

# 음성/데이터 통합 전송을 위한 무선 CDMA ALOHA 시스템 구상과 그 트래픽 분석

권기형<sup>o</sup>

## The wireless CDMA ALOHA System Concept for the Voice/Data Integrated Transmission and Its traffic Analysis

Kwon, Kihyung<sup>o1)</sup>

### ● 요약 ●

현재 통신 시스템은 무선화와 멀티미디어화의 두 방향으로 진행되고 있으며 이전 시스템에 비해 커다란 전송 용량을 요구하고 있다. 이러한 상황에서 통신 서비스는 서로 다른 전송률과 특징을 가지는 두 개의 다른 서비스 형태로 존재한다. 예를 들어 음성/비디오 서비스는 약간의 오류를 허용하나 실시간 전송이 되어야 하고, 데이터는 실시간성은 떨어지나 하나의 비트 오류라도 재전송을 해야 한다. 음성/데이터 혼합 트래픽의 갑작스러운 증가에 대해 오류가 허용되는 실시간 음성/영상 데이터에 대해 우선 전송하고 지연이 허용되는 일반 데이터는 BER이 낮아진 후에 전송하면 높은 쓰루풋을 갖게 될 것이다. 이 논문에서는 비동기 unslotted ALOHA CDMA 시스템을 가정하여 이 시스템에 대해 혼합된 음성/영상 및 컴퓨터 데이터가 전송될 때 트래픽 용량의 계산식을 유도하였으며 그 결과를 제시하였다. 이를 이용하면 시스템의 트래픽 분석과 변화하는 트래픽에 대해 이론적 해석이 쉬워지리라 본다.

### ● ABSTRACT ●

Currently, the communication systems are progressing two ways as the wireless and multimedia and these need big transmission capacity then before. In these circumstance, communication services existed as two different service forms which have different rates and characteristics. For example Voice/Video Services accept some errors but transmit on realtime, but Date Services don't need to transmit on realtime but have to retransmit if these have only one bit error. In Voice/Date Integrated traffics, it has big throughput that realtime voice/video data which could have some errors if integrated traffic is increased rapidly have transmission priority, then Data traffics which delay is accepted is sent after that. In this paper, I introduce the calculation method for various traffic when voice/data mixed traffics is transmitted to asynchronous unslotted ALOHA CDMA system proposed and the result is presented. And We can easily theoretical analysis for the system traffic and changing traffic using proposed solution in this paper.

### 1. 서론

최근에 음성, 영상, 데이터의 통합서비스가 크게 증가하고 있다. 이러한 통합 서비스는 음성 및 동영상과 같이 반드시 실시간 전송을 해야 하지만 약간의 오류를 허용하는 미디어와, 데이터와 같이 약간의 시간 지연은 허용되나 하나의 비트 오류도 허용되지 않는 미디어를 함께 전송한다. 특히 음성과 달리 데이터는 무오류 전송 때문에 비트 단위 전송보다는 블록이나 패킷 단위 전송만이 가능하다. 통합 무선 서비스를 위해, 채널 공유 방안으로 ALOHA, CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/Collision Detection) 등이 있으며 다중 접속 방안으로 시분할, 주파수 분할, 부호분할 다중 접속

방식이 있다. 무선통신에서 채널은 동시 접속의 수를 뜻하며, 이를 음성, 데이터 등이 나누어 쓰게 된다. 보통음성과 데이터 어떤 것이든 채널을 점유하면 다른 접속이 불가능하다.

본 논문에서 제안하고 있는 대역 확산 방식의 시스템은 비트 오류율에 의해 채널 수가 결정되는 방식으로 전체 채널이 B개라면 이중 통신 환경이 좋아 오류가 거의 없이 사용할 수 있는 채널 개수인 A개까지는 음성과 데이터를 동시에 할당하여 같이 사용하며 통신 환경이 나빠져서 비트 오류율이 증가하면 오류 허용이 안 되는 데이터 채널을 줄이고 그 대신 음성 채널을 증가 시킨다면 음성의 실시간 전송 특징과 데이터의 오류 불허 특징을 살릴 수 있는 가장 적절한 시스템이다. 이러한 시스템에 CLSP(Channel

\* 상지영서대학 컴퓨터정보과 교수

Load Sensing Protocol) ALOHA 방식을 적용하여 채널 제어를 한다면 이러한 특징을 잘 살릴 수 있게 된다.

따라서 본 논문에서는 비동기 CDMA unslotted ALOHA CLSP (Channel Load Sensing Protocol)를 적용하는 시스템에 대해 음성과 데이터 전송 트래픽의 발생확률에 따라 음성 및 데이터 전송량을 구하는 수식을 유도하여 시스템을 분석하는 더욱 효율적인 방법을 제안하였다.

## II. 시스템 모델

본 논문은 그림 2와 같이 음성과 데이터의 패킷 길이가 같고 발생확률이 동일한 다수의 사용자에 대해 CLSP (Channel Load Sensing Protocol)를 적용하는 unslotted ALOHA 시스템을 가정하였다[1][2]. 시스템에 대한 해석을 단순화하기 위해 전력제어가 완벽하며 음성과 데이터에 대해 같은 처리이득을 가지며 같은 데이터율을 갖는다고 가정하자. 중앙의 스테이션에서 음성과 데이터 전송에 대해 처리중인 채널 트래픽을 감시하며 채널 트래픽이 임계치 이하의 경우 전송 허용 정보를 모든 사용자에게 방송하며 임계치 이상이면 전송 거부 정보를 방송한다.

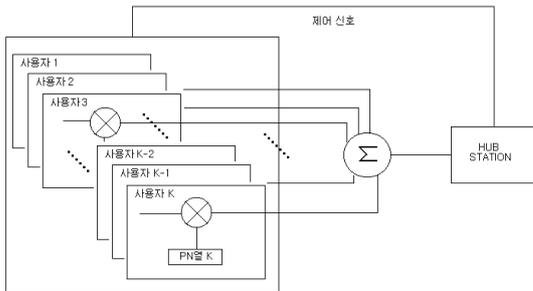


그림 1. 시스템 모델

그림 1을 보면 사용자들은 음성과 데이터를 전송하기 위해 허브 스테이션으로부터 PN을 할당받아 전송한다. 이러한 시스템에서 다중 사용자와 부가 백색 가우시안 잡음(AWGN : Additive White Gaussian Noise)에 의한 영향으로 발생하는 비트 오류는 다음 식으로 알려져 있다.

$$BER(k_d, k_v) = Q\left[\left(\frac{k_d + k_v}{3N} + \frac{N_0}{2E_b}\right)\right] \quad (1)$$

여기에서  $k_d$ ,  $k_v$ 는 데이터와 음성에 대한 동시 사용자 수를 나타내고  $N$ 은 프로세싱 이득을 표시하며  $N_0$ 는 가우시안 잡음이고  $Q$ 는 다음 식으로 주어진다.

$$Q(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_x^\infty \exp(-u^2/2) du \quad (2)$$

여기에서 음성 및 데이터를 전송하기 위한 최저 비트율을 10-3이라고 하면 이를 기준으로 최대 채널 수  $B$ 가 결정된다. 그리고 데이터는 음성에 비해 낮은 비트 오류율을 가져야만 재전송이 줄어들므로 이보다 훨씬 낮은 값에서 채널 수  $A$ 가 결정된다. 즉  $A$ 까지는 음성 및 데이터를 모두 전송하도록 허용하며  $A$ 이상의 요구가 발생하면 데이터의 전송을 감소시켜 음성과 데이터의 동시 전송 채널을  $A$ 로 유지한다. 그리고 데이터 채널이 0이 되면 음성은  $A$  이상이 될 수 있으며 최대  $B$ 까지 허용된다.

이러한 시스템에 제공되는 음성 및 데이터에 대해 서로가 독립적인 발생확률을 갖는다면 제공 음성 트래픽  $G_v$  및 동시 사용자 수  $k_v$ 에 대해 발생확률은 다음과 같다.

$$P_v(G_v, k_v) = \frac{(G_v)^{k_v}}{k_v!} \exp(-G_v) \quad (3)$$

마찬가지로 제공 데이터 트래픽  $G_d$  및 동시 사용자 수  $k_d$ 에 대해 발생확률은 다음과 같다.

$$P_d(G_d, k_d) = \frac{(G_d)^{k_d}}{k_d!} \exp(-G_d) \quad (4)$$

## III. 시스템 모델의 해석

### 3.1 전송음성 패킷

음성 및 데이터가 동시에 발생할 때 동시 사용자 수가  $A$ 채널 이하인 경우는 음성과 데이터를 동시에 전송한다. 데이터가 전송되면서 동시 사용자가  $A$ 이상인 경우는 음성을 먼저 할당하며 데이터는 남은 채널만큼 전송되며 데이터 전송시의 비트 오류율을 유지해야 하므로  $A$ 를 초과할 수 없다. 음성이 계속 증가하여 데이터를 전혀 전송할 수 없게 되면 음성만 전송이 가능하며  $B$ 채널까지 전송한다. 따라서  $B$ 채널까지와  $B$ 채널 이상의 두 가지 경우로 나누어 계산할 수 있다.

#### 가. $B$ 이하의 전송 음성 패킷

발생 데이터 패킷이  $B$ 이하의 경우 데이터가 0개 발생할 때 전송 음성 패킷의 기대치를  $NP$ 라고 하면 다음과 같이 계산할 수 있다.

$$NP(k_d = 0) = \sum_{k_v=1}^B k_v P_v(G_v, k_v) \cdot P_d(G_d, 0) \quad (5)$$

따라서 데이터가  $n$  개 발생할 때의 전송 음성 패킷의 기대치는 다음과 같다.

$$NP(k_d = n) = \sum_{k_v=1}^B k_v P_v(G_v, k_v) \cdot P_d(G_d, n) \quad (6)$$

음성에 대한 전체 기대치는 데이터가 발생하는 모든 경우의 합으로 계산할 수 있으며 이를  $NP_{v1}$ 이라 하면 다음 식과 같다.

$$NP_{v1} = \sum_{k_v=1}^B k_v P_v(G_v, k_v) \cdot \sum_{k_d=0}^{\infty} P_d(G_d, k_d) \quad (7)$$

여기에서

$$\sum_{k_d=0}^{\infty} P_d(G_d, k_d) = 1 \quad (8)$$

이므로 다음 식과 같이 된다.

$$NP_{v1} = \sum_{k_v=0}^B k_v P_v(G_v, k_v) \quad (9)$$

#### 나. B이상의 전송 음성 패킷

음성 패킷이 B개 이상 발생하는 경우는 데이터의 발생과 관계 없이 음성패킷을 B개까지만 전송하므로 음성의 전송 패킷 수를  $NP_{v2}$ 라고 하면 다음 식과 같다.

$$NP_{v2} = \sum_{k_v=B+1}^{\infty} B P_v(G_v, k_v) \quad (10)$$

#### 다. 평균 음성 패킷의 수

앞에서 발생 음성 패킷이 B 이하와 그 이상을 나누어서 계산하였으므로 전체 음성 패킷의 평균은 다음 식과 같다.

$$NP_v = NP_{v1} + NP_{v2} \quad (11)$$

### 3.2 전송 및 성공 데이터 패킷의 수

전송 데이터 패킷의 수를 계산하기 위해 음성 및 데이터에 대해 발생 패킷이 A개 이내인 경우와 그 이상인 경우 두 가지를 고려할 수 있다.

먼저 전체 발생 패킷이 A이내인 경우는 모두 전송되므로 앞의 음성 패킷의 수를 계산하는 방식과 동일하게 계산할 수 있다. 반면에 그 이상인 경우는 발생 음성 패킷의 수에 따라 전송 데이터 패킷의 수가 결정된다. 즉 음성이 5개 발생하면 데이터는 A-5개만 전송이 가능하다. 또한 전송 음성 패킷 수를 결정하는 것과 달리 데이터 전송은 오류가 발생하면 다시 전송해야 하므로 비트 오류율을 이용하여 성공률을 계산하고 이를 이용하여 전송 데이터 패킷 중에 성공 패킷을 계산하여야 한다.

#### 가. 발생 패킷의 합이 A이하인 경우

음성/데이터 동시 발생 패킷의 수가 A이하인 경우를 계산하기 위해 먼저 음성 패킷이 하나도 발생하지 않는 경우에 전송되는 데이터 패킷의 수  $NP$ 를 다음 식으로 계산할 수 있다.

$$NP(k_v=0) = P_v(G_v, 0) \cdot \sum_{k_d=0}^A k_d P_d(G_d, k_d) \quad (12)$$

하나의 비트에 대해 비트 오류율  $BER(k_d, k_v)$ 을 앞에서 계산하였으므로 하나의 비트 성공률은  $(1 - BER(k_d, k_v))$ 이며 이를 이용하여 평균 비트 성공률을 다음 식과 같이 계산할 수 있다.

$$P_{succ}(k_v=0) = P_v(G_v, 0) \sum_{k_d=0}^A P_d(G_d, k_d) (1 - BER(k_d, k_v=0)) \quad (13)$$

이 식을 일반화시켜 음성 패킷이 n개 발생한다면 평균 전송 데이터 패킷의 수는 다음 식과 같다.

$$NP(k_v=n) = P_v(G_v, n) \sum_{k_d=0}^{A-n} k_d P_d(G_d, k_d) \quad (14)$$

마찬가지로 평균 비트 성공률은 다음과 같다.

$$P_{succ}(k_v=n) = P_v(G_v, n) \sum_{k_d=0}^{A-n} P_d(G_d, k_d) (1 - BER(k_d, n)) \quad (15)$$

따라서 음성 및 데이터의 발생 패킷의 합이 A를 넘지 않는 경우의 데이터 패킷  $NP_d$ 는 다음 식과 같다.

$$NP_{d1} = \sum_{k_v=0}^{A-1} \sum_{k_d=0}^{A-k_v} k_d P_d(G_d, k_d) P_v(G_v, k_v) \quad (16)$$

또한 이때의 비트 성공 확률은 다음과 같다.

$$P_{succ,d1} = \sum_{k_v=0}^{A-1} \sum_{k_d=0}^{A-k_v} P_d(G_d, k_d) P_v(G_v, k_v) (1 - BER(k_d, k_v)) \quad (17)$$

#### 나. 패킷의 합이 A+1 이상인 경우

데이터 발생 패킷이 A이상인 경우는 음성 발생 패킷이 얼마인가에 따라 달라진다. 음성이 한 개도 발생하지 않으면 데이터는 A개가 전송되므로 다음 식이 된다.

$$NP(k_v=0) = P_v(G_v, 0) \sum_{k_d=A+1}^{\infty} A P_d(G_d, k_d) \quad (18)$$

데이터가 몇 개가 발생하더라도 동시에 전송되는 비트 수는 A이므로 따라서 비트 성공확률은 다음과 같다.

$$P_{succ}(k_v=0) = P_v(G_v, 0) \sum_{k_d=A+1}^{\infty} P_d(G_d, k_d) (1 - BER(A, 0)) \quad (19)$$

음성 패킷이 n개 발생한다면 전송되는 데이터 패킷의 수는 A-n이므로 평균 데이터 패킷의 수는 다음 식과 같다.

$$NP(k_v = n) = P_v(G_v, n) \sum_{k_d=A-n+1}^{\infty} (A-n)P_d(G_d, k_d) \quad (20)$$

여기에서 데이터 전송 패킷의 수는 A-n이고 음성 패킷의 수는 n이므로 비트 성공 확률은 다음과 같다.

$$P_{succ}(k_v = n) = P_v(G_v, n) \sum_{k_d=A-n+1}^{\infty} P_d(G_d, k_d)(1-BER(k_d = A-n, n)) \quad (21)$$

발생 패킷이 A+1보다 큰 경우 데이터가 전송되는 경우는 음성의 발생은 0에서 A-1까지 변할 때의 합이며 이 데이터 전송 패킷의 수를  $NP_{d2}$ 라고 하면 다음 식으로 구할 수 있다.

$$NP_{d2} = \sum_{k_v=0}^{A-1} P_v(G_v, k_v) \sum_{k_d=A-k_v+1}^{\infty} (A-k_v)P_d(G_d, k_d) \quad (22)$$

비트 성공확률도 마찬가지로 구할 수 있으므로 다음 식이 된다.

$$P_{succ,d2} = \sum_{k_v=0}^{A-1} P_v(G_v, k_v) \sum_{k_d=A-k_v+1}^{\infty} P_d(G_d, k_d)(1-BER(k_d = A-k_v, k_v)) \quad (23)$$

다. 전송되는 데이터 패킷의 평균

전송되는 데이터 패킷의 평균은 앞에서 구한 결과의 합이므로 다음과 같다.

$$NP_d = NP_{d1} + NP_{d2} \quad (24)$$

마찬가지로 데이터 패킷의 성공 확률은 다음 식과 같다.

$$P_{succ,d} = P_{succ,d1} + P_{succ,d2} \quad (25)$$

위 식의 데이터 패킷의 성공 확률은 한 비트에 대해서만 구해진 것이다. 음성의 경우는 오류가 있어도 재전송이 없지만 데이터 패킷은 전 패킷 구간이 전송에 성공해야 하므로 패킷 길이를 L이라 할때 성공 패킷의 수  $SP_d$ 는 다음 식과 같다.

$$SP_d = NP_d * \{P_{succ,d}\}^L \quad (26)$$

III. 시스템 해석 결과

채널 사용자가 늘어남에 따라 비트 오류율은 증가하며 이를 그림 2처럼 그림으로 표시할 수 있다.

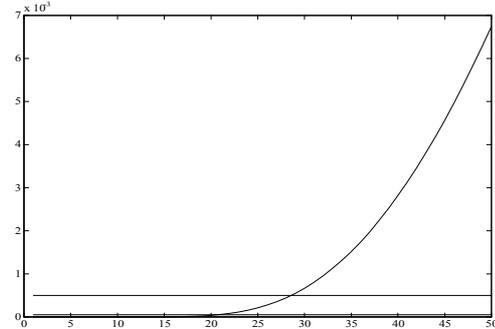


그림 2. 동시사용자수 변화에 따르는 비트 오류율

그림 2는 프로세싱 이득 100, SNR = 30dB을 갖는 시스템을 가정하였을 때 얻을 수 있는 결과이다.

본 논문에서 음성 전송 시 최대 비트 오류율을  $1 \times 10^{-3}$ 으로 가정하였으며 식 1의 BER은 평균 비트 오류율이므로 따라서  $BER < 0.5 \times 10^{-3}$ 일 때의 동시 사용자(동시 전송 패킷의 수)를 구해야 한다.

그림 2에서  $BER < 0.5 \times 10^{-3}$ 일 때의 동시 사용자 수는 27이고 따라서 전체 채널 B=27이 된다. 또한 음성 및 데이터를 동시에 사용할 수 있는 고정된 채널 수 A는  $BER < 0.5 \times 10^{-4}$ 일 때의 동시 사용자로 가정하였으며 이에 의해 A=19를 구하였다.

가. 전송 비트오류 율에 의한 전송 트래픽

앞에서 구한 A 및 B를 이용, 제공 데이터 트래픽  $G_d$ 는 0에서 50까지, 제공 음성 트래픽  $G_v$ 는 5, 15, 25, 30으로 가변하여 전송 음성 트래픽을 그림 4에 도시하였다.

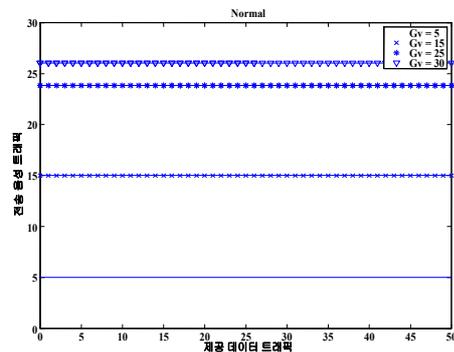


그림 3. 전송 음성 트래픽

그림 3을 보면 제공 음성 트래픽  $G_v = 5, 10, 15$  및 제공 데이터 트래픽의 변화에 대해 전송 음성 트래픽은 제공 음성 트래픽 모두가 된다. 이는 제공 음성 트래픽이 전체 채널 용량보다 상당히 낮은 경우 제공 데이터 트래픽에 전혀 영향을 받지 않고 음성을 전송함을 의미한다. 또한  $G_v = 25, 30$ 일 때는 제공 데이터 트래픽의 변화에 대해 24, 26이 된다. 이때 역시 제공 데이터 트래픽의 영향을 받지 않으며 반면에 음성 트래픽의 발생확률이 전체 채널 수  $B$  근처에서 크게 되므로 제공 음성 트래픽 중 전송되지 못하고 블러킹되는 경우가 발생함을 의미한다.

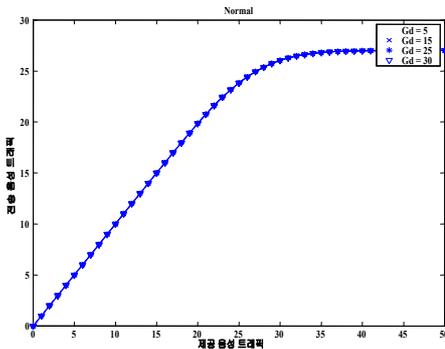


그림 4. 전송 음성 트래픽

그림 4는 제공 데이터 트래픽 5, 15, 25, 30 및 제공 음성 트래픽의 변화에 대해 그린 것이다. 그림을 보면 제공 음성은 제공 데이터의 변화에 무관하게 전체 용량 범위 내에서 모두 전송 가능하다. 그러나, 제공 음성 트래픽이 25를 넘어서면서 발생 확률에 의해 블러킹되는 트래픽이 점점 증가하기 때문에 전송량이 줄게 되며 27에 수렴하게 된다.

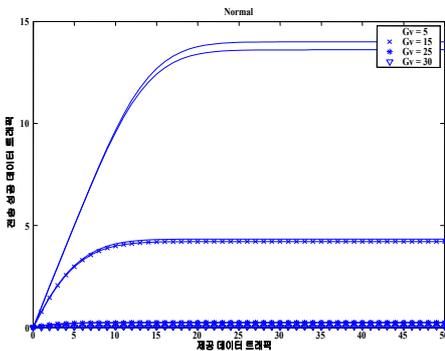


그림 5. 전송 및 성공 데이터 트래픽

그림 5는 제공 데이터 트래픽을 0에서 50으로, 제공 음성 트래픽을 5, 15, 25, 30으로 변화시킬 때 전송 데이터 트래픽의 변화를 도시한 것이다. 이 그림을 보면 제공 음성 트래픽이 25 및 30에 대해서는 데이터가 거의 전송되지 않는다. 그 이유는 음성 트래픽 위주로 전송이 이루어지기 때문이다. 반면에 제공 음성 트래픽

이 5일 경우 제공 데이터 트래픽이 10에서 데이터가 8이 전송된다. 또한 제공 음성 트래픽이 15일 때 제공 데이터 트래픽에서 2 만큼 전송된다. 또한 이 그림을 보면 선이 2중으로 되어 있다. 위 실선은 하나의 패킷 길이 전송 데이터 트래픽이고 아래의 표시 선은  $L=2000$ 비트라고 가정했을 때 전송에 성공한 데이터 트래픽이다. 그림을 보면 전송 데이터와 성공 데이터간에 약간의 차이가 있는데 그 이유는 데이터를 전송하기 위한 최대 비트 오류율이  $1 \times 10^{-4}$ 으로 낮아 2000비트 전송 시에도 오류가 크지 않기 때문이다. 그러나 패킷 길이가 길어지면 오류가 더 큰 영향을 미칠 수 있다.

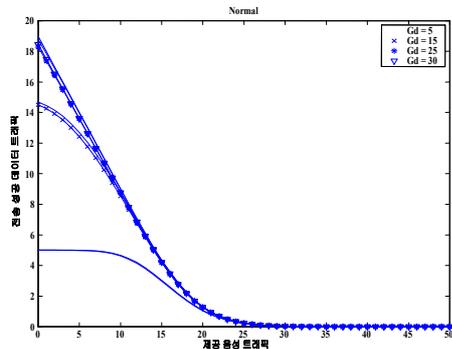


그림 6. 전송 데이터 트래픽

그림 6은 제공 데이터 트래픽을 5, 15, 25, 30으로, 제공 음성 트래픽을 0에서 50으로 증가시키기에 따라 구해진 전송 및 성공 데이터 트래픽을 보여주고 있다. 그림에서 위의 실선이 전송 데이터 트래픽이고 아래의 표시 선이 성공 데이터 트래픽이다. 여기에서도 비트 오류율이 낮기 때문에 차이가 크지 않음을 알 수 있다. 그림을 보면 제공음성이 적은 경우는(제공 데이터 트래픽 = 5일 때) 데이터가 대부분 전송되지만 그 보다 더 커지면 점점 감소하여 25이상에서는 데이터 전송이 이루어지지 않는다.

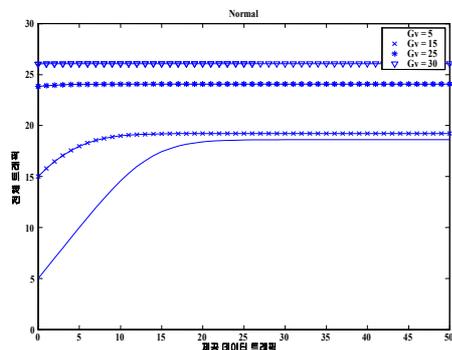


그림 7. 전체 전송 트래픽

그림 7은 제공 음성 트래픽을 5, 15, 25, 30으로 제공 데이터 트래픽을 0에서 50으로 변화시키면서 전송되는 전체 트래픽을 도시한 것이다. 그림에서 보면 음성 트래픽이 적을 때는 A에 의해

영향을 받으며 음성 트래픽이 많게 되면 데이터는 거의 전송을 할 수 없으므로 B에 의해 전송이 이루어진다.

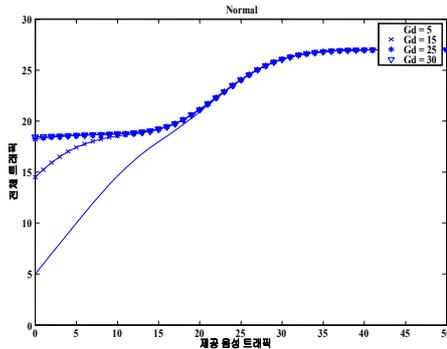


그림 8. 전체 전송 트래픽

그림 8은 제공 음성 트래픽을 5, 15, 25, 30으로 하고 제공 음성 트래픽을 0에서 50으로 변화시켰을 때 전송되는 전체 트래픽을 구한 그림이다. 제공 트래픽이 적을 때는( $G_d = 5$ ) 제공 음성 트래픽이 점점 증가하는 모습을 보인다. 그 이유는 A의 영향이 상대적으로 적게 미치기 때문이다. 반면에 제공 데이터 트래픽이 어느 정도 영향을 미치는 경우는( $G_d = 15$ ) A에 의한 영향이 크게 나타나게 되어 감소되는 부분이 있게 된다. 제공 데이터 트래픽이 더 커지게 되면( $G_d = 25$ , 또는  $G_d = 30$ ) 데이터의 전송이 상대적으로 적어 A의 영향은 줄게 되고 B에 의해 음성이 더 많이 전송되므로 완만한 상승과 포화를 갖게 된다.

#### IV. 결론

무선 통신시스템에서는 채널의 제한으로 인해 용량의 한계를 갖게 마련이다. 본 논문에서는 이러한 한계를 인식하고 보다 효율적인 시스템을 구현하기 위한 시스템을 가정하여 트래픽의 효율화를 꾀하였다.

즉 여기의 CDMA 비동기 unslotted ALOHA CLSP를 적용하는 시스템에서는 트래픽 전송 시 전송 채널은 음성 및 데이터 동시 전송 임계 치와 음성의 임계 치 두 가지를 갖게 된다. 이는 음성 및 데이터 동시 전송 임계치 하나만을 갖게 되는 다른 다중 접속 방법에 비해 음성의 실시간 특성과 데이터의 지연을 효과적으로 활용할 수 있다. 즉 트래픽이 갑자기 증가하여 다수의 동시 사용자가 많은 채널을 요구할 때 B라고 하는 음성만의 임계 치까지 전송하며 데이터 전송 요구는 이의 처리 후에 음성에 대한 채널 요구가 감소하면 데이터/음성 동시 허용 임계 치까지 처리한다.

본 논문에서는 대역 확산 방식을 비동기 unslotted ALOHA 시스템에 적용하였을 때 음성 및 데이터 제공 트래픽에 대해 전송량을 계산하였다. 여기에서 임계치를 결정할 때 데이터 전송 트래픽의 최대 허용 비트 오류율을 기준으로 고정된 임계치를 갖는 방법과 최대 데이터 전송 성공 트래픽을 갖는 임계치에 의한 방법 두

가지가 있을 수 있는데 본 논문에서는 이 두 가지를 이용하여 음성 및 데이터의 전송 트래픽을 각각 계산 방법을 제시하였고 이에 대한 결과를 도시하였다.

이를 이용한다면 음성 및 데이터를 통합하는 무선 시스템을 훨씬 효율화 할 수 있을 것으로 기대한다.

#### 참고문헌

- [1] Takeshi Sato, Abbas Sandouk, Takaya Yamazato, masaaki Katayama Akira Ogawa, "Effects of Transmission Control in an Integrated Voice and Data CDMA System", IEFCE, Fundamentals, Vol E80-A. No., 12 Dec., 1997
- [2] Takeshi Sato, Hiraku Okada, Takaya Yamazato, masaaki Katayama Akira Ogawa, "Throughput Analysis of DS/SSMA Unslotted Aloha System with Fixed Packet Length", IEEE, Journal on Selected Areas In Communications, Vol 14. No. 4, May, 1996
- [3] Masato Saito, Hiraku Okada, Takashi Sato, Takaya Yamazato, masaaki Katayama, Akira Ogawa, "Throughput Improvement of CDMA Slotted ALOHA System", IEICE, Trans., Comm., Vol E80-B. No., 1, Jan., 1997
- [4] Hiraku Okada, Takaya Yamazato, masaaki Katayama, Akira Ogawa, "CDMA Slotted ALOHA System with Finite Buffers", IEICE, Trans., Comm., Vol E81-A. No., 7, July, 1998
- [5] Pål K. Frenger, Pål Orten, Tony Ottosson, and Arne B. Svensson, "zRate-Compatible Convolution Codes for Multirate DS-CDMA Systems", IEEE Trans., on Comm., Vol. 47, No. 6, June, 1999.
- [6] Fook Loong Lo, Tung Sang Ng, Tony T. Yuk, "Performance Analysis of a Fully-Connected, Full-Duplex CDMA ALOHA Network with Channel Sense and Collision Detection", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol. 14, No. 9, DEC. 1996.
- [7] Oriol Sallent, Ramon Agusti, "A Proposal for an Adaptive S-ALOHA Access System for a Mobile CDMA Environment", IEEE Trans., On Vehicular Tech., Vol. 47, No. 3, Aug., 1998
- [8] Tadahiro Wada, Takaya Yamazato, Masaaki Katayama, Akira Ogawa, "Error Correcting Capability of Constant Amplitude Coding for Orthogonal Multi-Code CDMA System", IEICE Trans. Fundamentals, vol. E81-A, No. 10, 10 Oct., 1998.
- [9] Dimitri Bertsekas, Robert Gallager, "Data Networks", prentice Hall, pp. 317-320, pp. 152-173, 1992
- [10] Michel Daoud Yacoub, "Foundations of Mobile Radio Engineering", CRC press, pp. 437-445, pp. 467 1993

- [11] 김종상 편저, “데이터 통신 및 컴퓨터망”, 회중당, pp. 334-344, 2월, 1994
- [12] 김종상 역, “데이터 통신 및 컴퓨터 통신”, 회중당, pp. 401-409, 8월, 1995
- [13] 김종상 편저, “데이터 통신 및 컴퓨터망”, 회중당, pp. 258-265, 2월, 1994
- [14] Dimitri Bertsekas, Robert Gallager, “Data Networks”, prentice Hall, pp. 277- 289, 1992