

$\lambda_1 + \lambda_2$ 이다. 또한 거주된 패킷은 재전송 알고리즘에 의해서 다시 채널을 액세스하는데 이때 사용되는 재전송 알고리즘은 집단단(BE) 알고리즘을 사용한다. 이 채널에서 프레임의 전체 길이 L 일때, 음성 버미남의 수를 N , 음성의 전송을 위해 소요되는 스톱은 $B+1$ 이며, 전체 음성구간은 $V=N(B+1)$ 이된다. 여기서 $L=D+N(B+1)$ 이며 D 구간내에서도 역시 $D=m(T+2)$ 로서 최대 m 개의 데이터 패킷이 전송될 수 있다.

3. STDMA/CSMA-CD 의 성능해석

STDMA/CSMA-CD 을 이용한 음성/데이터 집적방식의 성능해석을 위해서 두 구간을 분리 하게 된다. 즉, STDMA 프로토콜을 이용하는 음성 모드는 음성의 실시간 전송을 만족시키는 지연관계를 해석하며 데이터구간에 대해서 최대 THROUGHPUT 을 구하여 이 구간내의 지연을 계산한다.

(1) 데이터 구간의 THROUGHPUT 및 지연

데이터 구간의 THROUGHPUT을 구하기 위하여 다음과 같은 가정을 한다.

1. $t_i + D - \tau$ 이전의 스톱에서 하나 이상의 패킷이 발생 하여 한번의 전송이 발생할 확률

2. $t_i + D - \tau$ 이후가 될때 까지 한 패킷도 발생하지 않으므로 해서 아무런 전송도 발생하지 않을 확률

가정 1 에 의하여 계산된 확률

$$P[X=1] = \sum_{k=0}^{D-\tau} e^{-\alpha k} (1 - e^{-\alpha}) \dots \dots \dots (1)$$

가정 2 에 의하여 계산된 확률

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

이때 채널의 해석을 위하여 다음과 같은 정의를 하게 된다.

A : 한 스톱에서 one-step 천이 확률 매트릭스

Q : 패킷 길이와 같은 전송구간의 스톱에서의 확률 매트릭스

P : 한 프레임에서의 전체 천이 확률 매트릭스

이정의 에서 $P=AQ^{L-1}$ 로 되며 이때 $x=1,2,3,\dots,D-\tau$ 가 된다. 이 식이 Pakes' Lemma를 만족하면 아래와 같다.

$$E\{N_{i+1} - N_i | N_i = n\} = \sum_{j=0}^{\infty} P[X=1] j (AQ^{L-1})_{nj} + \sum_{j=0}^{\infty} P[X=0] j (Q^{V+\tau})_{nj} \\ = (1 - e^{-\alpha(D-\tau)}) \left[\frac{\lambda - \alpha e^{-\alpha}}{1 - e^{-\alpha}} \right] \\ - \lambda (1 - e^{-\alpha}) \sum_{r=0}^{D-\tau} r e^{-\alpha r} + \lambda (V+\tau) e^{-\alpha(D-\tau)} \dots (3)$$

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

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

가 된다.

$$\text{그러하여 } \lambda < \frac{\alpha \beta_1}{L} \dots \dots \dots (5)$$

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

β_1 : $m=1$ 일때의 테이타 패킷의 평균 전송수

최대 THROUGHPUT 도 $\lambda^* = \lambda T$ 이므로

$$\lambda^* < \frac{\alpha \beta_1 T}{L} \dots \dots \dots (6)$$

위 식을 일반화 시키면 아래와 같다.

$$\lambda^* < \frac{\alpha \beta_m T}{L} \dots \dots \dots (7)$$

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

$$D = \frac{\bar{g}}{\lambda^*} \dots \dots \dots (8)$$

CSMA-CD 에서의 평균 패킷의 수는 다음과 같다.

$$\bar{g} = \left[\frac{1}{e^{-\lambda T}} - \frac{\lambda e^{-\lambda}}{1 - e^{-\lambda}} \right] \left[\frac{\{1 - \lambda(T+2)\} (1 - p_0) p_1}{p_1^* - \lambda[1 + (R+1)(1 - p_1)(1 - p_0)]} \right]$$

여기서 $p_0 = e^{-\alpha}$ 와 $p_1 = \alpha$ 이다.

(2) 음성구간의 지연 시간

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

$$W = W_p + W_q + W_t + R \dots \dots \dots (9)$$

W_p : 패킷의 발생 주기

W_q : 큐잉지연

W_t : 음성 패킷 전송시간의 값

R : 전파 지연

여기서, $W_p = \frac{P}{V}$

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

P 는 음성패킷의 길이(bits) 이며 H 는 음성 패킷의 헤드길이(bits), C 는 전송속도(bit/sec), V 는 PCM Rate(bit/sec)이다.

여기서 큐잉 지연은

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

그러므로 전체 지연은 다음과 같다.

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

4. 패킷 음성 버미남의 설계

본 논문에서 제시한 프로토콜을 구성하기 위한 블록 다이어그램을 그림(4-7)와 같다. 그림에서 본 바와 마찬가지로 호스트 컴퓨터로 IBM/PC-XT를 사용하게

되며 이를 외부 노드 컨트롤러에 연결하여 심제의 패킷을 형성하게되며 전송 및 수신회 검정을 하게된다. 또한 slave CPU 부분은 CODEC 을 제어하는 프로그램을 가지며 이때 음성신호의 silence부분을 검출하여 에코를 제거할뿐만 아니라 음성신호의 입출력시 이들을 조절할수 있도록한다. CODEC 의 PCM 율은 64 Kbps 이하도 되었으며 이때 전송속도 2Mbps 로 바르게 함으로써 음성회 지연을 줄였다. 이 때 전송 방법은 STDMA/CSMA-CD 방법에 의거하여 전송할수 있도록 노드 컨트롤러의 82588 에 CONFIGURE 했다.

5. 시뮬레이션

STDMA/CSMA-CD 를 사용하여 음성/데이터 접속LAN 의 특성을 조사하기 위하여 데이터 구조의 최대 THROUGHPUT 을 전파지연이 5. sec, 음성 패킷 길이 512 bits, 데이터 패킷길이 1000 bits, 전송속도 2 Mbps, 프백임의 길이 76 msec 일때 최대 THROUGHPUT 을 그림(5-1)과 같이 이 때 최대 THROUGHPUT 은 스톱당 0.19 개의 패킷이 발생할때 까지 안정된 동작을 보임을 확인하였다. 이는 slotted-CSMA 와 거의 유사한 채널 이용율을 보였다. 또한 음성회 지연시간은 $p = 512 \text{ bits}$, $v = 64 \text{ Kbps}$, $h = 200 \text{ bits}$, $c = 2 \text{ Mbps}$ ≈ 8 이라고 가정할 때 음성회 지연의 수에 의한 패킷회 지연관계를 나타냈다.

6. 결론

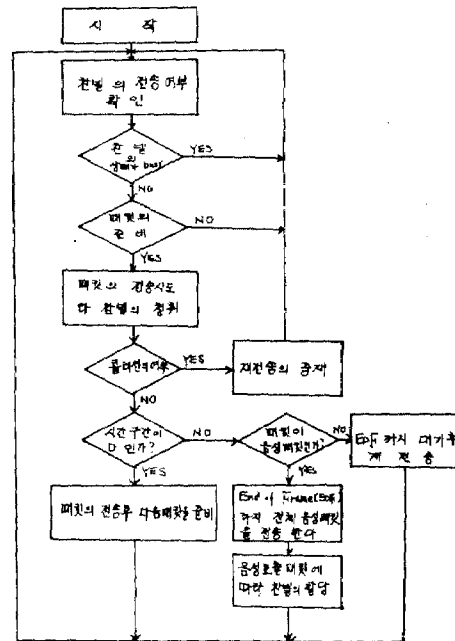
음성과 데이터를 한 채널에 공유할 때 음성부분에는 전송지연이 적어 실시간 전송을 만족시킬수 있는 STDMA 방식이 선택되었으며 음성의 부하중량에 의한 데이터의 성능 저하를 방지하기위해 데이터 구조에는 CSMA-CD 를 사용하였다. 물론 이러한 방법은 Okada 에 의해 중앙제어구조에서 음성과 데이터 모두를 분리하는 방법과 Maxemchuk 의 단점인 데이터 성능 저하를 개선하였다. 또한 설계된 패킷 음성회 지연은 사무 자동화 및 ISDN 에 사용될수 있다.

7. 참고 문헌

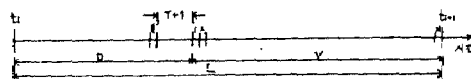
1. H.Okada, "CSMA/CD/MFD Access Control Method in Bus-Type LANs for Integrated Data and Voice", Trans. on Inst. Electronic and Communication Eng. of Japan, Vol. J67-D, No.1, pp.117-124, 1983
2. J.S.Meditch, and Y.Zhao, "Framed TDMA/CSMA for Integrated Voice-Data Local Area Networks", Proc. INFOCOM85,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

-e Communication", IEEE Trans. on Comm., Vol. Com-27, No.3, pp.607-611, 1979

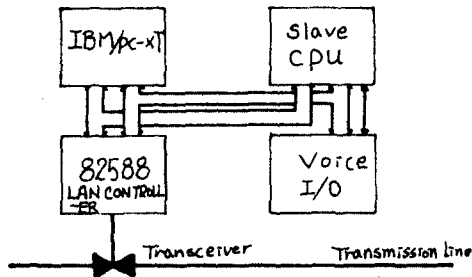
4. T.Suda, and et al, "Performance Evaluation of a Packetized Voice System-Simulation Study", IEEE Trans. on Comm., Vol. Com-32, No.1, pp.97-102, 1984
5. J.F.Shooh, "Carrying Voice Traffic Through an Ethernet Local Networks-A General Overview", Proc of IFIP WG 6.4 Int. Workshop Local Area Computer Networks, pp.429-446, 1980
5. 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.Chin-Tau, "Stability and Optimization of the CSMA and CSMA/CD Channel", IEEE Trans. on Comm., Vol. Com-31, No.6, pp.763-774, 1983



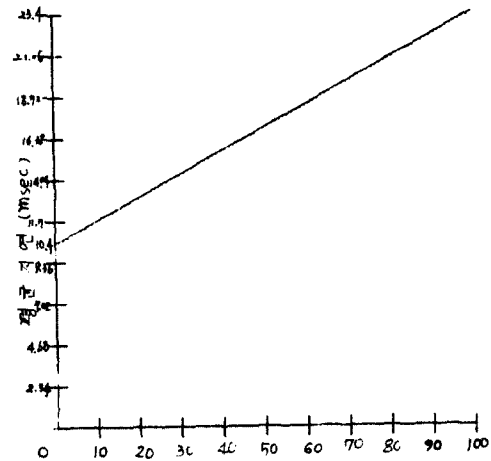
[그림 2-1] 전송 flow
[Fig. 2-1] Transmission flow



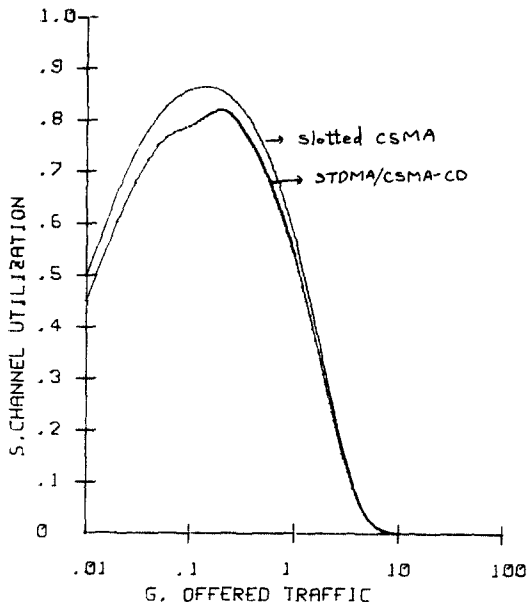
[그림 2-2] 프레임의 구조
[Fig. 2-2] Structure of the frame



[그림 4-1] 패킷 음성 LAN 터미널의 블록 다이어그램
 [Fig. 4-1] Block diagram of the voice packet LAN terminal



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



[그림 5-1] 최대 THROUGHPUT 과 S-CSMA의 채널이용률의 비교
 [Fig. 5-1] The comparison for the channel utilization of max. throughput vs. S-CSMA