

음성과 데이터 트래픽을 전송하는 3GPP 공통 패킷 채널에서 대기시간을 갖는 채널 접속 제어

정회원 박상규*, 임인천**

Access Control for Integrated Voice and Data Traffic with Waiting Time Signalling over Common Packet Channel in 3GPP

In Chun Lim**, Sang Kyu Park* *Regular Members*

요약

본 논문에서는 음성과 데이터 패킷을 전송하는 WCDMA의 CPCH에서 대기시간의 개념을 적용하여 채널 접속을 제어하는 시스템을 제안한다. 기존의 CA 방식은 모든 CPCH 채널코드가 할당된 상태일 때 VT 및 DT가 채널에 접속하면 노드 B가 이를 차단하게 된다. 그러나 본 논문에서 제안하는 대기시간을 갖는 CA 방식은 모든 CPCH 채널 코드가 할당된 상태라도 접속한 VT 및 DT가 대기시간을 갖고 채널의 할당을 기다릴 수 있기 때문에 과도한 접속을 줄일 수 있다. 따라서 본 논문에서 제안한 대기시간을 갖는 CPCH 채널 접속 방식이 기존의 시스템에 비해 차단 확률과 접속 횟수, 시스템 처리량에서 우수한 성능을 갖는다.

ABSTRACT

In this paper several access schemes for voice and data packets over CPCH with waiting time signalling are proposed. Waiting time signalling is used for reducing the excessive access attempt of UE when all the CPCH channel resources is being used by other UEs. The proposed schemes in this paper are better than other schemes in view of the voice/data packets' dropping probability, average access attempt to transmit voice/data packets successfully and the average throughput.

1. 서론

WCDMA는 3세대 무선 통신의 표준 중 하나로 여러 나라에서 채택되어 시장이 넓어지고 있으며 특히 단말기를 통한 데이터의 송·수신이 늘어남에 따라 WCDMA의 패킷 네트워크에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다^{[1],[2]}.

WCDMA는 Common 채널, Dedicated 채널, Shared 채널 등 많은 종류의 패킷 채널을 지원한다. Common 채널에는 순방향·역방향에 따라 Forward Access Channel(FACH)과 Random Access Channel(RACH)이 있으며 이 채널들은 작은 용량의 패킷을 전송하는데 적합하다. Dedicated 채널은 한 사용자

가 하나의 채널을 점유하여 계속 사용하는 것으로 대용량의 패킷을 전송할 수 있으나 채널의 효율은 떨어진다. Shared 채널은 하나의 직교 코드를 여러 사용자가 시간을 분할하여 사용하는 것으로 채널의 효율이 향상된다. Common Packet Channel(CPCH)는 역방향에서만 사용할 수 있는 채널로 역방향에서의 Shared 채널과 같은 효과를 갖는다. CPCH는 작은 용량 또는 중간 크기의 용량의 패킷을 전송하는데 최적의 성능을 보인다^[3].

CPCH 채널 코드를 할당하는 방식에는 크게 Basic(BA) 방식, Channel Monitoring(CM) 방식, Channel Assignment(CA) 방식 등이 있다. BA 방식은 RACH의 접속 과정을 기본으로 하는 것으로써

* 한양대학교 공과대학 전자전기컴퓨터공학부
논문번호: 020134-0322, 접수일자: 2002년 3월 22일

** (주)실리코너 첨단기술연구소

Access Phase(AP) preamble과 CPCH 채널 코드가 1:1의 매핑을 갖는다. 따라서 User Equipment (UE)에 이미 할당된 채널 코드와 매핑을 이루고 있으면 이 UE는 차단되며 이는 채널의 효율성을 저하시킨다. CM 방식은 UE가 노드 B(Base Station)의 방송 채널을 통해 채널의 점유 상태를 모니터링 하는 방식으로 차단확률을 BA에 비해 낮출 수 있다. CA 방식은 노드 B가 채널을 능동적으로 관리하는 시스템으로 UE가 채널의 할당을 요구하면 노드 B가 채널을 능동적으로 관리하는 시스템으로 UE가 채널의 할당을 요구하면 노드 B가 채널의 점유 상태를 파악하고 빈 채널이 있으면 이를 UE에 할당하게 된다^[4]. 따라서 CA 방식은 채널의 효율성을 극대화하는 장점을 갖는다. Channel Assignment with Preemption(CAP) 방식은 음성 패킷에 우선권과 채널 점유권을 준 방식이다^[5]. CAP 방식은 CA 방식에 비해 음성 패킷의 차단확률을 낮추는 장점을 갖는다.

그러나 위에서 설명한 기존의 접속 방식들은 모두 Voice Terminal(VT)과 Data Terminal(DT)의 접속이 늘어날 때 차단확률이 기하급수적으로 늘어나며 이에 따라 시스템 처리량이 줄어드는 단점을 갖는다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 대기시간을 사용한다. 즉 CA 방식과 CAP 방식에서 모든 채널이 할당중 때 패킷을 전송하려는 VT 및 DT가 있다면 이들에게 대기시간을 전송하여 채널이 할당될 수 있는 시간을 알려준다. 이는 VT 및 DT가 큐에서 대기하고 있는 상태로 해석할 수 있으며 이렇게 함으로써 VT 및 DT의 차단확률을 크게 낮추고 또한 시스템의 처리량을 늘릴 수 있다. 본 논문에서는 또한 CAP 방식에서 음성 패킷의 점유권을 제거한 Channel Assignment with Non Preemption(CANP) 방식에도 대기시간의 개념을 적용시켜 기존의 접속 방식에 비해 음성 패킷과 데이터 패킷의 차단확률을 낮추고 시스템 처리량을 높일 수 있음을 보인다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 기존의 CPCH 접속방식을 설명하고 III장에서는 대기시간을 갖는 CPCH 접속방식을 설명한다. IV장에서는 수치해석의 결과를 분석하며 V장에서는 수치해석의 결과를 바탕으로 결론을 맺는다.

II. CPCH 접속 방식

2.1 BA 방식

각 셀이 음성 패킷과 데이터 패킷을 전송하기 위

해 각각 N_v 개와 N_d 개의 채널을 갖는다면 BA 방식에서는 음성 패킷용 채널 N_v 개와 데이터 패킷용 채널 N_d 개에 대해 각각 차단확률을 구해야한다. BA 방식에서 UE는 AP preamble/CPCH 채널 코드 쌍을 랜덤하게 선택하므로 전체 음성 트래픽은 N_v 개의 음성 채널에 균일하게 분포하며 전체 데이터 트래픽은 N_d 개의 데이터 채널에 균일하게 분포한다. 따라서 BA 방식에서의 CPCH 접속은 음성과 데이터 패킷에 대해 각각 $M/M/1/1$ 큐잉 시스템으로 모델화할 수 있다. $M/M/m/m$ 시스템에서 Erlang B 공식을 이용한 차단확률은 식(1)과 같다^[6].

$$p_m = \frac{(\lambda/\mu)^m / m!}{\sum_{n=0}^m (\lambda/\mu)^n / n!} \tag{1}$$

여기서 m 은 서버의 개수이고, n 은 패킷의 개수이며 λ 와 μ 는 각각 패킷의 도착율과 처리율을 나타낸다. 따라서 BA 방식에서 음성 패킷과 데이터 패킷의 차단확률은 식(1)을 이용하여 각각 식(2)와 (3)과 같이 구할 수 있다.

$$P_{drop,v} = \frac{(G_v/N_v)}{\sum_{n=0}^{N_v} (G_v/N_v)^n / n!} \tag{2}$$

$$P_{drop,d} = \frac{(G_d/N_d)}{\sum_{n=0}^{N_d} (G_d/N_d)^n / n!} \tag{3}$$

여기서 $G_v = \frac{\lambda_v}{\mu_d}$, $G_d = \frac{\lambda_d}{\mu_d}$ 이고, λ_v 와 μ_v 는 각각 음성 패킷의 평균 도착율과 평균 처리율을 나타내며 λ_d 와 μ_d 는 각각 데이터 패킷의 평균 도착율과 평균 처리율을 나타낸다.

2.2 CM 방식

CM 방식에서도 음성과 데이터 패킷은 독립적으로 다루어진다. 하지만 CM 방식에서 UE는 채널을 모니터링 한 뒤 사용 가능한 채널을 구분할 수 있다. 따라서 CM 방식에서 음성과 데이터 패킷은 각각 $M/M/N_v/N_v$ 와 $M/M/N_d/N_d$ 로 모델화할 수 있으며 식(1)을 이용한 음성 패킷과 데이터 패킷의 차단확률은 각각 식(4), (5)와 같다.

$$P_{drop,v} = \frac{G_v^{N_v}}{\sum_{n=0}^{N_v} (G_v)^n / n!} \tag{4}$$

$$P_{drop,d} = \frac{G_d^{N_c}}{\sum_{n=0}^{N_c} (G_d)^n / n!} \quad (5)$$

2.3 CA 방식

그림 1은 CA 접속 방식과 CAP 접속 방식에 적용되는 2차원 상태 천이도 이다.

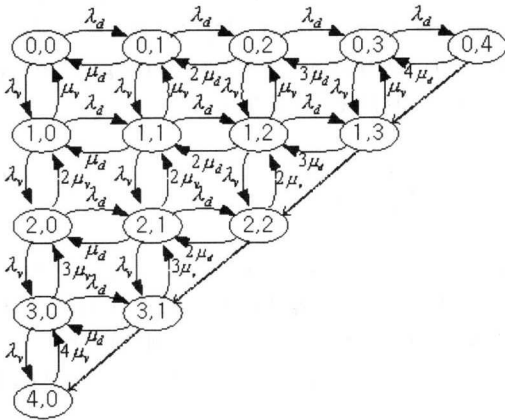


그림 1. CA 방식과 CAP 방식에서의 상태 천이도

전체 채널의 개수를 N_c 라 하면 그림 1은 $N_c=4$ 인 상태이다. 음성 패킷을 전송하고자하는 VT의 수를 K_v , 데이터 패킷을 전송하고자하는 DT의 수를 K_d 라 하면 그림 1에서 타원들은 (K_v+K_d) 개의 UE가 채널을 할당받은 상태를 나타내며 식(6)과 같이 표현된다.

$$S = (K_v, K_d), K_v, K_d \geq 0 \text{ and } K_v + K_d \leq N_c \quad (6)$$

모든 채널이 사용 중인 상태에서 점선의 대각선으로 나타난 상태의 천이는 우선권을 갖는 VT가 채널 할당을 요구할 때 채널을 사용 중인 DT가 차단되는 것을 나타낸다.

CA 방식에서는 노드 B가 전체 채널 N_v+N_d 를 관리하게 된다. 그림 1에서 점선의 대각선으로 나타난 상태의 천이를 제외한 흰색 타원간의 상태 천이는 CA 방식의 상태 천이이며 각 상태에 있을 확률은 식(7)과 같다.

$$P(K_v, K_d) = \frac{1}{G} \frac{G_v^{K_v}}{K_v!} \frac{G_d^{K_d}}{K_d!} \quad (7)$$

여기서 G 는 평균화 계수로서 식(8)과 같다^[6].

$$G = \sum_{K_v=0}^{N_c} \sum_{K_d=0}^{N_c-K_v} \frac{G_v^{K_v}}{K_v!} \frac{G_d^{K_d}}{K_d!} \quad (8)$$

CA 방식에서는 모든 채널 N_c 가 사용되고 있을 때 음성 패킷과 데이터 패킷이 차단된다. 따라서 차단 확률은 식(9)와 같다.

$$P_{drop,v} = P_{drop,d} = \sum_{K_v+K_d=N_c} P(K_v, K_d), \quad K_v, K_d \geq 0 \quad (9)$$

2.4 CAP 방식

CAP 방식은 음성 패킷에 우선권을 둔 CA 시스템이다. 그림 1에서 점선의 대각선으로 나타난 상태의 천이를 포함한 타원간의 상태 천이는 CAP 방식의 상태 천이이다. 음성 패킷의 차단은 모든 채널 N_c 가 VT에 의해 사용되고 있을 경우에만 일어나며 그 확률은 식(10)과 같다.

$$P_{drop,v} = P(N_c, 0) \quad (10)$$

데이터 패킷의 차단확률은 두 가지의 경우로 나뉘어진다. 첫 번째 경우는 모든 채널이 사용 중인 경우이며 두 번째 경우는 $K_d \neq 0$ 이고 모든 채널이 사용되고 있을 때 VT가 채널 할당을 요구하는 경우이다. 따라서 데이터 패킷의 차단확률은 위에서 설명한 첫 번째 경우에 해당되는 식(11)과 두 번째 경우에 해당되는 식(12)를 더한 것과 같다.

$$P_{drop,d1} = \sum_{K_v+K_d=N_c} P(K_v, K_d), \quad K_v, K_d \geq 0 \quad (11)$$

$$P_{drop,d2} = \sum_{K_v+K_d=N_c} \frac{\lambda_v}{\lambda_d} P(K_v, K_d), \quad K_d \neq 0 \quad (12)$$

III. 대기시간을 갖는 CPCH 접속 방식

3.1 대기시간을 갖는 CA 방식

그림 2는 대기시간을 갖는 CPCH 접속 방식에 적용되는 2차원 상태 천이도 이다. 전체 채널의 개수를 N_c 라하고, 전체 큐의 개수를 N_Q 라 하면 그림 2는 $N_c=4, N_Q=4$ 인 상태이다.

그림 2에서 흰색의 타원들은 (K_v+K_d) 개의 UE가 채널을 할당받은 상태를 나타내며 각 상태를 나타

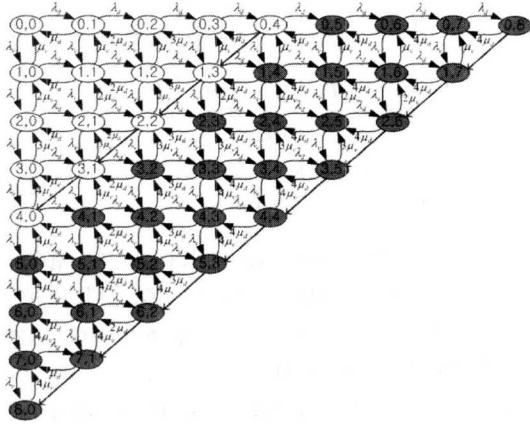


그림 2. 대기시간을 갖는 접속 방식에서의 상태 천이도

내는 식을 II장의 CA 방식과 CAP 방식에서의 식 (6)과 같이 표현된다. 회색의 타원들은 큐를 고려한 것으로서 전체 시스템에서 N_c 개의 UE는 채널을 할당받은 상태이고 $(K_v + K_d - N_c)$ 개의 UE는 큐에서 대기하는 상태를 나타내며 식(13)과 같이 표현된다.

$$S = (K_v, K_d), \quad K_v, K_d \geq 0 \quad \text{and} \quad N_c < K_v + K_d \leq 2N_c \quad (13)$$

모든 채널이 사용 중인 상태에서 점선의 대각선으로 나타낸 상태의 천이는 우선권을 갖는 VT가 채널 할당을 요구할 때 채널을 사용 중인 DT가 차단되는 것을 나타낸다. 모든 큐가 할당된 상태에서 점선의 대각선으로 나타낸 상태의 천이는 우선권을 갖는 VT가 큐의 할당을 요구할 때 큐에서 대기 중인 DT가 차단되는 것을 나타낸다.

대기시간을 갖는 CA 방식은 큐를 갖는 CA 시스템으로 해석할 수 있다. 그림 2에서 점선의 대각선으로 나타낸 상태의 천이를 제외한 타원간의 상태 천이는 대기시간을 갖는 CA 방식의 상태 천이이다. 대기시간을 갖는 CA 방식에서 각 상태에 있을 확률은 접속한 UE의 수에 따라 각각 식(14)로 나타낸다.

$$P(K_v, K_d) = \begin{cases} \frac{1}{G} \frac{G_v^{K_v}}{K_v!} \frac{G_d^{K_d}}{K_d!}, & K_v + K_d \leq N_c \\ \frac{1}{G} \frac{N_c^{N_c} (G_v/N_c)^{K_v}}{N_c!} \frac{N_c^{N_c} (G_d/N_c)^{K_d}}{N_c!}, & K_v + K_d > N_c \end{cases} \quad (14)$$

여기서 G 는 평균화 계수이며 식(15)와 같다.

$$G = \sum_{K_v=0}^{N_c} \sum_{K_d=0}^{N_c-K_v} \frac{G_v^{K_v}}{K_v!} \frac{G_d^{K_d}}{K_d!} + \sum_{K_v=N_c+1}^{2N_c} \sum_{K_d=0}^{2N_c-K_v} \frac{N_c^{N_c} (G_v/N_c)^{K_v}}{N_c!} \frac{N_c^{N_c} (G_d/N_c)^{K_d}}{N_c!} \quad (15)$$

대기시간을 갖는 CA 방식에서 $N_c + N_Q$ 가 모두 할당된 상태일 때 음성 패킷과 데이터 패킷이 차단된다. 따라서 음성 패킷과 데이터 패킷의 차단확률은 식(16)과 같다.

$$P_{drop,v} = P_{drop,d} = \sum_{K_v+K_d=N_c+N_Q} P(K_v, K_d), \quad K_v, K_d \geq 0 \quad (16)$$

3.2 대기시간을 갖는 CAP 방식

대기시간을 갖는 CAP 방식은 CAP 방식에 큐를 고려한 시스템이다. 단지 큐에서도 음성 패킷에 우선권을 주는 것을 고려하는 것이 다를 뿐이다. 그림 2의 모든 상태 천이가 대기시간을 갖는 CAP 방식의 상태 천이이다. 음성 패킷의 차단은 모든 채널과 큐가 VT에 의해 사용되고 있는 경우에만 일어나며 차단확률은 식(17)과 같다.

$$P_{drop,v} = P(N_c + N_Q, 0) \quad (17)$$

데이터 패킷의 차단확률은 세 가지의 경우로 나뉘어진다. 첫 번째 경우는 모든 채널과 큐가 사용 중인 경우이며 두 번째 경우는 $K_d \neq 0$ 이고, 모든 채널이 사용되고 있을 때 VT가 채널 할당을 요구하는 경우이다. 세 번째 경우는 $K_d \neq 0$ 이고 모든 채널과 큐가 사용되고 있을 때 VT가 큐의 할당을 요구하는 경우이다. 따라서 데이터 패킷의 차단확률은 위에서 설명한 첫 번째 경우에 해당하는 식(18), 두 번째 경우에 해당하는 식(19)와 세 번째 경우에 해당하는 식(20)을 합한 것과 같다.

$$P_{drop,d1} = \sum_{K_v+K_d=N_c+N_Q} P(K_v, K_d), \quad K_v, K_d \geq 0 \quad (18)$$

$$P_{drop,d2} = \sum_{K_v+K_d=N_c} \frac{\lambda_v}{\lambda_d} P(K_v, K_d), \quad K_d \neq 0 \quad (19)$$

$$P_{drop,d3} = \sum_{K_v+K_d=N_c+N_Q} \frac{\lambda_v}{\lambda_d} P(K_v, K_d), \quad K_d \neq 0 \quad (20)$$

3.3 대기시간을 갖는 CANP 방식

대기시간을 갖는 CANP 방식은 대기시간을 갖는 CAP 방식에서 Preemption의 효과를 제거하는 것이다. 그림 2의 흰색 타원들에서 점선의 대각선으로 나타낸 상태 전이가 음성 패킷의 채널 Preemption을 나타낸다. 따라서 음성 패킷의 차단확률은 대기시간을 갖는 CAP 방식에서의 차단확률을 나타낸 식(17)과 같다. 데이터 패킷의 차단확률은 식(18)과 식(20)의 합과 같다.

$$S_{norm} = \begin{cases} \frac{G_v(1-P_{drop,v}) + G_d(1-P_{drop,d})}{N_c}, \\ \frac{\frac{G_v}{N_c}(1-P_{drop,v}) + \frac{G_d}{N_c}(1-P_{drop,d})}{N_c+N_Q}, \end{cases} \begin{cases} 0 < K_v + K_d \leq N_c, \\ 0 < K_v + K_d \leq N_c + N_Q \end{cases} \quad (23)$$

IV. 모의 실험 결과 및 검토

CPCH 접속 과정에서는 다음과 같은 가정을 한다. 첫 번째로 AP preamble과 Collision Detection (CD) preamble은 충돌 없이 전송되며 이들의 전송 지연은 무시할 정도로 작다고 가정한다. 두 번째로 UE는 노드 B로부터 오류 없이 NAK(Non Acknowledgement) 또는 ACK(Acknowledgement) 신호를 받는다고 가정한다. 세 번째로 모든 CPCH 채널은 같은 전송률을 갖는다고 가정한다. 또한 노드 B에서 전송되는 대기시간 신호의 전송지연도 무시할 정도로 작다고 가정한다.

수치해석을 위해 음성 패킷의 평균 처리시간은 0.6s, 데이터 패킷의 평균 처리시간은 0.3s로 가정하며 전체 패킷에 대한 음성 패킷의 비율 α_v 을 0.3으로 가정하였다. 또한 $N_v=8, N_d=8, N_Q=16$ 으로 가정하였다.

각 접속방식에서 데이터 패킷을 성공적으로 전송하기까지의 평균 접속회수 D 는 식(21)로 놓는다.

$$D = \sum_{x=1}^{\infty} x(P_{drop,d})^{x-1}(1-P_{drop,d}) = \frac{1}{1-P_{drop,d}} \quad (21)$$

여기서 x 는 접속회수를 나타낸다.

또한 패킷을 전송하고자 하는 K_v 및 K_d 의 수에 따른 각 평균 시스템 부하량은 식(22)와 같다.

$$G_{norm} = \begin{cases} \frac{G_v + G_d}{N_c}, & 0 < K_v + K_d \leq N_c \\ \frac{G_v + G_d}{N_c + N_Q}, & 0 < K_v + K_d \leq N_c + N_Q \end{cases} \quad (22)$$

패킷을 전송하고자 하는 K_v 및 K_d 의 수에 따른 각 평균 시스템 처리량은 식(23)과 같다.

각 접속방식의 차단확률, 데이터 패킷의 접속회수, 평균시스템 처리량을 독립변수 G_{norm} 에 대하여 수치 해석한 결과는 그림 3 ~ 그림 6과 같다. 여기서 독립변수 G_{norm} 에 대한 종속변수 $P_{drop,d}, P_{drop,v}, D, S_{norm}$ 의 관계는 식(22)와 α_v 를 II장과 III장에서 각각의 종속변수를 나타낸 식에 적용함으로써 얻을 수 있다.

그림 3은 데이터 패킷의 차단확률을 나타낸다. 대기시간을 갖지 않는 접속방식은 G_{norm} 이 0.5이상 이 될 때부터 데이터 패킷이 차단되며 2.0이 되면 차단확률이 0.6까지가 된다. 이에 비해 대기시간을 갖는 접속방식은 G_{norm} 이 1.3이 될 때 데이터 패킷이 차단되며 2.0이 되더라도 차단확률은 0.1미만이 된다.

그림 4는 음성 패킷의 차단확률을 나타낸다. 음성 패킷에 우선권 또는 채널의 점유권을 준 접속방식은 차단확률이 매우 작으므로 그림의 범위 내에는 나타나지 않았다. 음성 패킷에 우선권을 두지 않은 접속방식에 있어서는 대기시간을 갖는 방식이 그렇지 않은 방식에 비해 차단확률이 작다. 특히 대기시간을 갖는 CA 방식은 G_{norm} 이 2.0이 되도 차단확률은 0.1미만이 된다.

그림 5는 데이터 패킷을 성공적으로 전송하기까지의 접속회수를 나타낸다. 대기시간을 갖지 않는 접속 방식은 데이터 패킷의 차단확률이 크기 때문에 접속회수 역시 G_{norm} 이 늘어남에 따라 크게 늘어나고 특히 음성패킷에 우선권을 주기 때문에 데이터 패킷의 차단확률이 더 늘어나는 CAP 방식은 CA 방식에 비해 접속회수가 더 많아진다. 대기시간을 갖는 접속 방식은 G_{norm} 이 2.0이 되어도 1.3미만의 접속회수를 갖는다. 음성 패킷을 성공적으로 전송하기까지의 접속회수는 그 값이 매우 작으므로 나타나지 않았다. 이는 각 접속 방식에서 음성 패킷의 차단확률이 매우 작기 때문이다.

그림 6은 각 접속 방식의 시스템 처리량을 나타낸다. 대기시간을 갖는 접속 방식은 음성 및 데이터 패킷의 차단확률이 그렇지 않은 방식에 비해 매우

작으므로 G_{norm} 에 따른 시스템 처리량이 거의 선형적으로 증가한다. 대기시간을 갖지 않는 방식은 G_{norm} 이 0.5이상이면 음성과 데이터 패킷의 차단확률의 증가로 인해 시스템 처리량이 둔화된다.

V. 결론

본 논문에서는 기존의 CPCH 채널 접속 방식이 음성 및 데이터 패킷을 전송하고자 하는 UE의 수가 늘어날 때 차단 확률은 높아지고 시스템 처리량은 떨어지는 문제를 해결하기 위한 방안으로 대기시간을 갖는 접속 방식을 제안하였으며 수치해석을 통해 음성 및 데이터 패킷을 전송하고자 하는 UE가 늘어나더라도 기존의 접속 방식에 비해 차단확률을 낮추고 시스템의 처리량은 향상시키는 결과를 얻었다. 따라서 본 논문에서 제안한 대기시간을 갖는 CPCH 접속 방식이 패킷 통신을 이용하는 사용자가 늘어나는 WCDMA 무선 패킷 네트워크 환경에서 CPCH 채널의 성능향상에 기여할 수 있다.

그림 3. 각 CPCH 접속 방식에서 데이터 패킷의 차단확률

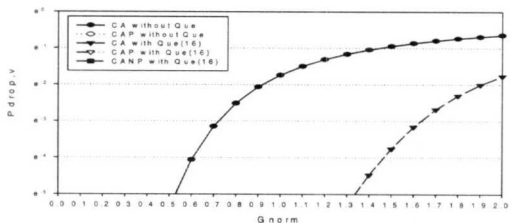


그림 4. 각 CPCH 접속 방식에서 음성 패킷의 차단확률

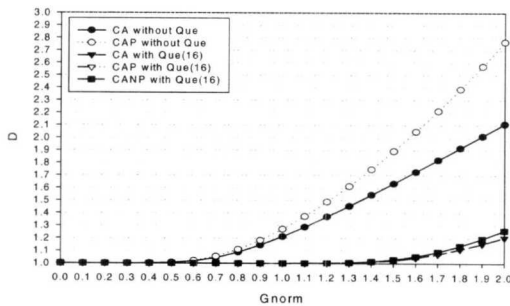


그림 5. 각 CPCH 접속 방식에서 데이터 패킷을 성공적으로 전송하기까지의 접속회수로

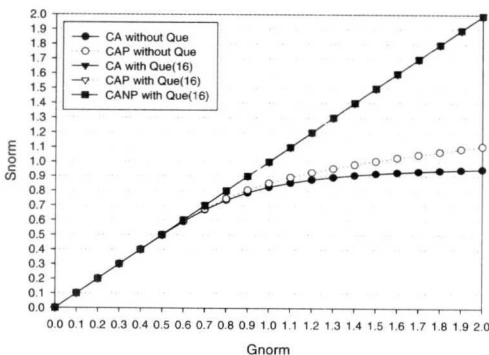


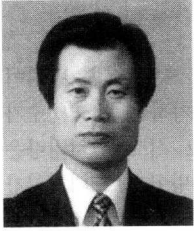
그림 6. 각 CPCH 접속 방식에서 시스템 처리량

참고문헌

- [1] W. A. Massey and R. Srinivasan, "A packet delay analysis for cellular digital packet data," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 15, pp. 1364-1372, Sep. 1997.
- [2] R. Fantacci and L. Zoppi, "A combined reservation random access polling protocol for voice-data transmission in a wireless packet network," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, vol.48, pp.652-662, Mar. 1999.
- [3] Parsa, K, "Common packet channel (CPCH) : the optimum wireless Internet mechanism in W-CDMA", *3G Mobile Communication Technologies, First International Conference*, No. 471, pp. 148 -155, 2000
- [4] 3GPP TSG-RAN Working Group, "Enhanced CPCH with Channel Assignment", *TSGR2 #7(99)b47*, Sep, 1999
- [5] Jae Woo So and Dong Ho Cho, "Access Scheme for Integrated Voice/Data Transmission Over Common Packet Channel in 3GPP", *IEEE Communication Letters*, Vol 5, No 2, pp.46-48, Feb. 2001
- [6] Dimitri Bertsekas and Robert Gallager, *Data Networks*, Prentice-Hall, pp.149-270, 1992

박 상 규(Sang Kyu Park)

정회원



1974년 2월 : 서울대학교

전기공학 (공학사)

1980년 5월 : Duke University

통신공학 (공학석사)

1987년 5월 : University of

Michigan 통신공학

(공학박사)

1976년 7월~1978년 10월 : 국방과학연구소

1990년 8월~1991년 8월 : University of Southern

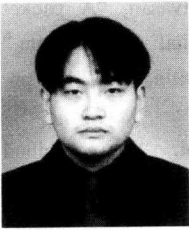
California 객원교수

1987년 3월~현재 : 한양대학교 공과대학 전자전기컴

퓨터공학부 교수

<주관심 분야> 디지털통신, 확산대역통신, 부호이론,
PCS, IMT-2000

임 인 천(In Chun Lim)



2000년 2월 : 광운대학교

전자공학과

2002년 2월 : 한양대학교

전자통신전파공학

(공학석사)

2002년 2월~현재 : (주)실리콘이더 첨단기술연구소

연구원

<주관심 분야> 디지털통신, 확산대역통신, WCDMA