

LTE 시스템에서 보호구간 상관관계를 이용한 보호구간 타입 구분 기법에 따른 성능 비교

전기준, 김경준, 강민규, 고병훈, 김광순
연세대학교 전기전자공학과
{ puco201, kimkj, kangys8, bhko, ks.kim } @yonsei.ac.kr

Performance Comparison of Algorithms for distinguishing CP type in LTE Systems using CP correlation

KiJun Jeon, Kyung Jun Kim, Mingyu Kang, Byunghun Ko, Kwang Soon Kim

Department of Electrical & Electronic Engineering, Yonsei University

262 Seongsanno, Seodaemun-gu, Seoul 120-749, Korea

요 약

본 논문에서는 LTE 시스템에서 보호구간 타입을 구분하는 알고리즘들을 제안하고 성능을 비교한다. LTE 시스템에서는 용도에 따라 크게 두 가지 보호구간 타입으로 나누어져 있고, 동기화와 셀 탐색을 하기 앞서 보호구간 타입을 구분하는 과정이 수행되어야 한다. 기본적으로 OFDM 신호들의 보호구간 상관관계를 이용하되 서로 다른 메트릭을 이용한 알고리즘들간의 비교를 통해서 복잡도가 작으면서도 좋은 성능을 갖는 알고리즘을 고안하고자 하였다.

I. 서론

과거 3GPP(Third Generation Partnership Project)는 더 좋은 이동통신 네트워크를 구축하기 위해서 HSDPA (high speed downlink packet access, 고속 하향 패킷 접속), MBMS (Multimedia Broadcast and Multicast Service, 멀티미디어 방송 서비스 기술)와 같은 기술을 개발하였다. 하지만 이런 기술 개발들은 이전 단계에 비해서 획기적인 기술 도약을 가져다 주지는 못하였다. 그리하여 3GPP는 UTRA (Universal Terrestrial Radio access network) 연구를 바탕으로 LTE 표준을 제안하게 된다.

종래 기술이 CDMA 방식인데 비해 LTE에서는 OFDM 기술을 채택하였고, 이는 다음과 같은 이득을 가져다 주었다. 첫째, OFDM은 높은 데이터 전송률을 갖는다. 또한, 광 대역 통신을 가능하게 해주는 물론, 유동적인 스펙트럼 분배가 가능해짐으로써 큰 이득을 얻을 수 있다. 실제로, LTE 시스템은 기존의 5MHz로 한정되었던 대역폭을 1.4MHz부터 20MHz까지 변화 가능하도록 해주고 있다. 마지막으로 OFDM은 주파수 선택적 페이딩 채널에 강점을 보이고, 기본적으로 간단한 등화기를 통해서 채널 추정이 가능하다는 장점이 있다.

기존의 OFDM을 기반으로 하는 802.16e와 같은 시스템들은 OFDM 셀룰러 환경에서 사용자가 장치를 길 경우 우선 동기화와 셀 탐색 과정을 수행하게 된다. 이는 LTE 시스템 역시 마찬가지지만 이런 작업을 하기 앞서서 보호구간 타입을 찾아내야 한다. 보호구간 타입에 따라서 동기를 찾는 알고리즘이 다르기 때문이다. 따라서 보호구간 타입을 찾는 알고리즘은 무엇보다도 중요하다고 할 수 있다. 본 논문에서는 보호구간의 상관관계를 이용한 보호구간 타입을 찾는 알고리즘을

구현하였고 모의 실험을 통해서 이 알고리즘들의 성능을 비교 분석하고 최적의 알고리즘을 제안하고자 한다.

II. 시스템 모형

본 논문에서는 그림 1과 같이 3GPP LTE 표준[1]에서 명시된 다음과 같은 하향링크 프레임 구조를 사용한다.

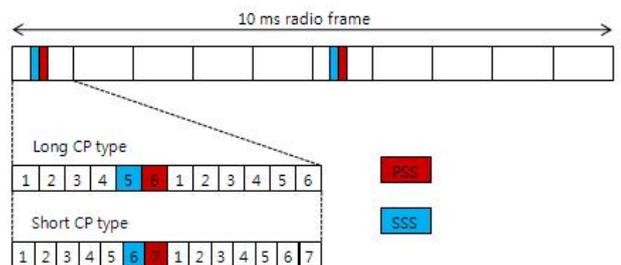


그림 1. 프레임 구조

한 프레임은 크게 10개의 보조 프레임으로 구성되어 있고 한 보조 프레임은 보호구간 타입에 따라서 12개 혹은 14개의 OFDM 심볼들로 구성되어 있다. 긴 보호구간 타입의 경우 OFDM 심볼 길이에 1/4배에 해당하는 보호구간 길이를 갖고 짧은 보호구간 타입의 경우는 보다 더 짧은 보호구간 길이를 갖는다. 예를 들어 한 OFDM 심볼의 FFT 사이즈가 1024라고 하면 한 보조 프레임 내에서 12개의 OFDM 심볼은 72 사이즈의 보호구간 길이를 갖고 나머지 2개의 OFDM 심볼은 80 사이즈의 보호구간 길이를 갖는다. 하지만 시간 축에서 봤을 때 보호구간이 붙은 한 서브 프레임의 길이는 서로 같다. 본 논문에서

10MHz 대역폭을 기반으로 해서 모의 실험을 진행하였고 또한 백색 가우스 잡음 환경을 가정하였다.

III. Algorithm 들의 성능 비교

본 장에서는 보호구간 상관관계를 이용하여 고안해 낸 보호구간 타입 구분 알고리즘들의 성능을 비교 분석 하도록 하겠다. 총 14 개의 OFDM 심볼들을 이용해서 보호구간 타입을 구분하도록 하겠다. 이러한 이유는 기본적으로 짧은 보호구간을 갖는 LTE 시스템의 한 보조 프레임이 14 개의 OFDM 심볼들로 구성된다는 점에서 착안했다. 또한 짧은 보호구간을 갖는 프레임의 경우 서로 다른 보호구간 길이를 갖는 OFDM 심볼들로 구성되어있기 때문에 보호구간 전체를 사용하지 않고 일부분만 사용하여 비교하도록 하겠다. 이렇게 함으로써 서로 다른 보호구간 길이를 갖는 것으로 인한 인접 심볼간의 간섭을 막을 수 있고 이는 또한 다중 경로 페이딩 채널을 통과 시에도 인접 심볼간의 간섭을 막을 수 있을 것이다.

14 개의 OFDM 심볼들의 보호구간 상관관계를 통해 얻은 값을 다음과 같이 크게 3 가지 메트릭으로 나누어서 보호구간 타입 구분 알고리즘을 수행해서 결과를 비교해 보았다. 아래 식에서 t 는 상관관계를 구하는 메트릭 길이, m 은 보호구간 타입, s 는 OFDM 심볼 개수, $N_{cp,m}$ 는 보호구간 타입에 따른 보호구간 길이 그리고 N_m^u 는 보호구간 타입에 따른 보호구간 붙은 OFDM 심볼의 길이를 나타낸다.

$$P_{m,s}^{cp}(d) = \sum_{j=N_{cp,m}-t}^{N_{cp,m}-1} y(d+j+(s-1)N_m^u) y^*(d+j+sN_m^u-N_{cp,m})$$

$$R_{m,s}^{cp}(d) = \frac{1}{2} \sum_{j=N_{cp,m}-t}^{N_{cp,m}-1} \left| y(d+j+(s-1)N_m^u) \right|^2 + \left| y(d+j+sN_m^u-N_{cp,m}) \right|^2$$

$$M_{m,s}^{cp}(d) = \frac{\left| P_{m,s}^{cp}(d) \right|^2}{\left| R_{m,s}^{cp}(d) \right|^2}$$

$$M_m^{cp}(d) = \sum_s M_{m,s}^{cp}(d) \quad (1)$$

$$M_m^{cp}(d) = \prod_s M_{m,s}^{cp}(d) \quad (2)$$

$$P_m^{cp}(d) = \sum_s P_{m,s}^{cp}(d)$$

$$R_m^{cp}(d) = \sum_s R_{m,s}^{cp}(d)$$

$$M_m^{cp}(d) = \frac{\left| P_m^{cp}(d) \right|^2}{\left| R_m^{cp}(d) \right|^2} \quad (3)$$

$$cp_{type} = \arg \max_{m,d} M_m^{cp}(d)$$

식 (1)의 경우 각각의 14 개 OFDM 심볼들에 대해서 메트릭 값을 계산하고 합해주는 방식이고, 식 (2)의 경우는 각 메트릭 값을 곱해주는 방식이다. 식 (3)의 경우는 14 개의 OFDM 심볼들을 이용해서 하나의 메트릭 값을 구해서 이를 이용하게 된다. 시뮬레이션 결과를 비교해보면 식 (3)의 방식이 가장 좋은 성능을 나타내는 것을 확인할 수 있다. 이러한 이유는 식 (3)의 방식이 식 (1)과 (2)에 비해서 비교적 더 좋은 상관관계 특성을 갖기 때문으로 생각

된다. 또한 위 알고리즘 기법을 한 OFDM 심볼 길이만큼 수행하되 모든 보호구간 길이를 사용하는 것이 아니기 때문에 중간중간 건너뛰면서 위 알고리즘을 수행해도 큰 차이가 나지 않는 것을 확인 할 수 있다. 따라서 식 (3)의 기법을 사용하되 적절한 부분 탐색방식을 하는 것이 계산량을 줄이면서 좋은 성능을 얻을 수 있는 방식으로 보인다.

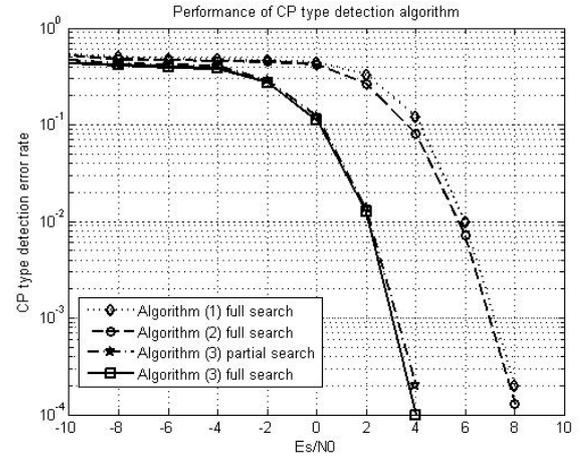


그림 2. 보호구간 타입 구분 기법들간의 성능 비교

IV. 결론

본 논문에서는 LTE 시스템에서 동기 및 셀 탐색을 하기 앞서 우선적으로 수행되어야 할 보호구간 타입 구분 알고리즘을 제안하였다. 보호구간의 상관관계 특성을 이용하여 알고리즘들을 구현하였으며 각 알고리즘들의 성능을 비교 분석을 통해서 최적의 알고리즘을 제안하였다.

참고 문헌

- [1] 3rd Generation Partnership Project, Technical Specification Group Radio Access Network, Physical Layer Aspects for Evolved UTRA (Release 7), 3GPP TR25.814 V.0.0 (2006-06).
- [2] 3rd Generation Partnership Project, Technical Specification Group Radio Access Network, Evolved Universal Terrestrial Radio Access, Physical Channels and Modulation (Release 8), 3GPP TS36.211 V8.5.0 (2008-12).
- [3] 3rd Generation Partnership Project, Technical Specification Group Radio Access Network, Evolved Universal Terrestrial Radio Access and Evolved Universal Terrestrial Radio Access Network, Overall description, stage 2 (Release 8), 3GPP TS36.300 V8.8.0 (2009-03).