



(19)대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(51) 。 Int. Cl.

H04B 7/155 (2006.01)

H04B 7/14 (2006.01)

H04B 7/26 (2006.01)

H04B 1/38 (2006.01)

(45) 공고일자

2007년08월08일

(11) 등록번호

10-0747083

(24) 등록일자

2007년08월01일

(21) 출원번호

10-2006-0038088

(65) 공개번호

(22) 출원일자

2006년04월27일

(43) 공개일자

심사청구일자

2006년05월04일

(73) 특허권자

고려대학교 산학협력단

서울 성북구 안암동5가1 고려대학교 내

(72) 발명자

강충구

서울 서초구 잠원동 한신 25차 304-501

김필근

서울 서대문구 홍제3동 현대그린아파트 101-1102

(74) 대리인

전종학

최정호

(56) 선행기술조사문헌

EP1565017 A2

JP2003199147 A

KR1020030007225 A

KR1020040069569 A

KR1020060031927 A

KR1020060064926 A

심사관 : 정현주

전체 청구항 수 : 총 14 항

(54) HDD시스템을 위한 통합 무선 자원 관리 방법 및 기지국장치

(57) 요약

본 발명은 이동통신 시스템에 있어서, 시간분할 듀플렉스(Time Division Duplex;TDD)와 주파수 분할 듀플렉스(Frequency Division Duplex; FDD)의 장점을 동시에 수용하는 새로운 형태의 채널 이중화를 위한 다중 분할 듀플렉스(Hybrid Division Duplex; HDD)시스템을 위한 통합 무선자원 관리 방법 및 기지국 장치에 관한 것으로서, 본 발명의 HDD 시스템을 위한 통합 무선 자원 관리 방법은 기준셀의 각 단말들의 하향링크 트래픽 요구량 및 상향링크 트래픽 요구량을 측정하는 단계; 상기 제1셀내의 각 단말에서 측정된 신호대 간섭비(CINR) 값과 신호대 간섭비의 임계값(CINR_{th})을 비교하여 상기 각 단말의 상향링크 모드를 결정하는 단계; 및 상기 제1셀의 상기 하향링크 트래픽 요구량과 상향링크시 TDD모드로 동작하는 단말의 상향링크 트래픽 요구량에 의하여 TDD모드의 상향링크의 구간 비율(bj)을 결정하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다. 본 발명의 HDD시스템을 위한 기지국 장치는 무선자원 관리부를 포함하여, 각 단말에서 측정된 신호대 간섭비 값과 신호대 간섭비의 임계값을 비교하여 상기 각 단말의 상향링크 모드를 결정하고 각 단말의 하향

링크 트래픽 요구량과 상향링크시 TDD모드로 동작하는 단말의 상향링크 트래픽 요구량에 기초하여 TDD모드의 상하향 링크의 구간 비율(bj)을 결정하며, 상기 무선 자원 관리부는 상기 신호대 간섭비의 임계값을 주기적으로 갱신하는 CINR 임계값 제어부를 포함하여, 상기 CINR임계값을 인접셀에 대한 간섭정보를 이용하여 주기적으로 갱신되도록 제어하는 것을 특징으로 한다.

대표도

도 9

특허청구의 범위

청구항 1.

인접하는 복수의 셀을 가지는 HDD시스템을 위한 통합 무선 자원 관리 방법에 있어서,

- (1) 제1셀의 각 단말들의 하향링크 트래픽 요구량 및 상향링크 트래픽 요구량($\lambda_{DL}, \lambda_{UL}$)을 측정하는 단계;
- (2) 상기 제1셀내의 각 단말에서 측정된 신호대 간섭비(CINR) 값과 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 비교하여 상기 각 단말의 상향링크 모드를 결정하는 단계; 및
- (3) 상기 제1셀의 상기 하향링크 트래픽 요구량과 상향링크시 TDD모드로 동작하는 단말의 상향링크 트래픽 요구량에 의하여 TDD모드의 상하향링크의 구간 비율(bj)을 결정하는 단계를 포함하되,

상기 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)은 상기 제1셀의 인접셀에 대한 간섭정보를 이용하여 주기적으로 갱신되도록 제어되며, 상기 인접셀의 하향링크시 인접셀의 각 단말에서 측정된 신호대 간섭비(CINR) 값이 상기 인접셀의 시스템에서 요구되는 신호대 간섭비값($CINR_{target}$)보다 작은 경우, 상기 제1셀의 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 증가시키는 것

을 특징으로 하는 HDD 시스템을 위한 통합 무선 자원 관리 방법.

청구항 2.

삭제

청구항 3.

제 1항에 있어서,

상기 인접 셀에 대한 간섭정보는 상기 제1셀의 상향링크 구간에서의 인접셀에 대한 CTS(Cross Time Slot)간섭정보인 것을 특징으로 하는 HDD시스템을 위한 통합 무선 자원 관리 방법.

청구항 4.

삭제

청구항 5.

제 1항에 있어서,

상기 제1셀의 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)은 하기의 식으로 정의되는 일정 제어단위($\Delta CINR_{inter}^{UZ}$)로 제어되는 것을 특징으로 하는 HDD시스템을 위한 통합 무선 자원 관리 방법.

$$\Delta CINR_{inter}^{UZ} = \begin{cases} +\delta & \text{if } \bar{U} \leq D_k \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases},$$

$$D_k = \max_{k \in S} (I_k \cdot \omega_k)$$

$\Delta CINR_{inter}^{UZ}$: 상향링크 구간에서의 임계값의 제어 단위,

δ : CINR 임계값의 기본 증감 단위,

$\bar{U}$: 0과 1사이의 균일한 분포를 갖는 확률변수,

S: 제1셀로 부터 간섭을 받는 셀들의 집합,

I_k : CTS간섭구간에서 임계값($CINR_{target}$)을 만족하지 못하는 단말의 비율,

ω_k : 제1셀과 인접한 셀k간의 CTS간섭 구간의 비율

청구항 6.

인접하는 복수의 셀을 가지는 HDD시스템을 위한 통합 무선 자원 관리 방법에 있어서,

- (1) 제1셀의 각 단말들의 하향링크 트래픽 요구량 및 상향링크 트래픽 요구량($\lambda_{DL}, \lambda_{UL}$)을 측정하는 단계;
- (2) 상기 제1셀내의 각 단말에서 측정된 신호대 간섭비(CINR) 값과 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 비교하여 상기 각 단말의 상향링크 모드를 결정하는 단계; 및
- (3) 상기 제1셀의 상기 하향링크 트래픽 요구량과 상향링크시 TDD모드로 동작하는 단말의 상향링크 트래픽 요구량에 의하여 TDD모드의 상향링크의 구간 비율(bj)을 결정하는 단계를 포함하되,

상기 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)은 상기 제1셀의 인접셀에 대한 간섭정보를 이용하여 주기적으로 갱신되도록 제어되며, 상기 인접셀의 상향링크시 상기 인접셀에서 측정된 신호대 간섭비(CINR)가 상기 인접셀의 시스템에서 요구되는 신호대 간섭비값($CINR_{target}$)보다 작은 경우, 상기 제1셀의 신호대 간섭비(CINR)의 임계값($CINR_{th}$)을 감소시키는 것

을 특징으로 하는 HDD 시스템을 위한 통합 무선 자원 관리 방법.

청구항 7.

제 6항에 있어서,

상기 인접 셀에 대한 간섭정보는 상기 제1셀의 하향링크 구간에서 인접셀에 대한 CTS간섭정보인 것을 특징으로 하는 HDD시스템을 위한 통합 무선 자원 관리 방법.

청구항 8.

제 6항에 있어서,

상기 제1셀의 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)은 하기의 식으로 정의되는 일정 제어단위($\Delta CINR_{inter}^{DL}$)로 제어되는 것을 특징으로 하는 HDD시스템을 위한 통합 무선 자원 관리 방법.

$$\Delta CINR_{inter}^{DL} = \begin{cases} -\delta, & \tilde{U} \leq D_k \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases},$$

$$D_k = \max_{k \in S} (I_k \cdot \omega_k)$$

$\Delta CINR_{inter}^{DL}$: 하향링크 구간에서의 임계값의 제어 단위,

δ : CINR 임계값의 기본 증감 단위,

$\tilde{U}$: 0과 1사이의 균일한 분포를 갖는 확률변수,

S: 제1셀로부터 간섭을 받는 셀들의 집합,

I_k : CTS간섭구간에서 임계값($CINR_{target}$)을 만족하지 못하는 단말의 비율,

ω_k : 제1셀과 인접한 셀k간의 CTS간섭 구간의 비율

청구항 9.

인접하는 복수의 셀을 가지는 HDD시스템을 위한 통합 무선 자원 관리 방법에 있어서,

- (1) 제1셀의 각 단말들의 하향링크 트래픽 요구량 및 상향링크 트래픽 요구량($\lambda_{DL}, \lambda_{UL}$)을 측정하는 단계;
- (2) 상기 제1셀내의 각 단말에서 측정된 신호대 간섭비(CINR) 값과 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 비교하여 상기 각 단말의 상향링크 모드를 결정하는 단계; 및
- (3) 상기 제1셀의 상기 하향링크 트래픽 요구량과 상향링크시 TDD모드로 동작하는 단말의 상향링크 트래픽 요구량에 의하여 TDD모드의 상향링크의 구간 비율(bj)을 결정하는 단계를 포함하되,

상기 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)은 상기 제1셀의 인접셀에 대한 간섭정보를 이용하여 주기적으로 갱신되도록 제어되며, 상기 제1셀의 상향링크 구간에서 인접셀의 하향링크시 각 단말에서 측정된 신호대 간섭비가 상기 인접셀의 시스템에서 요구되는 신호대 간섭비값($CINR_{target}$)보다 작은 경우, 상기 제1셀의 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 증가시키

며, 상기 제1셀의 하향링크 구간에서 인접셀의 상향링크시 인접셀에서 측정된 신호대 간섭비(CINR)가 상기 인접셀의 시스템에서 요구되는 신호대 간섭비값($CINR_{target}$)보다 작은 경우, 상기 제1셀의 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 감소시키는 것

을 특징으로 하는 HDD시스템을 위한 통합 무선 자원 관리 방법.

청구항 10.

제 9항에 있어서,

상기 인접 셀에 대한 간섭정보는 상기 제1셀의 인접셀에 대한 CTS간섭정보인 것을 특징으로 하는 HDD시스템을 위한 통합 무선 자원 관리 방법.

청구항 11.

제 9항에 있어서,

상기 제1셀의 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)은 하기의 식으로 정의되는 일정 제어단위($\Delta CINR_{inter}$)로 제어되는 것을 특징으로 하는 HDD시스템을 위한 통합 무선 자원 관리 방법.

$$\Delta CINR_{inter} = \Delta CINR_{inter}^{UL} + \Delta CINR_{inter}^{DL}$$

청구항 12.

제 1항, 제 3항, 제 5항 내지 제 11항 중 어느 한 항에 있어서,

상기 신호대 간섭비의 임계값은 셀의 무선자원의 이용정보를 더 이용하여 갱신되는 것을 특징으로 하는 HDD시스템을 위한 통합 무선 자원 관리 방법.

청구항 13.

제 12항에 있어서,

상기 셀의 무선자원 이용정보는 하향링크의 순시적인 자원 이용률(ρ^{DL}) 및 상향링크에서의 순시적인 자원 이용률(ρ^{UL})이고, 상기 하향링크의 자원이용률이 상기 상향링크의 자원 이용률보다 큰 경우, 상기 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 감소시키고, 상기 상향링크의 자원이용률이 상기 하향링크의 자원 이용률보다 큰 경우, 상기 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 증가시키는 것을 특징으로 하는 HDD시스템을 위한 통합 무선 자원 관리 방법.

청구항 14.

제 13항에 있어서,

상기 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)은 하기의 식으로 정의되는 일정 제어단위($\Delta CINR_{intra}$)로 제어되는 것을 특징으로 하는 HDD시스템을 위한 통합 무선 자원 관리 방법.

$$\Delta CINR_{tra} = \begin{cases} -\delta & \text{if } \rho^{DL} > \rho^{UL} \text{ and } U \leq 1 - \frac{\rho^{UL}}{\rho^{DL}} \\ +\delta & \text{if } \rho^{DL} < \rho^{UL} \text{ and } U \leq 1 - \frac{\rho^{DL}}{\rho^{UL}} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases},$$

$$\rho^{(DL or UL)} = \lambda_s^{(DL or UL)} / \lambda_k^{(DL or UL)}$$

δ : 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$) 증감단위,

U : 0과 1사이의 균일한 분포를 갖는 확률변수,

λ_s : 해당 링크에 실제 서비스된 부하,

λ_k : 해당 링크에 요구되는 부하

청구항 15.

하향링크는 TDD 모드로만 동작을 하고, 상향링크는 단말의 위치에 따라 TDD 모드 또는 FDD 모드로 동작하는 HDD시스템을 위한 기지국 장치에 있어서,

신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 주기적으로 갱신하는 신호대 간섭비 임계값($CINR_{th}$) 제어기를 포함하며, 각 단말에서 측정된 신호대 간섭비($CINR$) 값과 상기 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 비교하여 상기 각 단말의 상향링크 모드를 결정하고 각 단말의 하향링크 트래픽 요구량과 상향링크시 TDD모드로 동작하는 단말의 상향링크 트래픽 요구량에 기초하여 TDD모드의 상향링크의 구간 비율(bj)을 결정하는 무선 자원 관리부를 포함하되,

상기 신호대 간섭비 임계값($CINR_{th}$) 제어기는 상기 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 인접셀에 대한 간섭정보를 이용하여 주기적으로 갱신하며, 상기 인접셀의 하향링크시 상기 인접셀의 각 단말에서 측정된 신호대 간섭비($CINR$) 값이 상기 인접셀의 시스템에서 요구되는 신호대 간섭비값($CINR_{target}$)보다 작은 경우, 상기 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 증가시키는 것

을 특징으로 하는 HDD시스템을 위한 기지국 장치.

청구항 16.

하향링크는 TDD 모드로만 동작을 하고, 상향링크는 단말의 위치에 따라 TDD 모드 또는 FDD 모드로 동작하는 HDD시스템을 위한 기지국 장치에 있어서,

신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 주기적으로 갱신하는 신호대 간섭비 임계값($CINR_{th}$) 제어기를 포함하며, 각 단말에서 측정된 신호대 간섭비($CINR$) 값과 상기 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 비교하여 상기 각 단말의 상향링크 모드를 결정하고 각 단말의 하향링크 트래픽 요구량과 상향링크시 TDD모드로 동작하는 단말의 상향링크 트래픽 요구량에 기초하여 TDD모드의 상향링크의 구간 비율(bj)을 결정하는 무선 자원 관리부를 포함하되,

상기 신호대 간섭비 임계값($CINR_{th}$) 제어기는 상기 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 인접셀에 대한 간섭정보를 이용하여 주기적으로 갱신하며, 상기 인접셀의 상향링크시 상기 인접셀에서 측정된 신호대 간섭비($CINR$)가 상기 인접셀의 시스템에서 요구되는 신호대 간섭비값($CINR_{target}$)보다 작은 경우, 상기 제1셀의 신호대 간섭비($CINR$)의 임계값($CINR_{th}$)을 감소시키는 것

을 특징으로 하는 HDD시스템을 위한 기지국 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

본 발명은 이동통신 시스템에 있어서 기지국장치와 이동국장치 사이의 무선자원(resource)의 할당 내지 관리 방법에 관한 것으로서, 특히, 시간분할 듀플렉스(Time Division Duplex; TDD)와 주파수 분할 듀플렉스(Frequency Division Duplex; FDD)의 장점을 동시에 수용하는 새로운 형태의 채널 이중화를 위한 다중 분할 듀플렉스(Hybrid Division Duplex; HDD) 시스템을 위한 통합 무선자원 관리 방법 및 기지국 장치에 관한 것이다.

현재 코드분할 다중 분할 접속 방식(Code Division Multiple Access; CDMA)에 있어서, FDD방식이나 TDD방식 등의 듀플렉스 방식이 채용된다. FDD는 송수신에 있어서 서로 다른 대역을 사용하여 통신을 행하는 방식이고, TDD는 송수신 동일 대역 방식으로서, 동일한 무선 주파수를 송신/수신으로 시간으로 분할하여 통신하는 방식이다.

한편, 최근에는 차세대 이동통신 시스템을 위한 다양한 형태의 이중화 방식이 제안되고 있다. 이들 방식들은 기존의 TDD 및 FDD 이중화 방식의 장단점을 접목하여 주파수 효율성을 극대화하고 상하향 링크간의 비대칭적 멀티미디어 서비스를 지원하기 위한 구조를 가진다.

이러한, 상향 또는 하향 링크의 이중화 방식의 예로는 기존의 FDD 와 같이 상하향 링크를 위해 서로 다른 주파수 대역을 사용하며 일정 주기마다 상하향 링크 대역을 번갈아 가면서 사용하는 방식이 있다. 이 방식은 일정 주기마다 전체의 주파수 대역을 모두 사용하기 때문에 TDD방식의 특징을 가지며, 또한, 항상 2 개의 주파수 대역이 활성화되기 때문에 FDD 방식의 특성을 동시에 갖기도 한다(참조: A. Alexiou, et al., Duplexing, resource allocation and inter-cell coordination-design recommendations for next generation systems in proceedings of The 11th Wireless World Research Forum (WWRF) Meeting, June 2004.). 그러나, 이 방식은 2 개의 주파수 대역을 고정 할당하기 때문에 비대칭적 트래픽 특성을 유연하게 수용할 수 없는 단점이 있다.

또 다른 방식은 높은 전송률을 보장하기 위한 wide-band (WB) 스펙트럼 블록과 단말의 전력 소모 문제를 해결하기 위한 narrow-band (NB) 스펙트럼 블록을 혼용하는 방식이다. 이 방식은 기존의 FDD방식과 같이 2 개의 주파수 대역을 사용하며, 각각의 주파수 대역에서 TDD 형태로 시분할하여 상하향 링크를 지원한다. 즉, 상 하향 링크를 위해 총 4개의 자원 영역이 존재할 수 있다. 이 방식은 각 주파수 대역 별로 충분한 비대칭적 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있다(참조: M. Rinne et al., ual bandwidth approach to new air interface, in proceedings of The 11th Wireless World Research Forum (WWRF) Meeting, June 2004.). 그러나, 이 방식은 기존의 TDD이중화 방식에서 나타나는 셀간의 동일채널 간섭(cochannel interference: CCI) 문제가 존재한다. 이는 즉, 각 셀마다 상 하향 구간이 상이할 때 이들이 겹치는 구간에서 단말과 기지국에서 발생하는 간섭 문제이다. 또한, WB/NB 스펙트럼 블록이 시분할 되어 사용되기 때문에 FDD를 연속적으로 지원할 수 없는 단점이 있다.

이에 대하여, HDD방식은 TDD방식과 FDD방식의 장점을 동시에 수용하며, HDD는 각각 TDD와 FDD로 동작하는 2개의 대역을 이용하며, 이때 하향링크는 TDD 모드로만 동작을 하고, 상향링크는 단말의 위치에 따라 TDD 모드 또는 FDD 모드로 동작하는 방식이다.

HDD방식은 하나의 시스템에서 계층적 셀 구조를 유지함으로써, 상기와 같은 TDD-FDD 이중 모드(overlay) 시스템과 비교하면, HDD 방식은 하나의 시스템에서 운용되기 때문에 수직적 핸드오버(vertical handover)에 따른 추가적인 메시지

전송이 필요 없고, 기반 구조 구축(infrastructure deployment) 비용을 줄일 수는 장점이 있다. 또한, HDD는 TDD 구조에서 비대칭적 멀티미디어 서비스를 지원할 경우 발생하는 인접 셀간 CCI 문제를 완화할 수 있는 구조를 갖는다(S.B. Yun, S.Y. Park, Y.W. Lee, D.Y. Park, Y.S. Kim, K.H. Kim and C.G. Kang, Hybrid Division Duplex System for Next Generation Cellular Services, IEEE Transaction on Vehicular Technology, submitted for publication.).

그러나 이와 같은 HDD시스템은 이와 같은 장점에도 불구하고, 이를 실용화하기 위하여 단말의 분포와 트래픽 부하 등이 지속적으로 변하는 상황에서 TDD와 FDD 동작을 총체적으로 제어할 수 있는 구체적인 통합 자원 관리 방안을 필요로 하며 지금까지 제안된 바 없어 상기와 같은 HDD 시스템을 위한 구체적인 통합 자원 관리 방안이 절실히 요구되고 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

따라서, 본 발명의 목적은 종래의 상향 또는 하향 링크의 이중화 방식의 문제점을 해결하는 HDD시스템을 위한 구체적인 통합 자원 관리를 제공함으로써 상향링크의 이중화 모드에 따라 TDD모드 대역의 상하향 링크의 비율을 효율적으로 결정함으로써 시스템의 효율성을 극대화할 수 있으며, 아울러, 인접 셀간의 간섭을 완화시킴으로써 시스템의 성능을 향상시킬 수 있는 HDD시스템을 위한 구체적인 통합 자원 관리 방법 및 기지국 장치를 제공하는 것이다.

발명의 구성

상기와 같은 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 HDD 방식에서의 통합적 무선 자원관리방법은 제1셀의 각 단말들의 하향 링크 트래픽 요구량 및 상향링크 트래픽 요구량($\lambda_{DL}, \lambda_{UL}$)을 측정하는 단계; 상기 제1셀내의 각 단말에서 측정된 신호대 간섭비(CINR) 값과 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 비교하여 상기 각 단말의 상향링크 모드를 결정하는 단계; 및 상기 제1셀의 상기 하향링크 트래픽 요구량과 상향링크시 TDD모드로 동작하는 단말의 상향링크 트래픽 요구량에 의하여 TDD 모드의 상하향링크의 구간 비율(bj)을 결정하는 단계를 포함하되, 상기 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)은 상기 제1셀의 인접셀에 대한 간섭정보를 이용하여 주기적으로 갱신되도록 제어되는 것을 특징으로 한다.

이와 같은 구성에 의하여, 상향링크의 이중화 모드 선택 기준으로 각 단말의 상대적인 위치를 나타내는 단말이 측정하는 신호대 간섭비(CINR)값 및 각 단말의 트래픽양에 따라 효율적으로 t-band를 이용하는 TDD모드의 상하향링크의 구간 비율(bj)을 조절함으로써, 각 셀의 TDD모드에서 셀간 상호 발생하는 CTS(Cross Time Slot) 구간의 간섭을 줄이면서도 t-band의 무선자원을 효율적으로 조절할 수 있게 된다.

바람직하게는, 상기 제1셀의 상향링크 구간에서 인접셀의 하향링크시 각 단말에서 측정된 신호대 간섭비가 상기 인접셀의 시스템에서 요구되는 신호대 간섭비값($CINR_{target}$)보다 작은 경우, 상기 제1셀의 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 증가시키며, 상기 제1셀의 하향링크 구간에서 인접셀의 상향링크시 인접셀에서 측정된 신호대 간섭비(CINR)가 상기 인접셀의 시스템에서 요구되는 신호대 간섭비값($CINR_{target}$)보다 작은 경우, 상기 제1셀의 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 감소시킨다.

더욱 바람직하게는, 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)은 제1셀의 상향링크 구간 및/또는 하향링크 구간에서의 인접셀에 대한 CTS(Cross Time Slot)간섭정보를 이용하여 갱신되도록 제어되도록 한다.

또한, 상기 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)은 셀의 무선자원의 이용정보를 더 이용하여 갱신되도록 제어되도록 한다.

아울러 본 발명의 하향링크는 TDD 모드로만 동작을 하고, 상향링크는 단말의 위치에 따라 TDD 모드 또는 FDD 모드로 동작하는 HDD시스템을 위한 기지국 장치는 무선 자원 관리부를 포함하여, 각 단말에서 측정된 신호대 간섭비(CINR) 값과 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 비교하여 상기 각 단말의 상향링크 모드를 결정하고 각 단말의 하향링크 트래픽 요구량과 상향링크시 TDD모드로 동작하는 단말의 상향링크 트래픽 요구량에 기초하여 TDD모드의 상하향링크의 구간 비율(bj)을 결정하며, 상기 무선 자원 관리부는 상기 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 주기적으로 갱신하는 임계값($CINR_{th}$) 제어부를 포함하여, 상기 임계값($CINR_{th}$)을 인접셀에 대한 간섭정보를 이용하여 주기적으로 갱신되도록 제어한다.

이와 같은 구성에 의하여, 본 발명의 기지국 장치는 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 주기적으로 갱신하는 신호대 간섭비 임계값($CINR_{th}$) 제어기를 포함하며, 각 단말에서 측정된 신호대 간섭비(CINR) 값과 상기 신호대 간섭비의 임계값

($CINR_{th}$)을 비교하여 상기 각 단말의 상향링크 모드를 결정하고 각 단말의 하향링크 트래픽 요구량과 상향링크시 TDD모드로 동작하는 단말의 상향링크 트래픽 요구량에 기초하여 TDD모드의 상하향링크의 구간 비율(b_j)을 결정하는 무선 자원 관리부를 포함한다.

바람직하게는 상기 신호대 간섭비 임계값($CINR_{th}$) 제어기는 상기 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 인접셀에 대한 간섭 정보를 이용하여 주기적으로 갱신하며, 상기 인접셀의 하향링크시 상기 인접셀의 각 단말에서 측정된 신호대 간섭비($CINR$) 값이 상기 인접셀의 시스템에서 요구되는 신호대 간섭비값($CINR_{target}$)보다 작은 경우, 상기 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 증가시키고, 상기 인접셀의 상향링크시 상기 인접셀에서 측정된 신호대 간섭비($CINR$)가 상기 인접셀의 시스템에서 요구되는 신호대 간섭비값($CINR_{target}$)보다 작은 경우, 상기 제1셀의 신호대 간섭비($CINR$)의 임계값($CINR_{th}$)을 감소시킨다.

이하, 본 발명의 통합 자원 관리 방법 및 기지국 장치의 기본원리 및 바람직한 실시예를 도면을 참고하여 설명한다.

도1은 HDD시스템의 주파수 할당 구조 및 셀 구조를 나타낸다. 도1(a)는 HDD 방식의 주파수 할당 구조로서, 각각 TDD모드와 FDD모드로 동작하는 2개의 대역을 이용하며, 이때 하향링크는 TDD모드로만 동작을 하고, 상향링크는 단말의 위치에 따라 TDD모드 또는 FDD모드로 동작한다. 여기서, t-band는 TDD모드로 동작하는 상하향 링크(TDD-DL/TDD-UL)를 위한 대역이며, f-band는 FDD모드로 동작하는 상향링크(FDD-UL)를 위한 대역이다. HDD방식의 주파수 할당을 고려하여, 각 셀을 두 개의 영역으로 나누고, 각 영역별로 서로 다른 유형의 이중화 모드를 사용한다.

도1(b)는 본 발명의 HDD방식을 고려한 셀 구조로서, 점선의 내부영역(inner zone)에서는 t-band를 이용하여 상하향 링크의 통신이 이루어진다. 한편, 그 외부영역에서는 상향과 하향링크의 통신이 각각 f-band와 t-band를 통해 이루어진다.

이하, t-band를 이용하여 상하향 링크의 통신이 이루어지는 영역을 내부영역이라 하고 상향과 하향링크의 통신이 각각 f-band와 t-band를 통해 이루어는 그밖의 영역을 외부영역이라 한다.

도2는 본 발명의 HDD시스템의 동일 채널 간섭 완화 메커니즘을 나타낸다.

TDD시스템에서는 도2(a)에서와 같이, TDD방식에서 다중 셀 환경에서 비대칭적 멀티미디어 서비스를 지원할 때 TDD방식을 이용할 경우 셀마다 상하향링크의 구간에서 시분할 슬롯(time slot)의 비율이 다를 수 있으므로, 각 셀마다 상이한 비대칭성으로 인하여 상하향 구간이 겹칠 수 있으며, 이로 인하여 인접 셀간 간섭이 발생할 수 있다. 이와 같이 TDD 방식에서 셀간 상호 간섭이 발생하는 구간을 CTS(Cross Time Slot)라고 부르고, 이에 해당하는 간섭을 CTS 간섭이라고 부른다. 도2(a)를 참고하여, TDD시스템에서의 CTS간섭을 설명한다. 도2(a)는 기준셀인 BS_0 가 하향링크로 전송하고, 이에 인접셀인 BS_k 의 셀이 상향링크로 전송할 때의 상황을 예시한 것이다. 이때 MS_0 의 하향링크 수신은 MS_k 의 상향링크 전송으로 인하여 CTS간섭을 겪게 되고, BS_k 의 상향링크 수신은 BS_0 의 하향링크 송신으로 인하여 CTS간섭을 겪게 된다.

반면, HDD방식은 앞서 살펴본 발생할 수 있는 CTS간섭을 극복하는 구조를 지닌다. 도2(b)를 참고하여, HDD 구조에서 CTS 간섭을 완화시키는 메커니즘을 설명한다. 도2(b)에서 기준셀인 BS_0 가 하향링크로 송신하고 인접셀인 BS_k 가 상향링크로 수신할 때, BS_k 의 외부영역에 속한 단말은 FDD 모드로 동작하기 때문에 BS_0 에서 수신하는 단말에게 간섭을 미치지 않는다.

또한, BS_k 의 내부영역에서 송신하는 단말은 BS_0 에서 수신하는 단말에게 CTS 간섭을 미칠 수 있지만, 외부영역에 의해 공간적으로 분리되기 때문에 TDD시스템에서 발생할 수 있는 CTS 간섭을 완화시킬 수 있다.

상기 HDD시스템의 운용을 위해서는 각 단말에 적용될 상향링크의 이중화 모드 즉, 상향링크시 TDD모드로 동작하는 모드(TDD-UL모드)인지 또는 상향링크시 TDD모드로 동작하는 모드(FDD-UL모드)인지를 결정할 필요가 있으며 TDD모드의 상하향링크의 구간 비율(b_j) 즉, 시분할 구간의 비율을 결정할 필요가 있다.

본 발명은 HDD 시스템 운용을 위해 필요한 상기 상향링크의 이중화 모드 및 TDD모드의 상하향링크의 구간 비율(b_j)의 결정방법에 관한 것으로 단말이 측정하는 각 단말에서 측정된 신호대 간섭비($CINR$)와 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 이용한다.

본 발명의 실시예를 도9 및 도10를 참고하여 구체적으로 설명하면, 기지국의 무선 자원 관리부는 제1단계로 임의의 기준 셀의 기지국에서 각각 단말들의 하향링크 트래픽 요구량 및 상향링크 트래픽 요구량($\lambda_{DL}, \lambda_{UL}$)을 측정한다.

제2단계로 기준셀의 각 단말에서 측정된 신호대 간섭비(CINR)값과 신호대 간섭비(CINR) 임계값($CINR_{th}$)을 비교하여 상기 각 단말의 상향링크 모드 즉, TDD-UL 모드 또는 FDD-UL모드인지 여부를 결정하고, 각각의 단말은 자신이 측정한 신호대 간섭비(CINR)값이 기지국이 가지고 있는 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)보다 작으면, FDD-UL로 동작을 하고, 반대로 신호대 간섭비(CINR) 임계값($CINR_{th}$) 보다 크면, TDD-UL로 동작한다. 즉, 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 기준으로 HDD 시스템의 내부 영역과 외부영역이 구분된다.

상기와 같이, 신호대 간섭비(CINR) 임계값($CINR_{th}$)을 기준으로 TDD-UL과 FDD-UL로 동작하는 단말이 구분지어지면, 제3단계에서 기준셀의 상기 하향링크 트래픽 요구량과 TDD모드로 동작하는 단말의 상향링크(TDD-UL 모드) 트래픽 요구량에 의하여 TDD모드의 상하향 링크의 구간 비율(bj) 즉, 두 구간의 길이의 비를 결정하게 된다.

이어, 각 스케줄러(scheduler)를 통해 각 자원 영역별로 단말을 할당하게 된다.

기준셀인 임의의 셀에서의 TDD모드의 상하향링크 구간 비율(bj)은 아래의 수학적식을 이용하여 구할 수 있다.

$$b_j = \sum_{i \in TDD-DL} \lambda_{down}^{(i,j)} / \sum_{i \in TDD-UL} \lambda_{up}^{(i,j)}$$

수학식 1

수학식1에서 $\lambda_{down}^{(i,j)}$ 는 셀 j의 i번째 단말의 하향링크 트래픽 요구량을 나타내며, $\lambda_{up}^{(i,j)}$ 은 셀 j의 i번째 단말의 상향링크 트래픽 요구량을 나타낸다.

즉, TDD모드의 상하향링크의 구간 비율은 TDD로 동작하는 단말들을 기준으로 비율이 결정된다.

상기와 같은 구성에 의하여, 신호대 간섭비(CINR) 및 각 단말의 상향링크 모드에 따라 TDD모드에서 셀간 상호 발생하는 CTS(Cross Time Slot) 간섭 즉, CTS간섭을 줄이면서도 각 단말의 트래픽양에 따라 효율적으로 상하향링크의 구간 비율(bj)을 조절함으로써 t-band의 무선자원을 효율적으로 조절할 수 있게 된다.

한편, 각 셀마다 주어지는 신호대 간섭비(CINR) 임계값($CINR_{th}$)에 따라 HDD 시스템의 결정 파라미터인 단말의 상향링크 모드와 t-band의 상하향 링크의 구간 비율이 결정되기 때문에 신호대 간섭비(CINR) 임계값($CINR_{th}$)에 따라 시스템의 성능이 달라질 수 있다. 즉, 신호대 간섭비(CINR) 임계값($CINR_{th}$)이 너무 크게 설정되었을 경우 내부 영역은 작아지는 반면, 외부영역의 증가로 인해 HDD시스템은 FDD시스템처럼 동작하게 된다. 이때 CTS간섭은 줄어들지만, 대부분의 상향링크 단말을 FDD-UL모드로 서비스하기 때문에 상향링크 단말의 불능 비율(outage rate)이 커지게 될 수 있다. 반대로, 임계값($CINR_{th}$)이 너무 작게 설정되었을 경우에는 내부영역의 영역이 커지게 되어, 대부분의 상향링크 단말이 t-band에서 할당이 이루어져, 결국 HDD시스템은 TDD시스템처럼 동작하게 된다. 특히, 내부영역이 외부영역 보다 훨씬 클 경우에는 TDD 시스템과 유사한 CTS 간섭을 야기하게 되므로 신호대 간섭비(CINR) 임계값($CINR_{th}$)이 너무 작을 경우에는 CTS간섭의 영향이 커지게 되어 시스템의 성능 열화가 발생하게 된다.

따라서, 신호대 간섭비(CINR) 임계값($CINR_{th}$)은 각 셀마다의 트래픽 요구 사항을 만족시키고 CTS간섭을 최소화하도록 적절하게 선택되어야 한다.

그러나 다중 셀 환경에서 셀마다 주어진 트래픽 요구 사항을 만족시키고 CTS 간섭을 최소화하는 최적의 신호대 간섭비(CINR)의 임계값($CINR_{th}$)을 찾는 것은 복잡도가 상당히 크며, 인접 셀의 신호대 간섭비(CINR)의 임계값($CINR_{th}$)에 따른 간섭의 변화로 인해 신호대 간섭비(CINR)의 임계값($CINR_{th}$)을 결정하는 것은 쉽지 않다. 특히, 중앙집중적인 제어 구조에 의존하지 않고, 각 기지국들의 독립적인 분산 제어가 가능해야만 실제 상황에서 적용이 가능하게 된다.

이를 위하여, 본 발명의 기지국의 무선자원 관리부는 신호대 간섭비(CINR)의 임계값($CINR_{th}$) 제어기를 포함한다.

도10에 도시된 바와 같이, CINR 임계값 제어기는 바람직하게는, 상술한 기준셀에서의 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)은 임의의 기준셀의 인접 셀에 대한 간섭정보를 이용하여 주기적으로 갱신되도록 제어되도록 함으로써, 각 기지국들이 독립적인 네트워크의 상황에 따라 지엽적인 상호협력에 의해 신호대 간섭비(CINR) 임계값($CINR_{th}$)을 분산적 적응적으로 제어할 수 있게 된다.

상기 인접 셀에 대한 간섭정보로는 현재 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)이 제어되는 셀 즉, 기준셀(target cell)의 상향링크 구간에서의 인접셀에 대한 CTS간섭정보 또는 기준셀의 하향링크 구간에서의 인접셀에 대한 CTS간섭정보중 어느 하나를 사용할 수도 있으며, 또한, 기준셀의 상향 및 하향링크 구간 모두에 대해서 인접셀에 대한 CTS간섭정보를 사용할 수도 있을 것이다.

기준셀의 상향링크 구간에서의 인접셀에 대한 CTS간섭정보를 이용할 경우 주로 기준셀의 상향링크 단말이 인접셀의 하향링크에 일으키는 간섭을 감소시킬 수 있도록 신호대 간섭비(CINR)값의 임계값($CINR_{th}$)이 조정될 수 있으며, 기준셀(target cell)의 하향링크 구간에서의 인접셀에 대한 CTS간섭정보를 이용할 경우 주로 인접셀의 상향링크에 일으키는 간섭을 감소시킬 수 있도록 신호대 간섭비(CINR)의 임계값($CINR_{th}$)이 조정될 수 있다.

아울러, 동시에 상향 CTS간섭을 인접 셀에 미칠 경우(인접 셀보다 TDD 하향링크 구간이 작은 경우) 신호대 간섭비(CINR) 임계값($CINR_{th}$)의 증가를 통해 TDD하향링크 구간을 늘리고, 반면 하향 CTS간섭을 인접 셀에 미칠 경우(인접 셀보다 TDD 하향링크 구간이 큰 경우) 신호대 간섭비(CINR) 임계값($CINR_{th}$)의 감소를 통해 TDD 하향링크 구간을 줄이게 되어 결국 CTS간섭구간이 최소화 되도록 신호대 간섭비(CINR) 임계값($CINR_{th}$)이 조정될 수 있다.

도3은 신호대 간섭비(CINR) 임계값($CINR_{th}$) 제어에 따른 한 가지 상황을 예시한다. 도3(a)는 임계값을 조절하는 기준셀(Target cell)의 상향링크 단말이 인접셀의 하향링크에 간섭을 일으키는 경우를 예시하고 있으며, 특히, 이 경우 기준셀이 상향링크 트래픽이 우세한 경우에 해당한다. 도3(b)는 본 발명의 일 구현예로서 기준셀에서의 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$) 기준셀의 상향링크 구간에서의 인접셀에 대한 CTS간섭정보를 이용하여 주기적으로 제어한 경우이다. 이를 도3을 참조하여 설명한다.

도3(a)에서 BS_0 와 MS_0^{UL} 는 각각 기준셀의 기지국과 상향링크 단말이고, BS_k 와 MS_k^{DL} 은 각각 k번째 셀의 기지국과 하향링크 단말이고 BS_j 와 MS_j^{DL} 는 각각 j번째 셀의 기지국과 하향링크 단말이다.

기준셀은 TDD-UL이 활성화 되어 있고, 셀 k,j는 TDD-DL이 활성화되어있다고 가정한다. 이 때 기준셀의 MS_0^{UL} 는 인접셀의 MS_k^{DL} , MS_j^{DL} 에게 기준셀의 상향링크 구간에서 인접셀에 CTS간섭을 야기하게 된다.

이 경우 MS_k^{UL} 에서 측정되는 신호대 간섭비(CINR)값이 시스템에서 요구하는 신호대 간섭비($CINR_{target}$)을 만족하지 못하는 것으로 판단되면(즉, 측정된 신호대 간섭비(CINR)값이 $CINR_{target}$ 보다 작은 경우) MS_k^{DL} 은 BS_k 에게 CTS 간섭에 대해 보고하게 된다. 보고를 받은 BS_k 는 BS_0 에게 CTS 간섭을 줄일 것을 요청하게 되며, BS_0 는 상기 기준셀의 신호대 간섭비(CINR)의 임계값($CINR_{th}$)을 증가시키도록 제어한다.

상기와 같은 구성에 의하면, 도3(b)와 같이 신호대 간섭비(CINR)의 임계값($CINR_{th}$)을 증가시킴으로써 기준셀의 TDD-UL로 동작하는 내부영역이 줄어들게 되고, 기준셀의 단말(MS_0^{UL})이 FDD-UL 모드로 동작하게 되어 셀 k에 있는 MS_k^{DL} 에 미치는 CTS 간섭을 줄일 수 있다.

기준셀의 신호대 간섭비(CINR)의 임계값($CINR_{th}$)은 하기의 식으로 정의되는 일정 제어단위($\Delta CINR_{inter}^{UL}$)로 증가하게 제어된다.

수학식 2

$$\Delta CINR_{inter}^{UL} = \begin{cases} +\delta & \text{if } \tilde{U} \leq D_{th} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

여기서, $\Delta CINR_{inter}^{UL}$ 는 기준셀의 상향링크 구간에서의 임계값(CINR_{th})의 제어 단위이고, δ 는 신호대 간섭비(CINR) 임계값(CINR_{th})의 기본 증감 단위이며, $\tilde{U}$ 는 0과 1사이의 균일한 분포를 갖는 확률변수값이다.

D_{th} 는 다음과 같이 정의되는 제어 기준값이다.

수학식 3

$$D_{th} = \max_{k \in S} (I_k \cdot \omega_k)$$

여기서, S는 기준셀로부터 간섭을 받는 셀들의 집합이며, I_k 는 CTS간섭 구간에서 임계값(CINR_{target})을 만족하지 못하는 단말의 비율로 정의된다. ω_k 는 기준셀이 인접 셀 k에 간섭을 미치는 정도를 나타내는 값으로서, 기준셀과 인접한 셀k간의 CTS간섭 구간의 비율을 나타낸다.

즉, ω_k 는 셀k간의 CTS간섭 구간의 길이에 대한 기준셀의 CTS간섭 구간의 길이의 비율이 된다.

I_k 는 BS_k가 CTS 구간에서 단말들로부터 보고받은 정보를 통해, 인접 셀의 기지국들에게 통보하는 값으로 어떤 인접 셀로부터 간섭을 받은지를 알 수 없기 때문에 모든 인접 셀에 통보하게 된다. 기준셀인 BS₀는 인접 셀들로부터 여러 개의 I_k 값을 받게되며, 이 값들 중 자신이 해당 인접 셀에 미치는 간섭정도(ω_k)에 따라 제어 기준값(D_{th})을 결정하게 된다. 즉, 기준셀의 임계값(CINR_{th})은 인접셀에 미치는 간섭량 중에서 가장 큰 값을 기준으로, 간섭을 주는 정도(D_{th})에 따라 제어된다.

도4는 신호대 간섭비(CINR) 임계값(CINR_{th}) 제어에 따른 다른 한 가지 상황을 예시한다. 도4(a)는 임계값을 조절하는 기준셀(Target cell)의 하향링크 구간이 인접셀의 상향링크에 간섭을 일으키는 경우를 예시하고 있으며, 특히, 이 경우 기준셀이 하향링크 트래픽이 우세한 경우에 해당한다. 도4(b)는 본 발명의 일 구현예로서 기준셀에서의 신호대 간섭비의 임계값(CINR_{th}) 기준셀의 하향링크 구간에서의 인접셀에 대한 CTS간섭정보를 이용하여 주기적으로 제어한 경우이다. 이를 도 4을 참조하여 설명한다.

기준셀에서 TDD-DL이 활성화되어 있고 인접 셀이TDD-UL이 활성화되어 있다고 가정한다. 이 때 기준셀의 BS₀는 인접셀의 BS_k, BS_j에게 기준셀의 하향링크 구간에서 CTS간섭을 야기하게 된다.

이 경우 BS_k 측정된 신호대 간섭비(CINR)값이 시스템에서 요구하는 신호대 간섭비(CINR)값(CINR_{target})을 만족하지 못하는 것으로 판단되면(즉, 측정된 신호대 간섭비(CINR)값이 CINR_{target}보다 작은 경우) 마찬가지로 BS_k는 BS₀에게 CTS 간섭을 줄일 것을 요청하게 되며, BS₀는 상기 기준셀의 신호대 간섭비(CINR)의 임계값(CINR_{th})을 감소시키도록 제어한다.

상기와 같은 구성에 의하면, 도4(b)와 같이 신호대 간섭비(CINR) 임계값(CINR_{th})을 감소시킴으로써 TDD모드의 상하향 구간 비율(bj)이 감소함으로써, 기준셀의 TDD-UL로 동작하는 구간이 증가하고, 상대적으로 TDD-DL로 동작하는 구간이 감소하여 인접셀의 상향링크에 미치는 CTS 간섭을 줄일 수 있게 된다.

기준셀의 신호대 간섭비(CINR)의 임계값(CINR_{th})은 하기의 식으로 정의되는 일정 제어단위($\Delta CINR_{inter}^{DL}$)로 감소하게 제어된다.

수학식 4

$$\Delta CINR_{inter}^{DL} = \begin{cases} -\delta, & \tilde{U} \leq D_{th} \\ 0, & \text{otherwise} \end{cases}$$

여기서, $\Delta CINR_{inter}^{DL}$ 는 임계값(CINR_{th})의 제어 단위이고, δ 는 신호대 간섭비(CINR) 임계값(CINR_{th})의 기본 증감 단위이며, $\tilde{U}$ 는 0과 1사이의 균일한 분포를 갖는 확률변수값이다.

이외의 각각의 파라미터는 수학식2 및 수학식3의 경우와 같다. 기준셀의 하향링크 구간에서 인접셀에 간섭을 미칠 경우에는 기준셀의 임계값(CINR_{th})을 감소시켜, CTS 구간을 줄이는 방향으로 제어된다. 수학식2와 비교하면 임계값(CINR_{th})을 조절하는 방향은 다르지만, 결과적으로는 CTS 구간을 줄이는 방향으로 임계값(CINR_{th})을 제어한다.

또한, 본 발명은 일 실시예는 기준셀(target cell)의 상향링크 구간에서의 인접셀에 대한 간섭(CTS)정보 및 하향링크 구간에서의 인접셀에 대한 간섭(CTS)정보를 모두 이용하여 신호대 간섭비(CINR) 임계값(CINR_{th})을 제어할 수 있으며, 이 경우 기준셀의 신호대 간섭비(CINR)의 임계값(CINR_{th})은 하기의 식으로 정의되는 일정 제어단위($\Delta CINR_{inter}$)로 신호대 간섭비(CINR) 임계값(CINR_{th})의 증감 단위가 제어된다.

수학식 5

$$\Delta CINR_{inter} = \Delta CINR_{inter}^{UL} + \Delta CINR_{inter}^{DL}$$

$\Delta CINR_{inter}^{UL}$ 및 $\Delta CINR_{inter}^{DL}$ 은 각각 수학식2 및 수학식4에서의 경우와 같다.

본 실시예에 있어서, 인접셀 간섭 정보에 의한 신호대 간섭비(CINR) 임계값(CINR_{th}) 제어단위($\Delta CINR_{inter}$)는 인접 셀에 CTS 간섭을 주는 정도에 따라 조절된다.

상기 제어 기준을 인접 셀 간섭 측면에서 보면 신호대 간섭비(CINR) 임계값(CINR_{th})은 CTS 구간을 최소화하는 방향으로 제어된다. 즉, 상향 CTS 간섭을 인접 셀에 미칠 경우(인접 셀보다 TDD 하향링크 구간이 작은 경우) 신호대 간섭비(CINR) 임계값(CINR_{th})의 증가를 통해 TDD 하향링크 구간을 늘리고, 반면 하향 CTS 간섭을 인접 셀에 미칠 경우(인접 셀보다 TDD 하향링크 구간이 큰 경우) 신호대 간섭비(CINR) 임계값(CINR_{th})의 감소를 통해 TDD 하향링크 구간을 줄이게 되어 결국 CTS 구간이 최소화 되도록 조절되는 것이다. 이 때 두 기준의 우선 순위는 수학식2 및 수학식4의 제어 기준(D_{th})에 의해 결정될 것이다.

나아가, 본 발명은 신호대 간섭비의 임계값(CINR_{th})은 각 셀의 무선자원의 이용정보를 더 이용하여 갱신되도록 제어한다.

상기와 같은 구성에 의하면, CTS간섭을 최소화하면서도 각 셀마다 상이한 상하향트래픽 부하의 비대칭적 특성을 반영하도록 각 셀마다 주어지는 비대칭적 트래픽 요구 사항을 최대화할 수 있다.

바람직하게는 상기 각 셀의 무선자원 이용정보는 하향링크의 순시적인 자원 이용률(ρ^{DL}) 및 상향링크에서의 순시적인 자원 이용률(ρ^{UL})로서, 각각 아래와 같이 정의된다.

수학식 6

$$\rho^{(DL \text{ or } UL)} = \lambda_S^{(DL \text{ or } UL)} / \lambda_R^{(DL \text{ or } UL)}$$

여기서, λ_S 와 λ_R 은 각각 해당 링크 트래픽의 실제 서비스된 부하와 요구 부하를 나타낸다.

하향링크의 자원이용률이 상향링크의 자원 이용률보다 큰 경우, 신호대 간섭비(CINR)의 임계값($CINR_{th}$)을 감소시키고, 상향링크의 자원이용률이 하향링크 자원 이용률 보다 큰 경우, 신호대 간섭비(CINR)의 임계값($CINR_{th}$)을 증가시키도록 한다.

기준셀의 신호대 간섭비(CINR)의 임계값($CINR_{th}$)은 하기의 식으로 정의되는 일정 제어단위($\Delta CINR_{intra}$)로 제어된다.

$$\text{수학식 7}$$

$$\Delta CINR_{intra} = \begin{cases} -\delta & \text{if } \rho^{DL} > \rho^{UL} \text{ and } U \leq 1 - \frac{\rho^{UL}}{\rho^{DL}} \\ +\delta & \text{if } \rho^{DL} < \rho^{UL} \text{ and } U \leq 1 - \frac{\rho^{DL}}{\rho^{UL}} \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$$

여기서, $\Delta CINR_{intra}$ 는 신호대 간섭비(CINR) 임계값($CINR_{th}$)의 증감 단위이고, 여기서 δ 는 신호대 간섭비(CINR)의 임계값($CINR_{th}$) 증감 단위이고, U 는 0과 1사이의 균일한 분포를 갖는 확률변수이다. 수학식7의 과정은 주어진 상향 및 하향 트래픽의 비율에서 과도하게 벗어나지 않도록 t-band의 상하향 구간의 비율을 제어하기 위한 것으로서, 만약 하향링크의 자원이용률이 상향링크의 자원이용률보다 크다면, 상대적으로 상향링크의 자원이 부족하다는 것을 나타낸다. 따라서 신호대 간섭비(CINR) 임계값($CINR_{th}$)을 줄임으로써 t-band의 상향링크 자원을 더 늘리게 된다. 이때 조절하는 기준은 상하향 링크 자원이용률의 차이에 따라 가중치를 두어 조절하게 된다. 반대로 상향링크의 자원이용률이 하향링크 자원 이용률 보다 크다면, 신호대 간섭비(CINR) 임계값($CINR_{th}$)을 증가시켜 t-band의 하향링크 자원을 더 늘리게 된다. 이 경우에도 자원

이용률의 차이에 따라 가중치($\frac{\rho^{UL}DL}{\rho^{DL}UL}$)가 적용되도록 한다.

또한, 본 발명은 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)은 앞서 설명한 임계값($CINR_{th}$)의 결정기준을 모두 이용하여 갱신되도록 제어될 수 있다.

즉, 기지국은 일정한 주기를 가지고 수학식5와 수학식7의 신호대 간섭비(CINR) 임계값($CINR_{th}$) 제어 알고리즘을 적용하며, 이로부터 결정된 두 가지 결과를 이용하여 최종적으로 다음과 같이 새로운 신호대 간섭비(CINR) 임계값($CINR_{th}$)으로 갱신되도록 제어된다.

$$\text{수학식 8}$$

$$CINR_{th} \leftarrow CINR_{th} + \Delta CINR_{inter} + \Delta CINR_{intra}$$

여기서, $\Delta CINR_{inter}$ 는 인접 셀 간섭 정도에 따라 CTS 구간을 줄이는 방향으로 제어되며, $\Delta CINR_{intra}$ 는 비대칭적 트래픽 특성에 따른 상하향자원 할당의 균형을 극대화하는 방향으로 제어된다. 즉, 이 두 가지 기준에 의해 비대칭적 트래픽 특성을 최대한 반영하면서 그로 인해 나타나는 CTS 간섭을 최소화하도록 신호대 간섭비(CINR) 임계값($CINR_{th}$)이 적응적으로

제어된다. 또한, 두 기준의 가중치는 각각의 제어기준에 존재하는 D_{th} 및 $\frac{\rho^{UL}DL}{\rho^{DL}UL}$ 에 의해 결정된다.

본 발명의 무선 자원관리 방법에 기초한 HDD(Hybrid Division Duplex) 시스템의 시뮬레이션 결과를 기초로 무선 자원관리 성능을 분석한 결과는 아래와 같다.

성능 분석을 위한 다중 액세스 방법으로 t-band는 높은 주파수 효율성과 인접 셀 간섭을 완화하기 위해 FHOFDMA(Frequency Hopping Orthogonal Frequency Division Multiple Access) 방식을 적용하고, f-band는 인접 셀 간섭에 상대적으로 강인한 CDMA 방식을 적용하여 시스템 레벨시뮬레이션을 수행하였다. 다중 셀 환경에서 본발명에 의하여 제안된 자원 관리알고리즘에 대한 성능을 분석하기 위해 각 셀은 이상적인 육각형 셀로 모델링하였다. 기준셀을 중심으로 모두

2개 층(tier)까지 고려하며, 이에 따라 총 19개의 셀을 동시에 고려하였다. 이때 셀 경계점 영향을 제거하고 실제 상황과 유사한 간섭 수준을 반영하기 위해 셀들이 3차원 공간에서 서로 연결된 wrap-around 구조를 적용하였다. 비대칭적 멀티미디어 서비스를 위해 셀마다 하향링크 트래픽과 상향링크 트래픽의 비율이 각기 상이하도록 하였다. 시뮬레이션에서 사용한 주요 시스템 변수는 표1과 같다

모든 셀이 동일한 신호대 간섭비(CINR) 임계값을 이용했을 때의 결과를 기준으로 하여 본 발명의 제어 기법의 성능을 비교하였으며, 신호대 간섭비(CINR) 임계값은 $\delta = 0.5\text{dB}$ 단위로 증감하였으며, 사용자 수에 따른 총 평균 수율과 지연 시간 성능을 측정하였다.

[표 1]

Parameter		HDD System
Carrier Frequency		5 GHz
System Bandwidth		TDD(DL/UL): 20MHz, FDD (UL): 5 MHz
Modulation Scheme		TDD: AMC, FDD-UL: Multi-code CDMA
Multiple Access		TDD: OFDMA, FDD-UL: CDMA
Frame Length		5 ms
OFDM	FFT Size	2048
	Sampling Frequency	20MHz
	Subcarrier Spacing	9.765625kHz
	OFDM symbol length	102.4 us
	Number of subchannels per slot	DL/UL: 32:96
	Transmit power at BS	4W/20MHz
Maximum Transmit Power at MS		200mW/20MHz
CDMA	Chip Rate	3.84Mcps
	Spreading Factor	32 (Fixed)
	Maximum Transmit power at MS	200mW/5MHz
MS speed		3km/h
Traffic Model		Ethernet traffic model
Scheduling Scheme		PF scheduling
Path Loss Model		COST-231
Standard Deviation for Shadow Fading		10dB
Fast Fading		Jakes model

도5의 결과를 보면 사용자 수가 각각 10명, 30명, 50명일 경우 총 수율(시스템 수율)이 최대가 되는 신호대 간섭비(CINR) 임계값은 각각 2.5dB, 5dB, 10dB이다. 즉, 예상한 바와 같이 최적의 신호대 간섭비(CINR) 임계값은 트래픽 부하에 따라 달라지는 것을 알 수 있다.

한편, 본 발명에 기초한 신호대 간섭비(CINR) 임계값 제어 방법을 적용할 경우에는 초기 신호대 간섭비(CINR) 임계값에 상관없이 기준 결과의 최대값에 근접하는 것을 알 수 있다. 이는 본 발명에 기초한 신호대 간섭비(CINR) 임계값 제어 방법을 통해 트래픽 부하가 변동되더라도 최적의 신호대 간섭비(CINR) 임계값을 적응적으로 추적할 수 있음을 보여준다. 도6에서 본 발명의 무선 자원관리 방법은 총수율을 최대화하는 최적의 신호대 간섭비(CINR) 임계값에서 상하향 수율의 편차가 기준 결과보다 작은 값을 유지함을 볼 수 있다. 또한 도7의 지연 성능은, 본 발명의 무선 자원관리 방법을 적용할 때 상하향 지연 성능이 본 발명의 무선 자원관리 방법을 적용하지 않은 경우와 유사한 수준으로 나타남을 보여준다. 이는 상하향 트래픽 요구량에 맞게 자원분배가 적절하게 이루어졌다는 것을 의미한다. 도8에서는 사용자 수를 30명으로 고정하고 본 발명의 무선 자원관리 방법을 사용했을 때 신호대 간섭비(CINR) 임계값의 변화 추이를 보여주고 있다. 신호대 간섭비(CINR) 임계값의 초기값이 어떤 값으로 설정되더라도, 충분한 갱신 과정 후에 특정 신호대 간섭비(CINR) 임계값으로 수렴하는 것을 알 수 있다.

결과적으로 상기 시스템 레벨 시뮬레이션을 통해 본 발명의 무선 자원관리 방법에 기초한 시스템은 동적인 단말의 위치와 트래픽 부하가 변하는 상황에서도 항상 최적에 근접한 성능을 유지할 수 있음을 보였다.

한편, 본 발명의 상세한 설명에서는 구체적인 실시예에 관해 설명하였으나, 본 발명의 범위에서 벗어나지 않는 한도내에서 여러가지 변형이 가능함은 물론이다. 그러므로 본 발명의 범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안되며 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

발명의 효과

상술한 바와 같은 본 발명에 의하면, 상하링크의 이중화 모드 선택 기준으로 각 단말의 상대적인 위치를 나타내는 단말이 측정하는 신호대 간섭비(CINR)값 및 각 단말의 트래픽양에 따라 효율적으로 t-band를 이용하는 TDD모드의 상하향링크의 구간 비율(b_j)을 조절함으로써, 각 셀의 TDD모드에서 셀간 상호 발생하는 CTS(Cross Time Slot) 구간의 간섭을 줄이면서도 t-band의 무선자원을 효율적으로 조절할 수 있게 되고, 각 기지국들이 독립적인 네트워크의 상황에 따라 최소한의 상호협력에 의해 신호대 간섭비의 임계값($CINR_{th}$)을 분산적 적응적으로 제어할 수 있게 됨으로써, HDD시스템의 상하링크의 이중화 모드에 따라 TDD모드 대역의 상하향 링크의 비율을 효율적으로 결정함으로써 시스템의 효율성을 극대화할 수 있으며, 아울러, 인접 셀간의 간섭을 완화시킴으로써 시스템의 성능을 향상시킬 수 있다.

도면의 간단한 설명

도1은 본 발명의 적용이 되는 HDD 시스템의 주파수 할당 구조 및 셀 구조를 나타낸 도면.

도2는 본 발명의 적용이 되는 HDD 시스템의 동일 채널 간섭 완화 메커니즘을 나타낸 도면.

도3은 본 발명의 실시예에 따른 인접셀 간섭 정보를 이용하여 신호대 간섭비(CINR) 임계값을 조절하는 동작을 설명하는 도면.

도4는 본 발명의 실시예에 따른 인접셀 간섭 정보를 이용하여 신호대 간섭비(CINR) 임계값을 조절하는 동작을 설명하는 도면.

도5는 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션의 총 수용 성능 결과를 나타내는 도면.

도6은 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션의 상하향링크 수용 성능 결과를 나타내는 도면.

도7은 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션의 상하향링크 지연 성능 결과를 나타내는 도면.

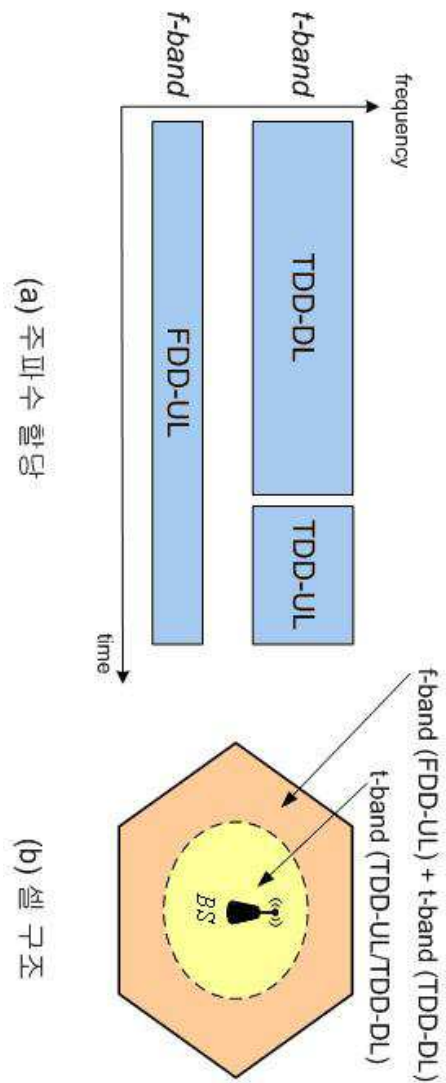
도8은 본 발명의 실시예에 따른 시뮬레이션의 신호대 간섭비(CINR) 임계값의 변화 추이 성능 결과를 나타내는 도면.

도9는 본 발명의 실시예에 따른 기지국의 무선자원관리부의 동작 흐름을 나타내는 도면.

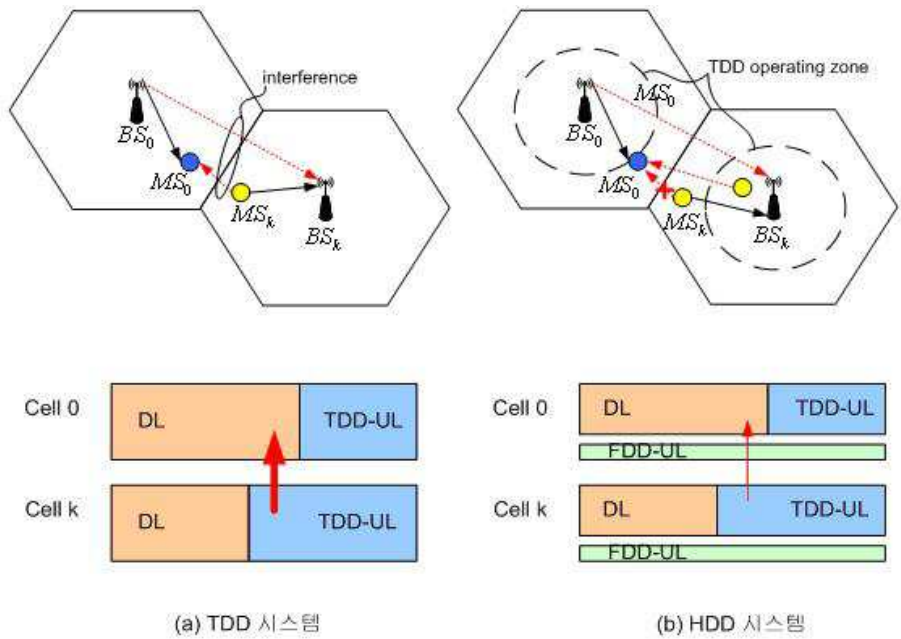
도10은 본 발명의 실시예에 따른 기지국의 무선자원 관리부의 신호대 간섭비(CINR) 임계값 제어기의 동작 흐름을 나타내는 도면.

도면

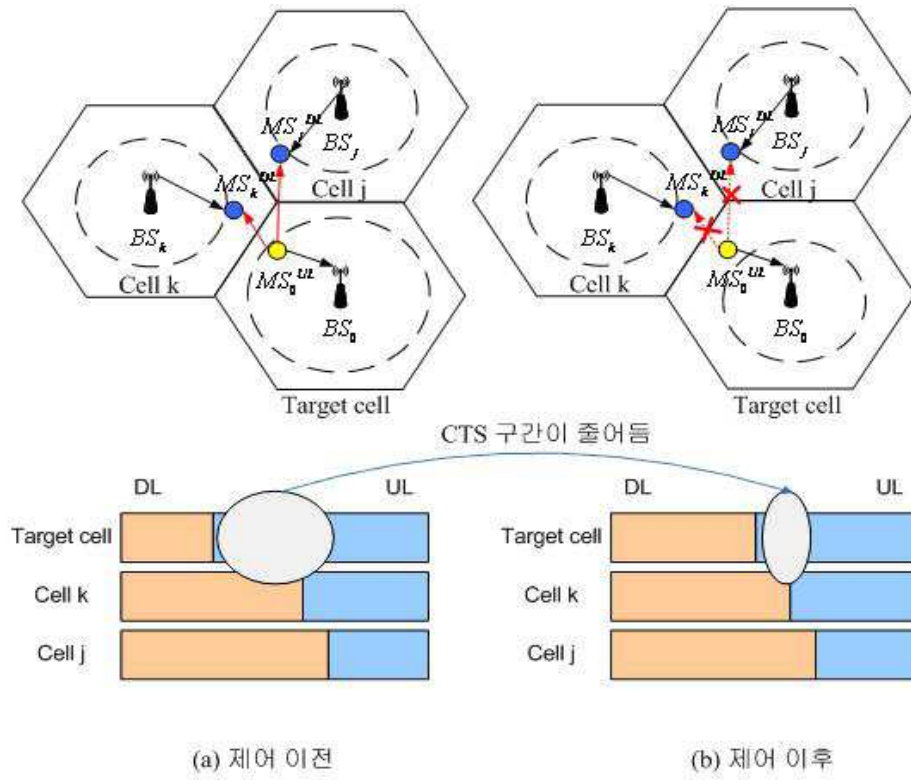
도면1



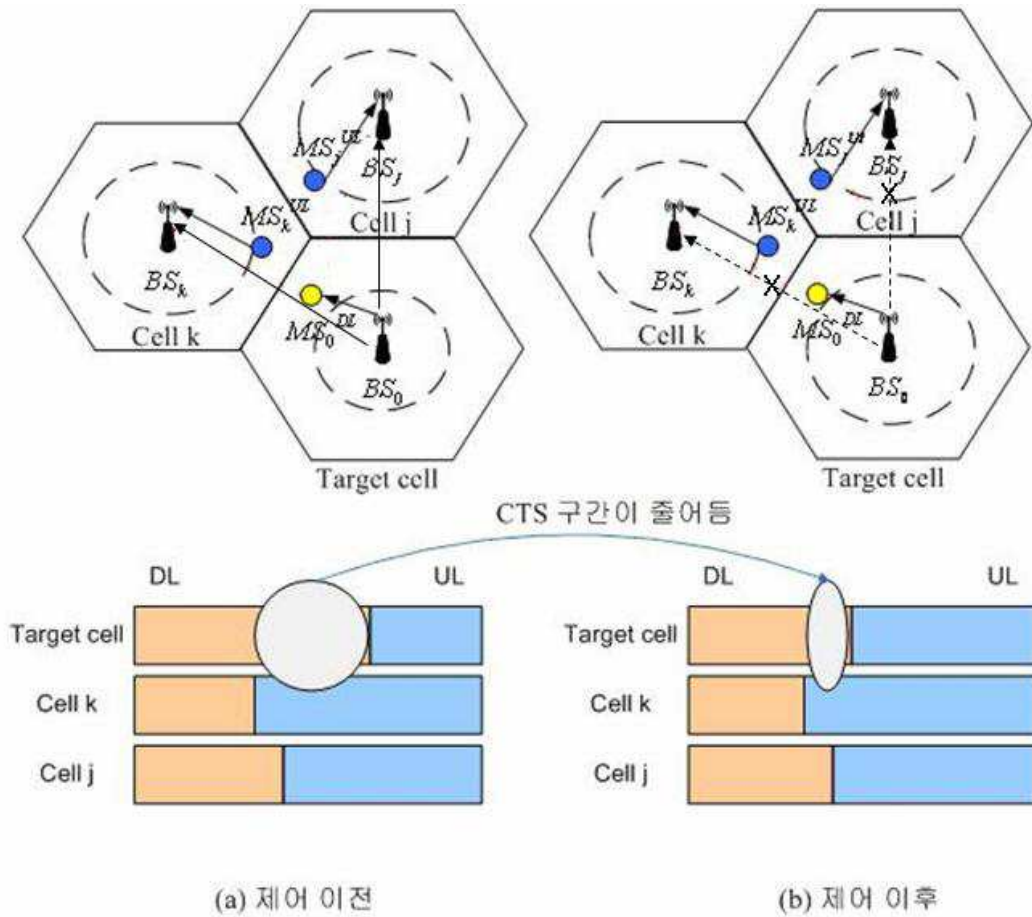
도면2



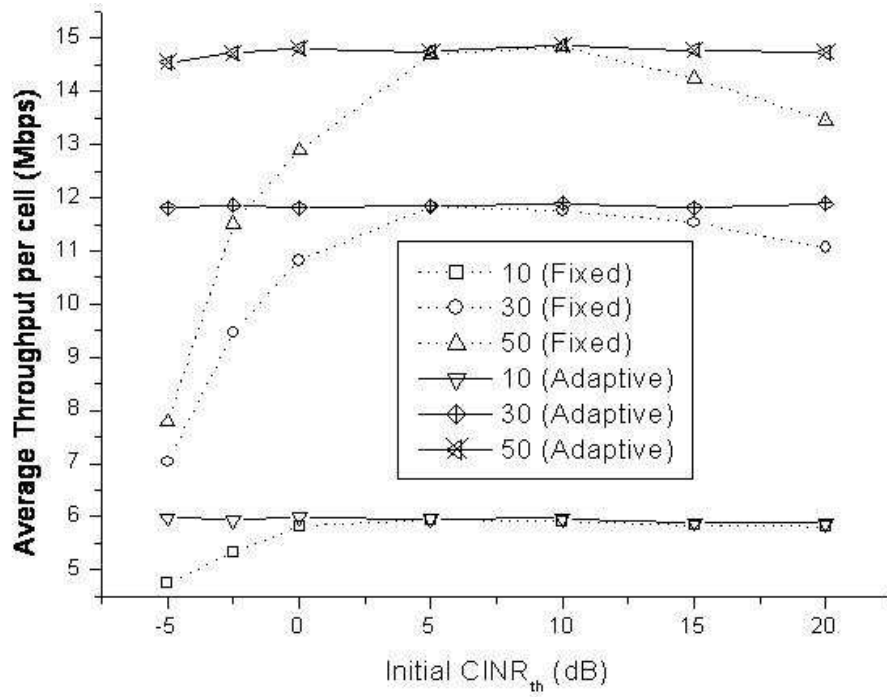
도면3



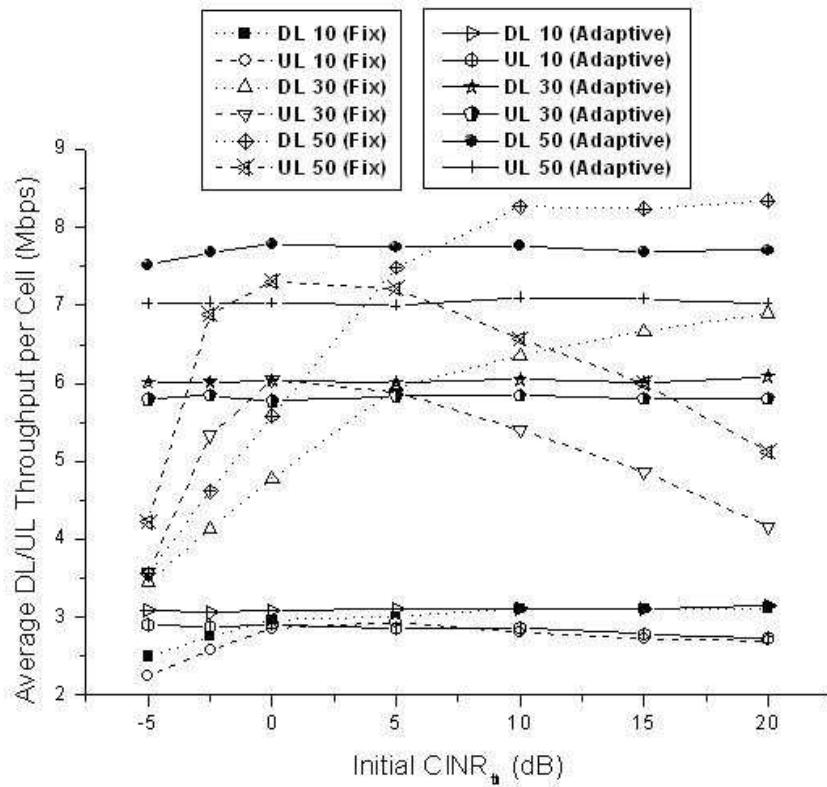
도면4



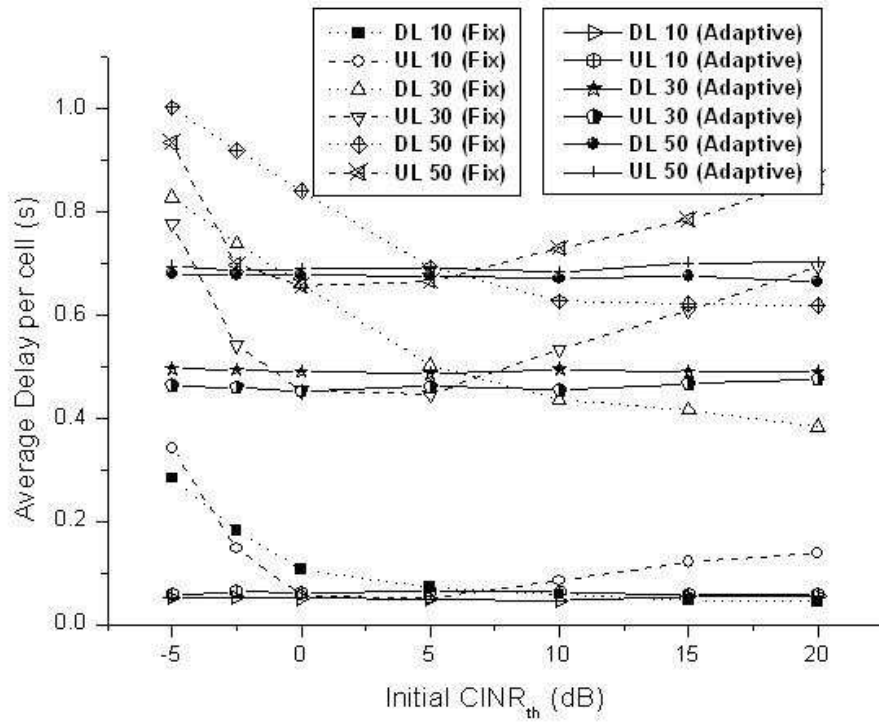
도면5



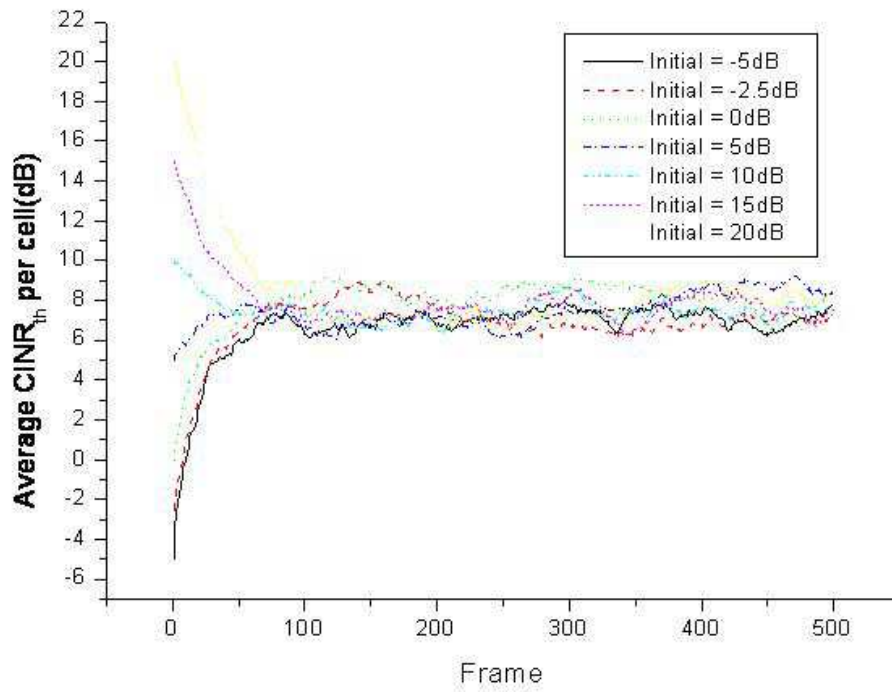
도면6



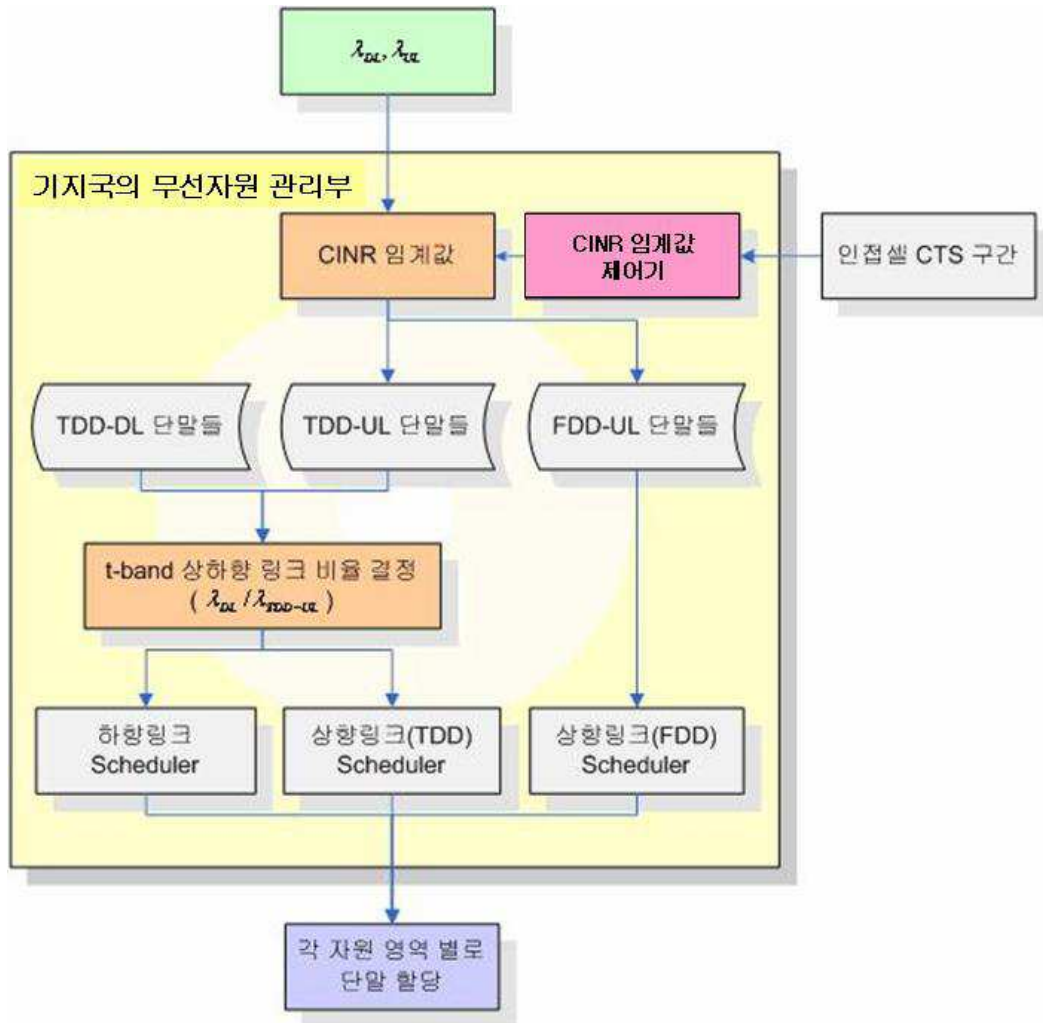
도면7



도면8



도면9



도면10

