

컨트롤 스테이션을 갖는 S-LExpressnet 프로토콜의 성능 분석

유 동 관*

Performance Analysis of S-LExpressnet protocol added a control station

Dong-kwan Yoo*

요 약

본 논문은 일반적인 양방향 버스구조에 라운드 로빈 방식의 동작을 구현한 L-Expressnet 프로토콜이 채널이용률이 떨어지는 단점이 있어 이를 보완하고자 사이클 관리를 위한 컨트롤 스테이션을 추가하여 성능을 개선시킨 다음에 이것의 성능을 기존의 방식들과 비교 분석하여 보았다.

개선된 프로토콜의 성능 분석은 채널 이용률 관점에서 이루어졌으며 이것을 기존의 다른 프로토콜과 비교한 결과 컨트롤 스테이션을 추가한 프로토콜이 기존의 여러 방식의 프로토콜보다 최대 정규화 전파 지연 값이 커질 경우 더 나은 성능을 보임을 알 수 있었다.

Abstract

In this paper, an improved protocol is proposed by supplementing a control station for transmission cycle management. This protocol is proposed to complement the shortcomings of the conventional L-Expressnet protocol which is used for round robin process in bus topology.

We analyzed the improved protocol in channel utilization viewpoint and compared the result with that of the conventional protocol. From this result, we showed that the channel utilization of the improved protocol is superior to that of the conventional protocol when a maximum normalized propagation delay is increased.

I. 서론

컴퓨터 기술의 발전과 인터넷 및 정보통신 서비스의 확대에 의해 컴퓨터는 이제 단순한 정보처리 기기가 아니라 정보처리 및 검색과 제공 기능을 갖춘 정보 단말기 역할을 하게 되었다. 이러한 컴퓨터의 급속한 보급은 컴퓨터를 네트워크로 연결하고자하는 요구를 증가시켰으며 특히 어떤 한정된 지역 내에 있는 데이터통신 기기들을 연결해서 자원을 공유함으로써 경제적 이득을 제공하는 근거리 통신망(Local Area Network)에 대한 관심을 더욱 고조시켰다.

근거리 통신망은 다수의 스테이션이 채널에 연결되어 자신의 데이터를 송수신하게 되므로 채널이용률이 높고 전송지연이 작은 토폴로지와 프로토콜을 결정하는 것이 근거리 통신망의 설계 시 매우 중요한 문제가 된다. 일반적인 네트워크 운영 형태에 있어서 버스 구조를 채택할 경우는 경쟁 방식의 매체 액세스 프로토콜을 사용하고 링 구조를 사용하는 경우는 라운드 로빈 방식을 이용한다.

본 논문에서는 근거리 통신망의 프로토콜 중 일반적인 양방향 버스 구조에 라운드로빈 방식의 동작을 구현한 L-Expressnet 프로토콜이 Expressnet 프로토콜 보다 구현은 용이하나 채널 이용률이 떨어지는 단점이 있어 이를 보완하기 위해 컨트롤 스테이션을 사용하는 S-LExpressnet 프로토콜을 제안하였다. [1,2,3,7]

제안된 프로토콜은 기존의 L-Expressnet 프로토콜이 사이클 관리를 위해 2 개의 메커니즘을 사용하는 것과 달리 고정된 사이클 관리를 위한 별도의 컨트롤 스테이션(Control station)을 적용한 것이다. 이와 같은 컨트롤 스테이션을 갖는 제안된 방식은 기존 방식의 한 사이클 관리에 필요한 오버헤드 시간을 줄임으로서 성능을 개선시키고 뿐만 아니라 종래의 방식보다 간단히 구성될 수 있다는 장점을 갖는다.

제안된 프로토콜에 대한 성능분석은 채널이용률 관점에서 기존 방식과 비교하여 이루어졌으며 그 결과 컨트롤 스테이션을 갖는 제안된 프로토콜이 기존의 프로토콜보다 성능이 향상됨을 확인할 수 있었다.

II. L-Expressnet 프로토콜

L-Expressnet은 양방향 버스 구조상에서 각각의 스테이션이 카운터들을 갖고 정해진 시간 값을 통해 라운드 로빈 방식의 동작을 하는 프로토콜이다. 이 프로토콜의 토폴로지는 그림 1과 같으며 기본 동작은 다음과 같다. 각 스테이션들은 채널 상에 캐리어(Carrier)가 없는 시간을 감지하여 그것을 각 스테이션의 제어논리회로인 LEXA(L-Expressnet Adaptor) 안에 있는 3 개의 카운터 CR1, CR2, CR3에 의해 카운팅해서 매 사이클마다 정해진 시간에 따라 순서를 부여받고 순차적으로 각 노드가 한번씩만 채널을 액세스하여 데이터 패킷을 전송하게 하는 것이다.

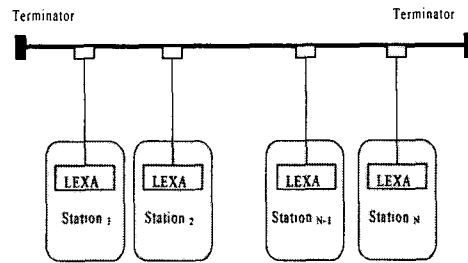


그림 1. L-Expressnet의 토폴로지
Fig. 1 Topology of L-Expressnet

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. [4,5,6]

위에서 언급한 세 개의 메커니즘의 동작은 그림 2에서 보이는 것과 같은 3개의 카운터 CR1, CR2, CR3으로 이루어진 LEXA에 의해 구현된다. 여기서 CR1 카운터는

데이터 패킷 전송을 위한 시간을 CR2 카운터는 동기신호 전송을 위한 시간을 그리고 CR3은 전송이 불가능한 정지상태로부터 정상상태로 회복하기 위한 초기화시간을 정해놓고 그것에 따라 프로토콜에 맞는 동작을 수행할 수 있도록 한 것이다.

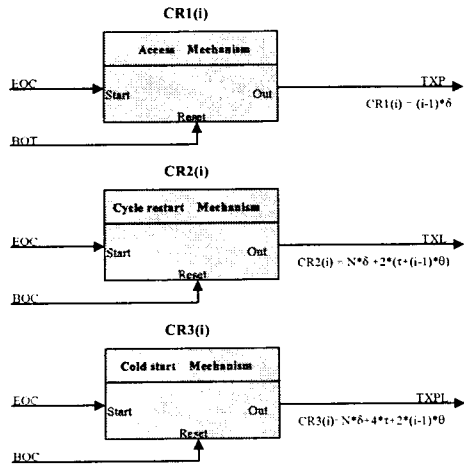


그림 2. L-Expressnet 어댑터
Fig. 2 L-Expressnet Adaptor

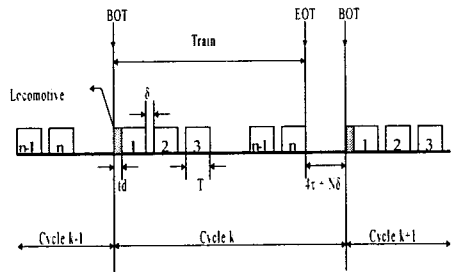


그림 3. L-Expressnet의 전송 사이클
Fig. 3 Transmission cycle of L-Expressnet

다음은 L-Expressnet 프로토콜의 성능을 평가하기 위해 그림 3의 전송 사이클로부터 채널 이용률을 구한 것으로 식(1)과 같이 나타낼 수 있다.

$$CLEX = \frac{N * T}{t_d + N * T + (N-1) * \delta + 4 * \tau + N * \delta} \quad (1)$$

III. 개선된 S-Expressnet 프로토콜

이 장에서는 L-Expressnet 프로토콜이 양방향 버스 토폴로지를 이용한다는 장점은 있으나 채널이용률 면에서는 종전의 프로토콜보다 떨어지는 단점이 있어 이를 보완하고자 컨트롤 스테이션을 사용하는 개선된 프로토콜을 제안한다. [1,4,7]

제안된 프로토콜은 종래 프로토콜의 3개 메커니즘을 담당하는 카운터 중에서 데이터 전송을 담당하는 CR1 카운터만을 사용하고 사이클 관리에 대한 CR2와 CR3 카운터 대신에 컨트롤 스테이션을 이용하여 처리를 단순화함으로써 채널이용율을 개선시킨 것이다.

제안된 프로토콜의 토폴로지는 그림 4와 같으며 기본 동작은 다음과 같다. 컨트롤 스테이션에 의해 사이클이 결정되어 매 사이클 시작할 때 컨트롤 스테이션이 동기신호를 전송하고 각 스테이션들은 채널 상에 캐리어가 없는 시간을 감지하여 그것을 각 스테이션들의 CR1(i) 카운터에 의해 카운팅해서 매 사이클마다 정해진 시간에 따라 순서대로 한번씩만 채널을 액세스하여 데이터 패킷을 전송하게 되는 것이다.

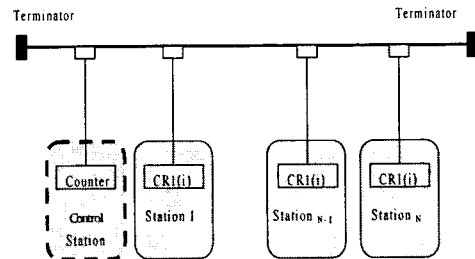


그림 4. S-Expressnet의 토폴로지
Fig. 4 Topology of S-Expressnet

다음은 이러한 개선된 프로토콜의 동작을 살펴보기 위해 먼저 기존 프로토콜의 세 가지 메커니즘의 동작을 간단히 정리해 보면 첫 번째 메커니즘인 액세스 메커니즘은 매 사이클마다 채널을 액세스할 수 있는 권리를 부여받고 자신의 데이터 패킷을 전송하는 동작을 수행하는 것이고

두 번째 메커니즘인 사이클리스타트 메커니즘은 새로운 트레인을 시작하는데 필요한 동기신호 전송을 수행하는 것이며 마지막 세 번째 메커니즘인 콜드스타트 메커니즘은 전송 불가능상태를 벗어나기 위해 PILOT 신호를 전송하고 이 PILOT 신호에 의해 정상적인 사이클 관리가 수행되도록 처리하는 메커니즘이다.

컨트롤 스테이션을 이용한 개선된 프로토콜의 메커니즘은 기존 프로토콜의 세 개 메커니즘 중 사이클 내에서 전송 권한을 부여받고 데이터 패킷을 전송하는 첫 번째 액세스 메커니즘만 사용할 뿐 전체 사이클 조정에 관련된 두 번째와 세 번째 메커니즘인 사이클 리스타트와 콜드스타트 메커니즘을 컨트롤 스테이션이 전담하게 하여 처리의 단순화 및 처리시간을 단축하여 채널 효율을 향상시킨 것이다.

이러한 메커니즘의 구성은 컨트롤 스테이션에 사이클 관리를 위한 카운터 CC를 두어 정해진 사이클의 길이 즉 $(N-1) \cdot \delta + 2 \cdot \tau$ 마다 동기신호를 전송하게 하며 각 스테이션에는 종래 방식의 LEXA 중 CR1(i)만을 사용하여 BOT에서 리셋된 후에 캐리어의 유무에 따른 시간의 카운터 값을 이용해서 $(i-1) \cdot \delta$ 일 때 채널을 액세스할 수 있는 권리를 갖게 하는 것이다.

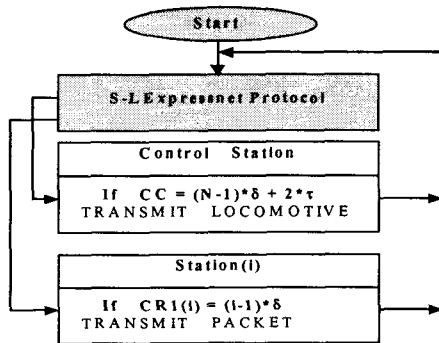


그림 5. S-LEXPRESSNET의 흐름도
Fig. 5 Flowchart of S-LEXPRESSNET

이와 같은 컨트롤 스테이션을 갖는 개선된 프로토콜의 동작을 흐름도로 표현하면 그림 5와 같으며 카운터 CC와 CR1(i)로 구성되는 S-LEXPRESSNET 프로토콜의 SLEXA (S-LEXPRESSNET Adaptor)는 그림 6과 같다.

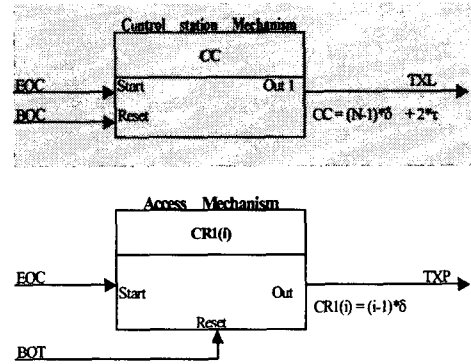


그림 6. S-LEXPRESSNET 어댑터
Fig. 6 Modified LEXA

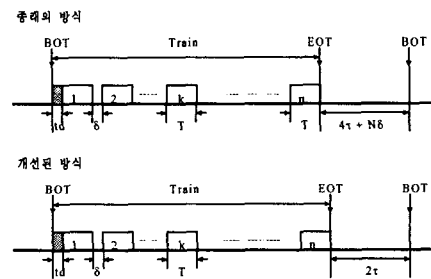


그림 7. S-LEXPRESSNET의 전송 사이클
Fig. 7 Cycle of S-LEXPRESSNET

다음은 개선된 S-LEXPRESSNET 프로토콜의 성능분석을 위해 그림 7의 전송 사이클로부터 채널 이용률을 구해보면 식(2)와 같다.

$$CSLEX = \frac{N \cdot T}{td + N \cdot T + (N-1) \cdot \delta + 2 \cdot \tau} \quad (2)$$

여기서 N은 네트워크의 전체 스테이션 수, T는 고정된 데이터 전송시간, δ 는 각 데이터 패킷사이의 간격, τ 는 네트워크 전파지연 시간, td는 동기신호인 로커모티브의 전송시간으로 무시할 수 있는 값이다.

IV. 분석 및 비교

본 장에서는 기존의 프로토콜들과 본 논문에서 제안한 컨트롤 스테이션을 사용한 개선된 프로토콜을 채널 이용률 관점에서 비교 분석한다. 그리고 비교한 결과를 가로축은 최대 정규화 전파 지연 값 a 또는 총 스테이션 수 N 값을 사용하고 세로축은 채널 이용률 값을 갖는 특성 곡선을 통해 나타낸다. 여기서 기존의 L-Expressnet는 LEX라는 표기를 사용하고 Ethernet는 ETH라는 표기를 사용하며 개선된 프로토콜은 S-LEX라는 표기를 사용하여 나타내도록 한다.

그림 8은 채널이용률 특성곡선을 이용한 개선된 프로토콜과 기존 프로토콜들의 비교로 여기서는 $B=0.01$, $N=50$ 인 상태에서 최대 정규화 전파지연 값 a 가 0.01에서 1000으로 변화할 때의 특성을 보여준 것이다. 그림에서 보듯이 개선된 방식이 기존의 프로토콜들보다 최대정규화 전파지연 값 a 가 커짐에 따라 성능이 나아짐을 알 수 있다.

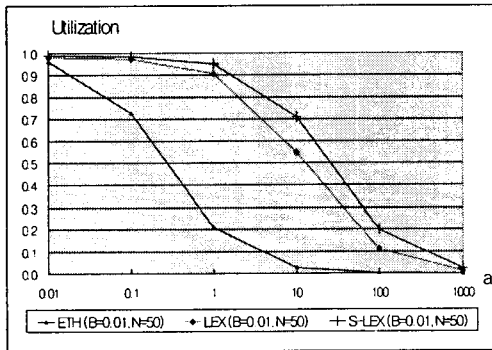


그림 8. $N=50$ 일 때의 특성곡선
Fig. 8 Channel Utilization curve in $N=50$

그림 9는 개선된 프로토콜과 기존의 L-Expressnet 프로토콜의 성능비교를 $B=0.1$ 이고 $N=50$, $N=500$ 인 경우 파라미터 $a=1$, $a=5$, $a=10$, $a=50$, $a=100$ 에 대한 채널 이용률로 보여준 것이다. 그림에서 보듯이 개선된 방식이 기존의 방식보다 총 스테이션 수와 최대 정

규화전파지연 값의 변화에 따른 모든 경우에서 채널이용률 향상을 가져옴을 알 수 있으며 특히 최대 정규화전파지연 값이 큰 경우에 더 두드러진 향상을 볼 수 있다.

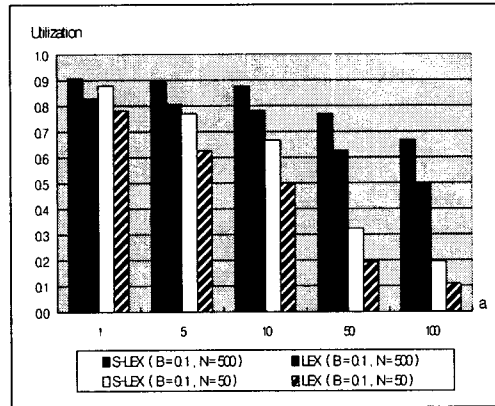


그림 9. $N=50$, $N=500$ 일 때의 채널이용률 비교
Fig. 9 Utilization Comparison in $N=50$, 500

그림 10은 $B=0.1$ 인 경우에 최대 정규화 전파 지연 파라미터 a 값을 $a=0.1$ 과 $a=1$ 로 하고 총 스테이션 수 N 값을 $N=10$, $N=50$, $N=100$, $N=500$ 으로 할 때의 개선된 프로토콜과 기존 프로토콜에 대한 채널이용률 막대 그래프 비교이다. 그림에서 보듯이 개선된 방식이 기존의 방식보다 채널이용률이 향상됨을 알 수 있는데 특히 최대 정규화 전파 지연 a 값이 작은 값을 가지면서 총 스테이션의 수 N 값이 큰 경우에 더 큰 성능 향상의 결과를 볼 수 있다.

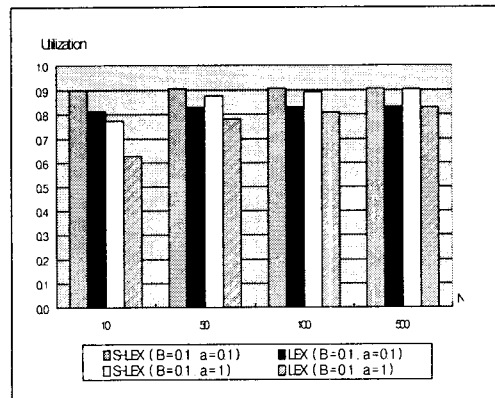


그림 10. $a=0.1$, $a=1$ 일 때의 채널이용률 비교
Fig. 10 Utilization Comparison in $a=0.1$, $a=1$

V. 결론

본 논문에서는 일반적인 양방향 비스구조에 라운드 로빈 방식의 동작을 구현한 L-Expressnet 프로토콜이 채널이용률이 떨어지는 단점이 있어 이를 보완하고자 사이클 관리를 위한 컨트롤 스테이션을 사용하여 성능을 개선시킨 다음에 이것을 채널이용률 관점에서 기존의 방식들과 성능을 비교 분석하여 보았다.

성능 비교는 전파시간 /전송시간의 값을 갖는 파라미터인 최대 정규화 전파지연 값 a 와 총 스테이션 수 N 값에 대한 채널 이용률의 특성 곡선을 통해 살펴보았으며 그 결과 개선된 방식이 기존의 방식보다 총 스테이션 수와 최대 정규화 전파지연 값 a 의 변화에 따른 모든 경우에서 채널 이용률 향상을 가져올 수 있고 특히 최대 정규화 전파 지연 a 값이 작은 값을 가지면서 총 스테이션의 수 N 값이 큰 경우에 더 두드러진 성능 향상의 결과를 나타낼 수 있었다.

결론적으로 컨트롤 스테이션을 이용한 개선된 프로토콜의 메커니즘은 기존 프로토콜에서 사이클관리와 연관된 메커니즘들인 사이클리스타트와 콜드스타트 메커니즘을 컨트롤 스테이션이 전담하게 하여 처리의 단순화 및 처리 시간을 단축하여 채널 효율을 향상시킨 것이다. 이러한 개선된 방식은 최대 정규화 전파지연 값이 커질수록 채널 이용률이 급격히 떨어지는 기존 프로토콜의 단점을 보완하여 실제적으로 많은 양의 트래픽이 빈번히 발생하는 네트워크 환경에서 좋은 성능 개선 효과를 보여줄 것으로 기대된다.

참고문헌

[1] Kenyon, Tony. High Performance Data Network Design : Designer Techniques

and Tools. Butterworth-Heinemann (T), 2002

- [2] W. Willinger, M. Taqqu, R. Sherman, and D. Wilson, " Self-similarity through high variability : statistical Analysis of Ethernet LAN Traffic at the Source Level," IEEE/ACM Transactions on Networking, 1997
- [3] William Stallings. Data and Computer Communications, 5th ed, Prentice Hall, 1997
- [4] Boggs D. and J. Mogul and C. Kent, "Measured Capacity of an Ethernet : Myths and Reality," Proceedings of ACM SIGCOMM'88, pp. 222-234, August 1988
- [5] L. Peterson, and B. Dacie, COMPUTR NETWORKS : A System Approach, Morgan Kaufmann Publishers Inc. , 1996
- [6] Tanenbaum , COMPUTER NETEORK : Toward Distributed Processing Systems, 3rd edition, Prentice-Hall Technical Professional Reference, New Jersey, 1993
- [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

저 자 소개



유 동 관

1987년 인하대학교 전자과 공
학사

1989년 인하대학교 전자과 공
학석사

1989~1998 LG정보통신 중
앙연구소 선임연구원

1998~현재 동서울대학 컴퓨
터정보과 조교수