

論文 2000-37TE-3-6

# IMT-2000에서 다양한 서비스를 제공하기 위한 채널 액세스 방식 연구

## (A Study on the Access Control Mechanism for Supporting Multiple Classes of Service in the IMT-2000)

李侑濟\*, 鄭鎮旭\*\*, 柳熙三\*\*\*, 元榮鎮\*\*\*\*

(Kwang-Je Lee, Jin-Wook Chung, Hee-Sahm Ryu, and Young-Jin Won)

### 요 약

멀티미디어 특성을 갖는 IMT-2000(International Mobile Telecommunication-2000) 환경하에서 한정된 무선 자원을 가지고 다양한 형태의 서비스를 요구 품질 수준으로 처리하기 위해서는 무선 자원의 효율적 관리가 필수적 요소이다. 무선 자원의 효율적 이용 측면에서 가장 중요한 사항은 채널 액세스 기법과 할당된 채널의 액세스 제어 문제일 것이다. 어떤 채널 액세스 기법을 사용하느냐에 따라 시스템의 처리능력(Capacity), 사용자 서비스 품질(Quality Of Service) 등이 차별화 되기 때문에 이의 적절한 선택은 매우 중요한 문제로 대두되고 있다. 따라서, 본 논문에서는 사용자들의 요구 QOS 보장과 제한된 채널 사용의 극대화라는 두 가지 상반된 목표를 달성하기 위해 Multiservice 환경하의 채널 액세스 방법과 채널 할당 시 고려되어야 할 여러 가지 변수들을 체계적으로 살펴보고, 기존 제안된 방식들의 장단점 비교를 통해 기존의 방식들에 대한 개선안을 제시한다.

### Abstract

A major technical issue related to supporting multiple classes of service in IMT-2000 is the efficient management of limited channel. The selection of channel access control technique has a significant impact on user QOS, system capacity, and is therefore an important design parameter. In this paper, to achieve the service at reasonable QOS level, while utilizing channel resource effectively, some improved methods are proposed by analyzing of the recently released methods.

\* 正會員, 舟城大學 컴퓨터系列

(JuSeong College Division of Engineering II Computerized Information System)

\*\* 正會員, 成均館大學校 電氣電子 및 컴퓨터 工學部

(SungKyunKwan University Electrical &amp; Computer Engineering)

\*\*\* 正會員, 동서울大學 電子計算機科

(Dong-Seoul College Dep. Of Computer Engineering)

\*\*\*\* 正會員, 富川大學 電子制御系列

(Bucheon College Group. Electronics &amp; Computer Control)

接受日字:1999年 8月 31日, 수정완료일: 2000年 2月 25日

### I. 서 론

차세대 이동 통신 시스템인 IMT-2000의 중요한 속성 중 하나는 가입자에게 고품질의 다양한 멀티미디어 서비스를 제공하는 것이다. 즉, 차세대 이동 통신 환경은 고품질 음성, 가변비트율을 갖는 데이터, Full Motion의 동화상, 고해상도의 화상 등 가입자에게 다양한 종류의 서비스를 일정 수준의 QOS(Quality of Service)를 유지하면서 제공하는 것을 요구하고 있다.

멀티미디어 특성을 갖는 IMT-2000 환경하에서 한정된 무선 자원으로 다양한 형태의 서비스를 요구 품

질 수준으로 처리하기 위해서는 기지국에 할당된 무선 자원의 효율적 관리와 운용이 무엇보다도 선결되어야 할 사항이다. 무선 자원의 효율적 이용 측면에서 가장 중요한 기술적 사항은 채널 액세스 방법과 할당된 채널의 액세스 제어 문제일 것이다. 채널 액세스 기법에 따라 시스템의 처리 능력 (Capacity), 사용자 서비스 품질 등이 차별화 되기 때문에 이의 적절한 선택은 매우 중요한 문제로 대두되고 있다.

한편 다양한 형태의 서비스를 수용해야만 하는 환경에서는, 전송할 데이터가 발생하면 제어 없이 전송하던 기존의 무작위 액세스(Random Access) 방식은 채널 이용 측면에서 그 효율이 낮을 수 밖에 없다. 따라서 호의 요구 QOS와 트래픽 특성에 따른 효율적인 채널 액세스 방법과 채널 할당 등의 문제가 최근 들어 중요 연구 과제가 되고 있으며, 이를 통해 사용자들의 QOS를 보장해 주면서 채널 사용을 극대화 시키는 방안을 모색하고 있다. 한 예로 1996년에 발표된 Joint CDMA/PRMA 방식인 controlled 채널 액세스는 무작위 액세스 방식에 비해 음성과 데이터의 혼합 트래픽 환경하에서 약 70% 정도 시스템 용량이 증대됨을 발표한 것을 들 수 있다<sup>11)</sup>.

본 논문에서는 사용자들의 요구 QOS 보장과 제한된 채널 사용의 극대화라는 두 가지 상반된 목표를 달성하기 위해 Multiservice 환경하의 채널 액세스 방법과 채널 할당 시, 고려되어야 할 여러 가지 변수들을 체계적으로 살펴보고, 기존 제안된 방식들의 장·단점들을 비교 검토 한다. 또한 이를 토대로 기존 controlled 채널 액세스 방식의 개선 방안에 대해 살펴 본다.

## II. Controlled 채널 액세스 방식 고찰

본 절에서는 기존의 여러 가지 채널 액세스 제어 방식을 '트래픽 특성에 따른 제어'와 '사용자 요구 품질에 따른 제어' 측면에서 살펴 본다.

### 1. 트래픽 특성에 따른 조정

#### (1) 트래픽 분산을 통한 시스템 용량 증대<sup>2)</sup>

무작위 액세스 CDMA 방식에서는 동시에 채널을 이용하고자 하는 사용자 수의 불규칙성으로 인하여 Interference Power 분산이 매우 클 수밖에 없다. 따라

서 이러한 분산을 줄일 수 있도록 채널의 트래픽 부하 정도에 따라 채널 액세스 허용 여부 정도를 결정해주는 제어 방법을 제안하고 있다. 이를 위해 본 방법에서는 시간에 따라 동적으로 변하는 채널 액세스 함수를 제시하였다. 이는 현 프레임 내에 있는 특정 슬롯의 트래픽 부하량에 따라 다음 프레임 내의 해당 슬롯에 액세스할 수 있는 확률을 결정해 주는 함수이다. 기지국은 프레임의 매 슬롯마다 단말로부터 기지국에 수신된 모든 음성 패킷 수를 계산한다. 이 갯수를 토대로 기지국은 다음 프레임의 해당 슬롯에 단말의 액세스 허용 확률 ( $P_s$ )을 계산한 후 이를 단말로 전송한다.

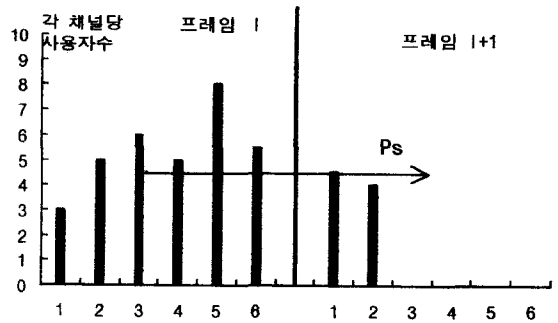


그림 1. (I+1)번째 프레임에서 슬롯 3의 액세스 허용 확률  
Fig. 1. Accessible probability of slot 3 at (I+1) frame.

각 단말은 다음 프레임의 해당 슬롯을 확률  $P_s$ 로 액세스 할 수 있다. 위의 (그림 1)은 이 과정을 보여준다. 매 슬롯 당 동시에 전송 가능한 최대 패킷수는 식 (1)과 같이 계산된다.

$$K_{Max} = \frac{Max}{k} [k/1 - Q_E(k) \leq (P_{loss})_{req}] \quad (1)$$

$Q_E(k)$  : 한 슬롯에 k개의 패킷이 동시에 전송될 때  
패킷 전송 성공 확률  
 $(P_{loss})_{req}$  : 패킷 손실 확률의 사용자 요구치

이때 채널 액세스 Function  $P_s$ 는 다음의 파라미터를 가지고 (그림 2)와 같이 Heuristic하게 결정된다.

- 초기확률  $P_{si}$
- 두 개의 선형구간의 기울기  $\alpha$ 와  $\beta$
- breakpoint 의 위치
- $P_s = 0$  if  $K \geq K_{Max}$

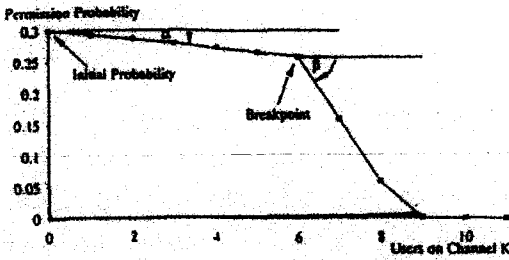


그림 2. 채널 액세스 함수  
Fig. 2. Channel access function.

(2) 'Packet-based' 데이터 트래픽의 효율적인 처리를 통한 전반적인 시스템 용량 증대<sup>[3]</sup>

'Packet-based' 서비스들은 짧은 서비스 시간과 Burst한 특성을 갖기 때문에 'Stream-based' 서비스들을 제어할 때 사용하는 방법을 적용하는 대신 CPDC(Common Packet Data Channel)를 사용하는 방식이다. (그림 3)은 CDMA 셀의 CPDC 접근 방법을 나타내는데 V는 음성 사용자들, D는 데이터 사용자들, P<sub>i</sub>는 CPDC 채널 C<sub>i</sub>를 사용하는 Packet-based 서비스 사용자들을 나타낸다. 그리고 M<sub>v</sub>는 액티브한 음성 사용자들의 수를, M<sub>d</sub>는 스트림에 근거한 데이터 사용자들을 액티브한 음성 사용자 수로 환산한 대등한 데이터 사용자들의 수를, N<sub>i</sub>는 CPDC 채널 C<sub>i</sub>를 사용하는 Packet-based 서비스 사용자들의 수를 나타낸다.

CPDC의 순방향 링크에서는 ATM(Asynchronous Transfer Mode) 방식을 사용하고, CPDC의 역 방향 링크에서는 ALOHA 형태의 무작위 접근 방식을 사용한다.

스트림에 근거한 음성 및 데이터 서비스들이 정보를 전송하기 위해서 서로 다른 확산 부호(Spreading Code)를 사용하는 것과는 달리, CPDC를 통해 기지국과 정보를 전달하는 모든 이동국들은 하나의 동일한 코드를 할당 받아 사용한다.

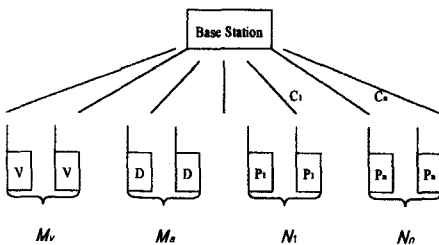


그림 3. CDMA 셀의 CPDC 접근방법  
Fig. 3. CPDC access method of CDMA cell.

이 방법은 호 처리를 위한 부하를 많이 줄일 수 있으며 망의 용량을 증가 시키는 효과도 갖는다. 뿐만 아니라 CPDC는 각각의 패킷 데이터를 위해 별개의 상관 관계자(correlator)들을 필요로 하지 않기 때문에 기지국을 실현하는 데에도 복잡성을 덜 수 있다.

기지국은 CPDC의 순방향 링크를 통해 데이터 패킷이 기지국에 들어온 순서대로 ATM방식으로 데이터 패킷을 전송하는데, 전송할 데이터 패킷이 없는 경우에는 이동 데이터 가입자들과 접속을 유지하기 위해서 동기 신호들이 전송된다. 동기 신호들은 데이터 패킷보다 낮은 전력 수준과 전송 속도로 수신된다.

2. 사용자 요구 품질에 따른 조정

(1) 음성 서비스에 채널을 할당하고 남은 자원을 데이터 서비스에 할당<sup>[4]</sup>

음성 서비스 이용자의 요구 품질 수준을 보장해 주기 위해 데이터 메시지의 도착율을 조정하며, 이를 위해 현재 측정된 음성 QOS(Eb/No)<sub>v</sub>값에 따라 데이터 전송을 위한 채널 액세스 허용 확률을 조정해 나간다. 이 값이 일정 값 이하가 되면 허용 확률을 낮추어 가고 반대로 일정 수준 이상이면 허용 확률을 높여가는 과정을 따른다. 결국 본 방식의 목적은 음성 트래픽의 사용자 품질을 원하는 수준으로 유지해 주면서 남은 자원으로 짧은 데이터 사용자를 최대한 수용하는 것이다. 음성의 QOS 요구 조건은 (Eb/No)<sub>v</sub> ≥ Y<sub>v</sub>로 표시될 수 있는데 Y<sub>v</sub>는 음성의 BER을 특정 수준 이하로 유지하기 위해서 필요한 값이다. 기지국은 데이터 메시지의 길이에 해당하는 매 시간 d 마다 데이터 호 수락 제어(Call Admission Control)를 수행한다. 이때 측정된 (Eb/No)<sub>v</sub> 값이 특정 값 Y<sub>v</sub> 이하이면 데이터 메시지의 수락 도착율이 감소하도록 조정한다. 음성의 Eb/No 값은 다음 식 (2)에 따라 측정된다.

$$(E_b/N_o)_v = \frac{E_{b,v}/\eta}{1 + \frac{1}{G_v} \cdot \sum_{i=1}^{Q_v} \frac{E_{b,v}}{\eta} + \frac{1}{G_d} \cdot \sum_{i=1}^{Q_d} \frac{E_{b,d}}{\eta}} \quad (2)$$

- η : 배경 잡음 전력의 스펙트럼 밀도
- G<sub>v</sub>, G<sub>d</sub> : 음성과 데이터 서비스의 처리 이득
- α(t) : 'Talk Spurt'에 있는 음성 호 수
- d(t) : 시스템에 있는 데이터 호 수
- E<sub>b,v</sub> : 음성 비트 에너지
- E<sub>b,d</sub> : 데이터 비트 에너지

(2) SIR 측정과 요구 QOS를 기반으로 데이터 전송 속도를 조정<sup>[5]</sup>

측정된 음성과 데이터의 SIR 값에 따라 데이터 전송 속도를 변화해 나가면서 시스템 자원을 효율적으로 이용한다. SIR 값이 일정 수준 이하로 떨어지면 데이터 전송 속도를 낮춤으로써 처리 이득(Processing Gain)을 높여, 어느 정도 전송 지연 시간은 증가하지만 데이터 호 차단 확률이 떨어져 전반적인 시스템 용량의 증대를 기대할 수 있다.

CDMA 전력 제어는 완벽히 수행된다고 보고 기지국에서 음성과 데이터 사용자들로부터 받는 전력은 동일하다고 본다. 각 음성은 하나의 채널을 요구하고 데이터는 전송을 위해서 여러 개의 채널을 요구할 수 있다. CDMA 시스템에서는 간섭에 의해 용량이 제한되기 때문에 본 모형에서는 SIR(Signal to Interference Ratio)을 자원 할당을 위한 중요 파라미터로 설정한다.

CDMA를 위한 Qualcomm의 IS-95 표준에 따르면,  $W=1.25\text{MHz}$ ,  $R=9600\text{bps}$ 로 제한된다.  $W/R$ 로 정의되는 처리 이득은 21dB이고 데이터와 음성의 요구  $E_b/N_0$ 는 각각 10dB와 7dB이기 때문에 데이터 호의 SIR이 음성호의 SIR보다 3dB 높을 수 밖에 없다. 따라서 간섭에 의해 제약 받는 CDMA 시스템에서는 음성 호보다 데이터 호의 차단 확률(Blocking Probability)이 높을 수 밖에 없다. 따라서  $E_b/N_0$  혹은 BER 값을 그대로 유지하면서 데이터 호의 차단 확률을 낮추기 위해서는 전송 속도를 낮추어 처리 이득을 높이는 방법이 있다. 이 경우에는 전송속도를 낮춤으로써 발생하는 전송 속도 지연과 이로 인한 보상인 낮은 호 차단 확률 사이에 Trade Off 가 필요하다.

(3) '채널요구' 채널을 별도로 설정<sup>[6]</sup>

단말은 채널 확보를 위해 특정 확산 코드를 사용하여 채널 요구 데이터를 확산한다. 그리고 다음 (그림 4)와 같은 Multiple Slotted Aloha 방식을 이용해 전송할 패킷 데이터의 길이를 포함한 채널 요구 패킷을 기지국에 전송한다.

만약 동시에 채널 요구 데이터 수가  $m$ 개 이상이면 SIR값이 일정 수준 이상으로 낮아져 재전송해야 한다. 기지국이 채널 요구 데이터를 성공적으로 수신하면 기지국은 데이터 트래픽의 전송을 위한 일정을 요구 데이터의 QOS에 근거하여 수립한다.

이 방법은 요구 채널의 효율이 시스템 전체의 용량에 크게 영향을 미친다. 즉 총 전송 전력 중 얼마를

채널 요구와 데이터 전송용으로 각각 할당할 지의 문제가 시스템 용량에 영향을 미치게 된다. 그리고 요구 채널의 효율은 이를 위해 할당된 채널의 수( $m$ )에 크게 의존하는데 이의 최적 결정은 추후 연구 분야로 남아 있다.

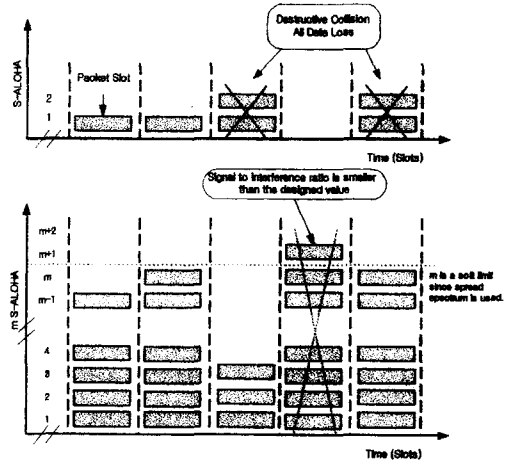


그림 4. 다중 슬롯 알로하 방식

Fig. 4. The multiple slotted ALOHA formula.

(4) PRMA 방식을 이용한 Multiservice 제공<sup>[7]</sup>

한 프레임 내에 있는 슬롯의 수를  $N$ , 시스템 내에 있는 음성호의 숫자를  $M$ , 그리고 음성 단말에 의해 예약 확보된 프레임 내에 있는 슬롯의 수를  $R$ 이라 할 때, 음성만의 시스템에서는 음성 단말에 의해 예약되지 않은 슬롯은 경쟁에 의해 사용될 수 있다. 그러므로 프레임 초기에 예약된 슬롯의 수가  $R$ 개라 하면  $N-R$ 개의 슬롯이 모두 경쟁에 의해 사용될 수 있다. 한편 음성과 데이터가 통합된 시스템에서는 음성 패킷의 손실을 일정 수준 이하로 유지하면서 데이터 사용자들을 위한 슬롯을 확보하기 위해 매 슬롯마다 음성 경쟁 슬롯의 수를 조정해나간다.

매 프레임의 초기에 음성 경쟁 슬롯의 수와 음성 단말을 위한 채널 액세스 허용 확률 (Permission Probability)은 시스템 상태의 함수로 결정 되어져야 한다. 그런데 매 프레임의 초기 마다 관측 가능한 시스템 상태 변수  $R$ 과  $M$ 만을 토대로 기지국은 음성을 위한 경쟁 슬롯의 수  $\gamma = V(R, M)$ 와 경쟁하는 음성 단말이 사용할 액세스 허용 확률  $\rho = P(R, M)$ 을 결정해야 한다. 이제 모든  $R$ 과  $M$ 에 대하여 경쟁 슬롯의 수와 허용 확률  $P$ 를 결정해주는 음성 경쟁 정책을 ( $V, P$ )로 나타낸다.  $C$ 를 경쟁 상태에 있는 음성 단말의 수,

$M_{0.01}$  을 패킷 손실 확률을 0.01 이하로 유지하면서 사용할 수 있는 최대 음성 단말의 수라 하자. 이때 음성 Subsystem 은 State Space  $(R, C, M)$  을 갖는 Markov Chain으로 모델링 될 수 있다. 만족해야만 하는 가능 상태 (Feasible State)는 식 (3)과 같다.

$$\begin{aligned} 0 &\leq R \leq MN(M, N) \\ 0 &\leq C \leq M - R \\ 0 &\leq M \leq M_{0.01} \end{aligned} \quad (3)$$

매 프레임의 끝까지 예약 확보를 하지 못한 경쟁 음성 단말의 패킷은 손실되기 때문에 프레임에서 손실된 패킷의 수는 성공하지 못한 경쟁 음성 단말의 수와 같다. 일단 예약 형태에 들어간 단말은 Talk Spurt의 끝까지 계속 예약 형태로 남아 있게 된다. X를 이전 프레임에서 성공적인 패킷의 수, 그리고 Y를 손실된 패킷 수라 하면 패킷 손실 확률은 식 (4)와 같이 주어진다.

$$P_{drop} = \frac{E[Y]}{E[X+Y]} \quad (4)$$

한편 이 값은 시스템 상태를 나타내는 Markov Chain의 분석을 통해 구할 수 있다.

경쟁 정책  $(V, P)$  는 음성 Subsystem 의 QOS를 만족하고 데이터 Subsystem 을 위한 가용 채널 자원을 극대화 할 수 있으면 최적이라고 말할 수 있다. 따라서 의사결정 변수  $(V, P)$  를 구하는 문제는 식 (5) 혹은 식 (6)으로 모형화 될 수 있다.

$$\begin{aligned} &Max E [N - R - V(R, M)] \\ &Subject to P_{drop} \leq 0.01 \\ &0 \leq P(R, M) \leq 1 \\ &0 \leq V(R, M) \leq N - R \end{aligned} \quad (5)$$

$$\begin{aligned} &Max E [V(R, M)] \\ &Subject to P_{drop} \leq 0.01 \\ &0 \leq P(R, M) \leq 1 \\ &0 \leq V(R, M) \leq N - R \end{aligned} \quad (6)$$

함수  $E[V(R, M)]$  과  $P_{drop}$  이 비선형 형태이고 Closed Form 형태를 갖지 못한다. 본 제안에서는 최적의 해를 구하기 위해 Heuristic 접근 방법을 택한다.

### III. Controlled 채널 액세스 방식의 문제점 및 개선 방법

본 절에서는 기존의 액세스 제어 방법들의 문제점

을 검토하고, 이를 토대로 개선된 액세스 제어 방법의 분야를 설정한다. 먼저 기존의 controlled CDMA 액세스 방법의 문제점을 살펴보면 다음과 같다.

#### 1. 기존의 controlled CDMA 액세스 방식의 문제점

##### (1) CDMA/PRMA 방법

프레임 내의 특정 슬롯에서 음성, 데이터, 비디오 등 다양한 종류의 트래픽을 동시에 처리하기 때문에 Random 데이터 양이 증가되면 시스템 효율이 감소한다.

##### (2) CPDC 방법

무작위 접근 방식 중 하나인 Aloha 방식으로 운영되는 CPDC 방식에서는 과부하 상태에서도 데이터 사용자들이 어떤 제어 없이 계속 액세스를 시도하기 때문에 기존의 음성, Stream-based 데이터 사용자들의 통화 품질이 급격히 저하된다.

##### (3) Persistent State를 이용한 데이터 도착률의 조정

시스템에 도착하는 데이터 양이 시스템의 데이터 수락을 초과하게 되면 데이터 패킷의 차단 확률이 급격히 증가하게 되고 시스템이 불안정한 상태에 빠진다. 그런데 본 제안에서는 음성의  $(E_b/N_0)$  값에 따른 데이터의 채널 액세스 확률의 변화를 통해 데이터 수락율만 제어할 뿐 도착하는 데이터에 대한 제어 절차는 없다.

##### (4) '채널 요구' 채널 설정 방법

시스템의 성능에 가장 중요한 요소인 '채널 요구' 채널의 수와 트래픽 채널 수를 어떻게 설정할 지에 대한 기술이 없다. 또한 '채널 요구' 결과 할당된 채널을 데이터 사용자에게 어떻게 할당해 주는지의 스케줄링 방법에 대해서도 계속 연구되어야 할 분야이다.

##### (5) PRMA 방식을 이용한 음성, 비디오, 그리고 데이터 서비스 수용 방법

데이터 트래픽의 채널 액세스 허용 확률과 이들의 서비스 시, 체계(Discipline)에 대해서는 방안을 제시하지 않고 있다.

##### (6) 측정된 SIR 값을 토대로 데이터의 전송율을 조정하는 방법

SIR값이 일정 수준 이하이면 데이터 전송율을 낮추어, 즉 처리 이득을 높여 전송 시간을 늘이는 대신 호 차단 확률을 낮추고 있다. 그런데 이 방법과 데이터의 채널 액세스 허용 확률을 조정하는 방법의 특성을 생각 해야 하고 또한 두 방법의 혼합된 제어도 고려해 볼 수 있다.

2. 기존의 controlled CDMA 액세스 방식의 개선 방법

(1) CDMA/PRMA 방법

문제점에서 기술했듯이 한 프레임 내에서 데이터 트래픽의 도착률이 급증하면 CDMA/PRMA 방식의 효율은 급격히 감소한다. 따라서 ATM의 Movable Boundary 개념을 이용하여 프레임을 음성 전용 슬롯과 데이터 전용 슬롯으로 나누는 방법을 생각해 볼 수 있을 것이다. 즉, 다음 (그림 5)와 같이 음성 서비스를 위하여 최대  $N_v$ 개의 슬롯을 할당해 주고 나머지는 데이터 트래픽에 할당해 준다. 이때 CDMA/PRMA 방식과 마찬가지로 음성은 경쟁과 예약 형태를 거쳐 전송되고 데이터는 경쟁 형태만을 갖는다.

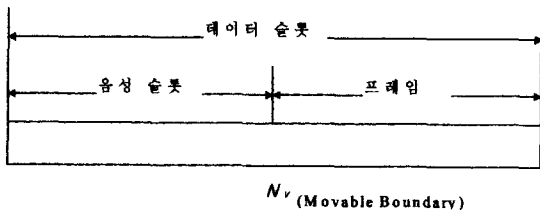


그림 5. Movable Boundary를 이용한 프레임 분할  
Fig. 5. Frame segmentation used movable boundary.

즉, 음성 슬롯 구간에서는 데이터 채널 액세스 확률은  $P_d = 0$ 이 되고 반대로 데이터 슬롯구간에서 음성의 채널 액세스 확률은  $P_s = 0$ 이 된다. 이때  $N_v$ 값의 결정은 음성 트래픽의 QOS를 만족시켜주면서 데이터 트래픽에게 최대한 많은 무선 자원을 할당해주는 방법을 생각해볼 수 있다. 즉,  $N$ 을 한 프레임 내의 슬롯의 수,  $M$ 을 시스템 내에 있는 음성 호의 수, 그리고  $R$ 은 예약 형태에 있는 음성 호의 수라하면 다음과 같은 수리 계획 모형을 설정할 수 있다.

$Max E[N-R-V(R,M)]$  : 데이터 트래픽에게 할당해 주는 슬롯 수

$P_{drop}(Voice) \leq (P_{drop})_{req}$  : 음성 요구 호 차단확률조건

$0 \leq V(R,M) \leq N-R$  : 음성을 위한 contention slot의 수 조건

위 문제의 의사결정 변수는 음성을 위한 경쟁 슬롯의 수  $V(R,M)$ 인데 이 값은 매 프레임의 초기에 주어진  $R$ 과  $M$ 에 대하여 결정된다.  $V(R,M)$ 이 결정되면 데이터 슬롯 수는  $N-R-V(R,M)$ 으로 설정된다.

한편, 한 프레임 특정 슬롯의 트래픽 상태를 토대로

다음 프레임 해당 슬롯의 채널 액세스 확률,  $P_s$ 를 구하는 과정은 매 프레임별로 음성과 데이터 슬롯 수가 동적으로 변해나가기 때문에 약간 더 복잡해질 수 있다. 이를 위해서 기지국은 매 프레임의 초기에  $N_v$ ,  $R$ ,  $M$  그리고 이전 프레임에서 각 슬롯의 트래픽 상태를 복합적으로 고려하여 각 해당 슬롯의 채널 액세스 허용 확률을 구해야 할 것이다.

무작위 액세스 방식인 Aloha형태로 운영되는 CPDC의 역 방향 채널에서는 과부하 상태하에서도 데이터 사용자가 계속 액세스를 시도한다. 한편 일반적으로 동일한 간섭을 발생하는 'Stream-based' 데이터 사용자에게 비해 CPDC 이용자들의 간섭 변동(Fluctuation)이 심하다. 따라서 과부하 시에는 CPDC 사용자들의 과도한 액세스 시도로 인해 기존의 음성이나 'Stream-based' 데이터들의 QOS가 급격하게 저하될 우려가 있으므로 적절한 제어 기법을 사용하여 CPDC 사용자들의 채널 액세스를 조절할 필요가 있다. 예로 기존의 음성이나 'Stream-based' 데이터 사용자들의 측정된  $(E_b/N_0)_v$ 나  $(E_b/N_0)_d$  값을 토대로 하여 CPDC 채널 액세스 허용 확률을 변화시켜 나갈 수 있다. 이 값들이 특정값 이상이면 채널 액세스를 비교적 용이하게 허락해주고 이하가 되면 채널 액세스를 어렵게 해주는 방법을 사용할 수 있다. 즉 채널 액세스 허용 확률은  $\Pi^j$  ( $0 < \Pi < 1$ )로 주어지는데  $j$  값은 매 패킷 데이터들의 전송 시 측정된  $E_b/N_0$  값을 토대로 기지국에서 모든 패킷 데이터 단말로 전송된다.

(3) Persistent State를 이용한 데이터 도착률 조정

데이터 도착률이 일정 수준 이상 증가해 평균 도착률이 평균 시스템 수락률을 초과하게 되면 전송을 기다리는 데이터 사용자의 대기 길이는 급격히 증가하게 된다. 이로 인해 사용자들의 재시도 횟수도 급격히 늘어나 간섭이 급증하는 등 시스템 전체가 불안정 상태에 빠질 수 있다. 이를 방지하기 위해서는 채널 액세스 재 시도 횟수를 일정 개수 이하로 제한하거나 TCP 같은 상위 계층 프로토콜에 time-out 장치를 하는 등의 방법이 고려될 수 있다. 물론 재시도 횟수를 너무 작게 결정하면 이로 인한 데이터 호의 차단 확률이 높아지므로 Persistent State 값  $j$ 의 결정과 마찬가지로 음성 트래픽의  $(E_b/N_0)$  값과 데이터 트래픽 정도 등을 기초로 신중히 결정되어야 할 것이다.

이를 위해서는 재시도 횟수에 제한을 두지 않을 경우 데이터 트래픽의 지연 시간, 성능 그리고 호차단 확

를 등의 성능 속도와 재시도 횟수에 따른 성능의 변화 추이를 분석해야 할 것이다.

#### (4) '채널 요구' 채널 설정 방법

이 방법의 성능을 결정하는 중요한 파라미터는 채널 요구용 및 데이터 트래픽 전송용으로 각각 어느 정도의 전송 전력을 할당하는가 이다. 즉 한 프레임 중 '채널 요구' 채널의 수  $m$ 은 사용자들의 트래픽 특성을 고려하여 최적의 값을 선택해야 할 것이다.  $m$ 값이 증가하면 대기 지연 시간은 감소할 수 있지만 확산 스펙트럼으로 인한 전송율이 낮아져 전체적인 지연 시간은 증가하게 된다. 기존 연구에서는 트래픽 채널의 수가 일정하다고 가정했지만 CDMA 시스템에서는 이 숫자는 순간적인 사용자 수에 따라 변화할 것이다. 즉 시스템의 수용한 서비스 종류, 각 전송율, 요구 QOS 등에 따라 수시로 변화하는 값을 갖게 된다. 따라서 '채널 요구'를 통해 예약 상태에 있는 사용자들에게 이들의 다양한 특성을 토대로 하여 기지국에서 채널을 어떻게 할당해주느냐 따라 시스템 용량에 큰 차이가 있을 것이다. 한편, 기지국에서 사용자들의 QOS나 트래픽 특성에 따라 채널 할당을 조정해 주기 위해서는 이동국이 기지국에 전송하는 '채널 요구' 패킷에 위와 같은 정보가 포함되어야 할 것이다. 예로 참고문헌 [8]에 나와있는 TS-TBCR 방법을 이용할 수 있다. 즉 단말이 타이머와 계수기를 가지고 매 일정시간  $T = D_{\max} / 2^N$  ( $N$ : 계수기 bit수,  $D_{\max}$ : 해당 패킷의 최대지연시간)마다 계수기 값을 1씩 증가시켜 나간다. 이 계수기 값을 채널 요구 패킷에 포함하여 전송하고 이를 우선 순위화 하여 기지국이 사용할 수 있다면 QOS에 근거한 채널 제어나 할당이 가능할 것이다. 이와 같이 데이터 패킷의 QOS에 근거하여 기지국이 트래픽 제어를 할 수 있다면 위 방법은 음성, 비디오, 데이터 등 다양한 종류의 서비스를 동시에 수용하는 multimedia 환경하에서도 쉽게 사용할 수 있다.

#### (5) PRMA 방식을 이용한 음성, 비디오, 그리고 데이터 서비스 수용 방법

본 제안에서는 음성의 QOS를 만족시키면서 데이터 사용자에게 가급적 많은 무선 자원을 할당해 주는 방법만 제시하고 있을 뿐 데이터 서비스에 할당된 무선 자원을 어떻게 효율적으로 운용할 것인가에 대해서는 추후 연구과제로 미루고 있다. 데이터 서비스의 최적 운용에 중요한 문제는 데이터 단말의 채널 액세스 확

률  $P_d$ 와 액세스된 데이터 단말을 어떻게 처리하는가에 대한 서비스 체계에 관한 것이다. 이상적인 채널 액세스 확률  $P_d$ 는 각 단말의 버퍼에 대기중인 패킷의 지연 경과 시간과 패킷의 대기 길이, 요구 QOS등을 토대로 결정할 수 있다. 한편 이상적인 서비스 체계는 패킷의 소멸 시간(time of expiration) 서비스 체계를 사용하면 데이터 서비스의 QOS를 일정 수준 이상 보장하면서 최적에 가까운 데이터용 무선 자원의 활용을 기대할 수 있을 것이다.

한편 기지국이 위와 같은 방법으로 채널 제어와 할당을 하기 위해서는 단말로부터 여러 가지 필요한 정보를 수신할 수 있어야 하는데 현실적으로 많은 제한이 따르게 된다. 따라서 이동국이 기지국으로의 트래픽 및 QOS 관련 정보의 효율적 전송과 이를 이용한 기지국의 무선 자원 최적 이용에 대한 연구가 필요하다.

#### (6) 측정된 SIR 값을 토대로 한 데이터 전송율 조정 방법

데이터 전송의 경우 측정된  $SIR_d$  값을 토대로 이 값이 일정 값 이상이면 원래의 전송율로, 일정 값 이하로 떨어지면 전송속도를 낮추어 전송 지연 시간은 늘리더라도 호 차단 확률은 낮추는 방법을 택하고 있다. 그런데 이 방법은 데이터 호의 처리 용량은 증가할 수 있지만 전송 지연 시간이 커지면 핸드 오프 데이터 호의 경우, 버퍼의 대기 길이가 증가하여 호 차단 확률이 증가할 수도 있게 된다. 한편 이 제안은 측정된 SIR 값에 따라 데이터 호의 채널 액세스 허용 확률을 변화시키고 있는데 본 제안 방법이 음성 사용자의 통화 품질에 미치는 영향을 검토할 필요가 있다. 또한 측정된 SIR 값에 따라 전송속도를 변화 시키고 아울러 채널 액세스 확률도 조정하는 두 가지 방법이 복합적으로 고려된 방법도 생각해 볼 수 있는데 이는 음성과 데이터 호의 차단 확률, 처리 용량, 지연 시간 등의 성능 측도를 기준에 제안된 방법과 비교하여 볼 수 있을 것이다.

## IV. 결 론

본 논문에서는 다양한 서비스 특성을 갖는 IMT-2000 환경하에서 각 서비스들의 트래픽 특성과 요구 품질 수준을 만족시키는 동시에 채널 이용 효율을 극대화 시키기 위하여, 채널 액세스 방법과 채널 할

당 시 고려되어야 할 여러 가지 변수들을 체계적으로 살펴보고, 기존 제안된 방식들의 장단점들을 비교 검토 하였으며, 이를 토대로 제안 방식들의 개선안을 제시 하였다

다양한 서비스 특성을 요구하는 이동 통신 시스템에 서, 무작위로 채널을 액세스하는 방식은 어떤 방식으로 든 제어가 이루어진 채널 액세스 방식과 비교할 때, 서 비스 요구 품질 수준의 만족 및 채널의 효율적인 이용 측면에서 한계점을 가지고 있다. 이를 해결하기 위하여 다양한 controlled 채널 액세스 방식이 제안 되었다.

본 논문에서는 제안된 controlled 채널 액세스 방식 별로 문제점을 파악하여 개선 방안을 제시하였다. 제시 된 방안에 대해서는 분석적인 기법 혹은 시뮬레이션 등의 방법을 이용하여 성능 측도들이 어느 정도 향상 될 수 있는지에 대한 연구가 이루어져야 한다.

참 고 문 헌

[1] A.E Brand, A.H.Aghvani, "Performance of a Joint CDMA/PRMA Protocol for Mixed Voice/Data Transmission for Third Generation Mobile Communication," *IEEE JSAC*, Vol.14, No.9, pp.1698-1707, Dec.1996.  
 [2] A.E.Brand, A.H.Aghvami, "Performance of the Joint CDMA/PRMA Protocol for Voice Transmission in a Cellular Environment," *Proc. of IEEE ICC '96*, pp. 621-625, May 1996.

[3] N. Guo, et. al, "Common Packet Data Channel (CPDC) for Integrated Wireless DS-CDMA Network," *IEEE JSAC*, Vol. 14, No.4, pp.735-749, May 1996.  
 [4] A. Sampath, et. al, "Analysis of an Access Control Mechanism for Data Traffic in an Integrated Voice/Data CDMA System," *Proc.of IEEE VTC'96*, Atlanta, GA, Apr 1996.  
 [5] J.S.Wu, J.R.Lin, "Performance Analysis of Voice/Data Integrated CDMA System with QOS Constraints," *IEICE Trans. Comm.*, Vol. E79-B, No.3, pp.384-391, Mar.1996.  
 [6] W.B.Yang, E.Geraniotis, "Admission Policies for Integrated Voice and Data Traffic in CDMA Packet Ratio Networks," *IEEE JSAC*, Vol.12, No.4, pp.654-664, May 1994.  
 [7] P. Narasimhan, R.D.Yates, "A New Protocol for the Integration of Voice and Data over PRMA," *IEEE JSAC*, Vol.14, No.4, pp.623-630, May 1996.  
 [8] S. Kumar, D. R. Vaman, "An Access Protocol for Supporting Multiple Classes of Service in a Local Wireless Environment," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol.45, No. 2, pp.288-302, May 1996.

저 자 소 개



李 旻 濟(正會員)  
 1965년 11월 6일생. 1988년 광운대학교 전자공학과. 졸업(공학사). 1990년 광운대학교 대학원. 전자공학과 졸업(공학석사). 1998년~현재 성균관대학교 대학원. 전기전자컴퓨터공학과 박사과정. 1990년 3월~1999년 3월 국방과학연구소 선임연구원 재직. 1999년 3월~현재 주성대학 컴퓨터계열. 전산정보시스템 전공 전임강사. 주관심분야는 정보통신(NMS, CALS, 이동통신 등

鄭 鎭 旭(正會員) 第 33卷 B編 第 2號 參照  
 현재 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터 공학부 교수  
 柳 熙 三(正會員) 第 36卷 T編 第 2號 參照  
 현재 동서울대학 전자계산기과 조교수  
 元 榮 鎭(正會員) 第 35卷 T編 第 1號 參照  
 현재 부천대학 전자제어계열 부교수