

WCDMA시스템에서 빠른 셀 검색을 위한 이차 동기채널구조의 제안

임채현, 오해석, 한동석
경북대학교 전자전기공학부

A New Structure of Secondary Synchronization Channel for Fast Cell Search in WCDMA Systems

Chae-Hyun Lim, Hae-Sock Oh, Dong-Seog Han
School of Electronic & Electrical Engineering, Kyungpook National University
E-mail: chlim@palgong.knu.ac.kr

요약

제 3세대 이동통신 IMT-2000의 상용화를 앞두고 세계의 관심이 고조되고 있는 가운데 미국의 cdma2000 진영과 유럽, 일본의 WCDMA 진영에서 각각 다른 표준안을 가지고 세계시장 선점을 위한 치열한 경쟁을 벌이고 있다. 특히 WCDMA 방식은 미국의 군사위성에 의해 셀(cell)간의 동기를 맞추는 cdma2000 방식에 비해 군사위성을 필요치 않고, 혼합화 코드(scrambling code)에 의해 셀을 식별하게 되므로 셀 식별에 있어 많은 시간을 소비하게 된다. 따라서 본 논문에서는 WCDMA방식의 표준화 기구인 3GPP(3rd generation partnership project)에서 규정한 3단계 셀 탐색방법의 이차동기 채널구조의 개선을 통한 빠른 셀 탐색 방법을 제시한다.

I. 서론

CDMA방식에 기초를 두고 있는 IMT-2000은 국제적인 로밍(roaming)서비스와 다양한 멀티미디어 지원을 표방하며 강력한 통신서비스로 부각되고 있다. 하지만 IMT-2000의 개발국 상호간의 기술우위와 세계시장선점을 위한 치열한 경쟁에 의해 통일된 단일표준이 만들

어 지지않고 미국진영과 유럽진영으로 표준안이 양분화 되었다. 미국진영의 cdma2000은 사용자의 기지국식별을 위성의 기준시간을 이용하여 기지국간에 고유한 시간지연을 할당하여 사용자의 단말기가 자신이 속한 셀을 식별하게 된다. 반면에, 사용자의 기지국 식별에 있어 긴 혼합화 코드(long scrambling code)를 사용하는 WCDMA방식은 일본과 유럽진영에서 발전되어 왔다 [1]. WCDMA방식은 기존의 동기방식처럼 위성을 사용하여 사용자가 속한 기지국을 식별해내는 것이 아니라, 각 기지국마다 할당된 긴 혼합화 코드를 사용자가 식별해냄으로써 기지국을 식별하게 된다. 위성을 이용한 외부적 시간기준이 필요치 않은 장점이 있지만, 512개의 혼합화 코드 중에서 자신이 속한 셀의 코드를 찾아내는 데는 많은 시간이 필요하다[2]. 이에 따라 3GPP(3rd generation partnership project)에서는 3단계로 나누어진 셀 탐색과정을 규정하였다[3]. 일차 동기채널(P-SCH, primary synchronization channel)을 이용하여 먼저 슬롯동기를 맞춘 후 이와 동일한 위치로 전송되는 이차 동기채널 (S-SCH, secondary synchronization channel)을 이용하여 프레임동기와 64개로 분류한 코드그룹을 식별하게 된다[4]. 마지막으로 분류된 그룹에 속하는 8개의 긴 혼합화 코드에 대하여 직접 긴 혼합화 코드의 상관을 취하여 사용자가 속한

셀을 찾게 된다. 그러나, 3GPP에서 규정한 3단계 셀 탐색방법에 있어서도 많은 탐색시간을 소비하게 된다. 특히 2단계 과정인 프레임 동기와 코드그룹식별을 위해서는 64개의 코드 그룹에 대해 각각 15번의 위상이동에 대한 상관을 취한 후 그 중 최대값을 선택하여 프레임동기와 코드그룹을 식별을 하게 되므로 2단계 탐색과정에서 많은 탐색시간이 요구된다. 그러므로, 본 논문에서는 이차동기채널 구조의 변형을 통한 빠른 셀 탐색기법을 제안한다.

2장에서는 3GPP에서 규정한 셀 탐색과정을 다룬다. 변형된 이차동기 채널의 구조를 제시하고 이를 이용한 빠른 탐색기법을 3장에 나타내고, 4장에서는 제안된 시스템과 3GPP에서 규정한 시스템과의 모의 실험을 통하여 제안한 시스템의 성능을 비교 분석한다. 마지막으로, 5장에서 결론을 맺는다.

II. WCDMA의 셀 탐색기법

코드식별에 의해서 셀을 구분하는 WCDMA방식에서는 사용자가 속한 셀을 찾아내는 데는 많은 탐색시간을 소요하게 된다. 따라서, WCDMA방식에서는 셀 탐색시간을 줄일 수 있는 방법에 대한 연구가 중요한 과제로 부각되고 있다[5]. 3GPP에서는 셀 탐색과정을 3단계로 나누어 실시하고 있다. 먼저 각 슬롯의 첫번째 심볼에만 코드를 실어 전송하는 일차 동기채널을 이용하여 들어온 신호에 대한 슬롯 동기를 탐색해 나간다. 시스템 내의 모든 일차 동기채널은 각 슬롯에 동일한 코드를 이용하여 기지국에서 사용자에게로 전송된다. 전송된 일차 동기채널의 신호를 상관기를 이용하여 입력신호의 슬롯동기를 탐색해 나간다. 사용자의 단말기에서 일차 동기채널을 이용하여 슬롯동기가 이루어지면 2단계인 프레임 동기와 코드 그룹식별을 실시한다.

2단계 탐색을 위해서는 그림 1에서 보이는 이차 동기채널을 사용하는데 일차 동기채널의 구조와 유사한 형태를 가진다. 그러므로, 2단계 탐색에서는 1단계에서 탐색된 위상의 위치에 이차 동기채널의 슬롯이 놓이게 된다. 이차 동기채널은 16개의 직교한 코드를 이용하여

15개의 각 슬롯에 서로 다른 순서로 배열하여 64개의 코드를 만들어 낸다.

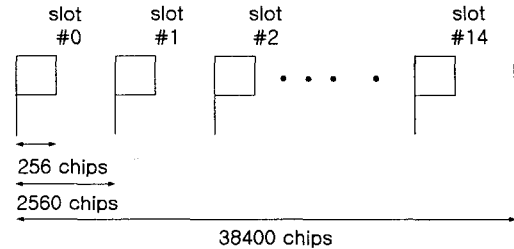


그림 1. 3GPP에서 규정한 이차 동기채널 구조

이렇게 만들어진 64개의 코드들은 위상의 이동 시에도 일치하는 코드가 존재하지 않으므로 프레임 동기와 코드그룹식별을 동시에 찾아낼 수 있게 한다. 기지국에 할당된 긴 혼합화 코드가 속한 그룹의 코드를 이차 동기채널에 실어 전송하게 된다. 사용자는 1단계 탐색과정이 이루어진 후 전송 받은 이차 동기채널의 신호를 이용하여 64개의 코드들에 대해 15번 위상이동을 탐색하게 된다. 그러므로 프레임 동기와 코드그룹을 식별하기 위해서는 최소한 960번의 상관을 취해야 한다[6]. 모든 코드에 대한 상관을 실시한 후 그 중 최대가 되는 값을 선택하여 2단계 탐색과정을 마친다. 2단계 탐색과정을 마친 사용자의 단말기는 2단계에서 탐색된 프레임 동기와 코드그룹에 속하는 8개의 긴 혼합화 코드를 공통 파일럿(CPICH, common pilot channel)채널을 이용하여 3단계 탐색 과정인 긴 혼합화 코드를 조사하게 된다. 여기서 사용자가 속한 셀의 혼합화 코드를 찾게 되면 사용자의 단말기는 셀 탐색과정을 종료하게 된다. 단순히 긴 혼합화 코드의 상관을 이용한 식별에 비해 탐색시간을 많이 줄일 수 있지만, 프레임 동기와 코드그룹식별에 많은 시간이 소요됨을 알 수 있다.

III. 변형된 이차 동기채널을 이용한 빠른 검색기법

2장에서 살펴본 3GPP의 셀 탐색기법에서도 많은 탐색시간이 소요됨을 알 수 있었다. 이와 같은 문제점을

해결하기 위하여 변형된 이차 동기채널을 이용한 검색 기법을 제안한다. 제안된 검색기법은 그림 2와 같은 탐색과정을 거친다. 사용자가 속한 기지국의 슬롯동기를 맞추는 1단계 탐색과정은 3GPP에서 규정한 방법을 그대로 사용한다.

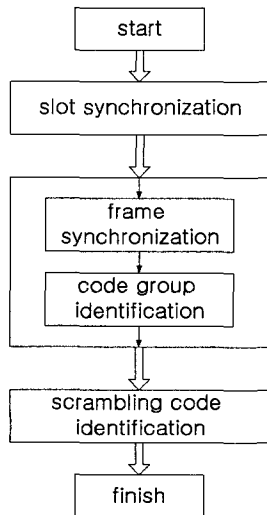


그림 2. 제안된 시스템의 셀 탐색과정

그러나, 제안된 2단계 탐색과정에서는 프레임 동기화 코드그룹식별 단계를 분리하여 실시한다. 그림 3에서 보이는 것처럼 3GPP의 이차 동기채널과는 다른 구조를 이용한다. 이차 동기채널에서의 각 슬롯마다 다른 역할을 할당하여 사용한다.

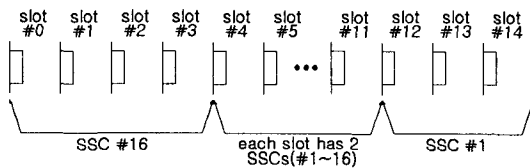


그림 3. 변형된 이차동기 채널구조

슬롯 0~3번까지는 SSC (secondary synchronization code) 16번을 할당하고 슬롯 12~14번은 SSC 1번을 할당하여 프레임 동기를 찾는 데 사용한다. 슬롯 4~11번까지는 코드그룹을 식별하기 위해 사용한다. 슬롯 4~11번은 각 슬롯마다 2개의 SSC를 할당한다. 할당된 코드는 512개의 긴 혼합화 코드를 반으로 나누어 간다.

8개의 코드를 이용하므로 256개의 코드 그룹으로 나눌 수가 있다. 제안된 이차 동기채널을 이용한 2단계 탐색 과정은 먼저 1단계 탐색과정에서 획득한 슬롯동기에 맞추어 슬롯 0~3, 11~14번의 정해진 코드에 대한 탐색을 실시한다. 15개의 위상에 대한 검색을 마친 후 가장 큰 값을 나타내는 위상에 대해 임계값과 비교한다. 이때 임계값을 넘게 되면 사용자의 단말기는 입력신호에 대한 프레임동기를 맞추었다고 판단하고 코드그룹 식별 단계로 넘어간다. 코드그룹 식별은 앞 단계에서 이루어진 프레임동기에 맞추어 슬롯 4~11번을 탐색하게 된다. 슬롯 4번에는 SSC 1번과 2번이 할당되고 슬롯 5번에는 SSC 3번과 SSC 4번이 할당된다. 이런 방법으로 슬롯 11번까지 16개의 직교한 코드를 2개씩 할당해 나간다. 두개씩 할당된 8개의 슬롯을 이용하여 2⁸개인 256개의 코드그룹으로 나눌 수 있다. 탐색기는 각 슬롯에 할당된 코드들에 대해서만 각각 2번씩 상관을 취한 값을 비교하여 전송된 각 슬롯의 코드를 식별하고, 코드그룹을 식별하는 과정에서 4번의 상관을 취하여 전송 받은 코드그룹을 식별한다. 그러므로 2단계 탐색과정에서는 프레임 동기와 코드식별을 하기위해 최소 19번의 상관을 실시 한다. 2단계 탐색과정에서 프레임 동기를 획득하고 코드그룹을 식별해 냈을 경우 탐색기는 3단계 탐색과정을 실시한다. 3단계 탐색과정에서는 2단계에서 512개의 코드를 256개로 분류하여 탐색하였으므로 2개의 긴 혼합화 코드를 탐색해 나간다. 3단계 탐색 과정은 2개의 긴 혼합화 코드를 이용하여 3GPP에서 규정한 방식을 사용한다. 공통 파이롯 채널의 긴 혼합화 코드를 256개중에서 찾아낸 그룹에 속하는 2개의 긴 혼합화 코드와 상관을 취하여, 큰 값을 가지는 코드에 대해 탐색기는 자신이 속한 기지국의 고유한 코드로 판단 내리고 탐색을 종료하게 된다. 여기서 탐색기는 두개의 긴 혼합화 코드에 대한 탐색만을 실시하게 되므로, 3GPP에서의 3단계 과정보다는 짧은 시간을 필요로 한다.

IV. 모의실험 및 분석

제안된 시스템의 셀 탐색 성능을 비교하기 위하여

3GPP에서 제시된 셀 탐색기법과 변형된 이차 동기채널을 이용한 탐색기법의 2단계 탐색시간에 대한 모의 실험을 부가 백색 가우시안(AWGN, additive white Gaussian noise)채널에서 실시하였다. 제안된 탐색기법에서 1단계 슬롯 동기화는 3GPP에서 규정한 방법을 따르므로 슬롯동기화가 이루어졌다는 가정 하에 기저대역에서의 상관에 의한 코드식별 과정을 실험하였다. 2단계 탐색과정에서 걸리는 시간은 입력신호와 상관을 취하는 시간만을 고려하였다.

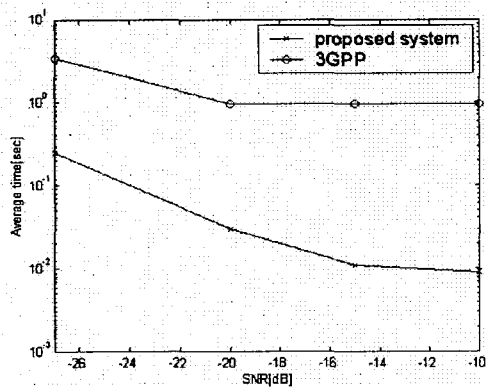


그림 4. 제안된 시스템과 3GPP의 2단계 평균탐색시간

그림 4로부터 3GPP에서 제시한 방법은 신호대 잡음비(SNR, signal-to-noise ratio)가 -20dB 이상일 때 일정한 값을 유지하여 수신신호의 세기에 따른 영향을 받지 않고 일정한 성능을 유지 하지만, 제안된 시스템은 기존의 시스템보다 훨씬 낮은 평균탐색시간을 보이고 있다. 그러므로 제안된 이차 동기채널 구조는 기존의 3GPP 시스템 보다 우수하고 WCDMA 시스템에 적용되어야 할 구조라 할 수 있다.

V. 결론

WCDMA 시스템에서 빠른 셀 탐색을 위한 변형된 이차 동기채널 구조를 제안하고, 3GPP에서 규정한 셀 탐색기법과 부가 백색 가우시안 잡음채널에서 비교 하였다. 실험결과로부터 변형된 이차 동기채널 구조를 가지는 제안된 시스템은 셀 탐색과정 중 2단계 탐색시간을

짧게 개선시킴으로써 3GPP에서 제시한 채널을 이용하는 것 보다 평균 셀 탐색시간이 짧아짐을 알 수 있었다.

참고 문헌

- [1] R. Prasad, T. Ojanpera, "A Survey on CDMA : Evolution Towards Wideband CDMA," Proc. 5th Int. Symposium on Spread Spectrum Techniques and Applications, Vol. 1, Sep. 1998, pp. 323-331.
- [2] H. Olofsson, M. Sundelin, M. Edvardsson and E. Dahlman, "Cell Search Performance in UTRA," Vehicular Technology Conference, Vol. 2, Sep. 1999, pp. 934-938.
- [3] 3rd Generation Partnership Project, "Spreading and modulation (FDD)," 3GPP Technical Specification, TS 25.213, V3.2.0, Mar. 2000.
- [4] 3rd Generation Partnership Project, "Physical layer procedures (FDD)," 3GPP Technical Specification, TS 25.214, V3.2.0 Mar. 2000.
- [5] Nystrom, Janal, Wang and Esmailzadeh, "Comparison of Cell Search Methods for Asynchronous Wideband CDMA Cellular System," Proc. Int. Conf. on Universal Personal Communications, Florence, Italy, Oct. 1998, pp. 783-787.
- [6] K. Higuchi, M. Sawahashi and F. Adachi, "Fast Cell Search Algorithm in DS-SS Mobile Radio Using Long Spreading codes," Vehicular Technology Conference, Vol. 3, May 1997, pp. 1430-1434.