

CMMB를 위한 프레임 동기 알고리즘

*강은수, **한동석

*경북대학교 대학원 전자전기컴퓨터학부, **경북대학교 전자공학부

*kesno1@ee.knu.ac.kr, **dshan@ee.knu.ac.kr

Frame synchronization algorithm for CMMB

*Eun Su Kang, **Dong Seog Han

*Graduate School of electrical engineering and computer science, Kyungpook National University

**School of electrical engineering, Kyungpook National University

요약

CMMB(China Multimedia Mobile Broadcasting)는 중국에서 개발된 이동 방송 시스템이다. CMMB는 시간 동기와 주파수 동기를 획득하기 위해 프레임에 포함된 두 개의 동기 신호와 OFDM 심볼을 이용한다. 이는 OFDM 심볼의 연속파일럿과 분산 파일럿을 이용하는 기존의 이동 방송시스템과 달리 CMMB를 위한 특화된 동기 알고리즘이 필요하다. 이에 본 논문은 CMMB의 프레임 구조에 적합한 시간 동기 알고리즘에 대하여 연구하였다. 제안 알고리즘은 CMMB의 동기신호를 이용하여 상관값을 구한 후 1차와 2차로 나누어 경계값을 초과 하는 값을 검색하여 프레임의 시작점으로 추정한다. 제안된 알고리즘은 컴퓨터 시뮬레이션으로 검증하였으며 다중 경로 상황에서도 우수한 성능을 보인다.

1. 서론

중국 광전총국은 2006년 10월 24일 이동 멀티미디어 업종표준으로 CMMB(china multi media broadcasting)를 결정하였다.[1] CMMB는 모바일폰과 MP4 플레이어와 같은 모바일 단말기에 라디오와 TV 프로그램과 정보 서비스를 제공한다.[2] 또한 중국의 지형에 적합하도록 설계하여 최신의 전송 기술, 동영상 압축, 음성 신호 전송 기술 등을 포함하고 있다.

CMMB는 ID 심볼과 두 개의 동기 심볼, 40개의 OFDM(orthogonal frequency division multiplexing) 심볼로서 프레임을 구성한다. 수신기는 CMMB 프레임의 알고 있는 신호인 동기 신호와 파일럿 신호를 활용하여 시간 동기를 추정 할 수 있다. 대략적인 프레임의 시작점을 추정하는 프레임 동기는 주파수 오프셋이 있는 상황에서도 대략적인 신호의 위치를 추정 할 수 있어야 한다. 미세 시간 동기는 이미 주파수 동기가 완료 되었다고 생각하고 심볼 클럭의 차이까지도 추정 할 수 있어야 한다. 프레임 동기의 방법으로는 주로 이미 알고 있는 심볼을 이용하여 상관관계를 구하거나 알고 있는 심볼을 빼주는 뺄셈 방법을 사용한다.

본 논문은 CMMB의 프레임 구조에 적합한 프레임 동기 알고리즘에 대하여 제안한다. 제안 알고리즘은 PN 심볼의 상관관계를 이용하며 경계값을 설정하여 이를 넘으면 프레임이 시작하는 지점으로 한다.

본 논문의 구성은 서론에 이어 2장에서는 CMMB 시스템의 프레임 구조에 대해서 알아보고 3장에서는 상관방법을 이용한 프레임 동기를 제안 한다. 4장에서는 제안된 알고리즘을 컴퓨터 시뮬레이션 에서

검증하였다. 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

2. CMMB 시스템

CMMB의 물리 계층의 채널은 최대 40개의 채널로 구성되며 하나의 제어 논리 채널과 성상과 부호율을 자유롭게 조정할 수 있는 서비스 논리 채널들로 나머지 서비스 논리 채널로 구성된다. 채널부호로 RS(reed-solomom) 코드와 LDPC(low-density parity-check) 코드를 사용하며 BPSK(binary pahse shift keying), QPSK(quadrature pahse shift keying), 16QAM(quadratura amplitude modulation)의 성상을 사용하도록 하였다. 그림1은 CMMB의 프레임구조를 타임슬롯 기반으로 보여준다. 하나의 프레임은 1초로 구성되며 25ms의 타임슬롯 40개로 구성된다. 타임슬롯은 송신ID와 두 개의 동기 신호를 가지고 있는 비컨(beacon) 심볼과 53개의 OFDM 심볼로 구성된다.

CMMB는 2MHz와 8MHz의 대역폭을 가지고 있으며 다른 모바일

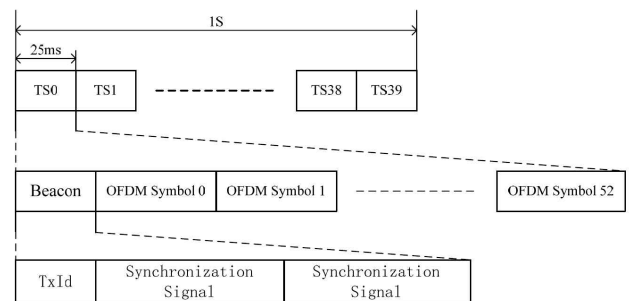


그림 1. 타임 슬롯 기반의 프레임 구조

본 연구는 지식경제부, 방송통신위원회 및 한국산업기술평가관리원의 산업원천기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행하였음 [10035618, 차세대 지상파 3D HDTV를 위한 효율 전송기술 개발].

OFDM 시스템과는 달리 동기 심볼을 가지고 있다. 동기 신호는 주파수 영역의 PN 시퀀스이며 OFDM의 심볼과 동일한 보호 대역을 가진다. 동기 전치부호를 사용하지 않았으며 OFDM 심볼은 전치부호를 1/8이다. OFDM 심볼에는 1+0j인 분산파일럿이 존재하며 BPSK 심볼인 연속 파일럿이 존재한다.

3. CMMB 프레임 동기 알고리즘

일반적인 OFDM 시스템의 동기 알고리즘의 순서는 다음과 같다. 먼저 대략적인 프레임의 시작점을 찾는 다음 소수배와 정수배의 주파수를 추정하게 된다. 마지막으로 미세 시간 동기를 수행하게 된다. 일반적으로 프레임 동기 추정시 수신 신호에 주파수 오프셋이 존재하여 성능을 저하 시키게 되는데 이를 보완할 수 있는 알고리즘이 필요하게 된다. 여기서 프레임 동기는 20 샘플이내의 대략적인 프레임의 위치만 찾으면 된다. 이후 시간 동기는 미세 시간 동기에서 추정하여 보상하면 되기 때문이다.

제안하는 프레임 동기는 다음과 같다. 먼저 PN 시퀀스와 수신 신호의 상관관계를 취한다. 수식으로 표현하면 다음과 같다.

$$\psi(t) = \sum_{k=0}^{N-1} y(t+k) \cdot p(k)^* \quad (1)$$

여기서 $y(t), p(t)$ 는 각각 수신된 신호와 동기 신호이며 N 은 동기심볼의 길이를 의미한다. 식(1)의 상관값은 절대값을 취한 후 경계값을 비교 하여 다음과 같이 프레임 동기를 획득한다.

- 1) 평균전력 보다 큰 값을 1차 경계값으로 설정한다.
- 2) 상관값 중 최대값의 90%를 2차 경계 값으로 정한다.
- 3) 1차 경계값을 넘는 값의 주소와 값을 메모리에 저장하고 이것을 채널의 값으로 사용 할수 있도록 한다.
- 4) 2차 경계값을 초과 한 값 중 첫 번째를 프레임 동기 값으로 지정한다.

이를 블록도로 표현하면 그림 2와 같다.

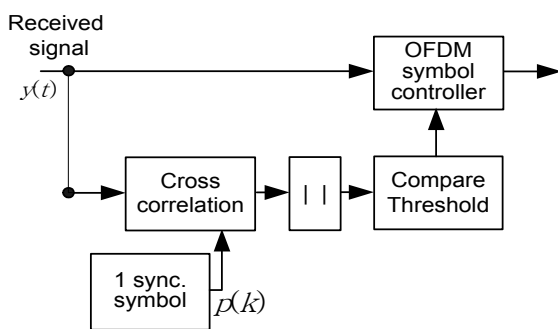


그림 2. 제안 프레임 동기 블록도

4. 컴퓨터 시뮬레이션

본 논문의 제안 주파수 동기 알고리즘의 성능 평가를 위해 CMMB 수신기 모델을 컴퓨터 시뮬레이션에서 구현하였다. 8MHz인 CMMB 대역을 사용하였으며 SNR 0dB, TU 6 채널에서 프레임 동기 성능을 추정하였다. 표 1은 TU-6 채널의 특성을 나타낸다.

표 1 TU-6 채널의 특성

	Relative Power(dB)	Delay(us)
Path 1	-3.0	0.0
Path 2	0.0	0.2
Path 3	-5.0	0.5
Path 4	-6.0	1.6
Path 5	-8.0	2.3
Path 6	-10.0	5.0

PN 시퀀스를 이용한 상관값은 그림 3과 같으며 경계값으로 0.5를 선택을 하였다. 그림4는 주어진 프레임 오차에 대해 제안한 프레임 알고리즘의 실행 결과 이다. 그림4에서 제안한 알고리즘은 오차없이 정확하게 프레임 동기를 수행하고 있음을 알 수 있다. 또한 100 샘플이내의 모든 프레임에 대하여 정확한 추정이 가능함을 알 수 있다.

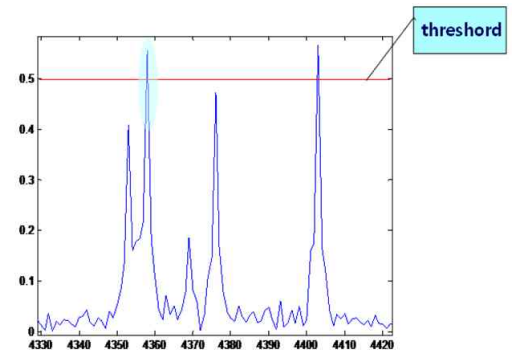


그림 3. PN 시퀀스를 이용한 상관값

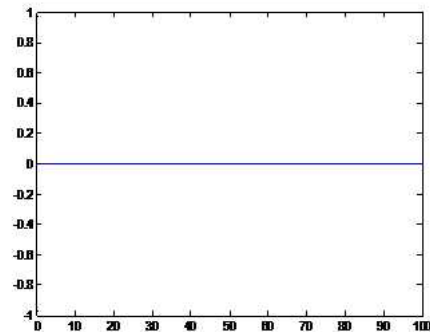


그림 4. 추정 프레임 오차

5. 결론

본 논문의 중국형 모바일 TV인 CMMB 시스템에 적합한 주파수 프레임 동기를 제안하였다. 제안한 알고리즘 동기 신호의 상관관계를 이용하여 경계값을 정하는 알고리즘으로 SNR이 0dB인 아주 열악한 TU 6 채널에서도 프레임 오차가 100 미만에서 정확한 추정이 가능하다. 본 논문에서 제안된 알고리즘을 사용하면 CMMB 수신기는 빠른 시간 내에 정확한 시간 동기가 가능하며 PN 시퀀스를 사용한 OFDM 시스템에 적용 가능하다.

참고문헌

[1] "Mobile Multimedia Broadcasting, Part 1: Framing Structure, Channel Coding and Modulation for Broadcasting Channel," GY/T 220.1-2006.
 [2] 이동환, "중, 모바일TV 표준안 'CMMB' 공표" *해의방송정보*, 제 704호, pp. 66-67, 2006년 12월