

LAN에서 채널 접속 프로토콜의 성능 해석 및 비교

°김 평 욱, 김 정 선
한국항공대학 항공전자공학과

A Performance Analysis and Comparison of Channel Access Protocols in LAN

Pyung Lyuk Kim, Jung Sun Kim
Dept. of Avionic Eng., Hankuk Aviation College

ABSTRACT

This paper provides a performance analysis and comparison of channel access protocols in LAN. System selected includes token passing method as well as CSMA/CD. This Paper also includes a discussion of how performance of the different network is affected by system parameters like transmission rate, cable length, packet size, and node numbers.

1. 서 론

LAN을 구성하는 3가지 기본 파라미터는 전송 매체, 토폴로지 및 접속 프로토콜이다. 전송매체로는 와선, 동축케이블, 광파이버가 이용된다. 네트워크 토폴로지는 성형, 링, 버스네트워크가 있다. 또한 중요한 파라미터로서 접속 프로토콜이다. ISO/OSI기준 모델은 7계층으로 이루어져 있는데 LAN기준 모델은 ISO/OSI 7계층의 하위 두 계층을 LLC, MAC, Physical Signaling으로 대응시켰다.

LAN기준 모델의 MAC에는 CSMA/CD, 토큰 패싱(토큰 링, 토큰 버스)방식을 포함한다. [1]

본 논문은 토큰 패싱 방식의 채널 Throughput 식을 간단한 해석 모델로 해석하여 채널의 전송속도, 패킷의 크기, 채널의 길이, 스테이션의 수 등의 영향을 고찰하였다. Delay 관계는 고찰하지 않고 [4]에 해석)비교를 위하여 LAN 기준 모델에 포함된 CSMA/CD 및 네트워크의 토폴로지면에서 단방향성 버스네트워크를 선택하였다. 2장에서는 접속방식의 원리, 3장에서는 토큰 패싱 방식을 $a=\sqrt{T}$ 의 함수로 간단히

해석하여 4장에서 비교를 설명하고 5장에 결론 맺었다.

2. 원 리

CSMA/CD방식은 [1][8]그림1과 같은 쌍방향성 버스네트워크로서 Ethernet에서 이용된 방식으로 데이터를 준비한 스테이션은 채널의 캐리어 상태를 센싱한다. 채널에 캐리어가 없어 Idle한 상태이면 전송 시작 동시에 채널의 충돌 유무를 감지하여 충돌이 있으면 전송을 완료하고 충돌이 발생하였으면 즉시 중단하고 불규칙한 시간동안 기다려 재전송을 시도한다.

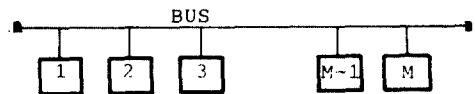


그림 1. 버스네트워크 토폴로지

이때 재전송을 위해 backoff 알고리즘을 사용하며 이것은 "truncated binary exponential backoff" 이다.

토큰 패싱 방식에서 [1][2][3]토큰은 미리 정의된 비트 패턴이며 토큰을 소유한 스테이션이 데이터를 전송 할 권리를 갖는다. 데이터를 전송한후 새로운 idle

토큰을 발생하여 다음 스테이션으로 전달한다. 전송할 데이터를 갖고있지 않은 스테이션은 즉시 다음 스테이션으로 토큰을 전달한다. 토큰 링 방식의 네트워크 토폴로지는 그림2와 같다.

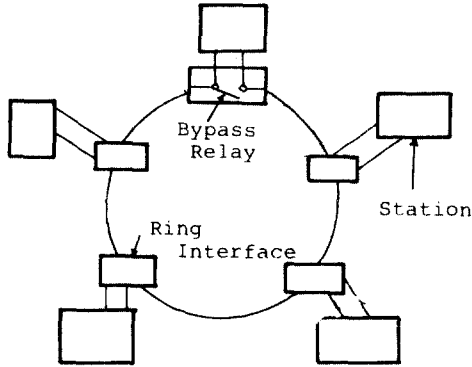


그림 2. 링 네트워크의 토폴로지

그림2에서 스테이션은 링 인터페이스를 통하여 링을 형성하며 연결되었다. 링 네트워크에서는 idle토큰을 소유한 스테이션이 데이터를 전송하고 자신에게 돌아온 후 데이터를 링 밖으로 제거한 후 새로운 idle토큰을 발생하여 다음 스테이션으로 전달한다. 이 방식은 싱글 토큰과 멀티플 패킷방식으로 구분된다.

토큰 버스 방식은 그림3과 같이 쌍방향 공통버스를 충돌없이 이용하는 방식이다. 토큰버스 네트워크에서 토큰은 송신 및 수신측 주소, 콘트롤 정보, CRC로 구성된다.

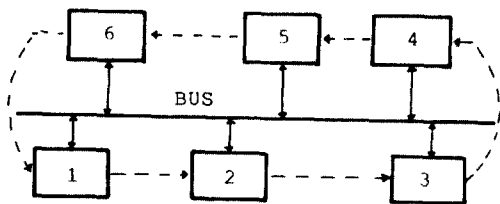
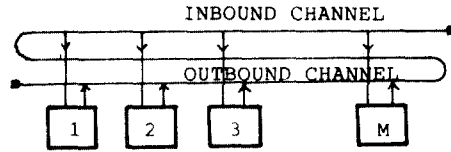


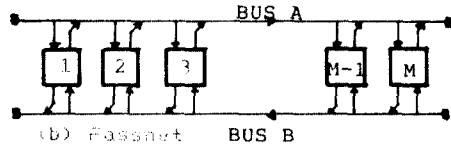
그림 3. 토큰 버스 네트워크의 구성

이러한 토큰은 미리 정한 복속에 의해 그림3의 점선과 같이 토큰을 전송하여 logical rings을 형성한다. 데이터를 전송한 스테이션은 새로운 토큰을 방송하여 토큰 전달이 이루어진다.

본 논문에서 비교를 위해 네트워크의 토폴로지의 관점에서 단방향성 버스네트워크를 선택하였다. 그림4(a)와 같이 단방향버스를 접어 송,수신 채널을 분리하거나 그림4(b)와 같이 두개의 채널로 송,수신 채널을 분리한다.



(a) Expressnet



(b) Passnet
그림 4. 단방향 버스 네트워크의 구성

이 방식은 실제 토큰을 이용하지 않고 가상 토큰을 사용하여 채널의 이용율을 향상 시켰다. [5][6][7]참조

3. 모델 및 해석

각 스테이션은 한 라운드에서 하나의 패킷을 전송할 수 있는 Round-Robin형이고 채널에 접속된 모든 스테이션이 전송할 패킷을 준비하고 있는 heavy traffic 조건하로 가정한다.

N 은 준비된 스테이션의 수, τ 는 종단 대 종단의 전송 지연 시간, T 는 패킷의 전송 시간, B 는 패킷의 비트 수, w 는 채널의 전송 속도, 링의 경우 리피터에서의 처리시간 d , 토큰 메시지의 전송시간 m , 스테이션에서의 turn around time을 t_a 한다.

이때 τ, d, m, t_a 를 T 에 일반화 시키면 $a = \tau/T$,

$D = d/T$, $G = m/T$, $t = t_a/T$ 가 된다.

채널의 Throughput 식은 (7)로부터

$$C = \frac{\text{전송된 메시지의 수} \times \text{메시지 전송 시간}}{\text{전체 시뮬레이션 시간}} \quad (1)$$

$$= \frac{T \cdot \text{message}}{T \cdot \text{message} + T \cdot \text{overhead}} \quad (2)$$

을 이용한다.

(1) CSMA/CD-M개의 스테이션 중 N 개가 전송준비가 된 경우 채널의 Throughput식은 M 과 독립이며 (5)에서

$$C = \begin{cases} 1/(1+FND)a & a \leq 0.5 \\ 1/[2+F(N)]a & a > 0.5 \end{cases} \quad (3)$$

$$F(N) = \min_{0 \leq p \leq 1} \left\{ \frac{4-3(1-p)^N}{Np(1-p)^{N+1}} - 2 \right\} \text{ --- (4)}$$

이용하여 N의 여러 값에 대해 a와 C의 관계를 그림5에 나타내었다.

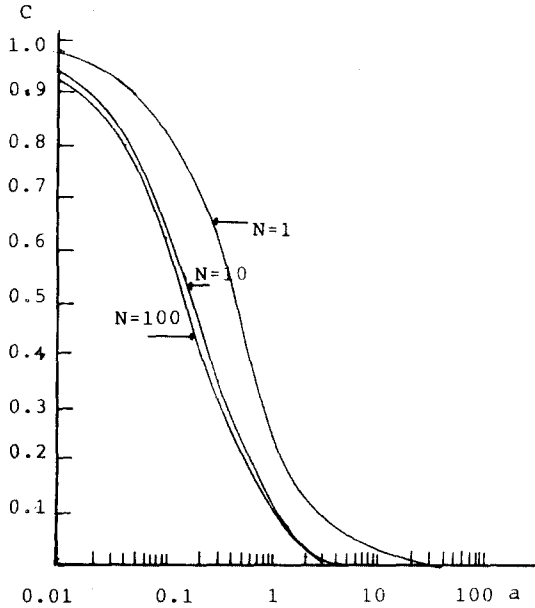


그림 5. CSMA/CD방식의 Throughput과 a의 관계

(2) 토큰 링[1][2][3][4]-이 방식의 overhead는 토큰 패싱 시간이다. 토큰 패싱 시간은 두 스테이션 사이의 전송 지연 시간과 리피터 로직에 관계된 시간의 합이며 $t_p = \tau/N$ 이므로 한 라운드에서의 토큰 패싱 시간은 $N(t_p + d)$ 이다. 메시지를 전송한 후 자신에게 도달하여 제거할 때 까지의 전송 지연 시간 τ 가 overhead가 되어 한 라운드에서 $N\tau$ 가 된다. 이것을 1과 2식에 대입

$$C = 1 / (1 + a/N + a + D) \text{ --- (5)}$$

을 얻었다.

5식을 N의 여러 값에 대해 a와 C의 관계를 그림6에 나타내었다.

(3) 토큰 버스[1][2][3]-토큰 버스의 overhead는 토큰 전달에 의해 생기며 토큰 메시지 발송 시간과 두 스테이션 사이의 전송지연, 수신상태에서 송신상태로 변하는 turn around time의 합이므로 한 라운드에서 $N(t_p + m + t_p)$ 이며 마지막 스테이션에서 처음

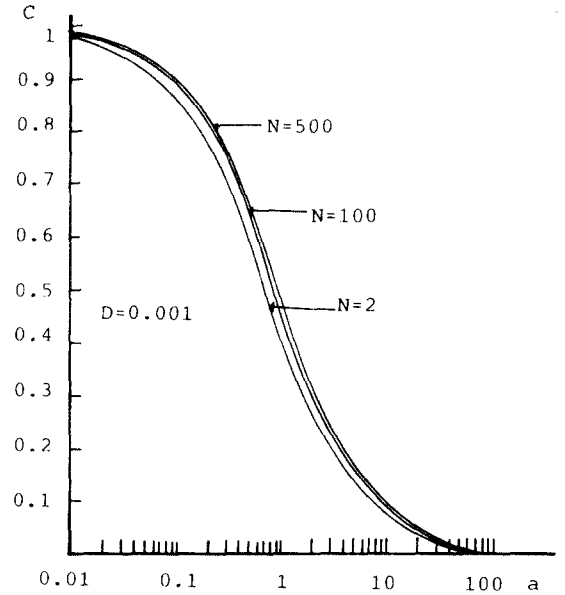


그림 6. 토큰 링 네트워크의 Throughput과 a의 관계

으로의 전송지연시간 τ 가 포함된다. 이것을 1과 2식에 대입하면

$$C = 1 / (1 + 2a/N + \epsilon + \tau) \text{ --- (6)}$$

식이 얻어진다.

6식을 여러 N값에 따라 a와 C의 관계를 그림7에 나타내었다.

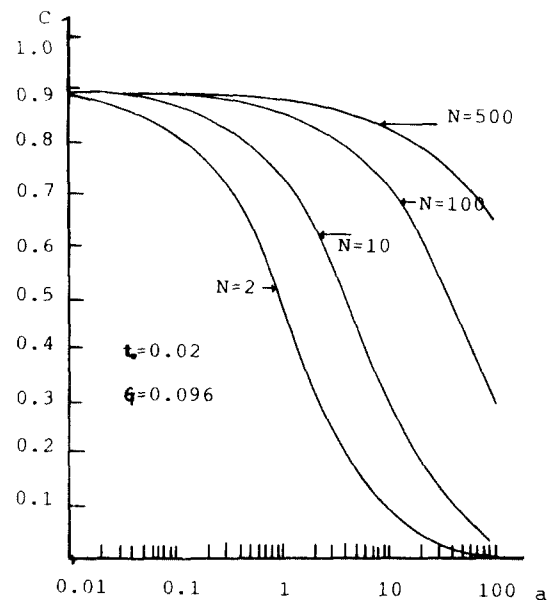


그림 7. 토큰 버스 네트워크의 Throughput과 a의 관계

(4) 단방향 버스네트워크: Expressnet과 Fasnet (5) (6) (7) -그림4(a) (b)와 같은 네트워크 토폴로지를 이용하는 방식의 Throughput식은 (5) (6) (7)로부터

$$C=1/(1+2a/N+P) \quad (7)$$

$$C=1/(1+ac+(2a+1)/N) \quad (8)$$

식을 이용하여 N의 여러 값에 대한 a와 C의 관계를 그림 8에 나타내었다.

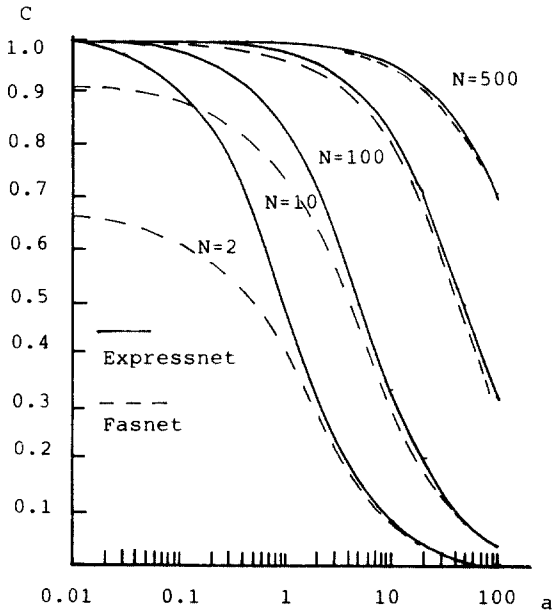


그림 8. 단방향 버스 네트워크의 Throughput과 a의 관계

4. 성능 비교

시스템에서의 전송속도를 10Mbps, 패킷의 크기를 1000bit로 일정하다면 ($a=r/T=W.L/B$) $a=0.01$ 은 200m, $a=0.1$ 은 2Km, $a=0.5$ 는 10Km, $a=1$ 은 20Km의 채널 길이와 대응하며 패킷의 크기를 1000bit, 채널의 길이를 10Km로 일정하게 하면 $a=0.01$ 은 200Kbps, $a=0.1$ 은 2Mbps, $a=0.5$ 는 10Mbps의 전송속도에 대응한다. 따라서 그림5와6에서 CSMA/CD와 링 네트워크는 규모가 적음 ($a=0.01, N=10$) 시스템에서 효율이 좋으며, 규모가 좀더 커지면 ($a=0.1, N=100$) 그림6, 7, 8.에서와 같이 토큰 링, 토큰 버스, 단방향버스네트워크의 효율이 좋고 상당히 큰 규모 ($a=1, N=500$)

에서는 그림7, 8.과 같이 토큰버스, 단방향버스 네트워크의 효율이 좋다.

5. 결 론

본 논문에서는 토큰 패싱 (링, 버스) 방식의 Throughput을 $a(r/T)$ 의 함수인 간단한 모델로 해석하여 CSMA/CD방식과 단방향 버스 네트워크와 비교함으로써 접속 방식에 따라 스테이션의 수, 패킷의 크기, 채널의 길이, 채널의 전송 속도가 채널 Throughput에 미치는 영향을 고찰하였다. 특정한 조건하에서 이러한 파라미터들을 고려함으로써 LAN 시스템이 선택되어 져야 할 것이다.

참고 문헌

- [1] Ware Myers, "Toward a Local Area Network Standard," IEEE Micro., page 28-45, Aug.1982.
- [2] M.T.Liu, W.Hilal, and B.H.Groomes, "Performance Evaluation of Channel Access Protocols for Local Computer Networks," COMPCON Fall 82 Conference, pp 417-426, 1982.
- [3] Rao Cherukuri, Liang Li, and Liza Louis, "Evaluation of Token Passing Schemes in Local Area Networks," COMPUTER NET.Sym., pp 57-68, 1982.
- [4] W.BUX, "Local-Area Subnetworks: A Performance Comparison," IEEE Trans.on Comm., VOL-29, NO.10, OCT.1981.
- [5] F.A.TOBAGI, F.BORGONOVO, and L.FRATTA, "Expressnet: A High-Performance Integrated-Services Local Area Network," IEEE Journal in Comm., VOL.SAC-1, NO.5, Nov. 1983.
- [6] F.A.TOBAGI, M.FINE, "Performance of Unidirectional Broadcast Local Area Networks: Expressnet and Fasnet," IEEE JOURNAL in Comm., VOL SAC-1, NO.5, NOV.1983.
- [7] M.FINE, F.A.TOBAGI, "Demand Assignment Multiple Access Schemes in Broadcast Bus Local Area Networks," IEEE Tran.on Compu., VOL.c-33, NO.12, DEC.1984.