

3GPP LTE 시스템정보(MIB) 추출에 대한 연구

곽경훈* · 오혁준*

*광운대학교

Design of a 3GPP LTE system Information(MIB) detection simulator

Gyoung-Hun Gwag* · Hyuk-Jun Oh*

*Kwangwoon University

E-mail : kpg77@naver.com

요 약

본 논문은 LTE(Long Term Evolution)에서 단말이 LTE 망(network)과 통신을 이루기 위해 셀 시스템 정보를 획득하는 과정을 연구하였다. 본 논문은 LTE의 셀 시스템 정보 두 가지 중 하나인 MIB(Master Information Block)를 추출하는 과정을 다룬다. 3GPP LTE 표준 스펙 시리즈 36.200과 36.300을 연구하여 MATLAB 프로그램으로 MIB를 추출하는 시뮬레이션을 구현하였다. 시뮬레이션 과정은 세 부분으로 나누어져 PSS(Primary Synchronization Signal)와 SSS(Secundary Synchronization Signal)검출, 마지막으로 MIB를 추출하는 부분으로 이루어졌다. PSS와 SSS를 검출하는 과정을 셀 탐색 이라하며, 이 과정은 셀 시스템 정보를 추출하기 위해 반드시 이루어져야만 하는 과정이다. 시뮬레이션 프로그램은 실제 Air에서 캡처한 신호를 기반으로 검증하였다.

ABSTRACT

This paper presents process of the UE obtains the cell system information in order to achieve communication with the LTE network on the LTE. This paper deals with the process of extracting MIB(Master Information Block) cell system information in LTE. To study the 3GPP LTE standard spec series 36.200 and 36.300, the simulation is implemented to extract the MIB in MATLAB program. The simulation process is divided into three parts. It consisted of a part that extracts the PSS, SSS and MIB. Called a cell search process for detecting the PSS and SSS, the process is to be done in order to extract only the cell system information. The simulation program is verified based on the signal captured from the real Air.

키워드

LTE, 셀 탐색, 시스템 정보, PSS, SSS, MIB

I. 서 론

LTE 단말이 네트워크와 통신을 구성하기 위해서는 2가지 과정이 필요하다. 네트워크 내의 셀과의 동기를 획득하는 과정과 셀 내에서 통신을 하며 적절하게 동작하는데 필요한 셀 시스템 정보(cell system information)를 수신하는 과정이다.

본 논문은 3GPP(3rd Generation Partnership Project) LTE 표준을 기반으로 이 과정에 대해 연구하였다. 연구한 알고리즘을 기반으로 단말이 셀과 동기를 잡아 물리 계층 ID를 획득하고 셀 프레임 타이밍을 찾아 최종적으로 셀 시스템 정보 중 하

나인 MIB를 추출하는 시뮬레이션을 구현하였다.

II. 3GPP LTE 시스템

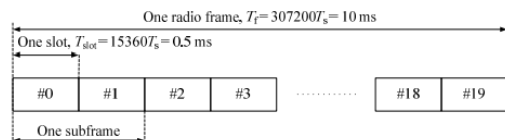


그림 1. 3GPP LTE 프레임 구조 타입 1

3GPP LTE는 시스템 최소 단위로 10ms의 프레임 길이를 사용한다. 한 프레임은 1ms 길이의 서브프레임이 10개로 구성되어 있다. 그림 1의 타입 1은 FDD(Frequency Division Duplex) 방식에서 쓰이는 프레임 구조이다.

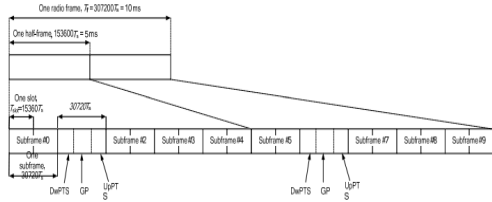


그림 2. 3GPP LTE 프레임 구조 타입 2

LTE TDD(Time Division Duplex) 시스템에서의 프레임은 그림 2와 같은 구조를 진다. 각 프레임의 길이는 타입 1과 동일하다. 단, 타입 2에는 타입 1과 다르게 스페셜 프레임이 포함되어 있다. 스페셜 프레임은 주파수 대역을 DL(Downlink)나 UL(Uplink)로 각각 구분해서 사용하는 FDD와 달리, 서브 프레임을 DL로 사용할 것인지 UL로 사용할 것인지에 대한 설정 값을 가지고 있다.

III. PSS와 SSS

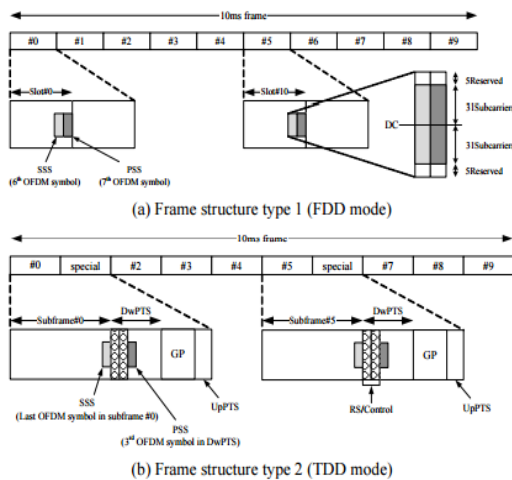


그림 3. PSS와 SSS의 프레임 구조

LTE는 셀 탐색을 위한 2개의 신호인 PSS와 SSS가 매 프레임마다 전송된다. 이 신호는 LTE의 다양한 채널 대역폭 중 가운데(1.08MHz)에 위치한다. 셀 탐색을 하는 단말이 접속하려는 망의 대역폭을 모르는 상태이기 때문에, PSS와 SSS를 대역폭에 상관없이 수신 받을 수 있도록 하기 위함이다.

단말은 PSS를 검출하여 셀의 5ms 타이밍을 알게 된다. SSS는 PSS 대비 고정적 오프셋만큼 위치하

기 때문에 PSS 검출시 SSS의 위치는 바로 알 수 있게 된다. LTE는 한 셀 내에 504개의 셀 ID가 세 그룹으로 나뉘어 있다. 단말은 PSS 검출을 통해 세 그룹 중 어느 한 그룹에 속해 있음을 알게 된다. 단말은 PSS 검출 후 위치를 알게 된 SSS를 검출하여 프레임 타이밍을 알게 되고 물리 계층 셀 ID를 획득하여 해당하는 셀-특정 reference 신호가 무엇인지 알 수 있게 된다.

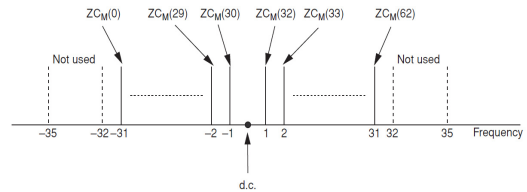


그림 4. PSS 시퀀스의 주파수 도메인 매핑

$$ZC_M^{63}(n) = \exp\left[-j \frac{\pi M n(n+1)}{63}\right],$$

$$n = 0, 1, \dots, 62, M = 29, 34, 25$$

LTE에서는 각 셀 그룹에서 세 개의 물리 계층 ID에 각각 대응되는 세 개의 Zadoff-Chu PSS가 사용된다. 이러한 시퀀스는 주기적인 Autocorrelation 특성과 Crosscorrelation 특성이 매우 우수하다. 특히 주파수 오프셋 민감도가 낮다는 특징을 지녀 그림 5와 같이 초기 동기화 동안 PSS 탐색의 신뢰성이 보장된다.

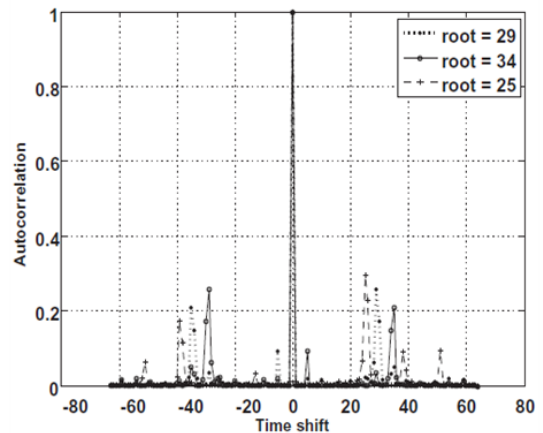


그림 5. 7.5kHz 주파수 오차에 대한 Autocorrelation 프로파일 (roots = 25, 29, 34일 때)

IV. MIB

셀 탐색을 통해 셀과 동기를 잡은 단말은 셀 시스템정보를 획득해야만 한다. 셀 시스템정보 중 MIB는 제한된 양의 정보를 담고 있다. 제한된 정

보이지만 MIB를 통해 나머지 시스템정보를 얻을 수 있기 때문에, 단말은 반드시 MIB에 담긴 정보를 추출해야만 한다.

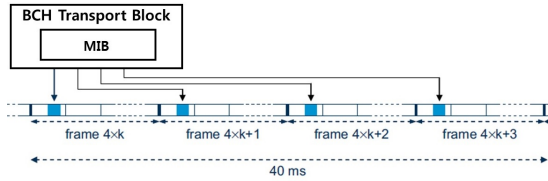


그림 6. BCH 전송채널에 대한 서브프레임 매핑

그림 6은 MIB 시스템정보가 BCH(Broadcast Channel) 전송블록을 통해 40msec마다 한 번씩 전송되는 모습을 나타낸다. BCH 전송블록은 10msec의 연속된 네 개의 프레임에서 첫 번째 서브프레임에 매핑된다. 프레임 타입이 1인 경우, BCH는 서브프레임 0번에서 PSS와 SSS 바로 다음에 위치하게 된다. BCH는 PSS 및 SSS와 마찬가지로 셀 대역폭에 관계없이 한 가운데 72개의 서브캐리어에 전송된다. 이는 BCH를 수신하는 단말이 DL의 셀 대역폭을 모를 수 있기 때문이다. 이 경우 단말은 MIB 디코딩을 통해 실제의 DL 셀 대역폭을 알 수 있게 되고 이에 따라 수신기의 대역폭을 조절할 수 있게 된다 [3].

단말은 MIB를 추출하여 DL 셀 대역폭에 대한 정보 외에 셀의 PHICH 설정에 대한 정보, SFN(System Frame Number)에 대한 정보를 획득한다. 특히 PHICH 설정 값에 대한 정보는 추후 나머지 시스템정보들을 얻기 위해 반드시 필요한 정보이다.

V. 결론

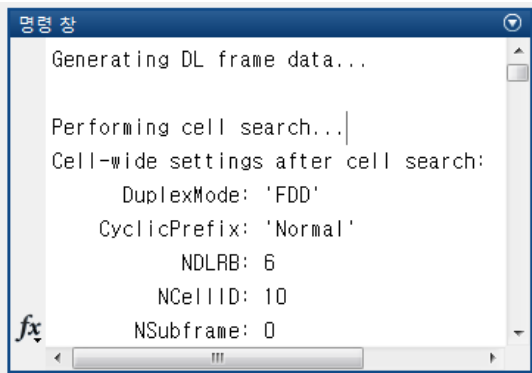


그림 7. 셀 탐색 시뮬레이션 구현 결과

위 그림은 MATLAB 프로그램으로 구현한 셀 탐색 시뮬레이션 결과이다. 망에 대한 정보를 모르던 단말이 셀 탐색을 통해 이와 같은 결과의 정보를 알게 된다. 단말과 기지국 간의 망에서 사용하는 프레임 구조가 FDD임을 확인할 수 있고, Cyclic prefix의 길이는 Normal로서 서브 캐리어의 슬롯 하나당 심볼이 6개로 구성되어 있음을

알 수 있다. 그 외 자원 블록(resource block)의 개수가 6개이며 셀 ID는 10, 서브 프레임 넘버가 0임을 검출하였다. 이를 통해 단말이 망에 접속하기 위해 필요한 셀에 대한 주파수 및 심볼 동기, 프레임 동기, 하향링크 프레임의 시작 시점과 물리 계층 셀 ID를 확인할 수 있다.

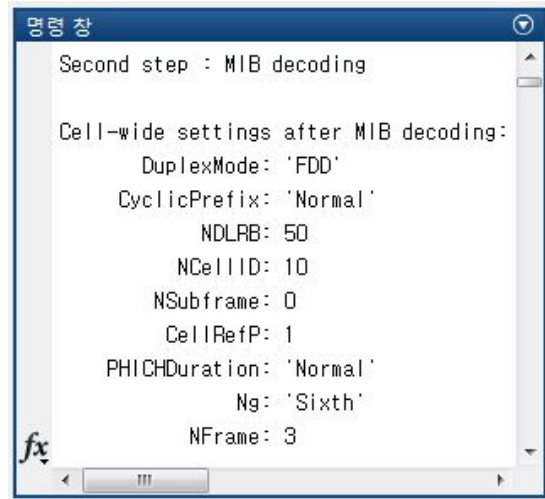


그림 8. MIB 디코딩 시뮬레이션 결과

그림 8은 MIB를 디코딩한 결과이다. 시뮬레이션 결과를 통해 오직 하나의 Tx 안테나가 사용되었음을 알 수 있다. 그리고 PHICH Duration이 Normal임을 통해 첫 번째 OFDM 심볼에 전송됨을 알 수 있고 PHICH 6 그룹이 첫째 OFDM 심볼에 매핑되어 있음을 확인할 수 있고 SFN을 알 수 있다.

감사의 글

본 연구는 미래창조과학부 및 정보통신기술연구진흥센터의 정보통신방송 연구개발사업의 지원으로 수행되었음 [14-911-01-001, 준밀리미터파 채널적응형 안테나 및 송수신기 개발]

참고문헌

[1] www.3gpp.org, 3GPP Spec Series 36.200
 [2] www.3gpp.org, 3GPP Spec Series 36.300
 [3] Erik Dahlman, 4G: LTE/LTE-Advanced for Mobile Broadband, AP, 353-354, 2014