

論 文

버퍼 삽입 프로토콜에 의한 LAN 시스템에
관한 연구

正會員 權 寧 壽* 正會員 康 昌 彦**

A LAN System Based on the Buffer
Insertion Protocol

Young Soo KWON* and Chang Eon KANG**, Regular Members

요 약 본 연구는 버퍼 삽입 프로토콜을 사용한 LAN 시스템을 모델링하여 그 모델에 대한 큐잉 지연 시간과 응답 시간을 도출하여, 파라미터 값을 변화시키면서 throughput rate에 대한 응답 시간 특성을 구하여 performance를 분석하였다. 응답시간은 Data rate를 높일 때 개선되었고, ACK 신호를 호스트에서 전송할 경우에 비해 Network Interface Unit (NIU)에서 보낼 경우 채널 Utilization이 0.8부근에 이를 때까지 0.7msec 정도 개선되었다. 또한, 버퍼 삽입 프로토콜을 구현하기 위한 H/W구성에 대하여 연구하였다.

ABSTRACT The queueing delay and the response time of model of the buffer insertion LAN have been derived and its performance has been analyzed in terms of the throughput rate-response time characteristic. The results show that the response time can be improved by increasing the medium data rate, and that it can be reduced by 0.7 msec by transmitting the acknowledgement signal at the network interface unit(NIU) rather than at the host, when the channel utilization is approximately 0.8. Also, implementation of the buffer insertion protocol has been studied.

1. 서 론

과거에는 컴퓨터에 전문 지식을 갖춘 사람만이 취급할 수 있는 대형 컴퓨터에 의한 집중처리(central processing) 방식으로 컴퓨터를 이용 관리하였다. 최근에 들어 와서 독립된 여러 소

형 컴퓨터 시스템으로 네트워크를 구성하여 분산 처리(distributed processing) 방식으로 처리하고 자원 공유를 함으로써 여러가지 유리한 점이 많이 나타났다^{(1), (2), (6)}.

이러한 통신의 개념은 1970년대에 시작하여 1980년대 들어서 Office Automation(OA), Factory Automation(FA), Laboratory Automation(LA)의 자동화가 출현하면서, 마이크로프로세서가 개인용 컴퓨터 터미날에 사용되어 여러 종류의 데이터를 처리, 관리, 전송하는 LAN에 대한 연구가 시작되었다^{(1), (3), (6)}.

본 논문에서는 Local Area Network(LAN)를 설계하기 전에 performance를 분석함으로써

* 金星通信(株)研究所
Gold star Telecommunication Research Institute,
Luck Goldstar R&D Complex

** 延世大學校工科大学電子工學科
Dept. of Electronic Engineering Yonsei University,
Seoul, 120 Korea.

論文番號 : 86-02 (接受 1985. 11. 14)

Cost 절감과 프로토콜의 타당성과 효율성을 기할 필요성에 의거 IEEE802 LAN 기준 모델을 근거로 버퍼 삽입 링 네트워크를 모델링하여 performance를 분석하고 이것에 따른 하드웨어 구성 방법이 연구되었다.

2. 버퍼 삽입 링 네트워크

여러가지 프로토콜의 국제 표준화를 하여 컴퓨터 네트워크의 S/W와 H/W 설계를 쉽게 수행하기 위하여 ISO에서 기준 모델로 발표한 것은 7계층으로 정의되어 있다^{(1), (2), (3)}.

또 다른 기준 모델로 IEEE802 LAN 기준 모델은 그림 1과 같이 LAN에 적용시키고자 발표된 기준 모델로⁽³⁾Data Link Control (DLC) 층과 물리층을 상세히 규명하고 있다.

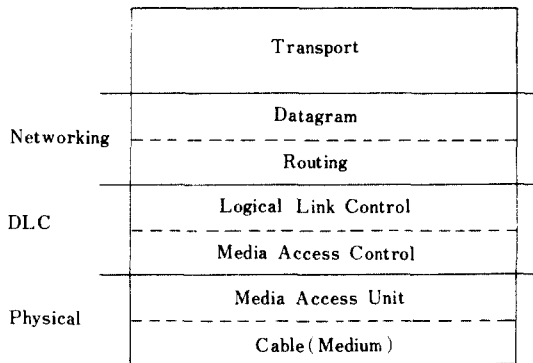


그림 1 IEEE 802LAN 기준 모델
IEEE 802 LAN reference model.

DLC 층은 물리적인 기능과 논리적인 기능을 연결시켜 데이터를 효과적으로 전송시켜 주는 역할을 하며 물리층은 signaling, encoding, medium handling의 역할을 한다.

버퍼 삽입 링 네트워크는 링 네트워크의 단점을 보완하여 1978년 M. T. Liu에 의해 처음 고안되었다⁽⁴⁾ 각 노오드에서 MAU(media access unit)는 그림 2에서와 같이 수신되는 데이터 프레임의 저장하는 삽입 버퍼와 전송되는 데이터를 저장하는 전송 버퍼의 두 개의 버퍼로 구성되어 있다.

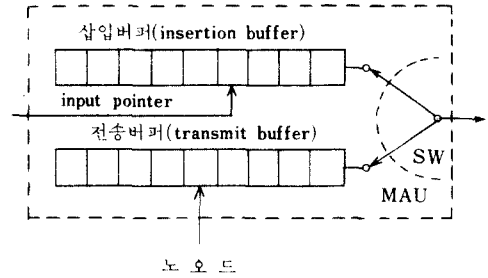


그림 2 버퍼삽입 링 네트워크의 MAU
MAU of a buffer insertion ring network.

데이터를 수신할 때 MAU가 비트를 받아들여 삽입 버퍼에 저장시키고 input pointer를 우에서 좌로 움직인다. 패킷의 address 부분이 도달하였을 때 address를 확인하여 목적지에 해당하면 패킷을 받아 들이고 input pointer는 맨 우측으로 이동된다. 그렇지 않으면 수신된 패킷은 링으로 이동한다.

어떤 node에서 전송하고자 할 때 삽입 버퍼에 현재 이동 중인 데이터 패킷의 마지막 비트를 보낼 때까지 기다렸다가 패킷을 전송한다. 이 때 MAU는 삽입 버퍼의 텅 빈 slot 수가 패킷크기보다 더 크면 전송 버퍼로 스위칭되어 데이터를 전송하면서 수신되는 데이터가 있으면 삽입 버퍼를 채운다. 그러므로 버퍼 삽입 링 네트워크는

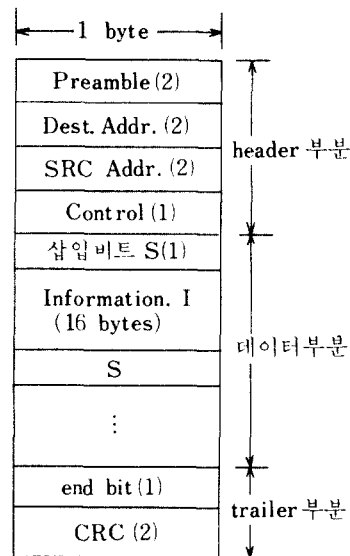


그림 3 데이터 프레임 구조
Data frame structure.

어떤 한 node가 네트워크 전체를 독점하지 못한다. 노오드에서 과부하가 걸리면 삽입 버퍼의 데이터가 먼저 전송되므로 전송 버퍼에 overflow가 발생하면 단지 그 node만 과부하가 걸리게 되므로 시스템 전체에는 영향을 주지 않는다.

3. 모델의 구성

(1) 데이터 링크층 구성

패킷 스위칭 네트워크에서 호스트가 모든 패킷을 프레임(frame)으로 만들 경우 CCITT 권고 사항 X.3, X.28에 따라서 PAD(Packet Assembler / Disassembler)에서 베세지블 프레임으로 변형시켜 데이터를 전송하게 된다^{2),3)}. 본 부분에서 적용한 프레임 형태는 그림 3에 나타나 있으며 크게 header부분, trailer부분과 데이터 부분으로 구분되며, preamble부분은 수신단에서 동기화를 잡기 위해서 사용되고 송신단의

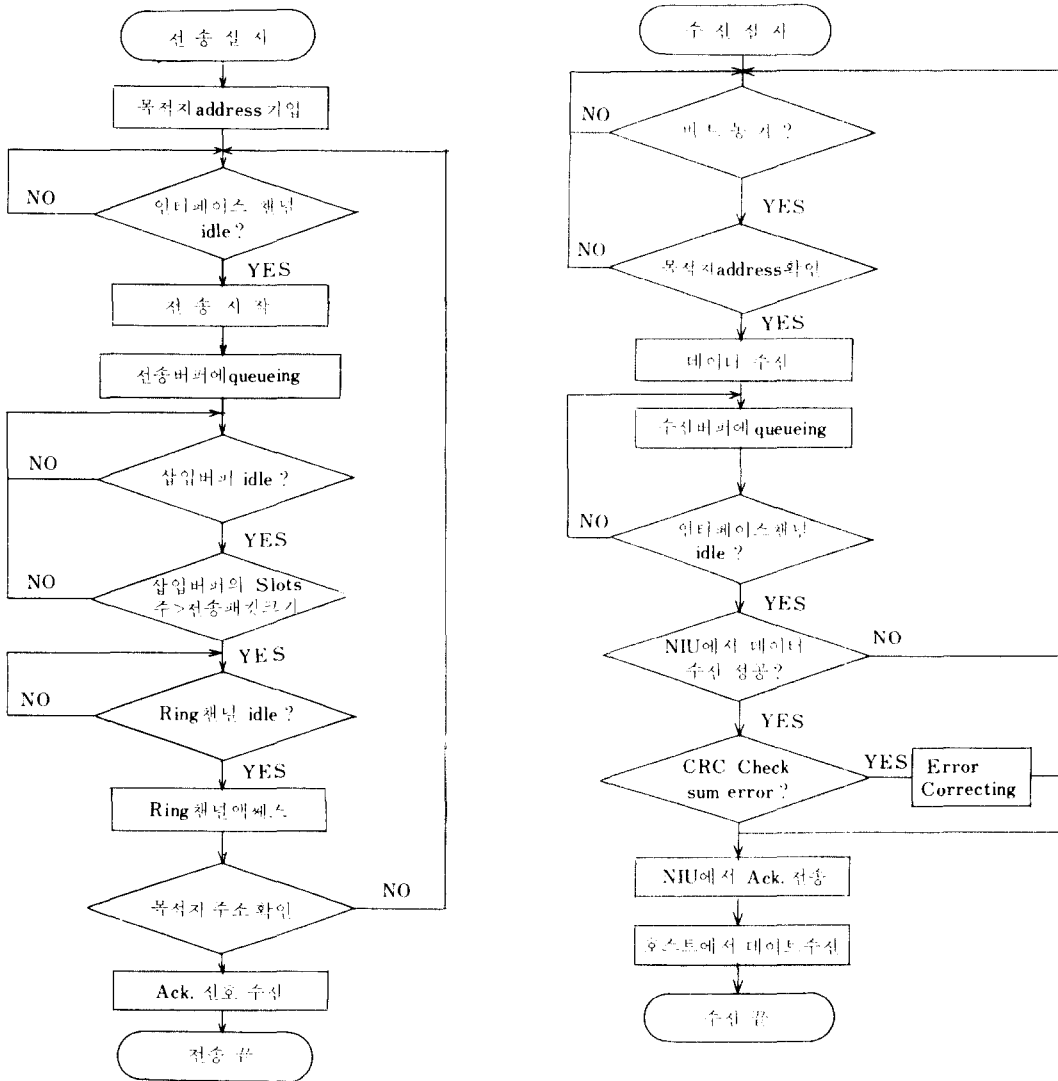


그림 4 송·수신 프로토콜
Transmission and reception protocols.

컨트롤러에서 삽입되고 수신단 컨트롤러에서 제거된다. address 부분은 각 station들의 address를 결정짓고 컨트롤 부분은 sequence number들과 Ack. 신호를 위해 사용된다. 데이터 부분은 16비트마다 삽입 비트(stuffing bit)를 넣어 전송 중에 동기를 놓치지 않게하며, 0~512 bytes로 구성되고 데이터가 모두 전송되면 end 비트를 넣어 데이터 전송의 끝을 알려 준다. CRC는 모든 데이터 비트에 대해 error를 검출하여 정정하는 데 쓰인다.

이렇게 구성된 데이터 프레임의 버퍼 삽입 access 방식에 따라 송수신하는 프로토콜을 그림 4에 표시하고 있다.

그림 5와 같은 데이터 전송 모델에서 데이터는 station. A에서 station. B로 전송한다고 할 때 데이터를 전송하고 수신하였다고 알리는 Ack. 신호를 호스트와 NIU에서 보낼 경우에 대한 각 서비스 시간을 구하면 다음과 같이 된다. 다음과 같이 된다.

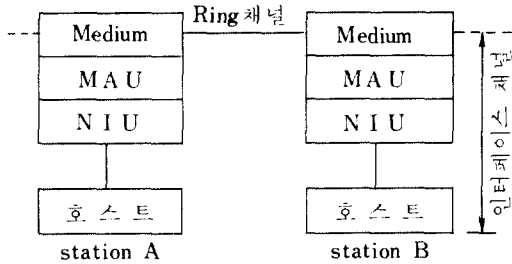


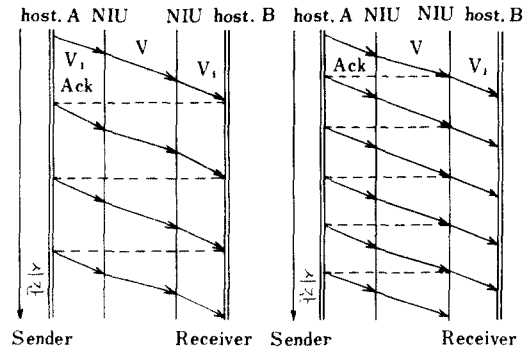
그림 5 데이터 전송 모델
Data transmission model.

Ack. 신호를 호스트에서 전송할 경우 데이터 프레임은 호스트에서 NIU까지 전송과 NIU. A와 B사이 전송으로 된다. 이 관계를 그림 6(a)에서 보여주고 있으며 이 때 프레임 한 개당 서비스 시간은 다음과 같다.

$$T_n = \frac{L}{V_i} + \frac{L}{V} + \frac{L}{V_i} = \frac{2L}{V_i} + \frac{L}{V} \quad (1)$$

여기서 L은 프레임의 전체 길이이고 V는 링 채널에서의 데이터 전송 속도이며 V_i는 인터페이스 채널에서의 데이터 전송 속도이다.

다음은 Ack. 신호를 NIU에서 전송할 경우에



(a) 각 Ack를 호스트에서 전송할 때 (b) Ack 신호를 NIU에서 전송할 때

그림 6 프레임의 송 수신 관계
Frame transmission and reception.

그림 6(b)에서처럼 송 수신 호스트에서 인터페이스 채널상의 전송이 중첩되기 때문에 여러 개의 프레임을 전송할 경우 서비스 시간을 개선시킬 수가 있다. N개의 프레임을 전송할 경우 서비스 시간은 다음과 같이 된다.

$$NT_n = N \left(\frac{L}{V_i} + \frac{L}{V} \right) + \frac{L}{V_i}$$

다시 쓰면 다음 식이 된다.

$$T_n = \frac{L}{V_i} + \frac{L}{V} + \frac{L}{NV_i} \quad (2)$$

(2) 모델링

제안된 모델에 대한 performance 분석은 throughput rate에 대한 응답시간 특성으로 한다.

응답시간은 프레임의 첫 번째 비트가 전송단에서 전송되는 시간부터 그 프레임이 수신단에 성공적으로 수신되는 시간까지의 해당하는 전송 지연시간으로 정의되고⁽⁵⁾, 전송단에서 수신단까지 latency, 전송단에서의 큐잉지연, 채널 액세스 지연, 프레임 서비스 시간으로 구성된다^{(5), (9)}.

본 연구에서 액세스 방식을 버퍼 삽입 방식으로 사용하였으므로 MAU에서 두개의 버퍼에서 발생하는 큐잉지연을 계산하면 액세스 지연시간까지 포함된다.

제안된 모델에 적용된 traffic 특성에 대해 다

음과 같이 우선 몇가지 가정을 하겠다.

1) 큐잉 지연과 서비스 시간은 큐잉 이론과 랜덤 process 이론에 근거하여 식을 유도한다.

2) 링에 연결된 n 개의 모든 station에서는 poisson 분포에 따라 $\lambda(1), \dots, \lambda(n)$ rate로 프레임 발생시킨다.

3) 서비스 시간은 (1), (2)에서 계산된 것을 사용하고 도달하는 프레임의 데이터 부분의 길이는 지수 분포를 이룬다.

4) latency는 일정하고 다음으로 정의된다⁹⁾.

$$T_p = \frac{\text{통신로의 길이}}{\text{전파지연(빛의 속도의 2/3)}} - \frac{d}{v}$$

그러므로 T_p 는 random process에 영향을 주지 않는다.

큐잉 지연을 유도하기 위해서 다음과 같이 모델링 설정 방향에 따라 그림 7과 같이 네트워크의 일부분을 모델링한다.

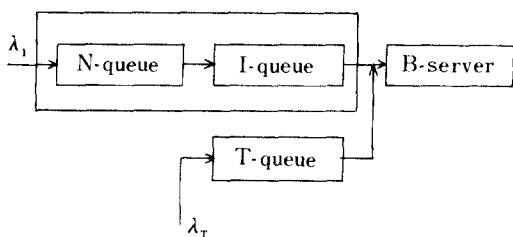


그림 7 M/G/1 큐잉 시스템에 의한 모델링
M/G/1 queueing model of buffer insertion LAN NIU.

1) 모델은 M/G/1 큐잉 시스템을 적용하고 service scheduling discipline은 FCFS(first-come first-served) batch process를 적용한다.

2) latency는 무시하고 station에서 발생하는 모든 프레임은 전송 버퍼에서 전송 프레임으로 처리한다.

3) 새로운 버퍼를 N-queue라 하고 전송 버퍼를 T-queue라 하고 삽입 버퍼를 I-queue라 한다.

(3) 큐잉 지연과 응답시간

그림 7의 모델을 근간으로 I-queue와 T-queue

에서의 큐잉 지연을 계산할 때 I-queue에서의 큐잉 지연은 nonpreemptive priority로 가정하고 T-queue에서의 큐잉지연은 preemptive priority로 가정한다. 이것은 전송 버퍼에서 패킷을 전송하려면 삽입 버퍼의 현재 이동 중인 내용을 모두 전송한 후에 전송해야 하기 때문이다.

I-queue에 대한 큐잉 지연은 Pollaczek-Khinchine 공식⁸⁾과 Little의 결과⁸⁾에 의해서 M/G/1 시스템에서 도달순간에 customer들의 평균수는 $N = \lambda T$ 로 되는 데 이 λ 는 arrival rate이고 T 는 시스템에서 모든 customers에 대한 평균 시간으로 다음과 같이 표현된다.

$$T = \frac{N}{\lambda} = E\{T_i\} + \frac{U_N E\{T_i^2\}}{2(1-U_i)E\{T_i\}} \quad (4)$$

여기서 $E\{T_i\}$ 와 $E\{T_i^2\}$ 을 서비스시간의 1차, 2차 moment 이고, $U_N = U_i + U_T$ 로, 즉 I-queue와 T-queue에서 Utilization들의 합이다. 그림 7의 모델에서 N-queue에서의 큐잉지연은 Pollaczek-Khinchine 공식에 의해 다음과 같이 된다.

$$D_N = \frac{U_i E\{T_i^2\}}{2(1-U_i)E\{T_i\}} \quad (5)$$

(4)식의 두 번째 항이 N-queue와 I-queue에서의 큐잉 지연 시간 D_i 이다. 그림 7의 모델에서 I-queue에서의 큐잉 지연은 D_i 와 D_N 의 차와 같다.

$$D_i = D_i - D_N = \frac{U_T E\{T_i^2\}}{2(1-U_i)E\{T_i\}} \quad (6)$$

다음은 T-queue에서 큐잉 지연 시간을 유도하는 데 이 시스템에서 모델 시간은 다음과 같이 된다.

$$T = D_i + \lambda_T T E\{T_i\} + T_i \quad (7)$$

여기서 두번째항은 새로이 T-queue에서 전송할 때 모델 시간이고 D_i 은 다음과 같이 된다.

$$D_L = \frac{(U_i + U_r) E\{T_i^2\}}{2(1 - U_L) E\{T_i\}} \quad (8)$$

(7)식에서 큐잉 지연시간만 고려하면 다음과 같이 된다.

$$D_r = D_L + \lambda_r + D_r E\{T_i^2\} \quad (9)$$

(8)식을 (9)식에 대입하여 D_r 에 대해 풀면 다음으로 된다.

$$D_r = \frac{(U_r + U_i) E\{T_i^2\}}{2(1 - U_r - U_i)(1 - U_r) E\{T_i\}} \quad (10)$$

(10)식이 T-queue에서의 큐잉 지연이 된다.

각 서비스 시간에 대해 응답시간을 구할 때 Ack. 신호를 호스트에서 전송할 경우 서비스 시간인 (1)식에 대해 1차, 2차 moment는 다음과 같이 표현된다.

$$E\{T_{h1}\} = E\left\{\frac{2L}{V_i} + \frac{L}{V}\right\} = L_h\left(\frac{2}{V_i} + \frac{1}{V}\right) + \left(\frac{2}{V_i} + \frac{1}{V}\right) E\{L_d\} \quad (11)$$

$$E\{T_{h1}^2\} = \left(\frac{4}{V_i^2} + \frac{1}{V_i V} + \frac{1}{V^2}\right) (L_h^2 + 2L_h E\{L_d\} + E\{L_d^2\}) \quad (12)$$

여기서 L_h 와 L_d 는 프레임의 header 부분과 data 부분의 길이이며, 전체 프레임길이 $L = L_h + L_d$ 이다. 데이터 부분만 지수 분포로 이루어져 있고 $E\{L_d\}$, $E\{L_d^2\}$ 은 데이터 길이에 대한 1차, 2차 moment이다.

여기서 Ack. 신호를 호스트에서 전송할 경우, 응답시간은 (6), (10), (11), (12)식을 이용하여 다음과 같이 된다.

$$T_{h1} = D_i + D_r + E\{T_{h1}\} + T_p = \frac{U_r E\{T_{h1}^2\}}{2(1 - U_i) E\{T_{h1}\}} + [T_{h1}] + \frac{d}{v}$$

$$+ \frac{(U_r + U_i) E\{T_{h1}^2\}}{2(1 - U_i - U_r)(1 - U_r) E\{T_{h1}\}} + [T_{h1}] + \frac{d}{v} \quad (13)$$

다음은 Ack. 신호를 NIU에서 전송할 경우, 서비스 시간인 (2)식을 이용하여 위와 똑같은 방법으로 하여 응답시간은 다음과 같이 된다.

$$T_{n2} = \frac{U_r E\{T_{i2}^2\}}{2(1 - U_i) E\{T_{i2}\}} + \frac{(U_r + U_i) E\{T_{i2}^2\}}{2(1 - U_r - U_i)(1 - U_r) E\{T_{i2}\}} + E\{T_{i2}\} + \frac{d}{v} \quad (14)$$

4. Performance 분석과 결과 고찰

전장에서 모델링한 모델과 유도된 식 (13)과 (14)를 이용하여 이 장에서는 throughput rate-response time 특성을 가지고 performance를 분석한다.

Throughput rate는 $\lambda E\{L_d\}$ 로 정의되고⁽⁶⁾ 이것은 채널 utilization에 비례하므로 본 논문에서

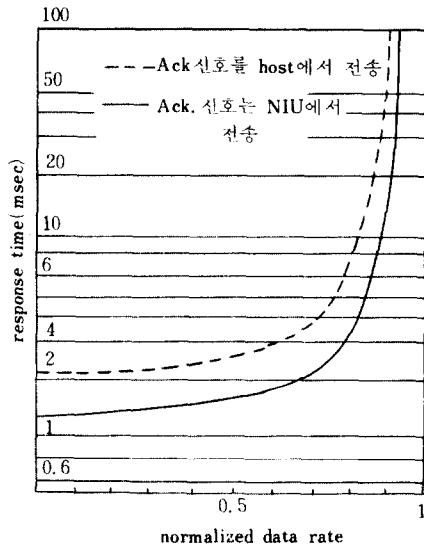


그림 8 Ack. 신호 전송에 대한 응답시간의 변화
Response time versus normalized data rate for two different ack schemes.

서는 parameter 값 변화에 대한 상대적인 비교를 쉽게 하기 위해서 가로축은 normalize 시켜서, 세로 축은 응답 시간으로 하여 도표를 작성하였다. 이 때 파라미터 값은 $V_t = 256$ Kbps, 데이터 패킷의 평균 길이는 2000비트, header와 trailer 부분은 72비트로 설정하였다.

그림 8은 Ack. 신호를 host와 NIU에서 전송

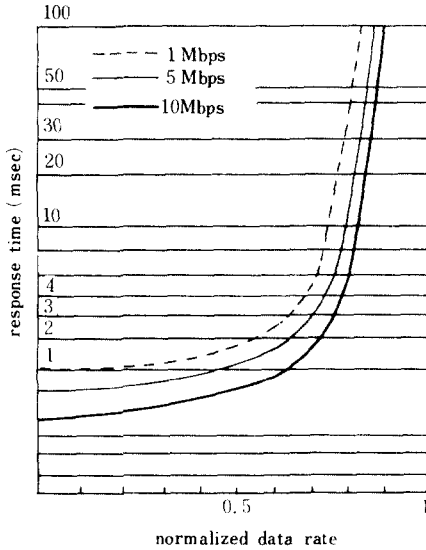


그림 9 Data rate 변화에 대한 응답시간의 변화
Response time versus normalized data rate for different data rates.

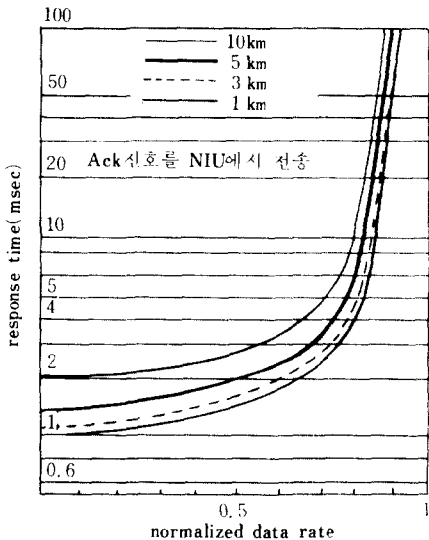


그림 10 채널 길이 변화에 대한 응답시간 특성
Response time for different channel lengths.

할 때의 각 특성을 나타낸 것이다. 그림 9는 링 cable length가 3 km일 때 링 채널에서 속도를 1, 5, 10Mbps로 하였을 때의 응답시간을 나타낸 것이고 그림 10은 채널에서 데이터 rate를 5Mbps로 하였을 때 링 채널의 길이를 각각 1, 3, 5, 10km로 하였을 때의 응답 시간 특성을 그린 것이다.

결과 고찰

그림 8은 Ack 신호를 host에서 전송할 때와 NIU에서 전송할 경우에 대한 도표인데, normalized data rate가 0.8부근에 이를 때까지 host에서 전송할 때보다 NIU에서 전송할 경우 0.9msec 정도 개선되었고, 0.8이상이 되면 갑작스럽게 응답 시간이 기 켜지는 것을 알 수 있다.

그림 9는 data rate가 각각 1, 5, 10Mbps 일 때의 응답시간을 보이고 있는데 Data rate가 증가할 수록 응답시간이 감소함을 확인할 수 있다. 그림 10은 링의 cable length 변화에 대한 응답 특성으로서 cable length가 길수록 응답 시간이 증가함을 알 수 있다.

그리고 다른 액세스 방식에 의한 performance 분석과 비교할 때 응답 시간은 부하가 점점 많이 걸리면서 선형에 가깝게 증가한다^{5,9)}.

본 논문에서 적용한 버퍼 삽입 액세스 방식을 응답시간 특성 곡선에서 utilization이 85%에 달 할때까지 아주 조금씩 증가함을 알 수 있어서 다른 액세스 방식보다 특히 load가 많이 걸릴 때 응답 시간 특성이 양호하고, throughput rate가 높다는 것을 알 수 있다.

5. 하드웨어 설계

본 장에서는 버퍼 삽입 프로토콜을 구현하기 위한 H/W구성방법이 논의 되었다. 먼저 H/W설계 방향과 기준 그리고 그 목적을 다음과 같이 설정 하였다.

1) 낮은 계층 프로토콜에서 S/W설계를 쉽게 하기 위해 모든 station에서 낮은 계층의 H/W를 동일하게 한다.

2) IEEE 802 LAN 기준 모델에 부합되도록 설계한다.

3) 여러 종류의 건물에서 reconfiguration 과 expansion 을 쉽게 한다.

4) LAN 설계시 일반적으로 고려해야할 사항 (1), (3) 에 될 수 있는 데로 부합되도록 한다.

performance 분석과 H/W 구성에 시스템 파라미터 값들이 표 I 에 나타나 있다.

표 1 사용된 시스템 파라미터 값
System parameters used.

물리계층	전송매체	Coaxial cable
	인터페이스	RS - 422 - A
	데이터 rate	1 - 10 Mbps
데이터 링크 층	데이터 인코딩	Differential Manchester code
	Access 방식	버퍼 삽입
	프레임 전체 길이	9 - 521 bytes
일반적인 파라미터	네트워크 제어	Random access
	Station 수	50 개
	토폴로지	Ring
일반적인 파라미터	전송 형태	패킷 스위칭
	기준 모델	802 LAN 모델
	Cable length	1 - 10 km

물리계층을 baseband 로 하여 12Mbps 까지 데이터를 전송할 수 있는 coaxial cable 로 구성하였으며, 전기적 특성으로 인터페이스를 RS - 422 - A 로 사용하여 이것이 갖는 특성에서 전압과 논리 상태에 대한 관계에 따라 logic level 을 사용하였다. 전송 방식에 있어서 데이터 인코딩을 differential Manchester code 방식으로 하여 동기를 양호하게 잡고, 저렴하면서 간단하게 구성할 수 있고, 극성에 민감하지 않아서 ac coupling 을 쉽게 할 수 있게하여 데이터를 전송하게 하였다.

NIU (Network Interface Unit) 는 낮은 계층 프로토콜의 대부분을 포함하고 있고, 상위 계층과의 데이터 전송을 쉽게 수행하고 제어하기 위

해서 NIU 내부에 intelligence 를 주어 controller 의 개념이 되게 하였다. NIU 는 LAN controller 로서 CPU, PROM (8 Kbytes), RAM (1 Kbytes), I/O chip, DMAC, CTC, 그의 TTL logic gate 로 구성되고 speed 와 회로의 간단성을 위해 TTL-compatible IC 로 family IC chip 을 사용한다.

H/W 구성도는 그림 11 에 나타나 있다. PROM 은 6 Kbyt 정도의 control program 을 저장하여 CPU 에 의해 데이터 전송을 제어하게 되며, 이 때 데이터 전송은 MAU 와 host 컴퓨터 사이를 DMA 방식으로 수행한다. 그리고 PROM 에는 NIU 가 상위계층의 OS 에 영향을 적게 주기 위해서 네트워크 인터페이스에 필요한 S/W 를 모두 저장시킨다.

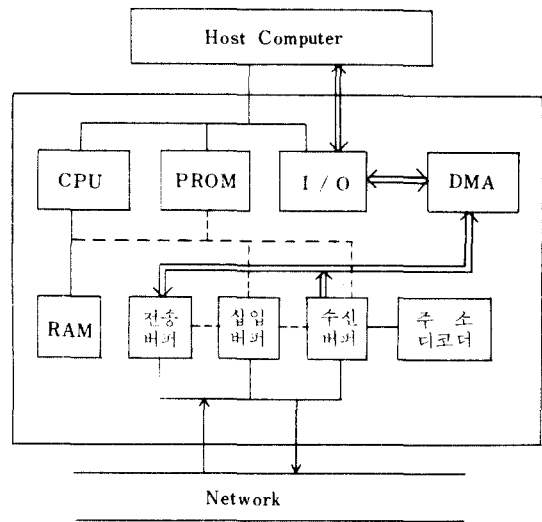


그림 11 하드웨어 구성도
Hardware diagram of the combined NIU and MAU.

Media Access Unit (MAU) 는 삽입 버퍼와 송, 수신 버퍼로 구성되며 삽입 버퍼는 전체 16 byte 를 저장하기 위해 128bit shift register 로 구성시키고, control program 의 priority rule 에 따라 동작할 수 있도록 한다. 한 node 에서 5명 정도의 사용자가 사용할 수 있도록 하기 위해서 송, 수신 버퍼는 16byte 를 한 block 으로 해서 160 block 을 일시적으로 저장시킬 수 있는 용량을 갖게 한다.

이러한 시스템은 패킷을 링 채널로 부터 수신 단에서 제거하게 하여 평균 **throughput** 을 증가시킬 수 있다. 또 DMA로 제어하여 **controller** 상에서 **speed**를 강화하고, 전기적특성으로 RS-422 - A로 인터페이스 시켰으므로 데이터 전송 속도를 10Mbps 까지 전송가능하고, **interface** 채널에서는 256Kbps 정도까지 전송시킬 수가 있다.

6. 결 론

본 연구에서는 버퍼 삽입 프로토콜을 사용한 LAN을 모델링하여 두 가지 서로 다른 **Ack. scheme**에 대한 **performance**를 비교 분석하였으며 또한 이와 같은 LAN을 구현하기 위한 **NIU**의 **H/W**구조에 대해 논하였다.

모델에서 주어질 **parameter** 값에서 **Ack.** 신호를 호스트에서 보다 **NIU**에서 전송할 경우 채널 **utilization**이 0.8 근처에 이를 때까지 응답 시간이 0.7msec 정도 개선되었으며 **data rate**가 증가함에 따라서 응답시간이 개선되었고, **cable length**가 길어짐에 따라 응답 시간이 커진다는 것을 확인할 수 있었다.

다른 액세스 방식에 비해서 버퍼 삽입 방식이 부하가 많이 걸릴 때 응답 시간이 개선되었고 **throughput rate**가 높다는 것을 알 수 있었다.

앞으로 **gateway**를 통하여 LAN과 또 다른 종류의 LAN을 연결하여 여러 종류의 정보를 취급할 수 있는 시스템 개발과 새로운 프로토콜의 개발에 따른 연구가 요구된다.

참 고 문 헌

(1) DEC, "Introduction to local area network." Digital



權 寧 壽 (Young Soo KWON) 正會員
1960年 1月25日生
1982年 2月: 光云大學電子工學科卒業 (工學士)
1985年 2月: 延世大學校大學院電子工學科卒業 (工學碩士)
1985年~現在: 金星通信(株)研究所 (研究員)



康 昌 彦 (Chang Eon KANG) 正會員
1938年-8月26日生
1960年: 延世大學校電氣工學科 (工學士)
1965年: 延世大學校大學院電氣工學科 (工學碩士)
1969年: 美國미시간주립대학교大學院電氣工學科 (工學碩士)
1973年: 美國미시간주립대학교大學院電氣工學科 (工學博士)
1967年~1973年: 美國미시간주립대학교工業研究所先任研究員
1973年~1981年: 美國노턴일리노이대학교電氣工學科助教授, 副教授
1982年~現在: 延世大學校電子工學科 教授, 本學會研究調查委員會 委員長

- Press, 1982.
- (2) Andrew S. Tanebaum, "Computer network," Prentice-Hall, Inc., 1981.
 - (3) D. N. Chorafas, "Designing and Implementing local area networks," McGraw-Hill, 1984, pp. 109-130.
 - (4) M. T. Liu "distributed loop computer network," in advances in computers, Academic press, New York, vol. 17, pp. 163-22, 1978.
 - (5) M. T. Liu and Wael Hilal, "Performance evaluation of channel access protocols for local computer network," proc. of the COMPCON, Fall, 82. conference, pp. 417-426, 1982.
 - (6) D. D. Clark, K. T. Pogan and D. P. Reed, "Introduction to local area network," proc. of IEEE, vol. 66. no.11, pp. 1499-1517, Nov. 1978.
 - (7) Tsvi Lissack, Basil Maglaris and I.T. Frisch, "Digital Switching in a local area network," IEEE Com. Mag., pp.26-37, May, 1983.
 - (8) D. E. Huber, W. Steinlin and P. J. Wild, "SILK; Implementation of a buffer insertion Ring," IEEE Journ., vol. SAC-1, pp. 766-774, Nov. 1983.
 - (9) Werner Bux, "Local-area subnetworks; a performance comparison" IEEE Trans. vol. COM-29, vol. 10, pp. 1468-1472, Oct. 1981.
 - (10) William Stallings "Tutorial Local Technology" IEEE computer society press. p p. 197-199, 1983.
 - (11) Leonard Kleinrock, "Queueing System, vol. 2; computer application." John wiley & sons, 1976, pp. 156-206.
 - (12) W. Hilal and M. T. Liu, "Analysis and simulation of the register-insertion protocol," proc., computer Networking Symp., 1982.
 - (13) W. Bux and M. schlatter, "An approximate method for the performance analysis of buffer insertion rings," IEEE Trans. COM., pp. 50~55, Jan. 1983.
 - (14) B. Maglaris, T. Lissack and M. Austin, "End-to-end delay analysis on local area network; An office buiding scenario," proc. NTC-81, New Orleans, pp. A. 2.3.1-A. 2.3.6, Nov. 1981.
 - (15) L. C. Mitchell, "A methodology for predicting end-to-end responsiveness in a local area network," proc. computer Networking Symp., 1981.