

슬롯확장기능을 갖는 L-Expressnet의 성능 향상에 관한 연구

유 동 관*

A Study on the performance improvement of L-Expressnet added slot-extension function

Dong Kwan Yoo*

요 약

본 논문은 근거리 통신망(LAN)의 매체 액세스 제어(MAC) 방식 중 일반적인 양방향 버스 토폴로지로 동작하는 L-Expressnet 프로토콜이 구조는 단순한 반면에 채널 이용률이 떨어지는 단점이 있어 이를 보완하고자 슬롯확장기능을 추가하여 한 사이클 동안 더 많은 데이터를 전송할 수 있는 개선된 L-Expressnet 프로토콜을 제안하였다. 그리고 이 슬롯확장기능을 갖는 개선된 L-Expressnet 프로토콜을 채널 이용률 관점에서 분석한 뒤 그 값을 기존의 L-Expressnet 프로토콜과 비교하였다. 그 결과 개선된 L-Expressnet 프로토콜이 기존의 액세스 방식보다 더 나은 성능을 보임을 알 수 있었다.

Abstract

In this paper, an improved L-Expressnet protocol is proposed by supplementing slot-extension function. This protocol is proposed to complement the shortcomings of the conventional protocol which is used for the medium access control(MAC) in LAN.

We analyzed the protocol in channel utilization viewpoint and compared the result with that of the conventional L-Expressnet medium access control(MAC) protocol. From this result, we showed that the channel utilization of the improved L-Expressnet protocol added slot-extension function is superior to that of the conventional protocol.

결과 개선된 프로토콜이 기존의 프로토콜보다 향상된 채널 이용률을 나타냄을 확인할 수 있었다.

I. 서론

급속한 정보통신 및 컴퓨터 기술의 발전은 인터넷과 컴퓨터 네트워크를 더욱 빠르게 확산시키고 있으며 이에 따라 컴퓨터의 보급과 더불어 컴퓨터를 네트워크로 연결하고자하는 요구가 늘고있다. 특히 어떤 한정된 지역 내에 있는 데이터통신 단말기기를 연결하여 각종 정보 교환과 자원 공유를 통해 경제적 이득을 꾀하고 시스템 전체의 성능을 향상시키는 등을 목적으로 하는 근거리 통신망(Local Area Network) [1]에 대한 관심 이 더욱 고조되어가고 있는 추세이다.

일반적으로 근거리 통신망은 다수의 사용자가 통신 채널에 연결되어 있는 상태에서 자신의 데이터를 송 수신하게 되므로 채널 이용률이 높고 전송지연이 작은 토폴로지 및 프로토콜을 결정하는 것이 설계 시에 중요한 문제가 된다. 현재 발표된 근거리 통신망(LAN)의 토폴로지 및 프로토콜 [1, 2] 중에서 가장 대표적인 것이 버스와 링 토폴로지 그리고 경쟁방식의 CSMA/CD와 비 경쟁방식의 라운드로빈 매체 접근 제어(MAC) 프로토콜을 들 수 있다. 이러한 LAN의 토폴로지와 프로토콜 사이에는 일반적으로 그 고유의 성질상 버스구조를 사용할 때는 주로 경쟁(Contention) 방식의 프로토콜을 사용하고 링 구조를 사용할 때는 라운드 로빈(Round robin)방식의 프로토콜이 사용된다. 경쟁 방식의 프로토콜은 라운드 로빈 방식의 프로토콜과 비교했을 때 일반적으로 구성은 단순한 반면에 트래픽이 많아질수록 충돌의 발생, 네트워크 전파 지연, 실시간 전송의 어려움 등의 문제점 가지고 있다.

본 논문에서는 LAN의 매체 액세스 프로토콜 중 일반적인 버스 구조에 라운드로빈 방식의 동작을 구현하여 충돌이 없고 실시간 전송이 가능한 장점을 갖는 L-Expressnet 프로토콜이 본래의 Expressnet [3,4,5] 프로토콜 보다 구조는 단순하나 채널 이용률이 떨어지는 단점이 있어 이를 보완하기 위해 슬롯확장기능을 추가하여 한 사이클에 더 많은 데이터 패킷을 전송할 수 있도록 개선된 L-Expressnet 프로토콜을 제안하였다. 그리고 이것을 기존의 매체 액세스 제어(MAC) 방식인 L-Expressnet와 비교하여 보았으며 그

II. L-Expressnet 프로토콜

L-Expressnet [6, 7]은 양방향 버스 구조상에서 각각의 스테이션이 카운터를 갖고 정해진 시간 값을 통해 라운드로빈 방식의 동작을 하는 프로토콜이다. 이 프로토콜의 토폴로지는 그림 1과 같으며 기본 동작은 다음과 같다.

각 스테이션은 채널 상에 캐리어(Carrier)가 있는지 없는지를 센스하고 캐리어가 없는 시간을 감지하여 그것을 각 스테이션의 제어논리 회로인 LEXA(L-Expressnet Adaptor) 안에 있는 3개의 카운터 CR1, CR2, CR3에 의해 카운팅해서 매 사이클마다 정해진 시간에 따라 순서를 부여하고 순차적으로 각 노드가 한번씩만 채널을 액세스 하여 데이터 패킷을 전송하게 하는 것이다.

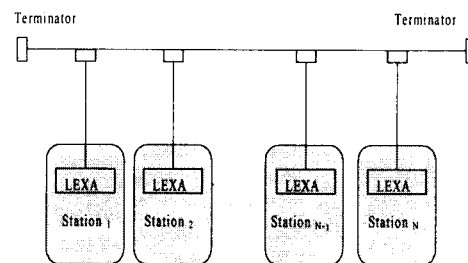


그림 1. L-Expressnet의 토폴로지
Fig. 1 Topology of L-Expressnet

이 L-Expressnet 액세스 프로토콜은 세 개의 메커니즘으로 구성되어 있으며 각각의 메커니즘은 다음과 같다. 첫 번째는 데이터 패킷의 전송을 담당하는 액세스 메커니즘(Access mechanism), 두 번째는 새로운 사이클 시작을 위한 동기 신호 전송을 담당하는 사이클 리스타트 메커니즘(Cycle restart mechanism), 그리고 마지막은 정지 상태에서부터 데이터 패킷의 정상 전송 상태로 만드는 콜드 스타트 메커니즘(Cold Start mechanism)이다. 위에서 언급한 세 개의 메커니즘의 동작은 그림 2에서 보이는 것과 같은 3개의 카운터 CR1, CR2, CR3으로 이루어진 LEXA(L-Expressnet Adaptor)에 의해

구현된다. 여기서 CR1 카운터는 데이터 패킷 전송을 위한 시간을 CR2 카운터는 동기신호 전송을 위한 시간을 그리고 CR3은 전송이 불가능한 정지상태로부터 정상 상태로 회복하기 위한 초기화시간을 정해 놓고 그것에 따라 L-Expressnet 프로토콜에 맞는 동작을 수행할 수 있도록 한 것이다.

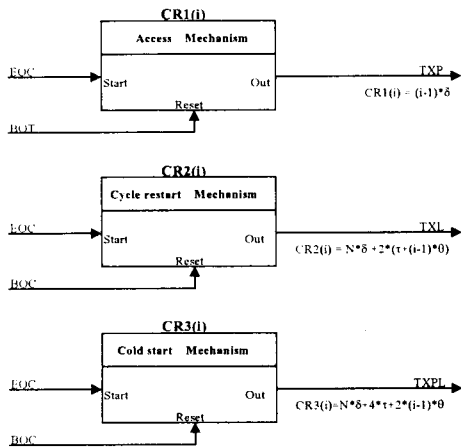


그림 2. L-Expressnet 어댑터
Fig. 2 L-Expressnet Adaptor

다음은 L-Expressnet 프로토콜의 성능을 평가하기 위해 그림 3의 전송 사이클로부터 채널 이용률을 구하면 다음과 같이 쓸 수 있다. [6, 7]

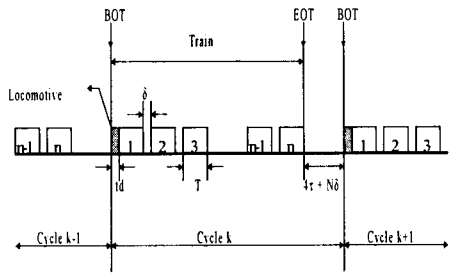


그림 3. L-Expressnet의 전송 사이클
Fig. 3 Transmission cycle of L-Expressnet

$$C_{L-Expressnet} = \frac{N \cdot T}{N \cdot T + (N-1) \cdot \delta + 4 \cdot \tau + N \cdot \delta + td}$$

여기서 N은 네트워크에 연결된 전체 스테이션 수, T는 고정된 데이터 패킷의 전송시간, δ는 각 데이터 패킷 사이의 간격, τ는 네트워크 전파지연 시간, N·δ + 2·

τ는 트레인의 끝을 결정하는 시간, 2·τ는 왕복 네트워크 전파지연 시간, td는 동기신호인 로커모티브의 전송 시간으로 무시할 수 있는 값이다.

III. 개선된 L-Expressnet의 제안

이 장에서는 L-Expressnet 프로토콜이 간단한 토폴로지로 구성되는 장점을 갖고 있는 반면에 채널이용률 면에서는 떨어지는 단점이 있으므로 L-Expressnet의 3개의 메커니즘을 담당하는 카운터 CR1(i), CR2(i), CR3(i) 중에서 데이터 전송을 담당하는 CR1 카운터를 변형하여 슬롯확장기능을 갖는 개선된 L-Expressnet 프로토콜을 제안하고 이 개선된 L-Expressnet이 슬롯확장기능을 통해 산발적으로 트래픽이 발생하는 네트워크에서 채널 효율을 향상시킴을 보여준다.

다음은 이러한 개선된 프로토콜의 동작을 살펴보기 위해 먼저 세 가지 메커니즘, 즉 액세스 메커니즘, 사이클 리스타트 메커니즘, 콜드 스타트 메커니즘으로 구성된 기존 프로토콜의 동작을 간단히 정리해 보면 첫 번째 메커니즘인 액세스 메커니즘은 사이클의 시작신호인 BOT에서 리셋(Reset)된 후에 사이렌트 시간(Silent time)을 감지하여 첫 번째 카운터인 CR1(i)의 값이 (i-1)δ일 때 채널을 액세스할 수 있는 권리를 갖고 자신의 데이터 패킷을 전송하는 동작을 수행하는 것으로 여기서 i는 스테이션의 번호이며 δ는 각 데이터 패킷 사이의 갭(Gap)이다. 두 번째 메커니즘인 사이클 리스타트 메커니즘은 CR2(i)에 의해 구현되는 것으로 카운터 값이 N·δ + 2·(τ + (i-1)·θ)일 때 새로운 트레인을 시작하는데 필요한 동기신호 전송을 수행하는 것이며 세 번째 메커니즘인 콜드 스타트 메커니즘은 CR3(i)에 의해 구현되는 것으로 카운터 값이 N·δ + 4·τ + 2·(i-1)·θ일 때 전송 불가능 상태를 벗어나기 위해 PILOT 신호를 전송하고 이 PILOT 신호에 의해 CR1(i), CR2(i) 카운터를 정상적으로 동작할 수 있게 하여 정상적인 프로토콜 동작을 시작할 수 있도록 하는 메커니즘이다.

슬롯확장기능을 갖는 개선된 L-Expressnet 프로토콜의 메커니즘은 기존 프로토콜의 세 개 메커니즘 중 전체

사이클 조정에 관련된 두 번째와 세 번째 메커니즘인 사이클 리스타트와 콜드 스타트 메커니즘은 기존 방식과 같이 사용하며 단지 사이클 내에서 전송 권한을 부여받고 데이터 패킷을 전송하는 첫 번째 액세스 메커니즘만을 변형하여 채널 효율을 향상시킨 것이다. 이 변형된 액세스 메커니즘의 구성은 CR1(i) 카운터와 비교기로 이루어지며 동작은 다음과 같다. 먼저 BOT에서 리셋된 후에 캐리어의 유무에 따른 시간의 카운터 값을 이용해서 (i-1)δ일 때 채널을 액세스할 수 있는 권리를 갖는다. 이때 전송할 데이터가 있으면 종래의 방식과 같이 전송을 수행하지만 전송할 데이터가 없을 경우 전송할 데이터가 없으니 다음 스테이션에게 전송 권한을 넘겨주기 위해 다음 스테이션의 번호를 출력한다. 다음 스테이션을 이 신호를 통해 자신의 정해진 순서에 따른 전송 슬롯뿐만 아니라 앞의 스테이션의 슬롯까지 추가로 할당받고 확장된 슬롯을 통해 더 많은 데이터를 전송할 수 있게되는 것이다.

이와 같은 슬롯확장기능을 갖는 L-Expressnet 프로토콜의 동작을 흐름도로 표현하면 그림 4와 같으며 CR1(i), 비교기, CR2(i), CR3(i) 카운터로 구성되는 변형된 LEXA(L-Expressnet Adaptor)는 그림 5와 같다.

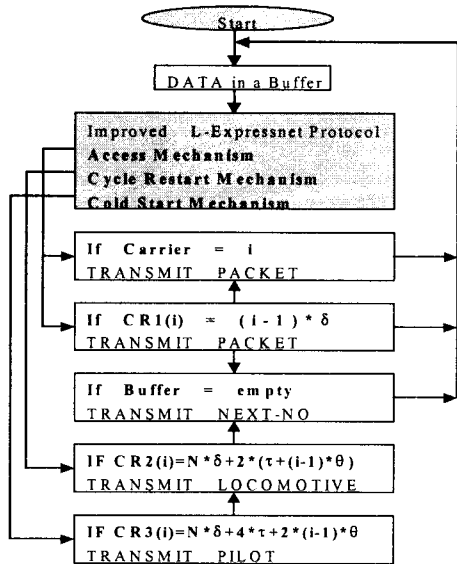


그림 4. 개선된 L-Expressnet의 흐름도
Fig. 4 Flowchart of Improved L-Expressnet

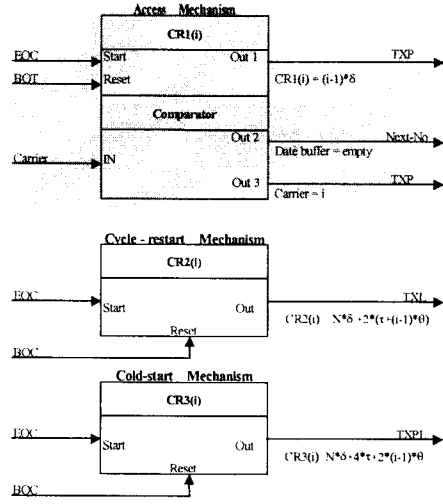


그림 5. 변형된 L-Expressnet 어댑터
Fig. 5 Modified LEXA

다음은 개선된 L-Expressnet 프로토콜의 성능분석을 위해 전송할 데이터가 있는 스테이션 수가 n개이고 전송할 데이터가 없는 스테이션 수가 j개로 구성된 총 스테이션 수 N개인 네트워크 상에서 k+1번째의 스테이션 1개가 전송할 데이터가 없는 경우 슬롯확장기능을 갖는 L-Expressnet의 전송사이클을 나타내는 그림 6으로부터 채널 이용률을 구해보면 다음과 같다.

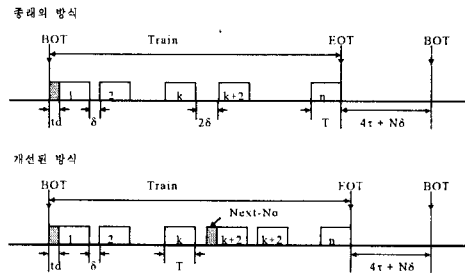


그림 6. 개선된 L-Expressnet의 전송 사이클
Fig. 6 Cycle of improved L-Expressnet

$$C_{\text{Improved L.E}} = \frac{(n+j)*T}{(n+j)*T + (N-1)*\delta + 4*\tau + N*\delta}$$

IV. 분석 및 비교

이 장에서는 기존의 프로토콜과 본 논문에서 제안한 슬롯확장기능을 갖는 L-Expressnet 프로토콜을 채널이용률 관점에서 분석 및 비교하여 그 결과를 가로축은 전파시간 /전송 시간 (τ/T)의 값을 갖는 파라미터 a 이고 세로축은 채널이용률 C 값을 갖는 특성곡선으로 나타내었다. 여기서 분석 및 비교를 위해 데이터패킷 시간을 T 초로 고정하고 네트워크 상의 N 개 스테이션을 일정간격으로 배치하며 동기신호 및 슬롯번호신호의 길이는 무시할 정도의 작은값을 갖는 경우로 가정한다.

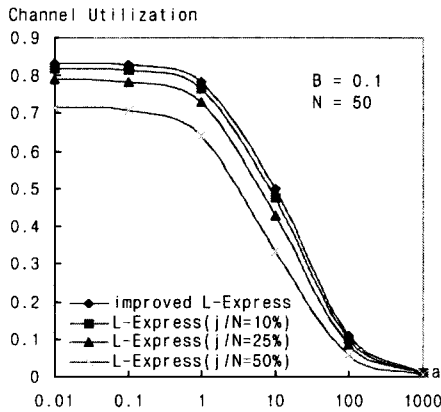


그림 7. B=0.1, N=50일 때의 특성곡선
Fig. 7 Channel Utilization curve

그림 7은 δ/T 로 정의되는 B 값이 0.1이고 총 스테이션 수(N)가 50 일 때의 파라미터 a 값에 대한 각 프로토콜의 채널이용률 C 에 대한 특성곡선이다. 여기서 기존 L-Expressnet 프로토콜은 전체 스테이션 수 N 에 대한 전송할 데이터를 갖고 있지 않은 스테이션 수 j 의 비율이 10%, 25%, 50%인 3가지 경우와 슬롯확장 기능을 갖는 L-Expressnet 프로토콜 사이의 채널이용률을 비교해 본다. 그림에서 보듯이 제안된 프로토콜이 기존 프로토콜보다 전송할 데이터가 없는 스테이션 수 j 가 커짐에 따라 채널이용률이 향상됨을 알 수 있다.

그림 8은 B 값을 $B = 0.5$ 로 일정하게 고정시키고 총

스테이션 수(N)를 $N = 10$ 와 $N = 500$ 으로 할 경우의 j/N 비율이 25%,와 50%인 기존 L-Expressnet 프로토콜과 제안된 프로토콜의 채널이용률 특성곡선을 나타낸 것이다. 그림에서 보듯이 제안된 프로토콜이 모든 조건에서 더 나은 채널 이용률을 보여줌을 알 수 있다.

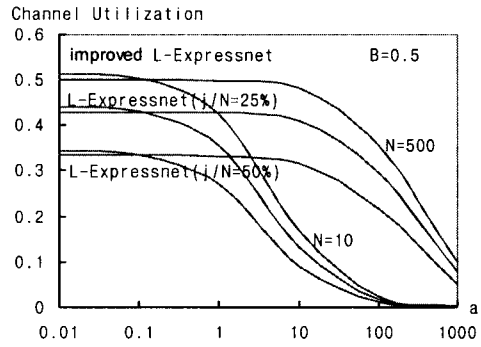


그림 8. B=0.5일 때의 특성 곡선
Fig. 8 Channel Utilization curve in B=0.5

그림 9는 총 스테이션 수(N)를 10으로 하고 δ/T 인 B 값을 $B = 0.3$ 과 $B = 0.5$ 로 할 경우 각 프로토콜의 특성곡선을 나타낸 것이다. 이 그림에서도 슬롯확장기능을 갖는 L-Expressnet 프로토콜의 성능이 우수함을 알 수 있으며 B 값이 적을수록 각 프로토콜의 채널 이용률이 증가함을 볼 수 있는데 이것은 B 값이 δ/T 로 여기서 각 데이터 패킷의 간격 δ 은 데이터를 전송하기 위해 채널을 이용하는 시간이 아니므로 가능한 적을수록 채널 이용률이 증가됨을 알 수 있다.

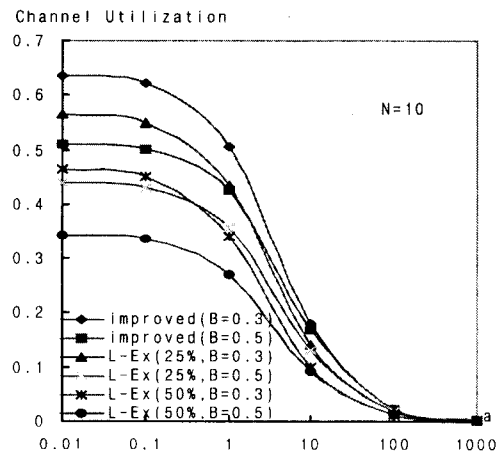


그림 9. N=10일 때의 특성 곡선
Fig. 9 Channel Utilization curve in N=10

V. 결론

본 논문에서는 일반적인 양방향 버스 구조상에서 라운드로빈 방식으로 충돌이 없고 실시간 전송이 가능한 L-Expressnet 프로토콜이 간단한 구성을 갖는 반면에 채널 이용률이 떨어진다는 단점이 있어 이를 보완하기 위해 전송할 데이터가 없는 스테이션의 슬롯을 다음 번 스테이션이 사용할 수 있도록 개선된 슬롯확장기능을 갖는 L-Expressnet 프로토콜을 제안하였다.

이 제안된 프로토콜의 메커니즘(Mechanism)은 본래의 L-Expressnet와 마찬가지로 Access Mechanism, Cycle Restart Mechanism, Cold Start Mechanism의 3 개의 메커니즘으로 구성되어 있으며 여기에 슬롯확장기능을 갖도록 하여 전송할 데이터가 없는 스테이션이 발생해도 다음 번 스테이션에게 자신의 전송권을 넘겨주므로 한 사이클에 더 많은 데이터를 전송할 수 있도록 성능을 개량한 것이다.

이러한 슬롯확장기능의 구현은 데이터 패킷의 전송을 담당하는 메커니즘인 Access Mechanism을 위한 LEXA(L-Expressnet Adaptor)의 CR1 카운터 본래의 기능에 비교기능을 추가하여 이루어진 것이다.

본 논문에서 제안한 프로토콜의 효율성 입증을 위해 채널 이용률 관점에서 기존의 프로토콜과 성능을 비교해본 결과 앞장의 그림에서 보여주듯이 슬롯확장기능을 갖는 L-Expressnet 프로토콜이 높은 채널 이용률을 나타내고 있음을 알 수 있었다. 따라서 제안된 프로토콜은 오늘날과 같이 날로 복잡해지는 네트워크 환경 및 멀티미디어 환경에서 산발적으로 발생하는 많은 트래픽량의 처리에 있어서 매우 유용하리라 본다.

참고 문헌

[1] L. PETERSON, and B. DACIE, COMPUTER NETWORKS : A System Approach, Morgan

Kaufmann Publishers Inc., 1996

- [2] Tanenbaum, COMPUTER NETEORK : Toward Distributed Processing Systems, 3rd edition, Prentice-Hall Technical Professional Reference, New Jersey, 1993
- [3] D.A. Levine, and I.A. Akyildiz "PROTON: A Media Access Control Protocol for Optical Networks with Star Topology", IEEE/ACM Trans. on Networking, Vol. 3, pp. 158-168, April. 1995
- [4] F. A. Tobagi, F. Borgonovo, L. Fratta, "The Expressnet : A High-Performance Integrated Service Local Area Communication Network", IEEE Journal select area Comm., Vol. Sac-1, pp. 893-913, Nov. 1983
- [5] F.A.Tobagi and M.Fine, " Performance of Unidirectional Broadcast Local Area NETWORKS : Expressnet and Fasnet", IEEE J. Comm., Vol. Sac-1, pp. 913-926, Nov. 1983
- [6] F. borgonovo, L. Fratta, F. Tarini, P. Zini, "L-Expressnet : The Communication Sub-network for The C-NET Project", IEEE Trans. Comm., Vol. Comm-33, No.7, pp. 612-619, July. 1985
- [7] R. Marcogliese, M. Pezze, and S. Pirazzini, "The Behavior of L-Expressnet Computer Communication in Comparison with Ethernet", Proceeding on Distributed System on Local Network, Pisa, Italy, June. 1985

저자 소개

유 동 관

- 1987년 인하대학교 전자과 공학사
 1989년 인하대학교 전자과 공학석사
 1989~1998 LG정보통신 중앙연구소 네트워크실 선임연구원
 1998~현재 동서울 대학 사무자동화와 전임강사

