

권 영수 강 창언
연세 대학교 전자 공학과

Design of a Local Area Computer Network by the Buffer Insertion Interface

Young-soo Kwen
Dept. of Electronic Engineering,

Chang-Eon Kang
Yon-Sei University

* ABSTRACT *

In this paper, the advantages of buffer insertion access method in comparison with other access methods to Local Area Networks are analyzed.

Sending and Receiving Protocols in a data link layer are designed by a software method. We have derived both queuing delays and the response time for the performance model that is proposed in this paper, and using the computer simulation, analyzed the performance for the proposed model in terms of the throughput rate- response time characteristics.

Based on the proposed model, the hardware design is implemented.

1. 서 론

과거에는 컴퓨터계 선진지식을 가진 사람만이 취급할 수 있는 대형컴퓨터에 의한 central processing으로 컴퓨터를 이용, 관리하였으나 최근 개인어와서독립된 거리 소형컴퓨터시스템으로 네트워크를 구성하여 과학 계산, 사무, process control, word processings 과 personal computing 을 distributed processing 으로 계산하므로 소형컴퓨터이용에 여러가지 유리한 점이 많이 나타났다[1,2,5].

1980년대들어서 OA와 FA 가 출현하면서 M/P 가 터미날로 사용되어 여러가지 종류의 데이터를 처리, 관리, 전송하는 Local Area Networks 에 대한 연구가 시작되어 왔고 정보확실패에비하여 모든 종류의 정보(Audio, Video, Voice, Data)를 함께 처리할 수 있는 ISDN 과 LAN 의 이용확가 시급하다 [5]

2. 지역 컴퓨터네트워크

(1) 일반적인 해석

Local Networks 는 LAN, LCN, CBX 로 분류되며 LAN 은 소형컴퓨터, mainframes, 터미날, 그외 주변장치를 수백 개까지 서로 연결하여 약 1-10Km 에 달하는 거리에서 높은 데이터속도(수 Mbps)로 전송하며, error율이 10^{-8} ~ 10^{-10} 의 우수한 신뢰성, 자원공유, 통신네트워크의 효율적인 이용을 할 수 있기간 것이다.

여러가지 Protocols 의 국제표준화를 하여 컴퓨터네트워크의 S/W 와 H/W 설계를 쉽게 수행하기 위해 발표된 ISO/OSI 기준 모델은 물리층, 데이터링크층, 네트워크층, 전송층, session 층, 표현층, 응용층의 7 계층으로 분류되어 있다 [3]. 그리고 LAN 적용을 시키기 위해 표준 모델로 발표된 IEEE 802 LAN 기준 모델은 물리층과 DLC 층을 상세히 규정하고 있다 [2].

single system 의 연장으로 분산처리에 의해 비롯되어 나온 elementary high-level protocols 은 single system 에 이용될 수 있는 system utilities, programs, OS services, 등을 전천적인 LAN 으로 확장시켜 이용 할 수 있게한 프로토콜로서 applicatin-oriented, executive-oriented, network-oriented 프로토콜로 분류된다.

(2) 링 네트워크

링네트워크는 토폴로지구조가 간단하고, 저렴성, 간단한 인터페이스, 간단한 routing 문제, high throughput 등 유용 특성이 있고 단점으로 신뢰성이 문제된다 [4]. 링네트워크에서 데이터 packets 에 대한 routing 은 물리층과 관련된 것으로 gateway node 에서 routing 은 여러 네트워크 사이에서 routing 문제이고 DLC 기층위에서 수행된다. bridge node 에서 routing 은 한 개의 LAN 내에서 링사이의 routing 문제이고 link multiplex 에서 이루어지고, Ring node 에서 routing 은 어떠한 링에서 노우드 사이에서 문제이고 link connection 에서 수행된다.

채널 액세스 방식에는 contention 과 polling 이 있는데 contention은 BUS topology같은 곳에서 packets 을 전송하기 전에 채널 carrier의 상태를 파악하고 만약 바쁜 전송을 하는 것으로서 ALOHA 방식, CSMA, CSMA/CD 등이 여기에 속한다.[3] 그리고 네트워크에서 채널 액세스는 퍼퍼삽입, 큐우드 제어, 토큰 방식, slotted Ring 등이 있는데 각각 특성은 표 1에 나타나 있다. 퍼퍼삽입 방식은 삽입버퍼와 전송버퍼의 두개로 구성되어 station 에서 데이터를 전송하고 자발 때 현재 삽입버퍼에 있는 데이터의 마지막 비트를 보낼 때까지 기다렸다가 전송하므로 각 station 이 네트워크 전체를 돌며 기다릴 수 없다. 한 노드에서 overload가 걸리면 시스템 전체에는 영향을 주지 않고 단지 그 노드에 대한 영향을 준다.

표 1. 링 네트워크의 액세스 특성

액세스 특성	퍼퍼삽입	큐우드 제어	토큰 방식	Slotted.
전송 기법	채널 idle empty 삽입 시 퍼퍼	poll 삽입의 한가	free Token 의 취득	slots 의 평분상행
제거책임	전송노드 수신노드	제어 노드	transmitter node	receiver node
장점	네트워크 복잡도	polling 운용	규정되고 공정함 액세스	여기까지 packets 등 전송
단점	packets 의 제거책임	중앙제어에 의한	도전노드 필요	Delay 시간

3. 모델의 구성

(1) 물리층과 데이터링크층의 구성

물리층은 Baseband로 해서 12Mbps까지 높은 데이터 속도로 전송할 수 있는 coaxial cable로 구성하며 single baseband 신호를 전송할 수 있게 구성하였다.

인터페이스 Standard로 RS 422-A로 구성하여 이것이 갖는 특성에서 전압과 논리상태에 대한 관계에 따라 logic level을 사용하였다.

그림 1의 데이터전송모델에서 송신단에서 수신단으로 전송 데이터를 보내고 ACK 신호를 다시 보낼 때, 호스트에서 보내었을 경우와 NIU에서 보내었을 경우에 대한 service 시간을 다음과 같이 계산된다.

$$T_{H1} = \frac{2L}{V_c} + \frac{L}{V} \dots \dots \dots (1)$$

$$T_{H2} = \frac{L}{V_c} + \frac{L}{V} + \frac{L}{NV_c} \dots \dots \dots (2)$$

여기서 V_c 는 인터페이스 채널에서 Data rate, V 는 링 채널에서 Data rate, L 은 frame의 길이로써 L_1 와 L_2 의 합이고, N 은 패킷의 수이다.

NIU에서 ACK 신호를 전송했을 때 그 관계를 그림 2에서 보여주고 있다. 각 서비스시간 T_{H1} 과 T_{H2} 를 보면 T_{H2} 가 T_{H1} 보다 느리고 있음을 알 수 있다.

본 연구에서 데이터링크계층에서 송수신 프로토콜을 소프트웨어로 설계하였다. 패킷 스위칭 네트워크에서 사용된 프레임의 구조는 그림 3에 나타나 있다.

(2) 모델링

제안된 모델링에 대한 performance 분석은 throughput-rate에 대한 응답시간 특성이 의해 해석된다. 응답시간은 프레임의 첫번째 비트가 전송단에서 전송하는 그 시간부터 그 프레임이 수신단에 성공적으로 수신되는 시간까지 해당하는 전송 지연시간으로 정의되고, 전송단에서 큐잉 지연, 채널 액세스 지연, 전송단에서 수신단까지 latency, 프레임의 서비스시간으로 구성된다 [8].

본 연구에서 제안된 모델링에 적용된 프레임 구성에 대해 다음과 같이 몇 가지 가정을 한다. [3,9]

- 1) 큐잉 지연과 서비스시간은 큐잉 이론과 랜덤 process 이 근거하여 식을 유도한다.
- 2) 링에 연결된 모든 S개의 stations 여서는 Poisson 분포에 따라 $\lambda(1), \dots, \lambda(S)$ rate로 프레임 발생시킨다.
- 3) 서비스시간은 (1), (2)식에서 계산된 것을 적용하고 도달하는 프레임의 길이는 지수분포를 이룬다.
- 4) latency는 일정하고 다음으로 정의된다.

$$T = \frac{\text{통신로의 길이}}{\text{전파지연}} = \frac{d}{v} \dots \dots (3)$$

큐잉지연을 유도하기 위해 다음과 같은 모델링 방법 설정에 따라 그림 4와 같이 모델링한다.

- 1) 모델은 M/G/1 큐잉 시스템을 적용하고 service scheduling disciplines은 FCFS batch processing을 적용한다.
- 2) latency는 무시하고, stations에서 발생하는 모든 프레임은 전송버퍼에서 전송 프레임으로 처리한다.
- 3) stations의 삽입 버퍼의 입력 process는 station(n-1)의 전송버퍼와 삽입버퍼에 대해 특별한 우선권에 의해 취급되지 않는다.
- 4) 3)에 의한 새로운 버퍼를 N-Queue라 하고 전송 버퍼를 T-Queue라 하고 삽입버퍼를 I-Queue라 한다.
- (3) 큐잉지연과 응답시간

위의 모델링을 근간으로 하여 I-Queue와 T-Queue의 큐잉지연을 계산하기 위해 기존 설정을 하여 큐잉지연을 계산한다. 기존 설정에 따라 I-Queue에 대

한 큐잉지연을 P-K 공식과 Little의 결과에 의해 M/G/1 시스템에서 도달순간이 Customers의 평균수는 다음으로 표현된다.

$$T = E[T] + \frac{\lambda W E[T^2]}{2(1-U_1)} \dots \dots (4)$$

(4)식에서 두 번째항이 큐잉지연이고, $\lambda W = \frac{U_1 + U_2}{E[T]}$

이다. 그림4 모델에서 M-Queue 에서 큐잉지연은 P-K 공식에 의해 다음으로 표현된다.

$$D_W = \frac{U_2 E[T^2]}{2(1-U_2)E[T]} \dots \dots (5)$$

그럼으로 I-Queue 에서 큐잉지연은 다음으로 표현된다.

$$D_I = D_T - D_W = \frac{U_1 E[T^2]}{2(1-U_1)E[T]} \dots (6)$$

T-Queue 에서 큐잉지연을 구하기 위해서 어떤 station에서 프레임이 보내기 위한 service disciplines은 3-level 에서 PCFS disciplines 이 해당하므로 이 시스템에서 로낸 시간은 다음과 같이 표현된다.

$$T = D_I + \lambda T E[T] + T_2 \dots \dots (7)$$

(7)식에서 앞의 두 제항이 큐잉지연에 해당하므로 P-K 공식에 의해 다음으로 된다.

$$D_I = \frac{U_1 E[T^2]}{2(1-U_1)E[T]} \dots \dots (8)$$

여기서 $U_1 = U_1 + U_2$ 이다.

(8)식은 (7)식에 대입하여 D_I 에 대해 풀면 (9)식이 된다.

$$D_I = \frac{(U_1 + U_2) E[T^2]}{2[1-U_1-U_2][1-U_2]E[T]} \dots \dots (9)$$

(7)값에서 호스트에서 ACK 신호를 보낼 경우, 서비스 시간(1)식에 대한 1차, 2차도우 멘트를 구하여 응답시간은 (3)식, (6)식, (9)식을 이용 하여 (10)식이 된다.

$$T_{res} = \frac{U_1 E_1[T_1^2]}{2(1-U_1)E_1[T_1]} + \frac{(U_1 + U_2) E_1[T_1^2]}{2[1-U_1-U_2][1-U_2]E_1[T_1]} + \frac{d}{v} \dots \dots (10)$$

다음은 ACK 신호를 NIU 에서 전송할 경우, 서비스 시간 (2)식에 대한 1차, 2차도우 멘트를 구하여 응답시간은 (3)식, (6)식, (9)식을 이용 하여 (11)식이 된다.

$$T_{res} = \frac{U_1 E_2[T_2^2]}{2(1-U_2)E_2[T_2]} + \frac{(U_1 + U_2) E_2[T_2^2]}{2[1-U_1-U_2][1-U_2]E_2[T_2]} + \frac{d}{v} \dots \dots (11)$$

4. 컴퓨터 시뮬레이션

지안된 모델링에서 throughput rate-response time

특성에 의해서 Performance 를 분석한다. 10개의 패킷을 전송하였을 때 ACK 신호를 호스트에서 전송했을 때 보다 NIU 에서 전송할 경우 응답시간이 11.5% 정도 개선됨을 알 수 있고 각의 서비스 시간은 7.3 msec 정도

개선되었다. 채널 Utilization 이 0.24부근에 달할 때까지 throughput rate가 높았고 이 부근을 넘어서 급작기 떨어진다. 이를 알수 있어서 다른 액세스 방식에 비해 버퍼삽입방식이 throughput rate 가 개선됨을 알 수 있었다. 그림5는 이와 관련된 특성을 나타낸 것이다.

5. 하드 웨어 설계

본 연구에서 제안된 모델을 근간으로 하여 하드웨어 설계방향과 그 목적을 다음과 같이 설정한다.

- 1) 낮은 계층 프로토콜에서 소프트웨어설계를 쉽게 하기 위해 모든 stations에서 낮은 계층의 하드웨어를 동일하게 하였다.
- 2) IEEE 802 LAN기준 모델에 부합되도록 설계하였다.
- 3) 일반적인 LAN 설계가 고려해야 할 사항이 될 수 있는 데로 부합되도록 한다.
- 4) 관과의 OS에 의해 동작되는 상위 계층의 기법을 용이 하게 하였다.

컴퓨터 시뮬레이션과 하드웨어구성에 적용된 시스템 파라미터값들이 표 2에 나타나 있다.

표 2. 시스템 파라미터 값

물리층	데이터 전송속도	1 M bps
	최대 길이	3 K m
	Interface standard	RS-422-A
데이터 링크층	전송매체	coaxial cable
	채널 액세스 방식	버퍼삽입
	미디어 인코딩	NRZ-L 인코딩
일반적인 파라미터	프레임 전체 길이	9-554 bytes
	stations 수	50 개
	포폴로지	Ring
	전송명백	packet switching
기준모델	IEEE802 LAN	

Network Interface Unit(NIU) 는 낮은 계층 프로토콜의 대부분을 포함하고 BIU 와 CIU로 구성된다. 그 사이의 전송은 DMA 로 전송되고 NIU 가 CS에 있을 때로 영량을 전기 주기 위해 ROM과 RAM에 네트워크 인터페이스가 필요 한 소프트웨어를 저장 시킨다. 사용자 는 RAM 을 동작 액세스 할 수 있게 한다.

데이터 전송을 하기 위한 링 채널 액세스 장치에 대한 블록 다이어그램이 그림6에 나타나 있다. 제안된 모델에 적용된 MAU는 priority rule 에 따라 동작 할 수 있는 priority switching 으로 구성 된다.

6. 결론

본 연구에서는 버퍼삽입 액세스 방식에 의한 지역 컴퓨터 네트워크를 모델링하여 Performance를 분석하였고 이

것에 따른 카드웨어를 구성하였다.

제안된 모델링에서 ACK 신호를 호스트에서 보낸 경우 보낸 NIU에서 보낸 경우 응답시간이 가산됨을 알 수 있었고 다른 액세스 방식보다 버퍼삽입방식이 Load 가 많이 걸릴 때 throughput rate가 높은 것을 시뮬레이션에 의해 알아 낼 수 있었다.

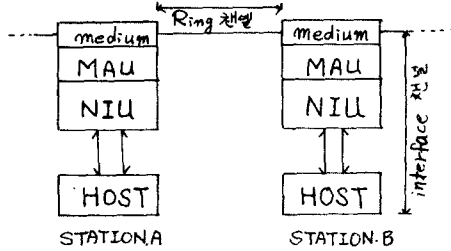


그림 1. 링 네트워크 구성

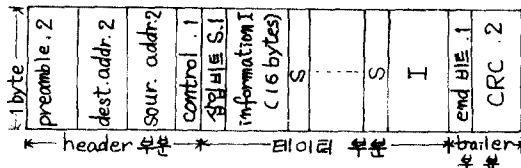


그림 2. 프레임(Frame)의 구조

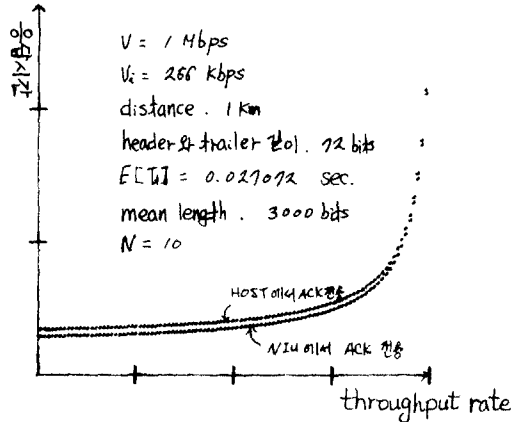


그림 5. throughput rate에 대한 응답시간 특성

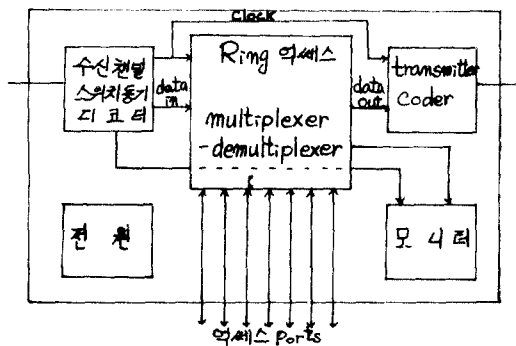


그림 6. MAU의 블록 다이어그램

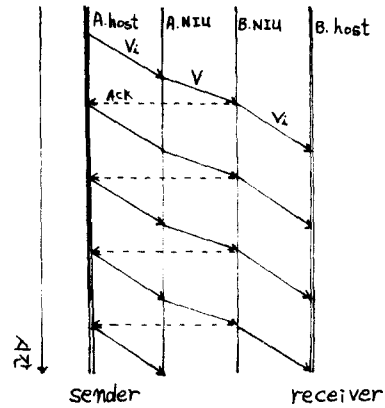


그림 2. ACK를 NIU에서 전송할 경우 데이터 전송

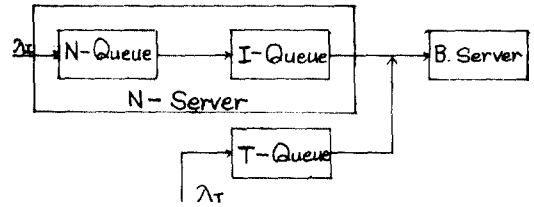


그림 4. N/S/I 큐잉 시스템 모델

* REFERENCES *

1. William Stallings, "Tutorial; Local Network Technology", IEEE Computer Society press, 1983.
2. DEC, "Introduction to Local Area Network", Digital press, 1982.
3. Andrew S.Tanenbaum, "Computer Networks", Prentice-Hall, INC., 1981.
4. D.D. Clark, K.T. Pogan and D.P. Reed, "Introduction to Local Area Network", proc. of IEEE, Vol.66, No.11, pp.1497-1517, Nov.1978.
5. Dimitris N. Choras, "Designing and Implementing Local Area Networks", McGraw-Hill, 1984.
6. Tsvi Lissack, Basil Maglaris and I.T. Frisch, "Digital Switching in Local Area Network", IEEE COM Mag., pp.26-37, May.1983.
7. D.E.Huber, W.Steinlin and P.J.Wild, "SIK; Implementation of a Buffer Insertion Ring", IEEE Journ., VOL.SAC-1, NO.5, pp.766-774, 1983, 11.
8. Werner Bux, "local-Area Subnetworks; a performance comparison", IEEE Trans., Vol.COM-29, NO.10, pp.1468-1472, Oct.1981.
9. L. Kleinrock, "Queueing System, Vol.1,2; Theory, Computer Applications", John Wiley & Sons, 1976.