

STDMA/CSMA-CD 프로토콜을 이용한 유통/데이터 전송 LAN 시스템의 설계

한국 대학교육의 현상과 문제

Design of An Integrated Voice/Data LAN System Using the STDMA/CSMA-CD Protocol

Young Bok KIM

Dept. of Electronic Eng., Yonsei University

ABSTRACT

The voice/data LAN system using the STDMA as the voice transmission and the CSMA-CD as the data transmission are considered in this paper.

The delay of the voice packetization communication system grows linearly with the packet length.

To reduce the delay of the voice packetization LAN system, the optimal packet length is required and the collision-free or the conflict-free protocol is needed.

In this paper the integrated voice/data LAN system has been designed using the STDMA/CSMA-CD protocol and has been simulated for the delay of the packet length and for the channel utilization of the data transmission interval.

As the result of the computer simulation, this packet voice LAN terminal is transmitted the voice in real time and can be used to the ISDN.

1. 서론

음성신호를 LAN 시스템에서 전송할 때 지연시간이 길어질 경우에 실시간 전송이 되지 않으므로 무정합이나 층들이 없는 프로토콜을 사용하여야 한다. 이러한 이유로 LAN에서 음성을 전송하는 여러 가지 프로토콜이 연구되었다. 그 프로토콜은 1981년 Shoch가 Ethernet에 의한 LAN에서의 음성의 전송을 가능하게 한 후, 1982년 Maxemchuk에 의해 음성 정보를 TDM으로 전송 하므로 음성의 전송지연을 줄기하여 실시간 전송을 할 수 있었다. 동년 Marsan은 일방향성 버스를 이용해서 음성을 전송하였으며 1983년 Okada는 음성과 데이터의 전송을 분리함으로서 음성과 데이터 정보량을 효율적으로 조절하는 방법이 제시되었다.

본 논문에서는 음성의 실시간 전송을 만족시키는 방법으로서 STDMA(slotted time division multiple access) 방법을 사용하고 데이터 전송은 찬넬 이용율을 높이기 위하여 CSMA-CD를 사용하여 음성/데이터 접속 LAN 시스템의 구현을 위한 음성 패킷 LAN 터미널을 설계하였다. 그리고 컴퓨터 서버 헤이선을 통하여 패킷 결합에 대한 자연과 음성 터미널의 수에 대한 자연을 계산하여 실시간 전송이 보장되는 시스템 구성을 제시하였다.

2. STDMA/CSMA-CD 프로토콜

프레임의 구조는 데이터 부분과 음성 부분으로 구분한다. 데이터 프레임의 길이가 D이고 음성 프레임의 길이가 V가 되게 된다. 이때 데이터 전송에 요구되는 스트림은 T+1로서, 여기서 T는 전송되는 패킷의 길이이다. 패킷 발생율은 평균 λ_1 인 포아손 분포이다. 데이터 구간에서 1번 째 스트림을 넘어서 데이터 패킷을 전송하지 못 하므로 1동안이나 이전에 도착한 패킷만 이 전송된다. 이 후에 도착한 패킷은 찬넬이 Idle 하여도 억세스 할 수가 없다. 음성 패킷에 대하여서는 데이터 구간의 마지막 T+1 스트림 동안 패킷 발생율이 평균 λ_2 인 포아손 분포를 가지는 음성 호출용 패킷을 데이터 구간에서 CSMA-CD 방식으로 찬넬을 억세스 하게 되며 패킷 전송 형식은 데이터와 같다. 이러한 음성 호출은 음성 전송 시간을 고려의 버미날에게 할당하여 음성 패킷을 전송하게 된다. 이때 각 버미날은 일정한 시간 주기로 음성 패킷을 발생하여야 한다. 만약 통화를 완료 하여 더 이상 전송할 패킷이 없을 때는 음성 호출 시간에 전송의 종료를 방송하게 되며 해당 구간은 다른 버미날에 의해서 사용될 수 있다. 여기서 프레임의 분리는 도착율의 전체 평균이 데이터와 음성 호출 부분의 합이 되게 하므로 이는

$\lambda_1 + \lambda_2$ 이다. 또한 기후된 패킷은 재전송 알고리즘에 의해서 다시 채널을 의색스 하는데 이때 사용되는 재전송 알고리즘은 결단된 BES 알고리즘을 사용한다. 이 채널에서 프레임의 전체 길이가 L 일때, 음성 퍼미널의 수를 N , 음성의 전송을 위해 소요되는 스트은 $B+1$ 이며, 전체음성구간은 $V=N(B+1)$ 이된다. 여기서 $L=D+N(B+1)$ 되며 D 구간내에서도 역시 $D=m(T+2)$ 로서 최대 m 개의 데이터 패킷이 전송될 수 있다.

3. STDMA/CSMA-CD 의 성능 예상

STDMA/CSMA-CD 을 이용한 음성/데이터 접속방식의 성능 예상을 위해서 두 구간을 분리하게 된다. 즉, STDMA 프로토콜을 이용하는 음성 모드는 음성의 실시간 전송을 만족시키는 지연제한을 해석하여 데이터 구간에 대해서 최대 THROUGHPUT 을 구하여 이 구간의 지연을 계산한다.

(1) 데이터 구간의 THROUGHPUT 및 지연

데이터 구간의 THROUGHPUT을 구하기 위하여 다음과 같은 가정을 한다.

1. t_1+D-T 이전의 스트에서 하나 이상의 패킷이 발생하여 한번의 전송이 발생할 확률

2. t_1+D-T 이후가 되면 까지 한 패킷도 발생하지 않으므로 해서 아무런 전송도 발생하지 않을 확률

가정 1에 의하여 계산된 확률

$$P[X=1] = \sum_{j=0}^{D-T-1} e^{-\alpha} (1-e^{-\alpha}) \quad (1)$$

가정 2에 의하여 계산된 확률

$$P[X=0] = e^{-\alpha(D-T)} \quad (2)$$

이때 채널의 예상을 위하여 다음과 같은 정의를 하게 된다.

A : 한 스트에서 one-step 천이 확률 페트릭스

Q : 패킷 길이와 같은 전송구간의 스트에서의 확률 페트릭스

P : 한 프레임에서의 전체 천이 확률 페트릭스

이정의에서 $P=AQ^{L-T}$ 로 되며 이때 $x=1, 2, 3, \dots, D-T$ 가 된다. 이 식이 Pakes' Lemma를 만족하면 아래와 같다.

$$\begin{aligned} E[N_{i+1} - N_i | N_i = n] &= \sum_{j=0}^{\infty} P[X=1] j (AQ^{L-T})_{nj} + \sum_{j=0}^{\infty} P[X=0] j (Q^{V+T})_{nj} \\ &= (1 - e^{-\alpha(D-T)}) \left[\frac{\lambda(1-\alpha)e^{-\alpha}}{1-e^{-\alpha}} \right] \\ &\quad - \lambda(1-e^{-\alpha}) \sum_{j=0}^{D-T} re^{-\alpha T} + \lambda(V+T)e^{-\alpha(D-T)} \quad (3) \end{aligned}$$

n가 상당히 커질 때 $(1 - \frac{\alpha}{n})^{n-1}$ 과 $(1 - \frac{\alpha}{n})^n$ 는 $e^{-\alpha}$ 로 될 수 있으므로

$$\lim_{n \rightarrow \infty} E[N_{i+1} - N_i | N_i = n] = \lambda L - \frac{\lambda e^{-\alpha}}{1-e^{-\alpha}} [1 - e^{-\alpha(D-T)}] < 0 \quad (4)$$

$$\text{그리하여 } \lambda < \frac{\alpha \beta_1}{L} \quad (5)$$

여기서 α : 전송이 성공할 확률 ($\frac{\alpha e^{-\alpha}}{1-e^{-\alpha}}$)

β_1 : $m=1$ 일때의 데이터 패킷의 평균 전송수

최대 THROUGHPUT 도 $\hat{\lambda} = \lambda T$ 이므로

$$\hat{\lambda} < \frac{\alpha \beta_1 T}{L} \quad (6)$$

위 식을 일반화 시키면 아래와 같다.

$$\hat{\lambda} < \frac{\alpha \beta_m T}{L} \quad (7)$$

여기서 β_m : $m=1, 2, 3, \dots$ 일때의 데이터 패킷의 평균 전송수
최대 THROUGHPUT을 이용하여 데이터 구간의 지연을 구하기 위하여 Little's Theorem을 적용하면

$$D = \frac{\bar{q}}{\hat{\lambda}} \quad (8)$$

CSMA-CD에서의 평균 패킷의 수는 다음과 같다.

$$\bar{q} = \left[\frac{1}{e^{\hat{\lambda}T}} - \frac{\lambda e^{-\lambda}}{1-e^{-\lambda}} \right] \left[\frac{\{1-\lambda(T+2)\}(1-P_0)P_1}{P_1^2 - \lambda[1+(R+1)(1-P_1)(1-P_0)]} \right]$$

여기서 $P_0 = e^{-\alpha}$ 와 $P_1 = \alpha$ 이다.

(2) 음성구간의 지연 시간

음성 패킷의 전송 지연은 패킷 음성 네트워크의 주장 중요한 성능 조건으로서 패킷 형성의 시작부터 음성 패킷의 수신까지의 전송 지연은 다음과 같다.

$$W = W_p + W_f + W_t + R \quad (9)$$

W_p : 패킷의 발생 주기

W_f : 큐 영지연

W_t : 음성 패킷 전송시간의 합

R : 전파 지연

여기서, $W_p = \frac{P}{V}$

$$W_t = [(P+H)/C]$$

P는 음성 패킷의 길이(bits)이며 H는 음성 패킷의 에드길이(bits), C는 전송속도(bit/sec), V는 PCM Rate(bit/sec)이다.

여기서 큐 영지연은

$$\frac{V+D}{2} = \frac{N(B+2)+m(T+2)}{2} \times R \quad (10)$$

그리므로 전체 지연은 다음과 같다.

$$W_p = \frac{P}{V} + \frac{N(B+2)+m(T+2)}{2} \times R + \frac{P+H}{C} + R \quad (11)$$

4. 패킷 음성 퍼미널의 설계

본 논문에서 제시한 프로토콜을 구성하기 위한 블록 다이어그램을 그림(4-1)와 같다. 그림에서 본 바와 마찬자리로 호스트로 컴퓨터로 IBM/PC-XT를 사용하게

되며 이를 외부 노드콘트롤터에 연결하여 실제의 패킷을 형성하게 되며 전송 및 수신의 결정을 하게된다. 또한 slave CPU 부분은 CODEC 을 제어하는 프로그램을 가지며 이때 음성신호의 silence 부분을 검출하여 에코를 제거할뿐만 아니라 음성신호의 입출력식 이들을 조절할수 있도록 한다. CODEC 의 PCM 은 64 Kbps 로 하도록 했으며 이때 전송속도 2 Mbps 로 바르게 함으로서 음성의 지연을 줄었다. 이 때 전송 방법은 STDMA / CSMA - CD 방식에 의거하여 전송할 수 있도록 노드 콘트롤러의 82582 에 CONFIGURE 했다.

5. 시뮬레이션

STDMA/CSMA-CD 를 사용하여 음성/데이터 접속LAN 의 특성을 조사하기 위하여 데이터 구간의 최대 THROU-GPUT 을 전파지연이 5.sec, 음성 패킷 길이 512 bits, 데이터 패킷길이 1000 bits, 전송속도 2 Mbps , 프레임의 길이 16 msec 일 때 최대 THROUGHPUT 을 그림(5-1)과 같으며 이 때 최대 THROUGHPUT 은 스트롯당 0.19 개의 패킷이 발생할때 까지 안정된 동작을 보임을 확인하였다. 이는 slotted-CSMA 와 거의 유사한 잔별 이용률을 보였다. 또한 음성의 지연시간은 $p=512 \text{ bits}$, $v=64 \text{ Kbps}$, $h=200 \text{ bits}$, $c=2 \text{ Mbps}$ $m=8$ 이라고 가정할 때 음성버미날의 수에 의한 패킷의 지연관계를 나타냈다.

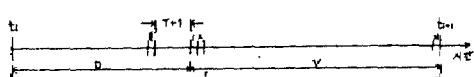
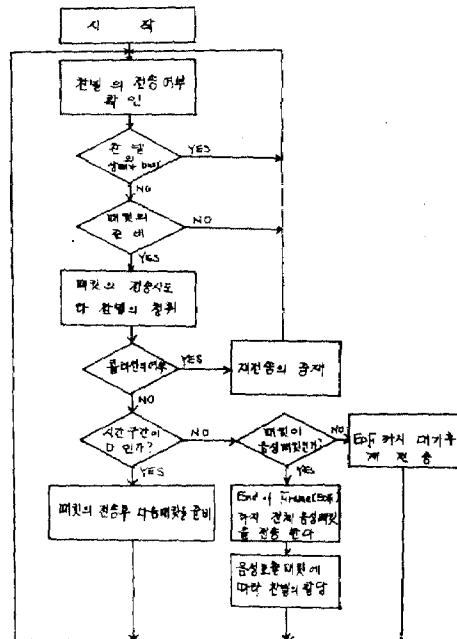
6. 결론

음성과 데이터를 한 채널에 공유할 때 음성부분에는 전송지연이 적어 실시간 전송을 만족시킬 수 있는 STDMA 방식이 선택되었으며 음성의 부하증가로 인한 데이터의 성능 저하를 방지하기 위해 데이터 구간에는 CSMA-CD 를 사용하였다. 물론 이러한 방법은 Okada 에 의해 중앙제어구에서 음성과 데이터 모드를 분리하는 방법과 Maxemchuk 의 단점인 데이터 성능 저하를 제거하였다. 또한 설계된 패킷 음성 버미날은 사무 자동화 및 ISDN 에 사용될 수 있다.

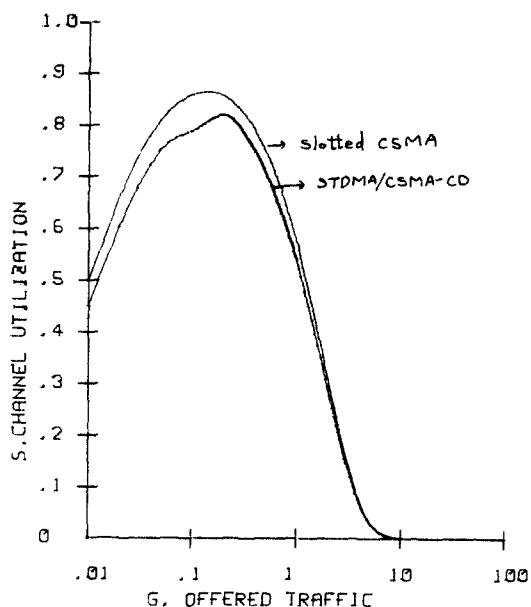
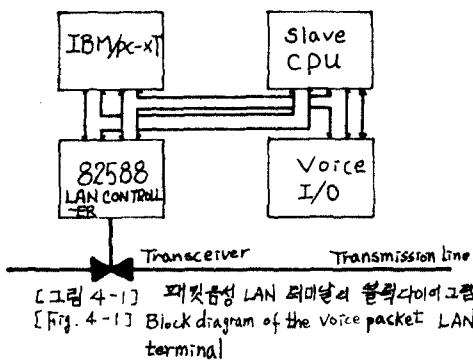
7. 참고 문헌

1. H.Okada, "CSMA/CD/MPD Access Control Method in Bus-Type LANs for Integrated Data and Voice", Trans. on Inst. Electronic and Communication Eng. of Japan, Vol.J67-D, No.1, pp.117-124, 1983
2. J.S.Meditch ,and Y.Zhao, "Framed TDMA/CSMA for Integrated Voice-Data Local Area Networks", Proc. INFOCOM85, pp.10-17, 1985
3. D.Minoli, "Optimal Packet Length for Packet Voic

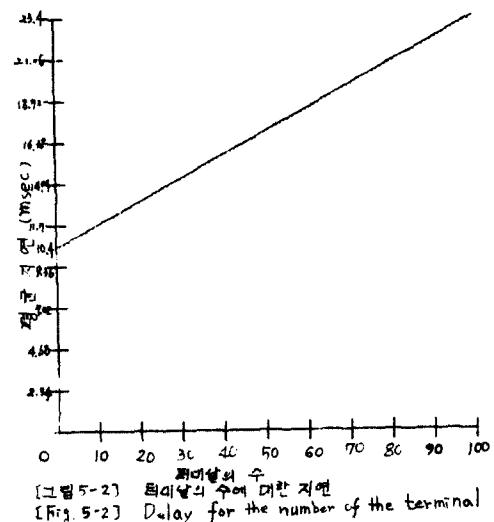
- e Communication", IEEE Trans. on Comm., Vol.Com-27, No.3, pp.607-611, 1979
- 4. T.Suda, and et al, "Performance Evaluation of a Packetized Voice System-Simulation Study", IEEE Trans. on Comm., Vol.Com-32, No.1, pp.97-102, 1984
- 5. J.F.Shoch, "Carrying Voice Traffic Through an Ethernet Local Networks-A General Overview", Proc of IFIP WG 6.4 Int. Workshop Local Area Compute-r Networks, pp.429-446, 1980
- 6. N.F.Maxemchuk, "A Variation on CSMA/CD that Yields Movable TDM Slots in Integrated Voice/Data Local Networks", Bell Syst. Tech. J., Vol.63, No.7 pp.1527-1550, 1982
- 7. M.A.Marsan, and G.Albertengo, "Integrated Voice and Data Network", Computer Communications, Vol.4 No.6, pp.119-127, 1982
- 8. J.S.Meditch, and A.L.Chi-Tau, "Stability and Optimization of the CSMA and CSMA/CD Channel", IEEE Trans. on Comm., Vol.Com-31, No.6, pp.763-774, 1983



[그림 2-2] 프레임의 구조
 [Fig 2-2] Structure of the frame



[그림 5-1] 최대 THROUGHPUT과 S-CSMA의 전달이용
율의 비교
[Fig. 5-1] The comparison for the channel util-
-ization of max. throughput vs. S-CSMA



[그림 5-2] 터미널의 수에 따른 지연
[Fig. 5-2] Delay for the number of the terminal