비동기 W-CDMA 시스템을 위한 코드블럭 내의 코드위치변조를 이용한 고속 셀 탐색 알고리즘

정회원 최 정 현*, 김 낙 명*

A Fast Cell Search Algorithm using Code Position Modulation within code block in Asynchronous W-CDMA System

Jung-Hyun Choi*, Nak-Myeong Kim* *Regular Members*

요 약

비동기 방식 W-CDMA 시스템은 동기식 방식보다 복합적인 셀 구조를 갖는 차세대 이동통신 시스템에 적합하다는 장점이 있다. 그러나, 이 경우 각 기지국마다 서로 다른 코드를 부여하기 때문에 단말기가 통화가능한 셀을 찾고 코드 동기를 이루는 데에 오랜 시간이 걸린다. 셀 획득의 지연은 통화 실패로 이어질 수 있으므로, 비동기 방식 W-CDMA 시스템을 구현하기 위해서는 고속 셀 탐색 알고리즘이 필수적인 기술이다. 본 논문에서는 도약 코드 시퀀스에 의하여 셀을 구분하고, 코드 블록 내의 이진코드의 위치를 도약코드를 사용하여 변화시킴으로써 기지국의 셀을 찾아내는 코드블럭 내의 코드 위치변조를 이용한 고속 셀 탐색 알고리즘을 제안한다. 제안된 방식은 기존의 방식에 비하여 보다 빠른 시간내에 셀을 찾을 수 있으며, 수신기도 더 간단하게 구현될 수 있다는 장점이 있다.

ABSTRACT

Asynchronous mode W-CDMA system is known to be quite appropriate to the next generation mobile communication system, especially in a non-homogenious cellular architecture. In this case, however, each base station needs to use different spreading code for identification, so it is a demanding task for a mobile terminal to find the best cell site and get an accurate code synchronization at the beginning of a communication. Since slow acquisition of a base station could mean the failure of initiation, a fast algorithm to accelerate the cell search process is essential. In this paper, a new cell search algorithm based on the binary code position modulation within the code block is proposed. Different cell sites are identified by different hopping code sequences, and each position modulation is performed by the hopping code. The proposed algorithm is proved to make the cell search time in most places in a cell much shorter than the previous algorithms, and to make the receiver implementation simpler.

I. 서 론

비동기식 W-CDMA는 제 3세대 이동통신 시스템인 IMT-2000의 무선 접속방식으로 채택된 방식이다. W-CDMA 시스템은 안테나의 다이버시티를 이용한 RAKE 수신기를 통하여 가입자의 용량을 증대시키며, 서비스의 질도 향상시킬수 있는 우수한 방식으로 모든 셀 사이트에 대하여 같은 주파수를 사용하므로 주파수 효율이 매우 높다는 장점이 있다. 3GPP를 중심으로 연구되고 있는 W-CDMA 방식은 비동기 방식의 CDMA 시스템을 기반으로 한 기술로, 이를 적용한 통신 시스템에서는 최적의 셀을 찾기 위하여 확산 코드 간의 동기를 찾는 기술

* 이화여자대학교 정보통신학과 (992ELG10@mm.ewha.ac.kr , nmkim@mm.ewha.ac.kr)
논문번호 : 00051-0208, 접수일자 : 2000년 2월 8일
※ 본 연구는 과학재단 논문연구과제 지원 및 이화여자대학교 논문연구소 관리로 수행되었습니다.

이 매우 중요하다. IS-95와 같은 동기식 시스템에서는 셀 간의 코드를 PN 코드의 오프셋으로 구별하여 짧은 시간 내에 셀을 찾을 수 있지만 GPS (Global Positioning System) 라는 외부의 타이밍 소스가 필요하다는 단점이 있다. 이에 반하여 비동기식 시스템을 사용할 경우에는 별도의 GPS 수신기가 필요하지 않으므로 실내의 소형셀 등 다양한 형태의 기지국을 설치할 수 있게 된다. 그리고 비동기 시스템을 사용하면 실외의 마크로 셀에서 실내의 피코셀로 이동할 때에도 시스템이 유연하게 대처할 수 있다. 하지만 비동기 방식은 각 기지국이 서로 다른 PN 코드를 가지게 되므로 이동국이 셀을 찾을 때에 시간이 많이 걸리며 절차가 복잡해진다는 단점이 있다. 그러므로 비동기 방식을 적용하면서도 빠른 시간 내에 셀을 찾기 위해서는 고속 셀 탐색 알고리즘이 필요하다. 기존에 연구된 고속 셀 탐색 알고리즘 중에 3GPP에서 채택된 방식은 1차 동기 채널로 공통 코드를 전송하고, 2차 동기 채널로는 현 기지국이 사용하고 있는 긴 코드 그룹에 대응하는 코드를 전송한다.[6] 그리고 이 코드 그룹의 정보는 하나의 프레임을 주기로 나타난다. 이 방식은 2개의 동기 채널을 사용하므로 하나의 동기 채널을 사용하는 다른 방식에 비하여 SNR에 있어서 3dB의 손실이 있다. 또 다른 방식으로는 NTT DoCoMo에서 제안한 긴 코드 마스킹을 이용한 고속 셀 탐색 알고리즘이 있다.[1] 이는 긴 코드에 주기적으로 그룹 코드를 마스킹하는 방식이다. 하지만 그룹 코드를 마스킹 함에 의해 채널 간의 직교성이 무너지게 된다는 단점이 있으므로 성능을 향상시키기 위해서는 마스킹의 주기와 회수를 주의깊게 조절하여야 한다. 그리고 신세기 통신에서 제안한 방식으로 도약 코드를 사용한 고속 셀 탐색 알고리즘[2]과 코드

위치 변조를 사용한 고속 셀 탐색 알고리즘[3]이 있다. 도약 코드를 이용한 방식은 RS 코드에 의해서 코드 그룹의 시퀀스를 결정하는 알고리즘으로 RS코드의 심볼에 따라서 코드를 바꾸어주는 방식이다. 또한 코드 위치 변조를 이용한 방식은 하나의 슬롯을 미니슬롯으로 나누어 comma free code의 시퀀스에 따라 코드를 시퀀스에 해당하는 미니슬롯의 위치로 바꾸어주는 알고리즘이다. 이 방식에서는 한 프레임에 한 번의 코드 그룹에 관한 정보가 나타난다. 이에 비해 이 논문에서 제안한 코드 도약에 따른 코드위치변조를 이용한 고속 셀 탐색 알고리즘에서는 RS 코드 시퀀스에 따라 PN 코드의 위치를 변화시키게 되며, 코드 그룹에 관한 정보가 하나의 슬롯을 주기로 나타나기 때문에 코드 그룹을 판별하는 데에 있어서 더욱 효율적이다. 이 논문에서 제안한 비동기식 셀 탐색 알고리즘은 다음과 같은 과정을 거쳐 기지국을 판별하게 된다. 첫 번째 단계에서는 매 슬롯마다 전송되는 공통 코드에 대한 정합필터를 이용하여 슬롯의 타이밍을 알아낸다. 그리고 두 번째 단계에서 파일럿 채널을 통하여 수신한 이진 코드의 위치 변화를 측정하여 도약 코드의 시퀀스를 판별한 후, 이에 해당되는 긴 코드를 부여한다. 그리고 마지막으로 프레임의 동기를 찾는다. 본 논문에서는 비동기 시스템에서 셀 탐색에 걸리는 시간을 줄이기 위한 방법으로 코드블럭 내의 코드 위치변조를 이용한 고속 셀 탐색 알고리즘을 제안하고 그 성능을 평가해 보았다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 이 논문에서 제안하는 코드블럭 내의 코드위치변조를 이용한 고속 셀 탐색 알고리즘의 원리에 대하여 설명하였으며, 3장에서는 컴퓨터 시뮬레이션 결과를 이용하여 제안된 방식의 성능을 평가하였다. 그리고 마지막으로 4장에서 결론을 맺는다.

Ⅱ. 코드 도약에 따른 위치변조 셀 탐색 알고리즘

2.1 채널 및 프레임구조

순방향 채널은 파일럿 채널과 트래픽 채널로 구성되며 파일럿 채널을 통하여 긴 코드의 동기를 맞추기 위한 정보가 전달된다.

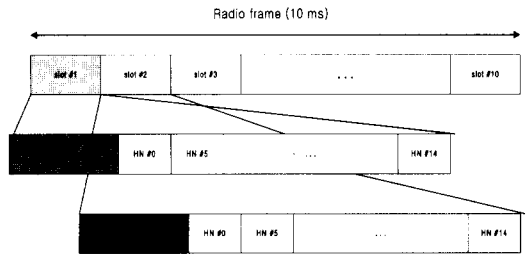

그림 1. 순방향 파일럿 채널 구조

그림 1 에서 보는 바와 같이 순방향 채널의 파일럿 채널에서 하나의 프레임은 10개의 슬롯으로 구성된다. 그리고 하나의 슬롯은 하나의 공통 코드와 M 진 도약 코드로 나뉜다. 공통 코드는 모든 셀에 공통적으로 적용되는 코드로 매 슬롯의 앞 부분에 위치하여 슬롯의 시작점을 알려준다. 그리고 도약

코드는 셀을 구분해주기 위하여 사용되는데, 각 셀은 M진 도약 코드에 의해서 기지국 고유의 번호를 갖는다. 제안된 셀 탐색 알고리즘에서는 하나의 이진 코드가 도약 코드의 시퀀스에 대응하여 서로 다른 위치로 변조된다. 이 때, M진 도약 코드로는 RS code가 사용되며, 이진 코드는 자기상관 특성이 좋은 gold code를 사용한다. 하나의 프레임은 40960개의 칩으로 구성되며, 하나의 슬롯은 4096칩으로 이루어져 있다. 그리고 한 슬롯에 포함되는 공통 코드의 길이는 256칩이며, 도약 코드 블록의 길이는 128칩이고, 그 안에서 64칩 주기의 gold code가 도약코드 시퀀스에 의하여 위치 변조된다. 즉, 하나의 슬롯은 하나의 공통 코드와 30개의 코드 블록으로 구성되어 있는데 공통 코드의 길이는 코드 블록 크기의 두 배이며, 하나의 코드 블록은 M+1 구간으로 나누어 도약 코드의 번호에 따라 블록 내에서 이진코드 시작점의 위치가 결정된다. 코드 블록은 그림 2 에서 보는 바와 같이 구성된다. 코드블록 내에서 이진 코드가 채워지지 않은 나머지 부분은 '0'으로 채워진다.

수신기에서는 이진 코드에 대한 correlator를 사용하여 코드 블록 내에서 이진 코드가 시작되는 위치를 알아낸다. 이 때, correlator의 출력값이 최대가 되는 곳의 위치값이 도약 코드의 번호가 되는 것이다. 그리고 이진 코드로는 gold code가 사용되며 자기 상관 특성이 좋을수록 셀 탐색 성능이 좋아지게 된다. 기존에 사용되었던 도약 코드 방식을 이용한 셀 탐색 알고리즘에서는 각 도약 코드의 번호마다 이에 대응하는 이진 코드가 다르기 때문에, 각 코드 사이의 auto correlation 특성 뿐만 아니라 cross correlation 특성도 좋은 코드를 사용해야 했다.[2]

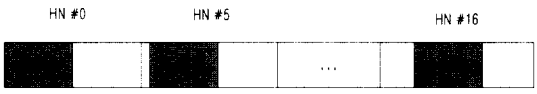

그림 2. 코드 블록의 모형도

하지만 제안된 방식에서는 도약 코드의 번호가 달라도 사용되는 이진 코드는 같고, 블록 내에서 코드가 시작되는 위치만 달라지는 것이므로 하나의 코드의 auto correlation 값만을 고려하면 된다. 따라서 correlator 출력값의 최대값과 다른 값들의 차이가 더 커질 수 있게 되어, 더 빠른 시간 내에 셀을 찾을 수 있게 된다. 그리고 하나의 이진 코드에 대한 correlator만 필요하므로 여러 가지 종류의 코드에 대한 correlator가 필요했던 기존의 방식에 비하여 하드웨어의 복잡도가 줄어든다.

2.2 도약 코드와 이진 코드

도약 코드로는 (n,k) RS 코드를 사용하며, 이는 생성 행렬 $G(M)$을 이용하여 만들어 낸다. 생성 행렬은 식 (1) 과 같이 정의한다.

$$G(M)=\begin{bmatrix} 1 & 1 & 1 & \cdots & 1 \\ \alpha & \alpha^2 & \alpha^3 & \cdots & \alpha^{M-2} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \cdots & \vdots \\ \alpha^k & \alpha^{2k} & \alpha^{3k} & \cdots & \alpha^{(M-2)k} \end{bmatrix} \quad (1)$$

여기서 α는 $G(M)$의 primitive element을 의미한다. 그리고 도약 코드 시퀀스는 식 (2)와 같이 표현할 수 있다.

$$r=[r_0, r_1, \ldots, r_{M-2}] \quad (2)$$
$$=[n_0,\ n_1,\ n_2,\ \ldots, n_k]G$$

$$n_0+\alpha n_1+\ldots+\alpha^k n_k=r_0 \quad (3)$$
$$n_0+\alpha^2 n_1+\ldots+\alpha^{2k} n_k=r_1$$
$$\vdots$$
$$n_0+\alpha^{M-2} n_1+\ldots+\alpha^{(M-2)k} n_k=r_{M-2}$$

RS 코드를 도약코드로 사용할 경우에는 수식 (3)에서 $(n_0, n_1, \ldots, n_k)$ 만을 찾아내면, 수식 (2)의 행렬 연산을 통하여 $M-1$ 개의 도약 코드 시퀀스 $(r_0, r_1, \ldots, r_{M-2})$를 알 수 있게 된다. 그러므로 $M-1$ 개의 심볼을 모두 수신할 필요가 없이, 앞의 k 개의 심볼만을 수신하면 $M-1$개의 모든 심볼을 복원할 수 있게 된다. 그러므로 $M-1$개의 correlator set를 구성할 필요없이 k 개만 구성하면 되므로 하드웨어의 복잡도를 줄일 수 있다는 장점이 있다.

공통 코드와 이진 코드로는 확장된 gold code를 사용한다. gold code는 두 개의 m-시퀀스를 이용하여 얻어낸다. n단의 레지스터를 사용하여 만든 길이가 2^n-1인 m-sequence를 $\{a_n\}$라 하고, 길이가 $2^{n'}-1$인 m-sequence를 $\{a^{n'}\}$라고 할 때 얻어지는 gold code는 다음과 같다.

$$a_n^{(j)}=a_{n+j}+a_n', \quad (0\le n\le N_m-1)$$
$$(\text{단}, N_m=lcm\{2^n-1, 2^{n'}-1\}) \quad (4)$$

이진 코드로는 확장된 gold code를 사용하며, 확장된 gold code는 gold code에 '0'을 추가하여 주

기가 2"인 시퀀스를 만들어 낸다.

2.3 코드 도약에 따른 위치변조 셀 탐색 알고리즘

비동기 방식의 시스템에서 빠른 시간 내에 셀을 찾아내기 위하여 본 논문에서 제안한 코드 도약에 따른 위치변조 셀 탐색 알고리즘을 사용하는데, 그 과정은 3가지 단계를 거쳐 진행된다. 1단계에서 수신단에서는 수신 신호를 공통 코드 정합필터를 통과시킨다. 그리고 정합필터의 출력값이 최대가 되는 지점을 슬롯의 시작점이라고 판정한다. 2단계에서는 1단계에서 찾아진 슬롯의 시작점을 기준으로 하여, 이진 코드에 대한 correlator를 사용하여 각 코드 블럭의 주기마다 corralation을 취하는데, 이 때 출력값이 최대가 나오는 지점의 위치가 코드 블록 내에서 이진코드의 시작점이 된다. 그러므로 각 코드 블록에 대한 이진 코드의 시작점을 통하여, 각 코드 블록에서의 도약 코드 번호를 알 수 있게 된다. 이를 한 슬롯 주기동안 수행하면 도약 코드의 시퀀스를 알 수 있게 되며, 이 시퀀스를 통해 기지국을 분리하는 고유의 코드를 부여하게 된다. 그리고 3단계에서는 전체 프레임의 동기를 맞추게 된다. 프레임 동기를 맞추기 위하여 프레임의 첫 번째 슬롯의 모든 코드에는 '-1'을 곱하여 변조시켜주게 되므로 쉽게 프레임의 동기를 획득할 수 있다. 그림 3는 수신단에서 이루어지는 셀 탐색 과정을 순서도로 정리해 놓은 것이다.

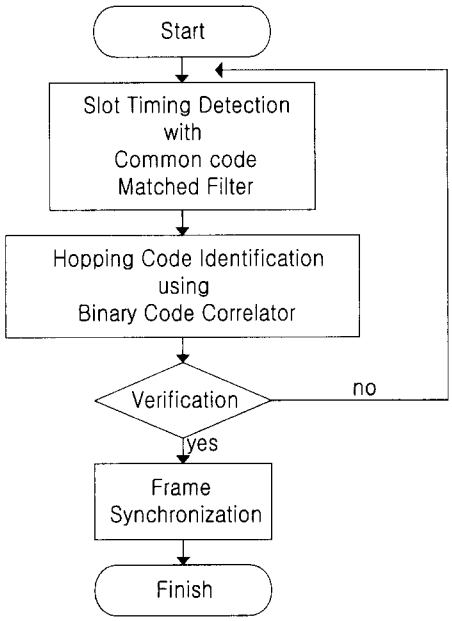

그림 3. 수신단에서 이루어지는 셀 탐색 과정

2.4 Correlation을 이용한 셀 탐색 과정

이 논문에서는 (31,3)인 RS 코드를 사용하고, n_1을 1이라고 가정하였다. 이 경우에 있어서 도약 코드의 시퀀스는 식 (5)와 같이 나타낼 수 있다. 이 때, 수신된 신호를 x 라고 하면 식 (6) 과 같은 관계식을 구할 수 있게 된다. (단, n은 채널 잡음을 의미한다.) 그리고 (31,3) RS 코드에서는 n_1이 1이라고 가정이 되어있으므로, 수신된 심볼 중 초기의 두 개의 심볼 (x_0, x_1) 만을 이용하여 식 (7)의 방정식을 풀어 구해진 (n_0, n_2)를 이용하면 수신된 전체 심볼을 알아낼 수 있게 된다.

$$r=[n_0,1,n_2]\begin{bmatrix}1 & 1 & \cdots & 1\\ \beta & \beta^2 & \cdots & \beta^{M-2}\\ \beta^2 & \beta^4 & \cdots & \beta^{2(M-2)}\end{bmatrix} \tag{5}$$

$$x=r+n=(x_0,x_1,\ldots,x_{M-2}) \tag{6}$$

$$\begin{aligned}x_0 &\Leftrightarrow n_0+\beta+n_2\beta^2\\ x_1 &\Leftrightarrow n_0+\beta^2+n_2\beta^4\end{aligned} \tag{7}$$

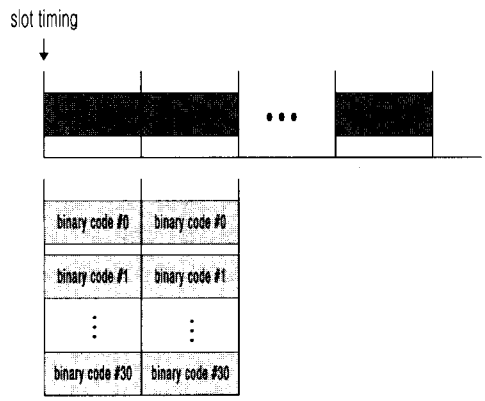

그림 4. 수신단에서의 도약 코드 탐색 과정

표 2. 무선 채널 모델링

거리에 따른 손실	감쇄율(n)=3.8
다중 경로 페이딩	2 경로 레일리 페이딩 f_D = 64 Hz
다중 경로 페이딩에서 경로 간의 상대적 전력비	7:3

수신단에서는 신호를 수신하면 우선 공통 코드 정합필터를 이용하여 슬롯의 시작점을 찾는다. 슬롯의 타이밍을 찾은 후에 그 시점을 기준으로 하여,

그림 4에서 보는 것과 같이 이진 코드에 대한 correlator를 구성하여 코드 블록 내에 위치한 이진 코드의 시작점을 판정하게 된다. 블록 내에서 수신된 신호를 한 칩 주기로 correlation 시켜 출력값이 최대가 되는 지점을 이진 코드의 시작점으로 판단하게 된다. 그림 4에서는 $n_1=1$인 (31,3) RS 도약 코드를 사용하였으므로 수신된 신호 중 앞의 2개의 심볼에 대한 correlator만을 구성하여 나머지 심볼들을 알아낼 수 있음을 보이고 있다.

Ⅲ. 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 성능분석

본 논문에서는 비동기 방식에서의 코드 블록 내에서 코드 위치 변조 방식을 이용한 고속 셀 탐색 알고리즘에 관한 성능을 증명하기 위하여 matlab을 사용하여 시뮬레이션 해보았다. 표 1에서는 시뮬레이션에서 사용한 무선 링크 파라미터를, 표 2에서는 채널 모델 파라미터를 정리해 놓았다. 본 논문에서 이용한 시뮬레이션 모델에서 채널은 파일럿 채널과 트래픽 채널로 구분되며, 트래픽 채널은 사용자가 10명인 채널을 가정하였다. 그리고 다중 채널 모델은 2 경로의 레일리 페이딩과 가우시안 잡음이 존재하는 상태를 가정하였다. 2 경로 레일리 페이딩 모델에서 각 경로의 상대적인 파워 비율은 7:3인 모델을 가정하였다. 그리고 셀 구조에 관한 모델링은 그림 5에서 보는 바와 같이 6개의 셀이 간섭으로 작용하는 7셀 구조를 가정하였다. 그리고 거리에 따른 신호의 감쇄는 식 (9)과 같은 경로 손실 모델을 사용하였다. 이 경우, 거리에 따른 신호의 감쇄율(n)은 3.8로 모델링 하였다.

$$PL(d)=\left(\frac{d}{d_0}\right)^n \tag{9}$$

표 1. 무선링크 파라미터

칩 전송률		4.096 Mcps
데이터 전송률		64 kbps
프레임 길이		40960 chips(10 ms)
프레임 당 슬롯 수		10 개
변조방식	데이터	BPSK
	확산	BPSK
확산 코드	도약코드	RS 코드
	이진코드	Gold 코드

그림 6 는 하나의 기지국이 커버하는 영역 내에서 각 위치에 해당하는 셀 탐색 시간을 표시한 것이다. 하나의 셀 주위에 있는 6개의 다른 셀이 간섭 신호로 작용하며, 셀 가장자리에서는 인접 기지국과의 신호세기를 비교하여 신호의 에너지가 더 큰 쪽의 기지국에서 신호를 받게 된다.

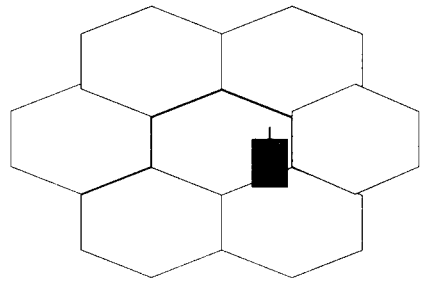

그림 5. 1계층 간섭 셀 모델

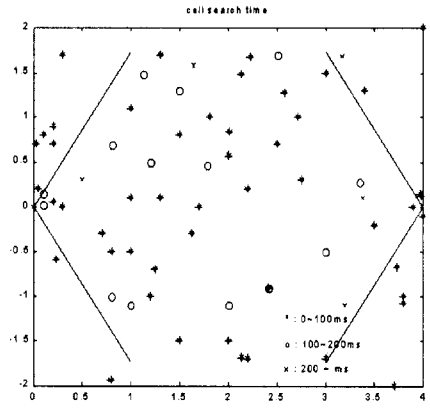

그림 6. 하나의 셀 영역 내에서의 위치에 따른 셀 탐색 시간

그림 7과 그림 8는 Eb/No가 7dB이고 트래픽 채널에서의 사용자 수가 10명인 경우에 있어서 파일럿 채널과 트래픽 채널 간의 전력 비율을 -3dB로 했을때, 도약코드를 이용한 방식[2]과 코드 도약에 따른 위치 변조 방식을 이용한 경우에 있어서의 셀 탐색 시간을 비교한 것이다. 시뮬레이션 결과에 따르면 셀의 90%영역 내에서 기지국의 신호를 찾을 때에 있어서 도약코드를 이용한 경우에는 약 160ms가 걸리는데 반해, 본 논문에서 제안한 코드 도약에 따른 위치 변조를 이용한 셀 탐색 알고리즘을 사용하면 약 93ms정도가 걸린다. 이는 기존의 마스킹된 긴 코드를 이용하는 방법[1]이나 도약 코드를 이용하여 셀을 찾는 방법[2]에 비하여 개선된 결과를 보인다.

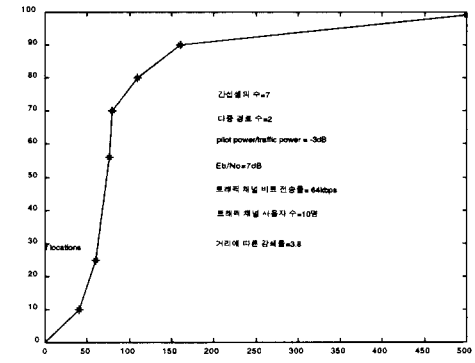

그림 7. 도약 코드 방식을 이용한 셀 탐색 알고리즘.

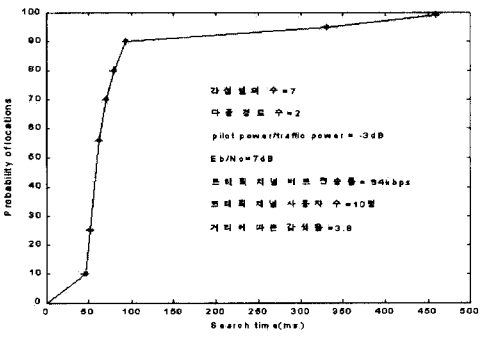

그림 8. 도약 코드에 따른 위치 변조방식을 이용한 셀 탐색 시간

그림 9에서는 이동국이 셀 가장자리에 위치하여 있고, 파일럿-트래픽 채널간 파워비율이 -3dB와 -6dB인 경우에 Eb/No를 0 ~15 dB 범위에서 변화시키면서 그에 따른 셀 탐색 시간을 측정해 보았다. 파일럿-트래픽 채널간 파워 비율을 -3dB로 하였을 경우가 -6dB일 경우보다 성능이 우수하나 이 차이

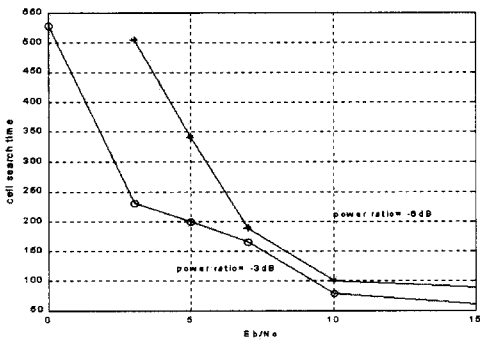

그림 9. 채널 파워 비율에 따른 셀 탐색 시간.

는 Eb/No가 커질수록 줄어든다는 것을 알 수 있다. 그러므로 Eb/No가 작은 경우에는 파일럿 파워를 증가시켜야 셀 탐색의 성능을 유지할 수 있게 될 것이다. 또한 Eb/No가 10dB이상이 될 경우에는 채널간 파워 비율이 -3dB, -6dB인 두 가지 경우 모두 100ms이내 셀을 찾을 수 있게 된다.

Ⅳ. 결 론

본 논문에서는 비동기 방식의 W-CDMA 시스템에서 셀을 빠른 시간 내에 찾기 위한 효율적인 방안으로 코드블럭 내의 코드위치변조를 이용한 고속 셀 탐색 알고리즘을 제안하였다. 제안된 방식에서는 슬롯의 시작점을 알려주기 위하여 매 슬롯마다 공통 코드를 삽입하고, RS 코드를 이용한 도약 코드 시퀀스에 따라 이진 코드의 위상을 변화 시킨 구조로 파일럿 프레임을 구성한다. 이 방식을 사용하면 셀 영역의 90% 내에서 기지국을 찾는 데에 걸리는 시간이 100ms 이내로 기존의 방식에 비하여 우수한 성능을 나타낸다. 또한 3GPP에서 채택된 방식에서는 두 개의 동기채널 (primary 동기채널, secondary 동기채널)을 두었던 것에 반하여, 이 방식에서는 하나의 동기채널 만을 사용하므로 송신 전력에 있어서도 3dB 정도의 이득이 있다. 또한 제안된 알고리즘에서는 하나의 코드에 대한 위상변화로 기지국을 분리하기 때문에, 수신단에서 하나의 코드에 대한 correlator set를 구성하게 되어 수신기의 복잡도를 줄이는 데에 기여를 할 수 있다.

참 고 문 헌

[1] K. Higuchi, M. Sawahashi and F. Adachi, "Fast Cell Search Algorithm in DS-CDMA Mobile Radio using Long Spreading Codes", *Proc. IEEE VTC'97.*, Phoenix, AZ, May, 1997.

[2] Il Gyu Kim , Keecheon Kim , Byeong Woo Lim, "A Fast Cell Search Algorithm for Inter-Cell Asynchronous W-CDMA System using Hopping code Method", *Proc. Globecom '98.*, pp. 1373-1377 , Nov, 1998.

[3] I. G. Kim,S. Ha, Y. G. Park, B.W. Lim, S. G.. Lee, "Cell Search Algorithm Using Code Position Modulation" ,*Proc. JCCI '99*, pp. 919-931, April, 1999

[4] HanSup Lee, HyunMyung Pyo, DongIn Kim,

"Cell Search Scheme Using I/Q Multiplexed Code Assignment in Asynchronous W-CDMA System", *Proc. VTC'99.*, Vol.2, pp. 1560-1564, May, 1999.

[5] S.W.Golomb, "*Construction of signals with favourable correlation properties*", *13th British Combinational Conference Univerity of Surrey*, Guildford, England, July 1991.

최 정 현(Jung-Hyun Choi)

1999년 2월 : 이화여자 대학교 전자공학과 졸업

1999년 3월~현재 : 이화여자 대학교 전자공학과 석사과정

<주관심 분야> CDMA 이동통신 시스템, 비동기 방식의 셀 탐색 기법, 오류 정정 부호

김 낙 명(Nak-Myeong Kim) 정회원

1980년 : 서울대학교 전자공학과 졸업

1982년 : KAIST 전기 및 전자 공학과 석사

1990년 : 미국 Cornell University 전기공학과 공학박사

1990년~1996년 : LG 정보통신(주) 책임연구원.

1996년~현재 : 이화여자대학교 공과대학 전자공학과 부교수.

<주관심 분야> 디지털 이동통신, 위성통신, 통신망 이론