

# 송신 다이버시티가 적용된 W-CDMA 시스템에 단말기의 다중 경로 검색기의 성능 분석

정회원 원승환\*, 김영주\*

## Performance Analysis of Multi-path Searcher for User Equipment in W-CDMA system Employing Transmit Diversity

Seung-hwan Won\*, Young-ju Kim\* *Regular Members*

### 요 약

W-CDMA 시스템은 IS-95 시스템에 비해 광대역이므로, 구별 가능한 다중 경로 해상도가 거의 4배이다. 실시간으로 변하는 다중 경로의 정확한 위치를 검출하고 이용 가능한지의 여부를 판별하는 것이 rake 수신기의 성능에 상당한 영향을 준다.

본 논문에서는 레일리 페이딩 환경 하에서 TD(Transmit Diversity)와 post-detection integration이 적용될 경우의 다중 경로 검색기의 송수신기 구조에 대한 내용을 수학적으로 분석하고 ROC(Receiver Operating Characteristics) 곡선과 double-dwell 직렬 검색 방식에 의한 평균 획득 시간(Mean Acquisition Time, MAT)을 통하여 성능을 분석하고자 한다.

### ABSTRACT

We present the performance analysis of multi-path searcher in Rayleigh fading channels when transmit diversity and post-detection integration are employed in a mobile station. Receiver operating characteristics (ROC) and mean acquisition time (MAT) are obtained by computer simulations, which justify the theoretical analysis. We also propose the steps to find the optimum parameters of two-dwell serial searcher.

### 1. 서론

이동통신 시스템에서 시 변경 다중 경로 채널환경을 거쳐서 전송된 신호는 rake 수신기에 의하여 복조된다. Rake 수신기에 들어오는 신호의 위치가 정확하게 파악이 되어야 원하는 기능을 수행하게 되므로, 충분히 큰 신호대잡음비(SNR)를 갖는 다중 경로를 정확히 찾을 수 있는 검색기가 필요하다. 그러므로 W-CDMA 시스템의 기지국과 단말기는 다중 경로 검색기가 반드시 필요하게 되고 성능에 중요한 영향을 미치게 된다<sup>5)</sup>.

본 논문에서는 단말기의 다중 경로 검색기에 대

한 이론적인 분석을 하고자 한다. 논문의 구성은 다음과 같다. 첫째, 다중 경로 검색기의 송수신기 구조에 대한 내용을 언급한다. 둘째, 레일리 페이딩 환경 하에서 TD(Transmit Diversity)와 post-detection integration이 적용될 경우의 수학적 분석을 한다. 셋째, 이를 근간으로 detection & false alarm 확률을 구하여 ROC(Receiver Operating Characteristics) 곡선을 제시한다. 넷째, double-dwell 직렬 검색 방식에서 다중 경로 검색기의 상태 천이도 및 평균 획득 시간(Mean Acquisition Time)을 분석한다. 마지막으로 위의 모든 내용을 근간으로 하여 결론을 제시한다.

\* 엘지전자 안양연구소 UMTS 연구소  
논문번호: 020298-0709, 접수일자: 2002년 7월 9일

## II. 하향링크(downlink) 수신기 구조 및 동작

그림 1은 다중 경로 검색기의 개략적인 블록도이다. 우선 Cell Searcher는 3 단계 셀 탐색 방식을 수행하고, 획득된 경로에 대한 slot 동기화 및 scrambling code의 seed를 기준 핑거에 할당한다. AFC(Automatic Frequency Control)가 동작하면서 DLL(Delay Locked Loop)이 lock 된 후의 slot c준으로 정해진 윈도우 크기만큼 검색하면서 P-CPICH (Primary-Common Pilot Channel)를 수신하여 다중 경로들을 찾고, 그 위치를 rake 핑거에 넘긴다. W-CDMA 시스템의 기지국에서 송신되는 P-CPICH는 동일한 channelization code와 scrambling code를 사용하고 각 안테나에 할당된 TD를 위한 심볼 시퀀스의 패턴만 바꾸어 두개의 송신 안테나로 전송한다<sup>6)</sup>. 그림 1에서 사용된 용어는 다음과 같이 정의한다.

TD0, TD1: 두개의 송신 안테나에 보내지는 신호를 각각 복호하는데 쓰이는 심볼 시퀀스 패턴  
 N: coherent Sum을 위한 칩의 개수(256 \* 심볼의 개수)  
 L': post-detection integration에 의한 diversity order.

그림 1에서, 수신된 신호는 de-scrambler와 de-spreader를 통과한 후 TD 복호를 하고 coherent sum을 수행한다. TD가 두 심볼 단위로 복호되므로 짝수 심볼로 coherent sum 구간을 설정한다. 각 I 축과 Q 축의 누적한 값을 제공하여 non-coherent sum을 하고 경우에 따라 보다 높은 검파확률을 얻기 위해 post-detection integration을 수행한다. Double-dwell 직렬 검색방식 적용 시, 첫번째 dwell 및 두번째 dwell에서의 coherent sum구간과 threshold 값이 필요하게 된다. 또한 두번째 dwell에는 post-detection integration을 수행 할 수 있는데 이는 주어진 P<sub>F</sub> (false alarm probability)에서 보다 높은 P<sub>D</sub> (detection probability)를 얻기 위해서 적용한다. 수신기의 복잡도 측면에서 보면 TD를 적용하지 않은 다중 경로 검색기에 비하여 복잡도가 2배로 증가하였는데 이는 2개의 송신 안테나로부터의 신호를 수신하기 때문이다<sup>4,6)</sup>.

## III. 레일리 페이딩 환경에서의 P<sub>D</sub>와 P<sub>F</sub>

기존의 SISO(single input single output) 시스템

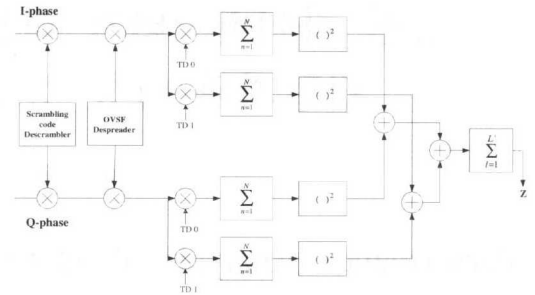


그림 1. 수신된 시공간 다이버시티 신호에 기반을 한 다중 경로 검색기의 구조

에서 AWGN과 레일리 페이딩 환경에 대한 분석은 이미 문헌에 제시 되어있다<sup>1,2)</sup>. 여기서는 TD 방식을 적용할 경우 기존의 수식이 어떻게 바뀌는지를 살펴보고 다중 경로 검색기의 구조에 적용한다.

SISO 시스템에서 Neyman-Pearson criterion으로 구한 P<sub>D</sub>와 P<sub>F</sub>를 구하는 절차는 다음과 같다.

$$p_1(Z) = \frac{Z^{L'-1} e^{-Z/V_F}}{(L'-1)! V_F^{L'}}, \quad p_0(Z) = \frac{Z^{L'-1} e^{-Z/V}}{(L'-1)! V^{L'}} \quad (1)$$

$$\bar{M}^2 = N^2 \bar{E}_C, \quad V_F = V + \bar{M}^2 = N(I_0 + \bar{E}_C)$$

식 (1)은 likelihood 함수를 나타내고 P<sub>D</sub>와 P<sub>F</sub>는 아래와 같다.

$$P_D = \int_{\theta}^{\infty} p_1(Z) dZ = \int_{\theta}^{\infty} \frac{Z^{L'-1} e^{-Z/V_F}}{(L'-1)! V_F^{L'}} dZ$$

$$P_F = \int_{\theta}^{\infty} p_0(Z) dZ = \int_{\theta}^{\infty} \frac{Z^{L'-1} e^{-Z/V}}{(L'-1)! V^{L'}} dZ$$

이때 L'는 post-detection integration을 수행하는 횟수,

V는 분산,  $\bar{M}^2$ 은 squared mean, 그리고  $\bar{E}_C$ 는 평균 칩 에너지이다.

TD를 적용했을 때 기존의 수식이 어떻게 바뀌는지 살펴보자. 각 송신 안테나의 심볼들은 2 심볼 단위로 서로 직교성을 가지고 있기 때문에 TD 검파 후 그림 1의 각 hypothesis test device는 서로 독립적으로 신호처리를 하여 최종적으로 non-coherent sum을 수행하면 2개의 독립적인 레일리 observation의 합이 된다(자유도가 4인 chi-square 확률변수). 이는 SISO 시스템에서 관측시간이 서로 독립적일

경우에 post-detection integration에서 얻는 효과와 동일하다. 즉,  $L'=2$ 인 경우의 수식이 적용된다. 따라서 다중 경로 검색기에 TD를 적용한 경우의 일반화 된  $P_D$  와  $P_F$ 는  $L'$  대신  $L=2L'$ 을 식(1)과 (2)에 각각 대입하면 된다.

위의 치환으로 인해 매 단계마다 공간 다이버시티의 효과가 반영되므로 총 다이버시티 효과가 2배가 됨을 알 수 있다. 따라서  $L$ 의 정의는 post-detection integration 및 TD의 효과가 고려된 diversity order가 된다. 또한 TD를 적용할 경우 각 안테나의 송신  $E_s/I_0$ 는 기존의 방식보다 1/2배로 감소된다. 지금까지 전개된 수식은 공간 및 시간적으로 모두 독립이라는 가정이 있으므로 독립성의 정도가 감소되면  $L$ 의 증가 효과가 감소되게 된다. 특히  $N$ 을 어떻게 정하는가에 따라서 시간 축상에서 주파수 에러와 관련하여 독립성의 정도를 살펴볼 수 있다.  $L$  및  $N$ 에 대한 성능 분석은 다음 장에서 ROC 곡선을 통해 살펴본다.

#### IV. 성능 열화 요인 및 ROC 곡선 분석

우선 고려된 성능저하 요인은 다음과 같다. 첫째, AFC 출력단의 주파수 에러, 둘째, 이동 속도에 따른 도플러 효과, 셋째, 한 chip당 2번의 hypothesis 테스트를 수행할 경우 대역 제한 파형(band-limited waveform)의 손실을 고려하였다. 여기서 AFC에 의한 에러는 200Hz로 설정하였고 이동속도는 160km/h로 설정하였다. 그리고 ROC 곡선에 사용되는 파라미터로  $L, N, l$  (칩 당 테스트의 수로 실질적으로,  $l=2$ 를 사용) 과  $E_s/I_0$ 이다. 또한 첫번째 dwell에서는  $L=2$ (단지 공간 다이버시티만 고려), 그리고 2번째 dwell을 위해서는  $L=4$ (공간 다이버시티와 Post-detection integration 고려)로 각각 정하고 평균 획득 시간을 위한 검색 윈도우 크기는 100 칩으로 설정하였다.

위의 파라미터 설정에서 다중 경로 검색기의 성능에 큰 영향을 미치는 것은 coherent sum의 길이이다. 본 논문에서는  $N=4$  심볼(SF가 256일 경우, 1024칩과 같다)로 설정하였다. 이 경우 성능 감소가 거의 없기 때문이다. 본 논문에서는 특히, 속도에 따라 post-detection integration이 주는 성능 향상의 정도와 도플러 효과에 의한 성능 감소의 정도를 비교한다.

Post-detection integration의 장점을 모두 이용하기 위해서는 연속적인 1024 칩들이 완전하게 독립

적이어야 한다. 하지만 P-CPICH의 연속적인 1024 칩은 독립적이지 않으므로 post-detection integration의 효과가 감소한다. 그림 4에서는 post-detection integration과 성능 감쇄 요인들 간의 상호 관계를 보여준다.

그림 2는 이론에 근거한 ROC 곡선이다. 이때 제시된 diversity order는  $L'=1, L=2$ 와 4이고 Coherent sum의 길이( $N$ )는  $256 * \langle \text{심볼 개수} \rangle$ 이다. 그리고 총  $E_s/I_0$ 가 동일(6dB)하게 설정된 경우의 결과를 제시한다. 이때 비교를 위하여 non-TD ( $L'=1, N=2048, E_s/I_0=6\text{dB}$ )의 경우를 함께 보인다. 다중 경로 검색기는 TD의 적용으로 성능향상을 얻었고 두 번째 dwell의 성능 개선을 위해 post-detection integration을 적용시켜 성능을 더욱 향상시킬 수 있다.

그림 3의 ROC 곡선은  $E_s/I_0$ 가 3dB인 경우에 TD가 적용된 시스템에서 post-detection integration이 있는 경우와 없는 경우의 성능을 이론 값과 시뮬레이션 값을 가지고 비교한 것이다. 그림 3에 따르면, 레일리 페이딩 환경에서 두번째 dwell에 TD와 post-detection integration을 적용시킬 경우 상당한 성능 향상이 있음을 알 수 있다. 그림 3에서 보면 5%의 PF에서 이론 값이 3% 더 좋은  $P_D$ 를 가진다. 특히 연속된 1024 칩들간에 독립성의 유무에 따라 이론 값과 시뮬레이션 값이 차이가 남을 알 수 있다.

그림 4의 ROC 곡선은  $E_s/I_0$ 가 3dB인 경우 여러 도플러 주파수에서 post-detection integration을 적용한 두번째 dwell의 경우와 첫번째 dwell의 경우에 보여지는 결과를 제시하고 있다. 아래쪽 ROC

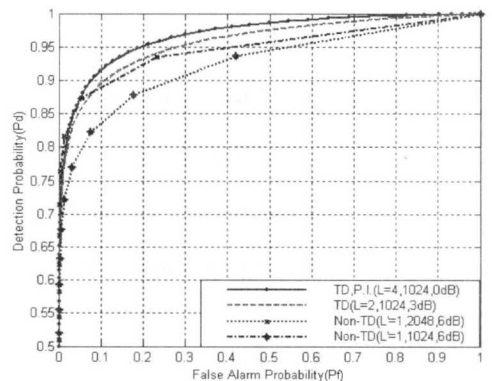


그림 2. 이론에 근거한 ROC curve들의 결과 (0dB per 1 symbol, TD, Post-detection integration V.S. 3dB per 1 symbol, TD, V.S. 6dB per 1 symbol, Non-TD ; Rayleigh,  $l=2$ )

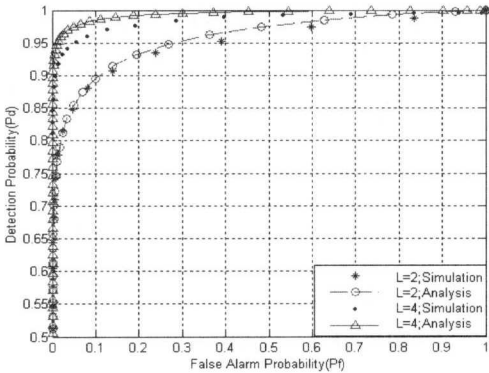


그림 3. 3 dB  $E_b/I_0$ 인 경우, TD 수신 환경에서 post-detection integration의 첨가 유무에 따른 ROC 곡선들 (이론 값과 시뮬레이션 값의 비교)

곡선들은 첫번째 dwell의 경우에 해당하는 것으로 도플러 효과에 따른 성능의 열화가 보인다. 그러나 두번째 dwell의 경우 post-detection integration의 효과가 도플러 효과에 의한 성능의 열화를 충분히 보완함을 보여준다.

### V. Double-dwell직렬 검색기의 상태천이도

Double-dwell 직렬 검색기를 적용하는 이유는 평균적으로 다중 경로를 획득하는 시간을 최소화하기 위하여 첫번째 dwell에서 다중 경로의 가능성이 있는 것의 수를 최소화하여 그것만 두번째 dwell로 보냄으로, 다중 경로를 더 빨리 획득할 수 있다. 그리고 단말기의 윈도우 크기는 기지국에 비해 작기 때문에 단말기에 double dwell 방식을 적용하는 게 좋다<sup>[1],[3]</sup>. 상태 천이도에 대한 설명은 다음과 같다.

- $(1 - P_F^{(1)})z$  : 첫번째 dwell에서 신호가 없음을 인지.
- $P_F^{(1)}z$  : 첫번째 dwell에서 false alarm 발생.
- $P_F^{(2)}z^m$  : 두 번째 dwell에서 false alarm 발생.
- $(1 - P_F^{(2)})z^m$  : 두 번째 dwell에서 신호가 없음을 인지.
- $(1 - P_{D1}^{(1)})z, \dots, (1 - P_{D2l}^{(1)})z$  : 첫번째 dwell에서 missing 발생.
- $P_{D1}^{(1)}z, \dots, P_{D2l}^{(1)}z$  : 첫번째 dwell에서 신호가 있음을 인지.
- $(1 - P_{D1}^{(2)})z^m, \dots, (1 - P_{D2l}^{(2)})z^m$  : 두번째 dwell에서 missing 발생.

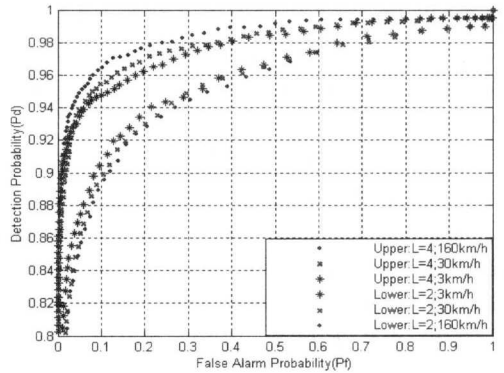


그림 4. 3 dB  $E_b/I_0$ 인 경우, 다양한 Doppler 주파수 하에서 post-detection integration을 적용한 두 번째 dwell의 경우와 그렇지 않은 첫번째 dwell의 경우에 보여지는 결과.

$P_{D1}^{(2)}z^m, \dots, P_{D2l}^{(2)}z^m$  : 두번째 dwell에서 신호가 있음을 인지(최종 검파: final detection).

$P_{D1}^{(2)}z^m, \dots, P_{D2l}^{(2)}z^m$  : 두번째 dwell에서 신호가 있음을 인지(최종 검파: final detection).

그리고  $m=L_2/L_1$ 이므로 두번째 dwell에서 hypothesis test를 할 경우에 더 많은 시간이 요구된다. 그림 5에서 보면 두 번에 걸친 false alarm에 의해 다중 경로가 없는데도 존재하는 것으로 판명하면 레이크 수신기의 핑거를 할당하게 되는데 이러한 경우에는 신호가 제대로 합해질 수 없으므로 Rake 수신기의 성능이 나빠지게 된다. 하지만 다중 경로 검색기의 평균 획득 시간(Mean Acquisition Time)을 구하기 위해서는 상태 천이도에 존재하는 발산의 과정을 다음의 가정을 전제하여 변경하여야 한다.

1. 주어진 검색 윈도우 내에 하나의 신호 경로만이 존재한다.
2. 연속적인 false alarm이 발생하는 경우 실제의 경우 rake 핑거에 할당되나 분석을 위하여 그 존재를 인식한다.

그러므로 그림 5를 보면 연속적인 false alarm의 발생으로 발산하는 것이 아니라 다음 단계로 penalty time이 없이 연결된 것이 가장 큰 차이이다. 이와 같이 두 가지 조건을 부여하면 하나의 실질적인 경로를 찾는데 걸리는 평균시간을 얻을 수 있게 되어 각 dwell에서의 최적 threshold 값들을 구할 수 있다.

또한 penalty time을 '0'으로 설정한 것은 연속적인 false alarm의 발생 시에 바로 다음 단계로 연결되고 두 번째 dwell에서의 false alarm의 발생은 분석에서 아무런 영향을 미치지 않기 때문이다. 하지만 실제의 시스템에 그림 3의 분석을 기반으로 한 threshold값의 쌍을 구할 경우 설정한 두 번째 dwell에서의 false alarm 값을 기준으로 한 결정이 필요하다.

### VI. Double-dwell 직렬 검색기에서 평균 획득 시간

그림 5의 상태 천이도에서 평균 획득 시간을 유도한다<sup>[1],[3]</sup>. 검색 시간은 임의의 상태에서 최종 검파 상태(final detection state)까지 이르는데 필요한 모든 경우의 수의 합인 확률 변수이다. 이를 계산하기 위해 필요한 전달 함수(transfer function)들은 식 (3), (4), (5)과 같다.

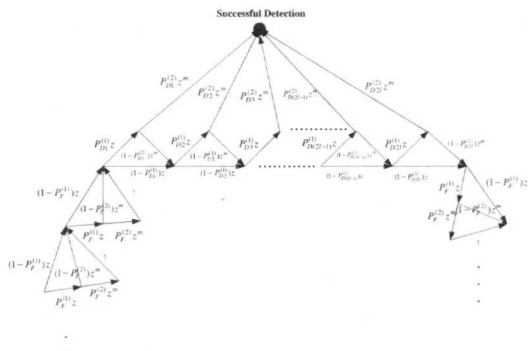


그림 5. Double dwell 직렬 검색 방식이 적용된 다중 경로 검색기의 상태 천이도

$$\begin{aligned}
 H_0(z) &= z(1 - P_F^{(1)}) + z^{1+m} P_F^{(1)}(1 - P_F^{(2)}) \\
 &+ z^{1+m} P_F^{(1)} P_F^{(2)} \\
 &= z(1 - P_F^{(1)}) + z^{1+m} P_F^{(1)} \quad (3)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_D(z) &= \sum_{j=1}^{2l} \frac{P_{Dj}^{(1)} z P_{Dj}^{(2)} z^m \prod_{i=1}^{j-1} [(1 - P_{Di}^{(1)}) z]}{+ P_{Di}^{(1)} z (1 - P_{Di}^{(2)}) z^m} \quad (4)
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 H_M(z) &= \prod_{i=1}^{2l} [(1 - P_{Di}^{(1)}) z + P_{Di}^{(1)} z (1 - P_{Di}^{(2)}) z^m] \quad (5)
 \end{aligned}$$

식 (3)는 incorrect hypothesis branches에 대한 함수이고 식 (4)는 검파 확률에 대한 함수 그리고 식 (5)는 missing 확률에 대한 함수이다.

$$H_0(1) = \quad (6)$$

$$\frac{d}{dz} H_0(z) \Big|_{z=1} = 1 + m P_F^{(1)} \quad (7)$$

$$H_D(1) = \sum_{j=1}^{2l} P_{Dj}^{(1)} P_{Dj}^{(2)} \prod_{i=1}^{j-1} [1 - P_{Di}^{(1)} P_{Di}^{(2)}] \quad (8)$$

$$\begin{aligned}
 \frac{d}{dz} H_D(z) \Big|_{z=1} &= (1+m) \\
 &\sum_{j=1}^{2l} P_{Dj}^{(1)} P_{Dj}^{(2)} \prod_{i=1}^{j-1} [1 - P_{Di}^{(1)} P_{Di}^{(2)}] + \\
 &\sum_{j=1}^{2l} P_{Dj}^{(1)} P_{Dj}^{(2)} \sum_{k=1}^{j-1} \{ (1 - P_{Dk}^{(1)}) + (1+m) P_{Dk}^{(1)} (1 - P_{Dk}^{(2)}) \} \prod_{i=1, i \neq k}^{j-1} [1 - P_{Di}^{(1)} P_{Di}^{(2)}] \quad (9)
 \end{aligned}$$

$$H_M(1) = \prod_{i=1}^{2l} [1 - P_{Di}^{(1)} P_{Di}^{(2)}] \quad (10)$$

$$\begin{aligned}
 \frac{d}{dz} H_M(z) \Big|_{z=1} &= \\
 &= \sum_{j=1}^{2l} \{ (1 - P_{Dj}^{(1)}) + (1+m) P_{Dj}^{(1)} (1 - P_{Dj}^{(2)}) \} \prod_{i=1, i \neq j}^{2l} [1 - P_{Di}^{(1)} P_{Di}^{(2)}] \quad (11)
 \end{aligned}$$

위의 식 (6)~(11)는 식 (3)~(5)에 '1'을 대입한 식과 미분한 결과에 '1'을 대입한 식이다.

전체 시스템의 평균 성능을 나타내는 전달함수를 살펴보자. 식 (12)의 경우 그림 5에서 일어나는 모든 상황에 대한 평균 값을 표현하는 함수이며, 식 (12)을 미분하여 '1'을 대입하면 식 (13)와 같이 평균 획득 시간을 구할 수 있다.

$$U(z) = \frac{1}{(v-2l) [1 - H_M(z) H_0^{v-2l}(z)]} \sum_{i=1}^{v-2l} H_0^i(z) \quad (12)$$

지금까지 유도한 수식을 이용하여, 가정 1과 2를 근거로 double-dwell 직렬 검색 하의 평균 획득 시간을 그려보면 그림6과 같다. 그림 6에서는 다중 경로 검색기에 중요한 영향을 주는 것이 첫번째 dwell의 P<sub>D</sub>와 P<sub>F</sub>이고 특히 P<sub>F</sub>보다는 P<sub>D</sub>이므로 첫번째 dwell의 P<sub>D</sub>가 평균 획득 시간에 명확하게 영향을 줄 수 있다.

$$\begin{aligned}
 T_{ACQ} &= \frac{dU(z)}{dz} \Big|_{z=1} = \frac{1}{H_D(1)} [H'_D(1) + H'_M(1) + \frac{1}{2} H_D(1)H'_0(1) + (v-2l)(1 - \frac{1}{2} H_D(1))H'_0(1)] \\
 &= \frac{1}{\sum_{j=1}^{2l} P_{Dj}^{(1)} P_{Dj}^{(2)} \prod_{i=1}^{j-1} [1 - P_{Di}^{(1)} P_{Di}^{(2)}]} [(1+m) \sum_{j=1}^{2l} P_{Dj}^{(1)} P_{Dj}^{(2)} \prod_{i=1}^{j-1} (1 - P_{Di}^{(1)} P_{Di}^{(2)}) \\
 &+ \sum_{j=1}^{2l} P_{Di}^{(1)} P_{Di}^{(2)} \sum_{k=1}^{j-1} \{(1 - P_{Dk}^{(1)}) + (1+m)P_{Dk}^{(1)}(1 - P_{Dk}^{(2)})\} \prod_{i=1, i \neq k}^{j-1} (1 - P_{Di}^{(1)} P_{Di}^{(2)}) \\
 &+ \sum_{j=1}^{2l} \{(1 - P_{Dj}^{(1)}) + (1+m)P_{Dj}^{(1)}(1 - P_{Dj}^{(2)})\} \prod_{i=1, i \neq j}^{2l} (1 - P_{Di}^{(1)} P_{Di}^{(2)}) \\
 &+ \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{2l} P_{Dj}^{(1)} P_{Dj}^{(2)} \prod_{i=1}^{j-1} (1 - P_{Di}^{(1)} P_{Di}^{(2)}) (1+mP_F^{(1)}) + (v-2l) \{1 - \frac{1}{2} \sum_{j=1}^{2l} P_{Dj}^{(1)} P_{Dj}^{(2)} \prod_{i=1}^{j-1} (1 - P_{Di}^{(1)} P_{Di}^{(2)})\} (1+mP_F^{(1)})] \quad (13)
 \end{aligned}$$

Ⅶ. 결론

참고 문헌

본 논문에서는 W-CDMA 기지국에서 TD가 적용되었을 때, 단말기용 다중 경로 검색기의 성능 분석을 레일리 페이딩 환경에서 post-detection integration이 적용된 것과 적용되지 않은 경우를 수식으로 분석하고 ROC 곡선을 통해 비교하였다. Double-dwell 직렬 검색기를 사용할 경우의 상태 천이도를 통하여 다중 경로 검색기의 동작 방식을 설명하였다. 이를 근간으로 평균 획득 시간을 구하는데 필요한 수식을 유도하고 설명하였다.

TD와 post-detection integration으로 다이버시티 이득을 얻어 P<sub>D</sub>의 성능이 향상되고, Double-dwell 직렬 검색기를 이용함으로써 검색 시간을 단축할 수 있음을 보였다.

[1] Marvin K. Simon, Jim K. Omura, Robert A. Scholtz, Barry K. Levitt, "Spread Spectrum Communications Handbook", McGraw-Hill, Inc. 1994

[2] Andrew J. Viterbi, "CDMA-Principles of Spread Spectrum Communication", Addison-Wesley Publishing Company, 1995.

[3] Hyung-Rae Park and Bub-Joo Kang, "On Search Code Acquisition for Direct-Sequence Spread Spectrum System : An Application to IS-95 CDMA Systems", Vehicular Technology Conference, 1995 IEEE 45th, Volume: 1, 1995

[4] Siavash M. Alamouti, "A Simple Transmit Diversity Technique for Wireless Communications", IEEE JSAC, Vol.16, No.8, Oct. 1998

[5] Satoru Fukumoto, Koichi Okawa, Kenichi Higuchi, Mamoru Sawahashi, and Fumiyuki Adachi. "Path Search Performance and Its Parameter Optimization of Pilot Symbol-Assisted Coherent Rake receiver for W-CDMA Mobile Radio", IEICE TRANS. FUNDAMENTALS, VOL.E83-A,NO.1 NOV. 2000

[6] 3GPP TS 25.211 V3.5.0

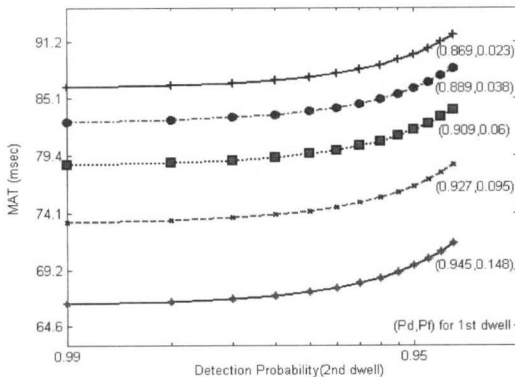
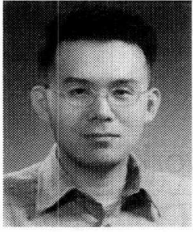


그림 6. Double dwell 직렬 검색 방식이 적용된 다중 경로 검색기의 평균 획득 시간 (Mean Acquisition Time)

원 승 환(Seung-hwan Won)



1999년 2월 : 고려대학교  
전파공학과 졸업  
2001년 2월 : 고려대학교  
전파공학과 대학원 졸업  
2001년~현재 : LG전자 UMTS  
시스템연구소 주임연구원

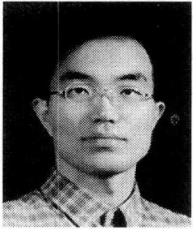
<주관심 분야> HSDPA, MIMO, Searcher

E-mail: shwon@lge.com

Tel: 031-450-4135

Fax: 031-450-2965

김 영 주(Young-ju Kim)



1988년 2월 : 고려대학교  
전자전산공학과 학사  
1994년 2월 : 한국과학기술원  
정보통신공학과 석사  
1996년 2월~1997년 2월 : 동경  
공업대학 연구원

2001년 2월 : 한국과학기술원 전자전산학과 박사

1988년~현재 : LG전자

<주관심 분야> Space-Time Codes, 이동통신

E-mail: youngjukim@lge.com

Tel: 031-450-2943

Fax: 031-450-2965