

# TDD-CDMA 시스템에서 Prerake Diversity를 이용한 간섭 억압 기법에 관한 연구

박 소 영\*, 정희원 김 낙 명\*

## Interference Suppression Scheme for Time Division Duplex CDMA based on Prerake Combining Diversity

Soyoung Park\*, Nak-Myeong Kim\* *Regular Members*

요 약

제 3 세대에는 데이터의 비대칭적인 특성을 반영하기 위한 다중접속 방법이 필요하다. 가변 타임 슬롯 할당 방식이 적용된 TDD CDMA 시스템은 이러한 비대칭적인 데이터 트래픽을 분배하기에 매우 적합하다. 그러나 TDD CDMA 시스템은 상향 링크와 하향 링크에서 같은 주파수를 사용하기 때문에 그 사이에 서로 상호적인 간섭이 발생하게 되고 이 간섭은 시스템의 용량을 감소시키는 효과를 가져오게 된다. 반면, TDD CDMA 시스템에서 상향 링크와 하향 링크의 채널 성질이 한 주기 동안 거의 비슷하기 때문에 prerake diversity 기법을 적용할 수 있다. Prerake diversity에서는 신호의 전송 전력이 시간에 따라 미리 분배되기 때문에 한 경로에서 TDD CDMA 시스템에서 발생하는 간섭이 줄어드는 효과를 야기할 수 있다. 따라서 본 논문에서는 TDD CDMA 시스템에서 사용 가능한 prerake diversity 기법을 이용해 TDD 간섭을 줄일 수 있는 방안을 제안하였고 제안된 시스템이 인접 셀로부터 오는 간섭 슬롯의 수에 상관없이 기존의 시스템에 비해 약 2배 이상의 용량 증대 효과를 가진다는 것을 제시하였다.

ABSTRACT

For an efficient operation of the third generation mobile communication system, an enhanced multiple access control to accommodate the inherent asymmetry of mobile multimedia traffic is required. The Time Division Duplex(TDD) CDMA with variable time slot allocation scheme is known to be quite efficient in this situation. However, since both uplink and downlink share the same frequency in TDD CDMA system, the uplink and downlink signals can interfere each other and these interferences cause capacity reduction of system performance. In TDD CDMA system, since a channel impulse response of downlink is very similar to that of uplink for a period of time, it is possible to apply to prerake diversity. The system using prerake diversity can have an effect of reduction of TDD interference on any path, since the transmission power of a signal is distributed timely prior to the signal transmission. In this paper, a new interference suppression scheme is proposed based on prerake combining diversity in TDD CDMA system and the remaining capacity of proposed system is approximately 2 times better than that of conventional system regardless of the number of interference slot from neighbor cell.

### I. 서 론

Universal Mobile Telecommunication System

(UMTS)는 UTRA-FDD 와 UTRA-TDD인 두 개의 무선 인터페이스로 구성되어 있다. 그러나 최근에 데이터 트래픽의 높은 비대칭성 때문에 두 가지 무

\* 이화여자대학교 정보통신학과 (clisti@ewha.ac.kr, nmkim@ewha.ac.kr)

논문번호 : 010409-1231, 접수일자 : 2001년 12월 31일

※ 본 연구는 1999년 한국과학재단 특정기초연구(과제 번호 : 1999-1-30200-002-5) 지원사업의 후원에 의해서 이루어 졌습니다.

선 인터페이스 중에서 UTRA-TDD에 관한 관심이 증가되고 있다<sup>6)</sup>. TDD 시스템은 상향 링크와 하향 링크 사이에 유연성 있는 용량 할당을 가능하게 하고 “unpaired band”의 사용도 가능하게 한다. 그러나 TDD 시스템은 이동국과 기지국이 전송 시간을 나누어 쓰기 때문에 정보 전송에 있어서 연속적이지 않게 된다. 그리고 TDD 시스템은 상향 링크와 하향 링크에서 같은 주파수를 사용하기 때문에 FDD 시스템에서는 발생하지 않는 간섭이 발생하게 된다<sup>1)[2][3]</sup>. 그러나 같은 주파수의 사용은 상향 링크와 하향 링크의 채널 특성을 짧은 시간동안은 거의 비슷하게 만드는 이점도 가지고 있다. 그래서 이러한 성질을 이용해 prerake diversity라는 기법의 적용이 가능하게 된다. prerake diversity 기법은 기지국이 상향 링크 채널의 임펄스 응답을 측정해 그 측정된 값을 통해 전송해야 할 신호를 미리 시간적으로 분산시켜서 기존의 matched filter를 가지고 시간 다이버시티 효과를 내는 방식을 말한다<sup>4)[5]</sup>. 따라서 prerake diversity 기법을 사용하면 기지국의 전송 전력이 여러 경로로 분산되기 때문에 TDD 시스템에서 발생하게 되는 간섭을 줄일 수 있다. 따라서 본 논문에서는 prerake diversity 기법을 이용해 TDD 시스템에서 발생하게 되는 간섭을 줄이는 기법을 제안하였다. 제안된 시스템은 인접 셀로부터 오는 간섭 슬롯의 수의 상관없이 기존의 시스템 보다 잔여 용량 면에서 훨씬 더 좋은 성능을 나타낸다. 그리고 모의 실험 결과를 통해 제안된 시스템에서 프레임의 동기 어러가 어긋날수록, 인접 셀로부터 오는 간섭 슬롯의 수가 많을수록 개선되는 양이 증가된다는 것도 알 수 있다.

본 논문에서 2장에서 TDD 시스템에서 발생하게 되는 TDD 간섭의 종류와 이 간섭들이 시스템에 미치는 영향에 대해서 설명이 되어 있고 3장에서는 prerake diversity 구조와 prerake diversity 방법에 근거한 제안된 TDD 간섭 억압 방식에 대해 설명되어 있다. 4장에서 모의실험 결과를 통해 제안된 방식의 성능을 평가하고 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

## II. TDD 간섭

TDD CDMA 시스템에서 상향 링크와 하향 링크가 같은 주파수를 사용하기 때문에 FDD 시스템에서 발생하지 않는 간섭들이 발생을 한다. TDD 시스템에서만 발생하게 되는 간섭의 종류로는 크게

이동국간 간섭과 기지국간 간섭이 있다<sup>1)</sup>. 이 간섭들은 기지국들간의 동기가 맞지 않아도 발생을 하고 또 기지국들간의 동기가 맞았다 할지라도 인접 셀의 TDD 경계선과 자기 셀의 TDD 경계선의 동적 움직임이 서로 달라도 발생을 한다.

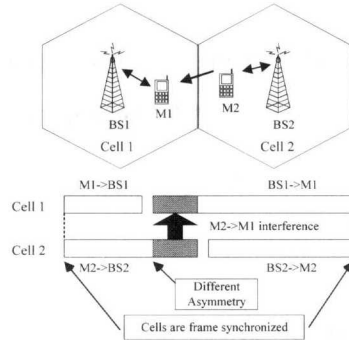


그림 1. 이동국간 TDD 간섭

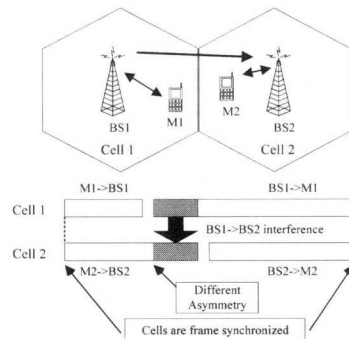


그림 2. 기지국간 TDD 간섭

그림 1은 두 기지국들의 프레임 동기가 서로 맞을지라도 셀 1의 상향 링크와 하향 링크 사이 TDD 경계선이 셀 2의 TDD 경계선과 맞지 않아 발생하게 되는 이동국간의 간섭을 보여준다. 그림 1에서 셀 2의 M2 신호는 셀 1의 M1에게도 수신된다. 일반적으로 M2 신호는 미약해 셀 1의 M1에게 많은 영향을 주지 않으나 우연히 M1과 M2가 셀 경계선에 서로 가깝게 위치하게되면 M2의 신호는 M1의 BS1 신호 수신을 방해하게 된다. 그림 2는 TDD CDMA 시스템에서 두 기지국들의 프레임 동기가 맞을지라도 두 셀에서의 상향 링크와 하향 링크 경계선이 서로 달라 발생하게 되는 기지국간의 간섭이다. 일반적으로 기지국간 TDD 간섭은 기지국 전력 사용에 있어서 비교적 제한이 없는 편이기 때문에 이동국간 TDD 간섭보다 시스템에 더 많은 영향

을 끼친다. 그러나 기지국간 간섭은 두 기지국 사이의 경로손실에 많이 좌우되기 때문에 이 간섭은 제어될 수 있다. 반면 이동국간 간섭은 이동국의 위치를 정확하게 알 수 없기 때문에 이 간섭은 제어 가능하지 않다.

그림 3은 기지국들간의 동기가 맞지 않았을 때 발생하게 되는 TDD 간섭 프레임 구조에 관한 그림이다. 여기서 BS1과 M1은 대상 기지국과 대상 이동국이고 BS2는 간섭을 주는 기지국이며 M2는 간섭을 주는 이동국이다. 여기서 한 타임 슬롯 동안 두 기지국의 프레임 동기 에러를  $\alpha$ 라 정의하면  $\alpha$ 는 다음과 같다.

$$\alpha = t_{off} / t_{slot} \quad (1)$$

식 (1)에서  $t_{slot}$ 은 한 타임 슬롯의 시간을 말하고  $t_{off}$ 는 BS1과 BS2 프레임의 어긋난 시간을 의미한다.

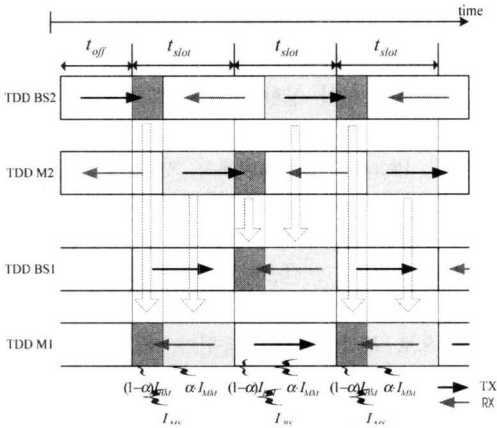


그림 3. TDD 간섭 발생 프레임 구조

그림 3에서 M1은  $(1-\alpha) \cdot t_{slot}$ 라는 시간동안 BS2로부터 BS1 신호 수신에 간섭을 받게된다. 따라서 이 시간동안에는 FDD 시스템에서도 발생하는 이동국과 기지국 사이 간섭이 발생을 하게 된다. 다음  $\alpha \cdot t_{slot}$ 라는 시간동안 M1은 TDD CDMA 시스템에서만 발생하는 이동국간 간섭인 M2의 간섭 신호를 수신하게 된다. 이러한 현상은 BS1의 수신 과정에서도 유사하게 발생한다. 따라서 BS1은  $(1-\alpha) \cdot t_{slot}$ 라는 시간동안에는 M2 신호의 간섭을 받고  $\alpha \cdot t_{slot}$ 라는 시간동안에는 기지국간 간섭인 BS2 신호의 간섭을 받게 된다. 즉, 기지국들간의 동기가 맞

지 않을 때,  $(1-\alpha) \cdot t_{slot}$ 라는 시간동안에는 기지국과 이동국 사이에 간섭이 발생하게 되고  $\alpha \cdot t_{slot}$ 라는 시간동안에는 TDD 간섭인 이동국간 간섭이나 기지국간 간섭이 발생하게 된다.

표 1.  $t_{off}$ 의 효과

	BS-BS 간섭	MS-MS 간섭	BS-MS 간섭	MS-BS 간섭
$t_{off}$ 작을 때	작다	작다	크다	크다
$t_{off}$ 클 때	크다	크다	작다	작다

표 1은 두 기지국간 프레임의 어긋난 시간 크기에 따른 간섭 정도를 나타낸 표이다. 표 1에서  $t_{off}$ 의 값이 작을 때는 두 인접 기지국의 동기가 서로 거의 맞아서 기지국과 이동국사이 간섭이 커지고 TDD 시스템에서만 발생하게 되는 이동국간 또는 기지국간의 간섭은 작아지게 된다. 반면  $t_{off}$ 가 클 때는 기지국들 간의 동기가 서로 맞지 않아 TDD 간섭이 커져서 기지국과 기지국간, 이동국과 이동국간의 간섭이 증가하게 된다.

지금부터 TDD CDMA 시스템에서 TDD 간섭이 시스템에 미치는 영향에 대해 살펴보겠다. 먼저 시스템에 미치는 영향을 살펴보기 위해 완벽한 전력제어를 가정하였다. 따라서 완벽한 전력제어 가정 아래  $E_b/N_0$ 은 다음과 같게 된다.

$$\frac{E_b}{N_o} = \frac{P_{rx}PG}{P_{rx}(M-1) + \eta} \quad (2)$$

식 (2)에서 PG는 처리이득을 의미하고 M은 가입자의 수를 의미한다. 또,  $\eta$ 는 열잡음 전력을 말하고 마지막으로  $P_{rx}$ 는 기지국에서 요구된 수신 전력을 말한다. 완벽한 전력제어 가정 아래  $P_{rx}$ 은 다음과 같다.

$$P_{rx} = k\gamma^{-\nu}P_t \quad (3)$$

식 (3)에서 k와  $\nu$ 는 상수이고  $\gamma$ 는 수신기와 송신기 사이의 거리이며  $P_t$ 는 송신전력이다. 그리고 식 (2)로부터 TDD CDMA 시스템에서 인접 셀로부터 오는 간섭이 없을 때의 셀 용량,  $M_o$ 를 다음과 같이 정의하였다.

$$M_o = \frac{PG}{E_b/N_o} - \frac{\eta}{P_{rx}} + 1 \quad (4)$$

다음 인접 셀로부터 오는 간섭이 존재할 때와 존재하지 않을 때의 용량 비율을 잔여 TDD 용량,  $M/M_o$ 으로 정의해 인접 셀로부터 오는 간섭의 양을 계산한다. 식 (5)는 잔여 TDD 용량을 수식으로 나타낸 것이다.

$$\frac{M}{M_o} = 1 - \frac{I_{ad}}{P_{rx}(1 + \frac{PG}{E_b/N_o}) - \eta} \quad (5)$$

식 (5)에서  $M/M_o$ 가 1이면 인접 셀로부터 오는 간섭이 없어서 인접셀이 존재해도 시스템에 용량이 감소하지 않는 경우이고  $M/M_o$ 가 0이면 인접셀로부터 오는 간섭이 너무 심해서 시스템에 용량이 하나도 남아 있지 않는 경우를 의미한다.

TDD CDMA 시스템에서 TDD 간섭이 시스템에 미치는 영향을 조사하기 위해서는 식 (5)에서  $I_{ad}$ 값을 조사해야 한다. 표 2는 위의 식 (5)에서의  $I_{ad}$ 를 셀 1과 셀 2의 이동국과 기지국 입장에서 정리해 놓은 것이다.

표 2.  $I_{ad}$  계산 값

	Value
M1의 경우	$I_{ad} = (1 - \alpha)I_{BS_2} + \alpha I_{MS_2}$
BS1의 경우	$I_{ad} = (1 - \alpha)I_{MS_2} + \alpha I_{BS_2}$
M2의 경우	$I_{ad} = (1 - \alpha)I_{BS_1} + \alpha I_{MS_1}$
BS2의 경우	$I_{ad} = (1 - \alpha)I_{MS_1} + \alpha I_{BS_1}$

그림 4는 프레임 동기 에러와 인접 셀로부터 오는 간섭 슬롯의 수에 따라 잔여 TDD 용량을 나타낸 TDD 간섭 그래프이다. 여기서 셀 1의 BS1이 M1의 신호를 수신하고 이 때 BS1이 인접 셀 2의 M2와 BS2로부터 간섭을 받는다라고 가정하였다. 그림 4에서 보듯이 프레임의 동기 에러 값이 커질수록, 즉 셀 1과 셀 2의 기지국들의 프레임 동기가 서로 어긋날 수록 기지국간 간섭인 BS1과 BS2의 간섭이 증가해 시스템의 용량이 감소함을 볼 수 있다. 또, 처리이득이 작을수록, 인접 셀로부터 오는 간섭 슬롯의 수가 많을수록 시스템의 용량이 감소함을 볼 수 있다. 마지막으로 그림 4를 통해 인접 셀로부터 오는 간섭 슬롯의 수가 8일 때는 처리 이득이 8이든 16이든 두 기지국사이의 프레임 동기가 거의 맞는 경우에만 시스템의 운영이 가능함을 알 수 있다.

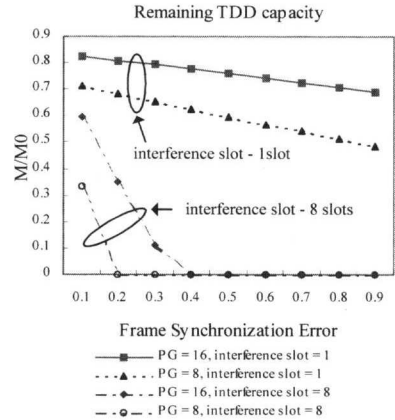


그림 4. TDD 간섭 그래프

### III. 제안된 TDD 간섭 억압 구조

Prerake diversity란 미리 신호를 시간적으로 분산시켜서 기존의 matched filter를 가지고 시간 다이버시티 효과를 내는 방법이다<sup>[4]</sup>. prerake diversity는 TDD CDMA 시스템에서 두 방향 링크의 같은 주파수 사용으로 인한 상향 링크와 하향 링크 채널이 한 주기 동안 거의 같다는 사실을 이용하는 합성 기법이다. Prerake diversity에서 기지국은 이동국으로부터 전송되어 온 신호를 통해 상향 링크 채널의 임펄스 응답을 측정한다. 그리고 그림 5에서처럼 그 측정된 값을 가지고 전송해야 할 자신의 신호를 원래 전송해야 할 신호와 총 전력이 같게 만든 다음 시간 적으로 분산시켜서 전송한다. 즉, 전송되는 신호는 상향 링크 채널의 임펄스 응답에 time inverted complex conjugate 되어 전송된다. 그리고 이렇게 prerake diversity 기법으로 전송된 신호는 다중 경로 채널을 통해 이동국에게 수신되게 된다. 이 때, 수신된 신호가 일정한 시간 지연 후 matched filter를 통과하게 되면 rake receiver의 출력과 같은 강한 최고치가 matched filter 출력에 나타난다. 결

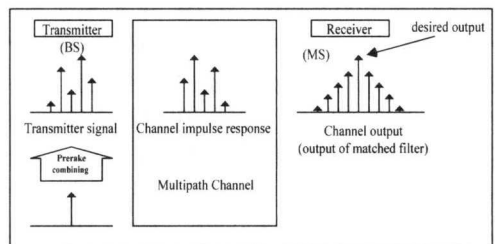


그림 5. Prerake diversity 과정

과적으로 이동국은 채널의 임펄스 응답을 측정할 필요 없이 또, rake receiver를 사용할 필요 없이 단지 일정한 시간 지연 후에 matched filter를 강한 최고치를 가진 경로에 조절함으로써 다이버시티 이득을 얻을 수 있다.

앞의 2장의 잔여 TDD 용량 그래프를 통해 이동국과 기지국간의 간섭 보다 기지국들 간의 간섭이 시스템의 성능을 더 저하시킨다는 것을 알 수 있다. 이는 기지국의 전력이 일반적으로 이동국의 전력보다 크고 전력의 사용에 있어서 제한이 비교적 없는 편이기 때문이다. 따라서 본 논문에서는 TDD CDMA 시스템에서 발생하는 기지국간 간섭을 줄여서 시스템의 성능 개선을 도모하는 것이 제안되었다. 또, 앞에서 TDD CDMA 시스템에서 prerake diversity를 사용하면 기지국의 전력이 시간적으로 분산됨을 알 수 있다. 결과적으로 본 논문에서는 prerake diversity를 이용해 TDD CDMA 시스템에서 발생하는 기지국간 간섭을 줄이는 방법이 제안되었다. 그림 6은 prerake diversity를 이용해 간섭을 줄이는 TDD 시스템에 관한 모델을 나타낸 그림이다. 여기서 제안된 시스템의 간략한 분석을 위해 셀이 두 개인 구조를 고려하였다.

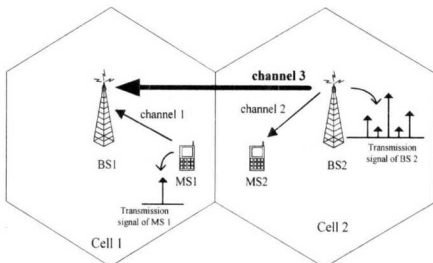


그림 6. 간섭 억압 구조 시스템 모델

그림 6에서 셀 1이 대상 셀이고 셀 2가 인접 셀이라고 가정하였다. 또, 그림 6에서 MS1은 BS1로 자신의 신호를 전송하고 BS2는 MS2를 향해 자신의 신호를 전송한다고 가정하였다. 따라서 그림 6 모델에서 BS2의 신호는 BS1에게도 수신되어 BS1의 MS1 신호 수신을 방해해 시스템의 성능을 저하시킨다. 그러나 만약 셀 2의 기지국이 prerake diversity 기법을 적용하게 되면 BS2의 전송 전력이 시간적으로 여러 경로로 분산되기 때문에 BS1과 BS2의 간섭인 기지국간 간섭이 기존의 시스템보다 감소하게 될 것이다. 그림 7은 prerake diversity 기법을 이용해 기지국간 간섭을 줄이는 과정에 대해서 좀 더 자세히 나타낸 그림이다.

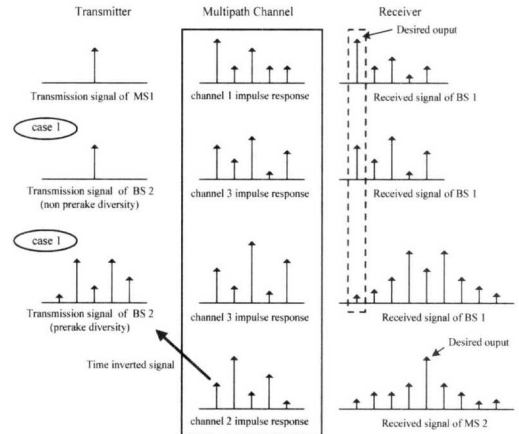


그림 7. TDD 간섭 억압 구조

그림 7에서 “case 1”은 prerake를 사용하지 않았을 때 BS1에서 BS2의 간섭 신호를 수신할 때의 과정을 나타낸 것이고 “case 2”는 prerake를 사용했을 때 BS1의 BS2 간섭 신호 수신과정을 나타낸다. 그림 7에서 이동국과 기지국이 둘 다 기존의 matched filter를 사용한다고 가정하였다. 제안된 간섭 억압 구조에서 BS2는 prerake diversity 기법을 적용하기 위해 채널 2의 임펄스 응답을 측정한다. 다음 BS2는 자신이 전송해야 할 신호를 시간적으로 분산시켜 MS2로 자신의 신호를 전송한다. 이 때, BS1에게 BS2의 신호가 채널 3을 통해 수신되게 된다. 그러나 BS1의 matched filter는 채널 1을 통한 MS1의 신호 수신을 위해 조절이 되어 있기 때문에 그림 7에서 보는 것처럼 prerake diversity를 사용하면 BS2 간섭 신호가 사용하지 않을 때보다 더 감소하게 된다.

#### IV. 모의 실험 결과

모의 실험에서는 한 타임 슬롯동안의 동작이 고려되었고 tapped delay line multipath channel model이 사용되었다. 따라서 임의의 가입자  $k$ 를 위한 채널의 complex low-pass impulse response는 다음과 같다.

$$h_k(t) = \sum_{l=0}^{L-1} \beta_{k,l} \exp(j\gamma_{k,l}) \delta(t - lT_c) \quad (6)$$

식 (6)에서  $L$ 은 채널 경로 수를 의미하며  $\beta_{k,l}$ 은 independent identically distributed(i.i.d) Rayleigh 확률변수를 말한다. 그리고  $\gamma_{k,l}$ 은  $[0, 2\pi]$ 사이 균

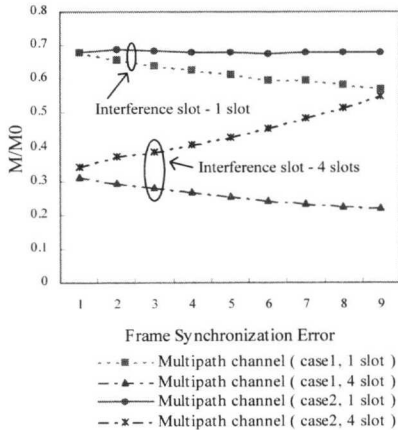


그림 8. TDD 잔여 용량 (PG = 16)

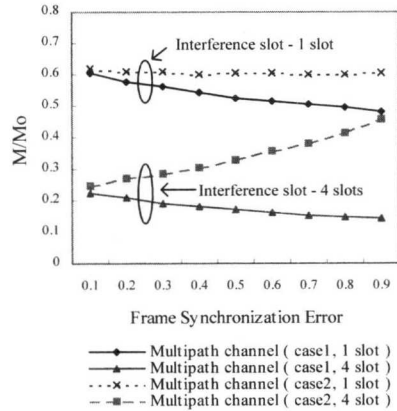


그림 9. TDD 잔여 용량 (PG = 8)

등하게 분산되어 있는 확률변수를 의미하며 마지막으로  $T_c$ 는 PN 코드의 chip duration을 의미한다. 표 3은 모의 실험에서 사용된 파라미터들을 정리해 놓은 것이다.

그림 8은 TDD CDMA 시스템에서 처리 이득이 16일 때 프레임 동기 에러와 인접 셀로부터 오는 간섭 슬롯의 수에 따른 잔여 TDD 용량을 나타낸 그림이다. 그림 8에서 prerake diversity를 사용하지 않는 case 1의 경우에는 프레임 동기 에러 값이 증가할수록 잔여 TDD 용량이 감소하고 또, 인접 셀로부터 오는 간섭 슬롯의 수가 많을수록 잔여 TDD 용량이 감소한다. 그러나 prerake diversity를 사용하면 간섭 슬롯의 수가 1일 때는 프레임의 동기 에러가 증가하더라도 잔여 TDD 용량이 거의 일정하고 또, 간섭 슬롯의 수가 4일 때는 오히려 잔여 TDD 용량이 증가한다. 결과적으로 그림 8을 통해 잔여 TDD 용량은 prerake diversity를 사용하는 case 2

파라미터	Value
셀 반경	50 m
한 타임 슬롯 전송률	16 kbps
칩 전송률	3.84 Mcps
채널 모델	5-Rayleigh-wave model
슬롯당 최대 서브 슬롯수	8
최대 처리 이득	16
경로 손실 모델	COST 231 indoor office model
$E_b/N_0$	7 dB

가 인접 셀로부터 오는 간섭 슬롯의 수에 상관없이 prerake diversity를 사용하지 않는 case 1보다 훨씬 더 크다는 것을 알 수 있고 프레임의 동기가 어긋날수록, 인접 셀로부터 오는 간섭 슬롯의 수가 많을수록 개선되는 양이 증가한다는 것도 알 수 있다. 예를 들어, 프레임 동기 에러가 0.9이고 간섭 슬롯의 수가 1일 때는 case 2의 용량은 case 1의 용량의 약 1.2배이고 같은 조건에서 간섭 슬롯의 수가 4가 되면 약 2.4배가 된다. 이는 prerake diversity 방법을 사용하면 기지국의 전력이 시간적으로 분산되기 때문에 프레임 동기 에러가 증가할수록 기지국간 간섭이 prerake diversity를 사용하지 않는 경우보다 감소하기 때문에 시스템 성능이 개선된다.

그림 9는 같은 조건에서 프로세싱 이득이 8일 때의 잔여 TDD 용량을 나타낸 것이다. 그림 9에서의 잔여 TDD 용량은 그림 8보다 처리 이득이 더 작기 때문에 그림 8의 잔여 TDD 용량보다 전체적으로 감소했다. 그러나 그림 9의 모의 실험 결과는 그림 8에서의 결과와 마찬가지로 prerake diversity를 사용하는 case 2가 prerake diversity를 사용하지 않는 case 1보다 더 좋은 성능을 나타낸다.

그림 10은 처리 이득이 16일 때, 인접 셀로부터 오는 전체 전력이 자기 셀로부터 오는 전력보다 클 확률을 나타낸 그림이다. 그림 10의 모의 실험 결과도 앞의 모의 실험 결과와 마찬가지로 prerake diversity 방법을 사용하는 case 2가 사용하지 않는 case 1보다 더 좋은 성능을 나타낸다. 그리고 그림 10의 모의 실험 결과를 통해 프레임 동기 에러가 0.9인 경우 인접 셀로부터 오는 간섭 슬롯의 수가 4이고 prerake diversity를 사용하는 경우와 인접 셀

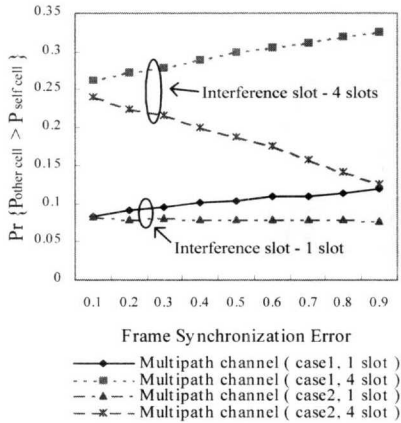


그림 10. 자기 셀에서의 전력이 인접 셀로부터 오는 총 전력보다 클 확률(PG = 16)

로부터 오는 간섭 슬롯의 수가 1이고 prerake diversity를 사용하지 않는 경우가 같은 성능을 나타낸다는 것을 알 수 있다. 그림 11은 처리 이득이 8일 때 인접 셀로부터 오는 전체 전력이 자기 셀로부터 오는 전체 전력보다 클 확률을 나타낸 그림이다. 그러나 그림 11의 결과는 그림 10과 거의 비슷한 결과를 보여주고 있다. 따라서 이를 통해 인접 셀로부터 오는 전체 전력이 자기 셀로부터 오는 전력보다 클 확률은 처리이득 값에 상관없다는 것을 알 수 있다. 그림 11에서도 prerake diversity 방법을 사용하는 case 2가 prerake diversity 방법을 사용하지 않는 case 1보다 훨씬 더 좋은 성능을 나타낸다.

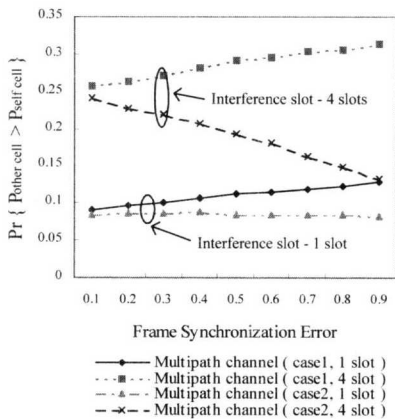


그림 11. 자기 셀에서의 전력이 인접 셀로부터 오는 총 전력보다 클 확률(PG = 8)

## V. 결론

본 논문에서는 TDD 시스템에서 발생할 수 있는 간섭의 종류 및 간섭의 구조에 대해서 조사하고 이 간섭이 시스템에 미치는 영향에 대해 살펴보았다. 그리고 TDD 간섭 중에서 시스템에 더 많은 영향을 주는 기지국간의 간섭을 prerake diversity를 사용해 줄일 수 있는 방안을 제안하였다. 모의 실험 결과를 통해 인접 셀로부터 오는 간섭 슬롯의 수에 상관없이 기존의 시스템보다 제안된 시스템의 잔여 용량이 크다는 것을 알 수 있고 프레임의 동기가 어긋날수록, 인접 셀로부터 오는 간섭 슬롯의 수가 많을수록 개선되는 양이 증가한다는 것도 알 수 있다.

## 참고 문헌

- [1] Harri Holma, Sanna Heikkinen, Otto - Aleksanteri Lehtinen and Antti Toskala "Interference Consideration for the time division duplex mode of the UMTS Terrestrial Radio Access", IEEE Journal on selected areas in communications. vol. 18, NO. 8, 1386-1393, August 2000
- [2] Wha Sook Jeon and Dong Geun Jeong, "Comparison of time slot allocation strategies for CDMA TDD system", IEEE Journal on selected areas in communications. vol. 18, NO. 7, 1271-1278 July 2000
- [3] Qingyu Miao, Wenbo Wang and Dacheng Yang, "An investigation of inter-cell interference in UTRA-TDD system", IEEE VTS 52th Vehicular Technology conference, vol. 6, 3002-3007, 2000
- [4] Incheol Jeong and Masso Nakagawa, "A novel transmission diversity system in TDD-CDMA" IEICE Trans. Commun., vol. E81-B, No. 7, 1409-1416, July, 1998
- [5] Riaz Esmailzadeh, Essam Sourour and Masso Nakagawa, "Prerake diversity combining in time-division duplex CDMA mobile communications", IEEE Trans. on Vehicular Technology, vol. 48. No.3, 791-801, May 1999
- [6] Riaz Esmailzadeh, Essam Sourour and Masso Nakagawa, "Time-division duplex CDMA

Communication”, IEEE Personal Communication, April, 1996

- [7] Martin Haardt, Anja Klein and Reinhard Koehn, “The TD-CDMA based UTRA TDD mode”, IEEE Journal on selected areas in communications. vol. 18, No. 8, 1375-1385, August 2000
- [8] Soyoung Park, Minjung Kim and Nak-Myeong Kim, “An Enhanced Adaptive Time Slot Assignment using Access Statistics in TD/CDMA TDD System”, IEEE VTS 53th Vehicular Technology Conference, Rhodes, Greece, 511-516, May 2001.
- [9] 박소영, 김낙명, “TDD CDMA 시스템에서의 Prerake diversity를 이용한 간섭 억압 기법에 관한 연구”, JCCI 2001, 738-741, April 2001
- [10] 박소영, 김낙명, “TD/CDMA TDD 시스템에서 접근 통계를 사용한 적응형 타임 슬롯 할당 알고리즘”, 한국통신학회 논문지, Vol.26, No. 10A, 1645-1652, 2001
- [11] 박소영, 김낙명, “TDD CDMA 시스템에서 전력 할당 가중치를 이용한 전송 다이버시티”, 한국통신학회 하계 학술대회, 164-167, July 2001
- [12] 박소영, 고정선, 김낙명, “하이브리드 Selection/Maximal 전송 다이버시티를 이용한 Space Time Block Code에 관한 연구”, JCCI 2001, April 2002

김 낙 명(Nak-Myeong Kim)

정회원



1980년 : 서울대학교 전자공학과 졸업

1982년 : KAIST 전기 및 전자공학과 석사

1990년 : 미국 Cornell University 전기공학과 공학박사

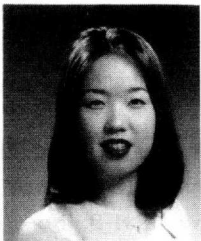
1990년 ~ 1996년 : LG 정보통신(주) 책임연구원.

1996년 ~ 현재 : 이화여자대학교 공과대학 정보통신학과 부교수.

<주관심 분야> 디지털 이동통신, 저궤도 위성통신, 통신망이론, IMT-2000 and Beyond

박 소 영(Soyoung Park)

학생회원



2000년 2월 : 이화여자 대학교 전자공학과 졸업

2002년 2월 : 이화여자 대학교 정보통신공학과 석사졸업

<주관심 분야> CDMA 이동통신 시스템, TD/CDMA TDD 시스템 연구, 전송 다이버시티 기법 연구, Wireless LAN구조 연구