서는 케이블 모델 상향링크에 적합한 CAZAC 시퀀스를 이용한 coarse timing recovery 의 두 가지 방법을 제시하고, 그 BER 성능을 알아보았다. Early-late 을 이용한 방법에 비하여 16 심볼 CAZAC 시퀀스를 2 개 이상 직렬 연결한 프리앰블을 이용한 경우의 BER 성능이 10^{-5} 에서 약 0.5~1 dB 더 우수함을 알 수 있었다.

참고문헌

- [1] Data-Over-Cable Service Interface Specifications, DOCSIS 2.0, Radio Frequency Interface Specification, CM-SP-RFIV2.0-107-041210.
- [2] 최형진, 동기방식 디지털 통신, 1995, (주)교학사.
- [3] R. C. Heimiller, "Phase Shift Codes with Good Periodic Correlation Properties," IRE Trans. on Information Theory, Vol. 7, pp. 254-257, Oct. 1956.
- [4] Wong Sai Ho; Xiaoming Peng; Madhukumar, A.S.; Chin, F.; "Rapid acquisition for multiband UWB systems: CAZAC vs. Barker sequences," Information, Communications and Signal Processing, 2003 and the Fourth Pacific Rim Conference on Multimedia. Proceedings of the 2003 Joint Conference of the Fourth International Conference on, 2003.