

UTRA TDD 시스템에서 멀티미디어 트래픽의 동적 채널 할당 및 채널 액세스 매커니즘

정희원 주용원*, 윤찬영**, 오영환**

Dynamic Channel Allocation and Channel Access Mechanism of Multimedia Traffic in the UTRA TDD Systems

Yongwon JOO*, Chan-young Yun**, Young-hwan Oh** *Regular Members*

요 약

개인 휴대 이동통신은 1세대인 아날로그 셀룰러에서 2세대인 디지털 셀룰러 그리고 2.5세대인 PCS를 거쳐 3세대 이동통신 시스템인 IMT-2000으로 발전되어 왔다. 3세대 이전의 이동통신은 음성 위주의 서비스를 고려한 시스템이었으나 그 이후의 이동통신 시스템에서는 멀티미디어 서비스가 핵심 사안으로 부각될 것이다. 현재 음성 트래픽 위주로 고려된 이동통신 시스템에서의 자원 할당 알고리즘은 멀티미디어 트래픽을 지원함에 있어서 트래픽의 성향을 고려하지 못하는 즉, 무선자원을 동적으로 할당해 주지 못하는 문제점을 안고 있다. 본 논문에서는 UTRA TDD 시스템에서 비대칭 트래픽 성향과 멀티미디어 트래픽을 고려한 동적 자원 할당 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘은 셀 내에서의 트래픽 성향을 파악하여 자원 할당 상태 리스트에 따라 각 셀 내에서의 상향, 하향 링크의 스위칭 포인트를 결정하는 동적 채널 할당 방법과 그로 인해 상향, 하향 스위칭 포인트가 결정된 후 셀에서 발생한 베어러 서비스가 RU(Resource Unit)를 액세스하는 채널 액세스 매커니즘으로 세분화된다. 모의실험 결과 제안한 알고리즘은 비대칭적인 트래픽 성향을 지원할 수 있으며 멀티미디어 트래픽에 대하여 동시 접속 가능한 사용자수와 평균 지연 시간에 있어서 좋은 성능을 나타냄을 알 수 있었다.

ABSTRACT

Personal mobile communication has been developed up to IMT-2000 which is called the third generation mobile communication. The first generation of personal mobile communication was analog cellular, the second was digital cellular, and the 2.5 generation was PCS. Before the third generation had been developed, the personal mobile communication service was focused mainly on the voice-oriented service. But, we can expect that multimedia service after the third generation system will be the core of the subject. In this thesis, we propose a dynamic resource allocation algorithm in the UTRA TDD systems which can support the asymmetric traffic propensity and multimedia traffic. The proposed algorithm consists two sub-algorithms. One is the dynamic channel allocation method that determines the amount of bandwidth assigned between uplink and downlink according to resource allocation status list through asymmetric traffic propensity. The other is the channel access mechanism that assigns RU to bearer service generated in a cell. By simulation, the proposed dynamic resource allocation algorithm is proved to support asymmetric propensity of traffic and shows a better throughput for multimedia traffic.

* KTF N/W연구소 Access망연구팀
논문번호: K01193-0830, 접수일자: 2001년 8월 30일

** 광운대학교 전자통신공학과 통신망연구실

1. 서론

개인 휴대 이동통신은 1세대인 아날로그 셀룰러에서 2세대인 디지털 셀룰러 그리고 2.5세대인 PCS를 거쳐 3세대 이동통신 시스템인 IMT-2000으로 발전되어 왔다. ITU에서는 IMT-2000을 다양한 망을 하나로 통합하고 국제적인 로밍이 가능하고 고속 멀티미디어 서비스를 제공할 수 있는 시스템으로서 정의하고 있다^[1]. IMT-2000과 같은 3세대 이동통신 시스템에서는 멀티미디어 서비스가 핵심적인 사안으로 부각되고 있으며 또한 멀티미디어 트래픽의 급격한 증가가 예상되고 있다. 현재 음성 트래픽 위주로 고려된 2세대 혹은 2.5세대 이동통신에서의 자원 할당 알고리즘은 멀티미디어 트래픽을 지원함에 있어서 트래픽의 성향을 고려하지 못하는 즉, 무선자원(Resource Unit: RU)을 동적으로 할당 해주지 못하는 문제점을 가지고 있다^{[2][3][4][5]}.

IMT-2000 시스템 중 UTRA(Universal Terrestrial Radio Access) TDD(Time Division Duplex)는 인터넷과 같이 상향 링크와 하향 링크의 데이터 양이 비대칭 성향을 나타내는 서비스를 효율적으로 제공할 수 있는 방식이다^{[6][7][8]}.

최근 통신 시장을 주도하고 있는 것은 인터넷으로서 이 수요는 가히 폭발적이라고 할 수 있다. 이러한 여파는 이동통신 시장에도 그 영향을 미쳐 사용자가 이동 단말기를 이용한 인터넷 접속을 요구할 것으로 예측되고 있다. 또한 3세대 이후의 이동통신에서는 2Mbps 이상의 초고속 멀티미디어 서비스가 고려되고 있으므로 양방향 화상 회의 등의 서비스를 제외하고는 대개 VoD, 파일 전송, Web 검색 등 일방적으로 한 방향으로 많은 데이터를 받는 비대칭 서비스의 비중이 확대될 것으로 보아 UTRA TDD 방식의 도입이 필요할 것이다^{[9][10]}.

TDD 방식은 FDD(Frequency Division Duplex) 방식과는 달리 상, 하향 링크가 동일한 주파수 대역을 사용하므로, 하나의 무선 프레임내의 일정한 크기의 타임 슬롯을 상, 하향이 서로 교대로 사용하며 또한 하나의 타임 슬롯에는 다수의 사용자가 동시에 사용할 수 있는 코드 슬롯이 있다. 즉, TDD 방식은 TDMA(Time Division Multiple Access)의 장점인 자원 할당의 유연성과 CDMA(Code Division Multiple Access)의 장점인 높은 용량성을 고려한 하이브리드한 시스템으로서 비대칭 고속 멀티미디어 서비스를 주어진 대역 내에서 효율적으로 사용할

수 있는 방법이다^{[11][12]}.

본 논문에서는 UTRA TDD 시스템에서의 동적 자원 할당 알고리즘을 제안하였다. 이것은 셀 내에서의 트래픽 성향을 파악하여 자원 할당 상태 리스트에 따라 셀 내에서의 상향, 하향 링크의 스위칭 포인트를 결정하는 동적 채널 할당 방법과 이로 인해 상향, 하향 스위칭 포인트가 결정된 후 셀에서 발생한 베어러 서비스가 RU를 액세스하는 채널 액세스 메커니즘으로 세분화된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 3GPP 표준안의 동적 자원 할당 알고리즘을 기술하고 3장은 제안한 알고리즘을 설명한다. 4장은 성능 분석 및 고찰이고 마지막으로 5장은 결론 부분이다.

II. 3GPP 표준안의 동적 자원 할당 알고리즘

1. 동적 자원 할당 알고리즘

UTRA TDD 시스템은 RU라고 불리는 주파수, 타임 슬롯 그리고 코드 슬롯의 조합에 의해 무선 자원이 할당된다. 3GPP 표준안에서는 자원 할당 알고리즘을 Slow DCA(Dynamic Channel Allocation)와 Fast DCA로 구분하여 기술하고 있다. Slow DCA는 각 셀에 RU를 할당하는 것이고 Fast DCA는 Slow DCA에 의해 상, 하향으로 할당된 슬롯들을 셀에서 발생한 베어러 서비스에 할당하는 것이다. 그림 1은 Slow DCA와 Fast DCA를 보여주고 있다.

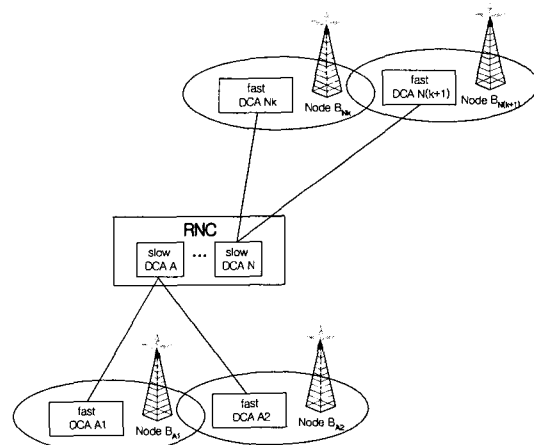


그림 1. Slow DCA와 Fast DCA

이러한 동적 자원 할당을 위해서 RNC(Radio Network Controller)와 Node B는 주기적인 감시와 보고 절차를 수행해야 한다. RNC와 Node B간의

많은 양의 시그널링 정보를 위해서 3GPP 표준안에서는 RNC와 Node B 간의 인터페이스 즉, Iub 인터페이스를 STM1 또는 E1/T1 정도로 권고하고 있다.

2. Slow DCA

Slow DCA는 10ms의 무선 프레임의 각 타임 슬롯들을 상향 및 하향 링크에 할당하는 방법이다. 즉, 어떤 슬롯을 상향 링크에 할당하고 하향 링크에 할당할 지를 결정하는 것이다. Slow DCA에서 고려될 사항은 셀 내에서의 트래픽 성향이다. 그러나 3GPP 표준안에는 구체적인 알고리즘이 제시되어 있지 않고 구현 과제로 남아 있다. 그림 2는 3GPP 표준안에서 제시한 상, 하향 할당 방법의 4가지 예이다.

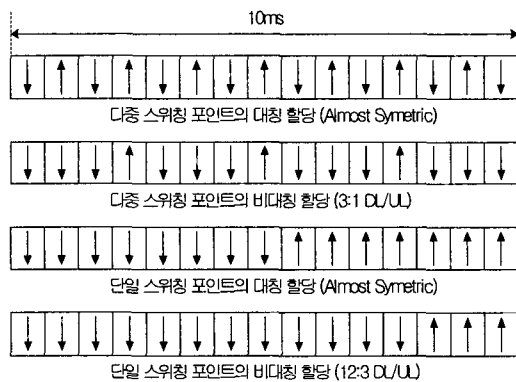


그림 2. 상, 하향 할당 방법의 예

3. Fast DCA

Slow DCA에 의해 상, 하향으로 할당된 슬롯들을 셀에서 발생한 베어러 서비스에 할당하는 것이다. Fast DCA에서는 멀티레이트(Multirate) 서비스에 대해 멀티 코드(Multicode)와 멀티 슬롯(Multislot)이 사용될 수 있다. 멀티 코드는 하나의 베어러 서비스에 대해 동일 타임 슬롯에서 여러 코드를 통해 전송하는 방법이고 멀티 슬롯은 하나의 베어러 서비스에 대해 동일한 코드로 여러 타임 슬롯을 통해 전송하는 방법이다. 3GPP 표준안에서는 UDD(Unconstrained Delay Data) 144, 384kbps에 대한 멀티 코드와 멀티 슬롯에 대한 성능 분석을 수행하였다. 그 결과는 멀티 코드가 멀티 슬롯보다 주어진 상대 부하율(Relative Load)에 대하여 더 많은 사용자를 수용할 수 있음을 보여주었다. 또한 Fast DCA에서는 RT(Real time Traffic) 서비스와

NRT(Non Real time Traffic) 서비스에 대한 각각의 채널 할당 방법도 다르다. RT 서비스에 대해서는 베어러 서비스가 설정되어 있는 동안 할당된 채널이 유지되며, NRT 서비스의 경우는 채널이 베스트 에포트(Best Effort) 방식에 의해 전용 데이터 패킷의 전송 구간에서 할당된다. NRT 서비스를 위한 채널 수는 현재 사용 가능한 자원과 동시에 전송하려고 하는 베어러 서비스에 의해 의존한다.

III. 제안한 동적 자원 할당 알고리즘

1. 시스템 모델

UTRA TDD 시스템의 허용 셀 반경은 3.84Mcps를 적용하였을 경우 3.75km 정도가 된다. 따라서 UTRA TDD 모드는 도심지역의 비대칭 트래픽이 빈번하게 발생하는 마이크로 셀이나 피코 셀에 적용될 것이다.

본 연구에서 고려한 시스템은 주파수 재사용 계수 즉, K=1 인 클러스터(Cluster) 기반의 시스템이다. 하나의 클러스터를 구성하는 각각의 Node B들은 RNC와 고속의 시그널링을 위해 광케이블로 연결되고 RNC는 클러스터내의 자원 할당에 관계된 모든 기능을 수행해야 한다. 그림 3은 제안한 클러스터 기반의 시스템 모델이다.

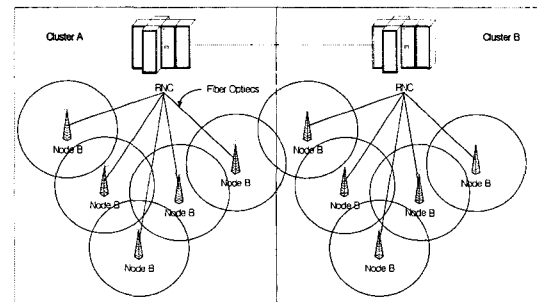


그림 3. 클러스터 기반의 시스템 모델

클러스터 기반의 시스템 모델에서 셀의 영역을 존(Zone)으로써 구분하며 존에는 단일 존과 다중 존이 있다. 하나의 Node B의 영역에 있는 존을 단일 존이라고 하고 두 개 이상의 Node B의 영역에 있는 존을 다중 존이라고 한다. 그림 4에서는 단일 존은 Z₁, Z₃, Z₇이고 Z₂, Z₄, Z₅, Z₆은 다중 존에 해당한다.

2. 제안한 알고리즘

제안한 알고리즘은 동적 채널 할당과 채널 액세스

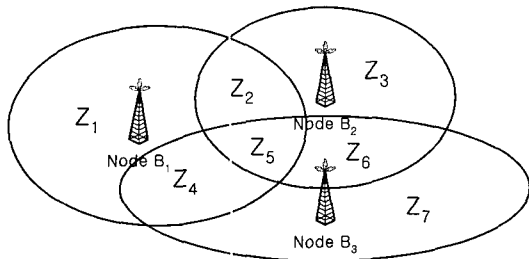


그림 4. 존의 구성

스 메커니즘으로 세분화된다.

2.1 동적 채널 할당

RNC는 셀내에서의 모든 자원 할당 요구를 토대로 자원 할당 상태 리스트(Resource Allocation Status List)를 관리함으로써 각 셀에서의 상황, 하향 링크의 스위칭 포인트를 결정하게 된다. 스위칭 포인트는 자원 할당 상태 리스트에 따라서 한 프레임 단위로 상황, 하향 트래픽의 비대칭 정도에 따라 결정된다. 동적 채널 할당을 관장하는 RNC는 단일 존과 다중 존으로 구분하여 스위칭 포인트를 결정하게 된다.

2.2 단일 존에서의 동적 채널 할당

단일 존에 위치한 UE(User Equipment)는 우선 자신이 속한 셀을 찾고 동기를 획득해야 한다. UTRA TDD 시스템에서 셀은 최대 128개까지 구분이 가능하며, 128개의 셀은 32개의 코드 그룹(Code Group)으로 구성되며 각각의 코드 그룹은 4개의 셀들로 형성된다. 단일 존에 위치한 UE는 공용 물리 채널인 SCH(Synchronization Channel)를 통해 전송되는 일차 동기 코드 C_p (PSC, Primary Synchronization Code)를 이용하여 슬롯 동기를 획득한다. 슬롯 동기 이외에도 프레임 동기를 위해 공용 물리 채널인 F-CCPCH(Primary Common Control Physical Channel)를 통해 전송되는 특정한 셀의 미드앰블을 수신하고 같은 코드 그룹에 속한 4개의 셀의 미드앰블과 상관 연산을 통해 셀 식별 번호를 알게됨으로써 프레임 동기를 획득한다. 그림 5는 UTRA TDD 시스템에서 동기를 획득하기 위한 공용 물리 채널인 SCH의 구조이다. 여기서 t_{offset} 은 동시에 다른 셀로부터 C_p 가 전송되었을 경우 캡처 효과(Capture Effect)를 방지하기 위해 각 코드 그룹마다 서로 다른 t_{offset} 이 할당되고 각 셀은 슬롯 시작점으로부터 t_{offset} 이후에 SCH를 전송하게 된다.

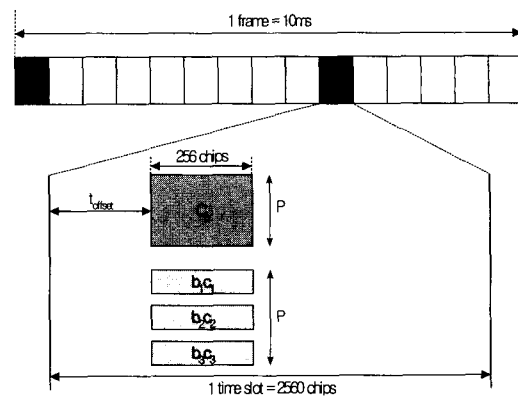


그림 5. TDD 시스템에서의 동기 채널의 구조(k=0 일 경우)

셀 ID를 획득한 UE는 유휴 상태(Idle Mode)와 통화 상태(Connected Mode)로 구분될 수 있다. 콜이 발생하면 UE는 RT 트래픽 인지 NRT 트래픽 인지를 결정하여 각각의 채널 할당 요구 절차를 수행한다. RT 트래픽이 발생한 경우 UE는 P-CCPCH의 RSCP(Received Signal Code Power)의 전력 레벨에 맞추어 개방 전력 제어(Open-Loop Power Control)를 수행하며 상향 공통 채널인 PRACH(Physical Random Access Channel)을 통해서 RU 요구 메시지를 전송한다. 이러한 RU 요구 메시지를 수신한 Node B는 Iub 인터페이스를 통하여 RNC에게 현재 상태를 보고하고 RNC는 수신 SIR(Γ_r)과 SIR 임계치(γ_r)를 비교하는 동시에 RNC에서 동적 채널 할당을 위해 관리하고 있는 자원 할당 상태 리스트를 참조하여 할당할 RU가 있으면 UE에게 전용 물리 채널인 DPCH(Dedicated Physical Channel)을 할당한다. DPCH를 할당받은 UE는 2.5에서 설명할 채널 액세스 메커니즘을 통해서 통화를 수행하고 통화가 종료되면 DPCH가 해제되고 RNC에서 관리하는 자원 할당 상태 리스트도 갱신된다. 만약, 수신 SIR(Γ_r)과 SIR 임계치(γ_r)를 비교하여 임계치 이하이거나 자원 할당 상태 리스트에서 더 이상 할당할 RU가 없을 경우 콜은 폐기(Drop)된다. NRT 트래픽인 경우는 상향 공통 채널을 통해 데이터를 전송하고 Node B의 큐(Queue)에 쌓이게 되고 채널 액세스 메커니즘을 통해 서비스된다. 그림 6은 단일 존에서의 동적 채널 할당 절차이다.

2.3 다중 존에서의 동적 채널 할당

다중 존은 복수개의 Node B의 영역에 영향을

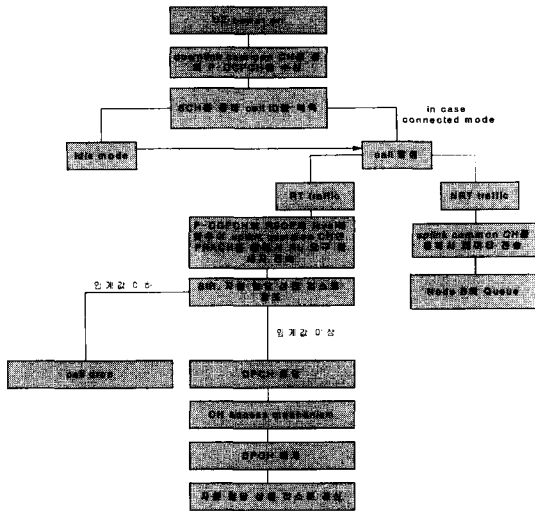


그림 6. 단일 존에서의 동적 채널 할당 절차

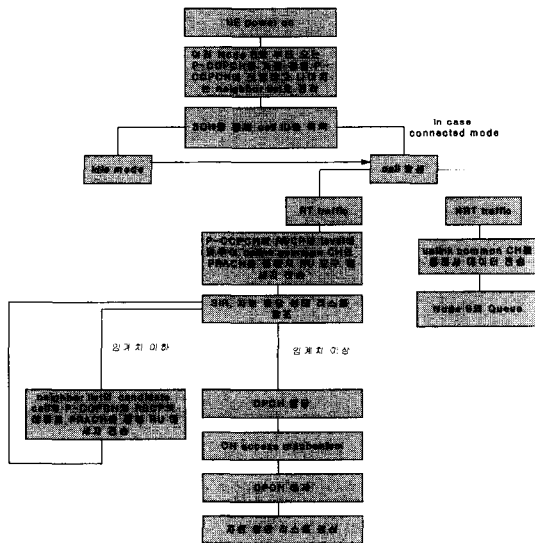


그림 7. 다중 존에서의 동적 채널 할당 절차

받는 지역으로 UE는 가장 강한 신호의 Node B를 선택하게 된다. 그 외 나머지 Node B는 이웃 셀 리스트로 관리하게 된다. 셀 탐색 및 동기 획득 절차는 단일 존에서와 동일하다. 셀 탐색 및 동기 획득 절차를 마친 후 다중 존에 위치하는 UE는 동적 채널 할당을 위한 절차를 수행하게 된다. 다중 존에서의 동적 채널 할당 이 단일 존에서의 동적 채널 할당과 다른 점은 RNC가 RU 요구 메시지를 수신하여 수신 SIR(Γ)과 SIR 임계치(γ_c)를 비교하여 임계치 이하이거나 자원 할당 상태 리스트에서 더 이상 할당할 RU가 없을 경우에 단일 존에서는 콜

이 폐기되었지만, 다중 존에서는 이웃 셀 리스트에서 관리하고 있는 후보 셀의 P-CCPCH의 RSCP 전력 레벨로 PRACH를 통해 RU 메시지를 전송하게 된다. 그림 7은 다중 존에서의 동적 채널 할당 절차이다.

2.4 자원 할당 상태 리스트 갱신 알고리즘

동적 채널 할당을 위해서 RNC에서는 자원 할당 상태 리스트를 관리함으로써 한 프레임 내에서 상, 하향의 스위칭 포인트를 결정할 수 있다. 이러한 자원 할당 상태 리스트를 관리하고 갱신하는 절차는 다음과 같다.

(1) 자원 할당 상태 리스트의 초기화 과정을 위해 필요한 파라미터

RNC의 자원 할당 상태 리스트의 초기화를 위해 필요한 파라미터의 설정은 표 1과 같다. 여기서 SN (Slot Number)을 최초 15에 설정함으로써 상향 링크의 최초 시작 슬롯을 무선 프레임의 마지막 슬롯에서 시작하도록 하였다.

표 1. 자원 할당 상태 리스트 파라미터

자원할당상태 리스트 파라미터	설명
N	접속을 시도하려는 UE의 개수
$M = \{M_1, M_2, \dots, M_N\}$	접속을 시도하려는 UE의 집합
k	하나의 타임 슬롯에서 허용할 수 있는 UE의 개수
$U = \{ \}$	허용 UE의 집합
SN	타임 슬롯 번호, 최초 초기화 과정에서 15에 설정

(2) 자원 할당 상태 리스트 갱신 절차

PRACH_request 전송에 성공한 UE를 M_{k+1} 로 하고 수신 SIR(Γ_i)과 임계치(γ_c)를 비교해서 임계치 이상인 경우 M_{k+1} 을 허용 UE 집합에 추가시킨다. 자원 할당 상태 리스트 파라미터 k 를 한 개씩 증가 시키고 처음부터 다시 수행하며 N 이하 까지 반복 수행한다. 그러나 한 개의 타임 슬롯에서 허용 할 수 있는 UE의 수는 8이므로 $k > 8$ 일 경우 SN 을 한 개 줄임으로써 그 다음 슬롯에 UE를 할당하게 된다. 또한 SN 이 9미만일 경우 해당 프레임에서는 더 이상 상향 링크에 UE를 할당 할 수

없으므로 폴을 폐기시킨다. 이러한 자원 할당 상태 리스트 갱신 절차를 통해 해당 무선 프레임에서 스위칭 포인트는 그림 8과 같이 결정된다.

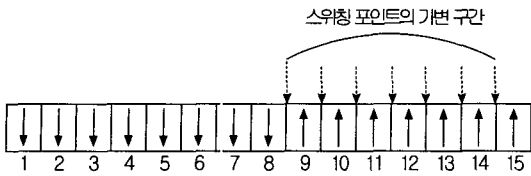


그림 8. 스위칭 포인트의 가변 구간

그림 9는 앞에서 설명한 자원 할당 상태 리스트 갱신 절차이다.

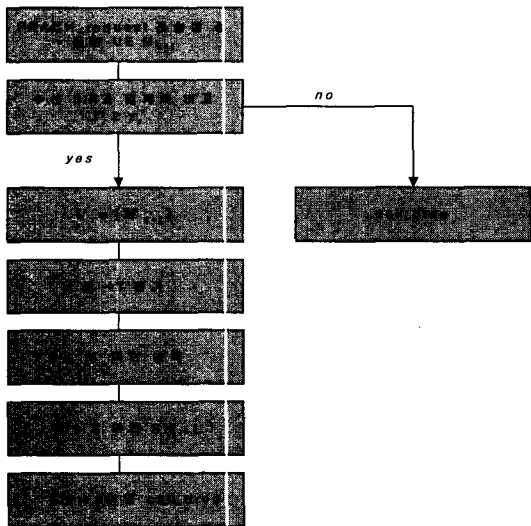


그림 9. 자원 할당 상태 리스트 갱신 절차

2.5 채널 액세스 메커니즘

채널 액세스 메커니즘은 동적 채널 할당 방법을 통해 상향, 하향 스위칭 포인트가 결정된 후 셀에서 발생한 베어러 서비스가 RU를 액세스 하는 메커니즘이다.

(1) 3GPP 표준안의 트래픽 클래스

3GPP에서 권고한 대로 트래픽 클래스(Traffic Class) 또는 QoS(Quality of Service) 클래스를 다음과 같이 구분하였다. 4가지 트래픽 클래스의 분류 기준은 지연(Delay)의 민감한 정도로 구분하였다.

- ① 대화형 클래스(Conversational Class): 지연에 가장 민감한 트래픽으로서 실시간 처리를 요구한다. 음성 전화, VoIP, 화상회의 등이 있다.

- ② 연속형 클래스(Streaming Class): 대화형 클래스보다는 지연에 덜 민감한 클래스로서 연속형 멀티미디어(Streaming Multimedia) 등이 있다.
- ③ 양방향 클래스(Interactive Class): 어떤 요구를 했을 때 응답을 요구하는 클래스로서 웹 브라우징, 네트워크 게임 등이 있다.
- ④ 백그라운드 클래스(Background Class): 어떤 정해진 시간 내에 목적지에 도달한다는 보장이 없는 클래스로서 지연에 가장 덜 민감한 트래픽이다. 이메일, SMS(Short Message Service) 등이 있다.

3GPP 표준안에서는 트래픽 클래스 1과 2를 RT(Real Time) 서비스, 트래픽 클래스 3과 4를 NRT(Non Real Time) 서비스로 규정하고 있다. 본 연구에서는 RT 트래픽과 NRT 트래픽으로 구분하여 채널 액세스 메커니즘을 적용하였다.

(2) RT 트래픽의 경우

UE에서 RT 트래픽이 발생하면 경쟁 방식으로 상향 링크의 PRACH을 통해 예약 요구 메시지를 전송한다. Node B에서는 이런 예약 요구 메시지를 성공적으로 수신하면 RT 트래픽을 전송하는 UE는 예약 모드로 변경된다. RT 트래픽의 최종 패킷이 전송될 때까지 예약 모드(Reservation Mode)가 유지된다.

(3) NRT 트래픽의 경우

RT 트래픽과는 달리 실시간 처리를 요구하지 않으므로 RU를 액세스할 때 예약 요구 메시지를 전송하지 않고 경쟁 방식으로 패킷을 전송한다. NRT 트래픽은 지연에 강한 특성을 가지고 있기 때문에 전송에 성공하지 못한 패킷은 RT 트래픽과 같이 폐기되지 않고 대기 큐에 쌓이게 된다. 이렇게 대기 큐에 쌓인 NRT 트래픽은 FIFO(First Input First Output) 큐잉 방식으로 처리된다.

(4) 채널 액세스

무선 프레임 구간에서 채널 액세스 메커니즘을 그림 10에 도시하였다. RU는 PRMA(Packet Reservation Multiple Access)에서 적용한 것과 같이 예약 슬롯(I-slot)과 경쟁 슬롯(C-slot)으로 구분되고, 다시 유희 상태, 예약 상태, 전송 성공, 충돌 상태로 세분화된다. 하향 링크의 매 첫 번째 슬롯은 상향 링크의 상태를 통보하고 차기 프레임에서의 슬롯 점유 확률을 전송하여 전송에 성공한 슬롯은 예약 상태로 전환된다.

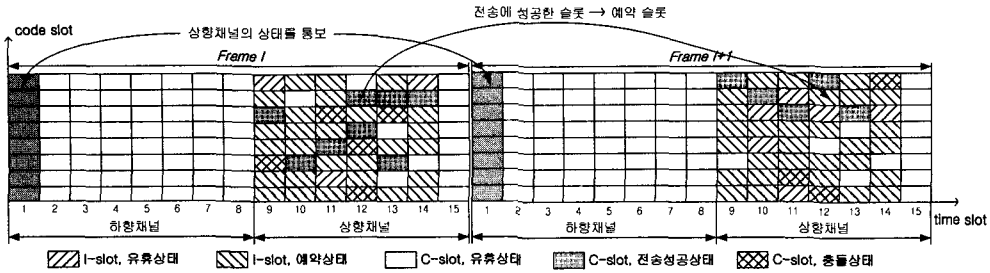


그림 10. 채널 액세스 매커니즘

IV. 성능 분석 및 고찰

본 절에서는 제안한 알고리즘을 동적 채널 할당 방법과 채널 액세스 매커니즘으로 구분하여 모의 실험을 수행하였다.

1. 동적 채널 할당 방법의 성능 분석

동적 채널 할당 방법에 대해서는 표 2와 같이 파라미터에 의한 모의 실험을 수행하였다.

표 1. 동적 채널 할당 시뮬레이션 파라미터

시뮬레이션 파라미터	비고
RU	120(15*8)
셀	30개
UE	≥3600

세 개의 셀로 구성된 하나의 클러스터에 대하여 UE는 각 셀에 균등(Uniform)하게 분포한다고 가정하였다. 시스템의 상대 트래픽 부하율(UE/RU/Cell), ω_c 에 대한 콜 블로킹 비율(Call Blocking Rate), ν_M 을 구하였고, 고정 채널 할당 방법(Fixed Channel Allocation)과 제안한 동적 채널 할당 방법을 비교하였다. 또한 전체 클러스터 내에서 다중 존이 차지하는 비율을 30%라고 가정하고 시뮬레이션을 수행하였다. 그림 11, 12는 동적 채널 할당에 대한 결과로 다중 존이 차지하는 비율이 30%일 때 서로 다른 비대칭 정도에 따른 결과이다. 그림 11에서 시스템의 상대 트래픽 부하율이 0.5(1800UEs) 이하에서는 평균 3.55dB의 성능 개선을 보였고 0.5 이상에서는 평균 1.26dB의 성능 개선을 보였다. 그림 12에서 시스템의 상대 트래픽 부하율이 0.57(2052UEs) 이하에서는 평균 2.73dB의 성능 개선을 보였고 0.57 이상에서는 평균 0.43dB의 성능 열화

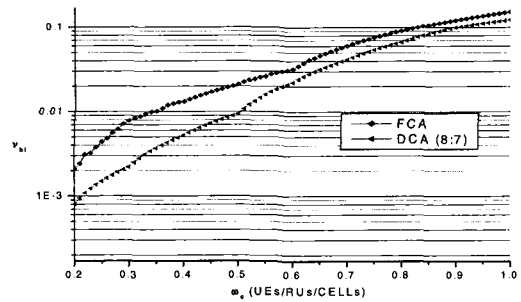


그림 11. 동적 채널 할당 시뮬레이션 결과 (비대칭 비율이 8:7 일 경우)

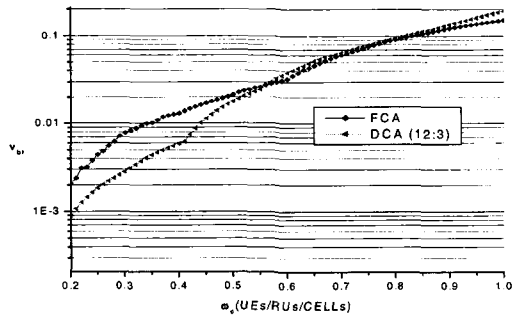


그림 12. 동적 채널 할당 시뮬레이션 결과 (비대칭 비율이 12:3 일 경우)

가 나타났다. 이는 비대칭 정도가 심해져 상향 채널 요구를 모두 수용하지 못했기 때문이다.

2. 채널 액세스 매커니즘의 성능 분석

2.1 RT 터미널의 경우

RT 터미널에 대한 성능 측정 파라미터는 트래픽 손실률 P_{loss} 에 대한 동시에 접속할 수 있는 UE의 수, M_s 이다. 트래픽 손실률은 일정 시간을 초과하여 폐기된 패킷 확률 P_{drop} 과 MAI에 의한 패킷 손실률 P_{cted} 의 합으로 구할 수 있다.

$$\text{즉, } P_{loss} = P_{drop} + P_{ced} \quad (1)$$

$$P_{ced} = \frac{M_s(1-P_s)}{M_s + M_d} \quad (2)$$

$$P_{drop} = \frac{M_d}{M_s + M_d} \quad (3)$$

$$\text{따라서, } P_{loss} = \frac{M_s(1-P_s) + M_d}{M} \text{이다.} \quad (4)$$

여기서, P_s 는 RT 트래픽의 전송 성공 확률이고, M_s 는 패킷 전송에 성공한 UE의 수, M_d 는 패킷 전송에 실패한 UE의 수이다. 그러므로 전체 UE의 수 M 은 M_s 와 M_d 의 합이다.

$$\text{또한, } P_s = \frac{K_{sp}}{\hat{K}_{cont}} \text{이고} \quad (5)$$

K_{sp} 는 임의의 타임 슬롯에서 예약 상태의 RT 터미널에 할당되지 않은 RU의 수로서 사용 가능한 전체 K_{ch} 에서 예약된 RU의 수 K_{res} 를 뺀 값이다.

$$\text{즉, } K_{sp} = K_{ch} - K_{res} \quad (6)$$

한편, \hat{K}_{cont} 는 예약을 하기 위한 경쟁 상태에 있을 RT 터미널의 수에 대한 추정값으로서

$$\hat{K}_{cont} = \alpha_s M + C_n - M_s \text{이다.} \quad (7)$$

여기서 C_n 은 RU상에서의 전송 결과와 예약 상태에 있는 터미널의 수에 따라 RNC에서 동적으로 설정하는 값이다. 단일 셀 환경에서 주어진 P_{loss} 에 대하여 동시 접속 UE의 수에 대한 결과를 기존 방식과 비교하여 그림 13에 나타내었다. 제한한 채널 액세스 메커니즘은 UE의 수가 증가할 수록 성능이 좋아지는 것을 볼 수 있다. 특히 UE의 수가 340 이상인 시점에서는 약 1.67배(2.22dB) 이상의 성능 향상을 보여주고 있다.

2.2 NRT 터미널의 경우

NRT 터미널에 대한 성능 측정 파라미터는 평균 지연시간이다. NRT 터미널은 RT 터미널에게 우선적으로 할당하고 남은 RU를 가지고 경쟁 방식으로 패킷을 전송하므로 이때의 전송 확률은 $P_d = \frac{K_d}{M_d}$ 이다. 여기서, K_d 는 NRT 터미널이 이용할 수 있

는 RU의 수로서 K_{sp} 에서 K_{cont} 를 뺀 값이며, N_d 는 전체 NRT 터미널 수이다. 그림 14는 CDMA 랜덤 패킷 접속 방법인 APC(Adaptive Permission Probability)와 제안한 채널 액세스 메커니즘을 NRT 터미널과 RT 터미널수의 비가 같다는 가정 하에서 평균 지연 시간을 나타낸다. 채널 액세스 메커니즘은 APC보다 더 작은 평균 지연 시간의 감소를 가져올 수 있다.

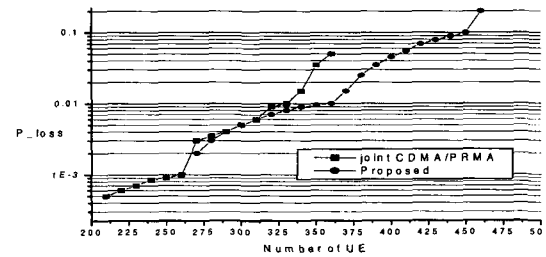


그림 13. 채널 액세스 메커니즘 시뮬레이션 결과 (UE의 수에 따른 P_{loss})

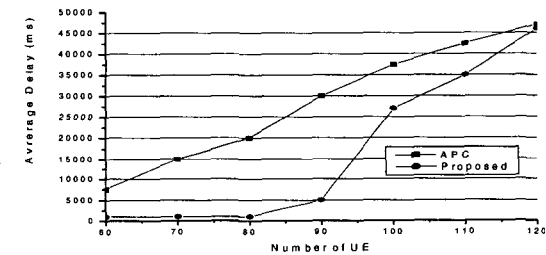


그림 14. 채널 액세스 메커니즘 시뮬레이션 결과 (NRT 트래픽의 평균 지연 시간)

V. 결론

본 논문에서는 3세대 이동통신의 비대칭 트래픽 성향을 고려한 동적 자원 할당 방법을 제안하였으며 UTRA TDD의 표준 무선 인터페이스를 적용한 채널 액세스 메커니즘을 도입하였다.

제안한 동적 채널 할당 방법은 기존의 고정 채널 할당 방법에 비하여 시스템의 상대 트래픽 부하율에 대한 콜 블로킹 비율을 고려하였을 때 좋은 성능을 나타내었고 전체 클러스터에서 다중 존이 차지하는 비율이 30%라고 가정하였을 때 평균 1.78dB의 성능 향상을 보였다. 이는 피코(Pico)셀 또는 마이크로(Micro) 셀에서 커버리지(Coverage) 영역의 겹침 현상이 빈번하게 일어나고 또한 비대칭 트래픽 성향이 자주 나타나는 도심 지역에서 좋은 결과를 제공할 것으로 사료된다.

RT 트래픽과 NRT 트래픽의 특성을 고려한 채널 액세스 매커니즘은 RT 트래픽에 대하여 우선 순위 및 예약 방식을 적용하고 NRT 트래픽은 RT 트래픽에게 할당 하고 남은 RU를 가지고 경쟁 방식으로 패킷을 전송하는 방식으로서 3GPP에서 제시한 QoS 클래스를 만족시켰다. 이는 향후 증가하는 멀티미디어 트래픽의 QoS를 보장 할 수 있을 것이며 나아가 더 좋은 품질의 차세대 이동통신 서비스를 구현할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] J. F. Huber, "UMTS, the Mobile Multimedia Vision for IMT-2000: A Focus on Standardization", *IEEE Communication Magazine*, Sept. 2000, pp. 129-136.
- [2] M. Berg, "Capacity, Robustness, and Complexity of Radio Resource Management in Bunched Personal Communication Systems", *Licentiate Thesis, TRITA-S3-RST-9907*, Royal Institute of Technology, Stockholm, Sweden, May 1999.
- [3] A. E. Brand and A. H. Aghvami, "Performance of a Joint CDMA/PRMA Protocol for Mixed Voice/Data Transmission for Third Generation Mobile Communication", *IEEE Journal on Selected Areas in Communications* Vol. 14, No. 9, Dec. 1996, pp. 1698-1707.
- [4] 주용원, 오영환, "3세대 이동통신망에서 멀티미디어 트래픽의 효율적인 전송을 위한 MAC 프로토콜에 관한 연구", *한국통신학회 하계종합학술발표회 논문집(F)* 2000년 7월, pp. 901-905..
- [5] R. Prasad, W. Mohr, and W. Konhäuser, "Third Generation Mobile Communication Systems", *Artech House Publishers* 2000, pp. 191-267.
- [6] C. Mihailescu, X. Lagrange, and Ph. Godlewski, "Dynamic Resource Allocation for Packet Transmission in UMTS TDD TD-CDMA Systems", *Proceedings of the Third European Personal Mobile Communications Conference*, Paris, France, Mar. 1999.
- [7] H. Holma and A. Toskala, "WCDMA for UMTS: Radio Access Third Generation Mobile Communications", *John Wiley & Sons, Ltd*, 2000, pp. 283-302.
- [8] <http://www.siemens-mobile.de/mobile>
- [9] D. S. Cho and D. S. Kwon, "Analysis of TDD Technology for IMT-2000", *The Proceeding of the Korean Institute of Communication Sciences* Vol. 17. No. 8, Aug. 2000, pp. 1048-1057.
- [10] 3GPP(3rd Generation Partnership Project) TSG (Technical Specification Group) RAN(Radio Access Network): *Radio Resource Management Strategies* (3GPP TR 25.922 V3.5.0) Mar. 2001.
- [11] 3GPP(3rd Generation Partnership Project) TSG(Technical Specification Group) RAN(Radio Access Network): *Physical Channel and Mapping of Transport Channels onto Physical Channels (TDD)* (3GPP TS 25.221 V4.0.0) Mar. 2001.
- [12] 3GPP(3rd Generation Partnership Project) TSG (Technical Specification Group) RAN(Radio Access Network): *UTRAN Iub Interface General Aspects and Principles*(3GPP TS 25.430 V3.1.0) Mar. 2001.

주 용 원(Yongwon JOO)

정회원



1999년 2월 : 광운대학교

전자통신공학과 졸업
(공학사)

2001년 8월 : 광운대학교 대학원

전자통신공학과 졸업
(공학석사)

2002년 현재: KTF N/W연구소 Access망연구팀
<주관심 분야> 1x EV-DO, cdma2000 1x, UMTS, NGN

윤 찬 영(Chan-young Yun)

정회원



1999년 2월 : 홍익대학교

전자전산공학과 졸업
(공학사)

2001년 8월 : 광운대학교 대학원

전자통신공학과 졸업
(공학석사)

2002년 현재 : 광운대학교 대학원 전자통신공학과 재학 (박사과정)

<주관심 분야> Cell Planning, UMTS

오 영 환(Young-hwan Oh)

정회원

한국통신학회 논문지 제25권 제9호 참조