

WDM 단일홉 방송망에서 멀티캐스트 서비스를 위한 PGM 기법의 제안 및 성능분석

진교홍*

*동의대학교 컴퓨터·영상공학부

PGM Method for Multicast Service in WDM Single-hop Broadcast Networks

Kyo-hong Jin*

Donggeui University

E-mail : khjin@donggeui.ac.kr

요 약

최근 들어 인터넷은 화상회의, 인터넷방송, 네트워크게임 등과 같은 광대역, 멀티미디어 서비스가 요구되는 멀티캐스트 서비스로 발전되고 있다. 이러한 광대역의 서비스를 제공하기 위해서는 많은 대역폭이 요구되므로 현재 망의 대안으로 WDM 방송망이 대두되고 있다. 이에 따라 본 논문에서 WDM 방송망 구조에서 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위한 스케줄링 알고리즘을 제안하였다. 제안된 알고리즘은 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여 기존의 스케줄링 알고리즘에 비해 적은 수의 서브그룹수와 짧은 지연시간을 보임을 확인하였다.

ABSTRACT

Recently, video conferencing, Web-casting service, and network game service which use multicast-based service are popular in Internet. In order to support the broadband Internet services efficiently, more communication bandwidth are needed. The WDM single-hop broadcast network topology is coming into the spotlight in next-generation access networks area. In this paper, the new multicast scheduling algorithm, PGM, is proposed and is evaluated through the computer simulation. The PGM method shows the better performance comparing with existing multicast scheduling algorithm.

키워드

WDM Single-hop Broadcast Network, 멀티캐스트 서비스, 스케줄링, 성능분석

1. 서 론

인터넷 이용자 수의 급증[1]과 멀티미디어 응용 서비스의 등장으로 인하여 인터넷의 대역폭은 턱없이 부족하게 되었으며 사용자가 체감하는 속도도 급격히 감소되고 있는 실정이다. 대역폭 문제를 해결하기 위한 방안으로는 하나의 광섬유에 여러 개의 광파장을 두어 광파장별로 메시지를 전송할 수 있는 WDM(Wavelength Division Multiplexing) 기술이 대두되고 있다. WDM 기술은 현재 8~128개까지의 광파장을 마련할 수 있으며, 각 파장은 10Gbps의 대역폭을 제공할 수 있으므로 머지않아 테라급의 통신망을 구축할 수 있을 것이다.

WDM 기술을 기반으로 하는 망은 크게 방송망 구조와 Wavelength Routing 구조로 분류될 수 있다. Wavelength Routing 구조는 송신노드에서 보낸 데이터가 목적지 노드까지 광 스위치나 광

라우터를 거치면서 파장을 바꾸어 목적지까지 전달되는 방식으로 광 메모리나 광 버퍼 기술이 아직 연구단계에 있어 실용화 되기까지는 많은 시간이 소요될 것이다[2]. 한편, 방송망 구조는 가까운 시일에 상용화가 가능한 WDM 망의 구조로써, 한 노드에서 전송된 신호가 다른 모든 노드로 방송(Broadcast)되고 자신에게로 오는 신호인 경우에만 선택(Select)하여 수신하는 데이터 전송 방식이다. 즉 전송되는 데이터는 모든 노드가 수신할 수 있으며 특정 목적지 노드가 데이터를 수신하는 방법이다.

한편, 앞으로의 인터넷 서비스는 화상회의, 인터넷방송, 네트워크게임 등과 같이 일대일 통신망식에서 벗어나 1:n 또는 n:m과 같은 멀티캐스트 서비스가 주류를 이룰 것으로 보여지며, 이러한 멀티캐스트 서비스로 말미암아 인터넷의 고속화

와 광대역화가 더욱 요구될 것이므로 WDM망에 적용하기 위한 멀티캐스트 스케줄링 알고리즘이 강구되어야 할 것이다.

따라서 본 논문에서는 WDM 방송망 환경에서 멀티캐스트 서비스를 제공하기 위한 스케줄링 알고리즘을 제안하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 먼저 2장에서는 본 논문에서 제안한 멀티캐스트 스케줄링 알고리즘에 대해 설명하고, 3장에서는 시뮬레이션을 통해 제안된 알고리즘의 성능을 평가하였다. 마지막으로 4장에서는 결론 및 앞으로의 연구방향을 제시하였다.

II. 수신기의 상태를 이용한 멀티캐스트 스케줄링 알고리즘

본 논문에서 제안한 멀티캐스트 스케줄링 알고리즘은 WDM 단일홀 방송망에서 수신기의 현재 튜닝상태를 고려하여 서브그룹을 구성하고 메시지를 전송하는 방식으로 서브그룹을 이용한 멀티캐스트 스케줄링 기법에 속한다.

망 내 각 노드는 Tunable Transmitter와 Tunable Receiver를 구비하여 메시지를 어느 데이터 채널로도 송·수신할 수 있도록 하였다. 한편, 제어채널을 통하여 멀티캐스트 그룹에 속하는 수신노드들이 현재 어느 데이터 채널에 튜닝되어 있으며, 현재의 메시지 수신이 언제 완료되는지에 대한 정보를 수집할 수 있다. 제어채널을 통해 수집된 수신 노드들의 상태를 이용하여 모든 노드는 같은 멀티캐스트 스케줄링 알고리즘을 수행하고 송신노드에서는 스케줄링 알고리즘의 결과에 따라 멀티캐스트 그룹을 서브그룹으로 나누고 각 서브그룹당 하나의 메시지를 전송하게 된다.

본 논문에서 제안하는 멀티캐스트 스케줄링 알고리즘에 대해서 설명하기 전에 [3]에서 제안한 Greedy 스케줄링 알고리즘의 기법들 중, EAR(Earliest Available Receiver)의 동작원리를 자세히 살펴보고자 한다. 다음의 그림 1은 EAR 알고리즘의 동작원리를 보여주고 있다

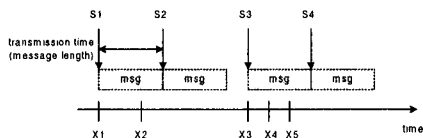


그림 1. EAR 알고리즘의 동작원리

멀티캐스트 그룹에 5개의 노드가 포함되어 있으며, 각 노드의 수신기는 X1, X2, X3, X4, X5에 수신준비가 되어 있다. EAR 알고리즘은 첫번째 수신이 준비된 노드 1에 대해서 스케줄링을 실시하여 S1에 한 메시지를 전송한다. 이 메시지의 전

송시간 동안에 수신 준비가 된 노드 2는 S2에 스케줄링이 된다. S2에 스케줄링된 메시지가 전달되는 동안 사용이 가능해진 노드가 없으므로 다음 스케줄링은 X3시점에 바로 이루어지며(S3), S3에 전달되는 메시지의 전송시간 동안 준비된 노드 4,5는 S3의 전송이 끝나는 S4에 스케줄링 되어 메시지를 전송하게 된다. 따라서 멀티캐스트를 위한 서브그룹은 (X1), (X2), (X3), (X4, X5)의 4개로 만들어지며 송신노드에서는 동일한 메시지를 S1, S2, S3, S4에 4회만 전송하면 된다.

그러나 EAR 알고리즘에서 멀티캐스트 그룹에 속하는 각 노드의 수신 가능한 시점은 송신노드에서 사용하는 데이터 채널로 이미 튜닝된 시점을 의미한다. 이는 FT/TR의 노드 구조를 사용하기 때문이며 이로 인해 수신노드의 이전 튜닝상태에 대한 정보는 무시된 채 송신기의 데이터 채널에 고정적으로 튜닝된 이후에 스케줄링이 된다. 그래서 모든 수신노드는 튜닝에 의한 지연시간을 가지게 되며, 노드가 실제로 데이터를 수신하게 되는 시점 또한 지연된다.

3.1 PGM

각 노드의 Ci(이전 상태)시점에 대해 튜닝시간과 메시지의 전송시간을 이용하여 임시그룹으로 나눈다. 나누어진 각 그룹내 마지막 노드의 파장으로 각 그룹에 속하는 노드와 송신기를 튜닝한다. PGM(Pseudo Group Method)에서는 하나의 임시그룹에 하나의 메시지만을 전송하게 된다. 그 다음 임시그룹에 메시지를 전송하기 위해서는 다음 그룹의 파장으로 송신기를 다시 튜닝을 한다. PGM 기법은 EAR알고리즘을 다시 적용하지 않으므로 프로세싱 타임이 줄어들며 전송해야 할 메시지의 수도 줄일 수 있다는 장점을 갖는다. 그림 2는 PGM 기법을 이용한 예를 보여주고 있다.

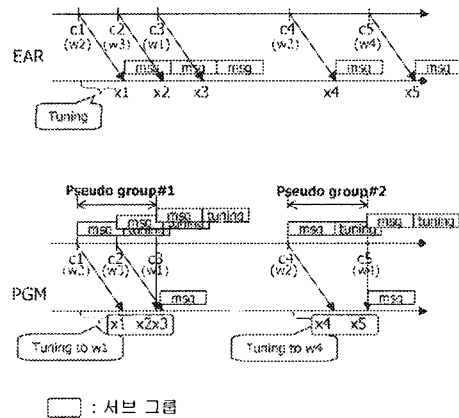


그림 2. EAR과 PGM 기법 비교

그림 2에서 보는 바와 같이 각 Ci에 대하여 메시지 길이와 튜닝시간을 더한 만큼의 크기를 이

용하여 임시 그룹 1, 2를 생성한 후, 첫번째 임시 그룹내의 마지막 노드인 3번 노드의 파장(w1)으로 1, 2번 노드의 수신기와 송신노드의 송신기를 튜닝한다. 마찬가지로 임시 그룹 2에서는 4번 노드와 송신기를 5번 노드가 데이터를 수신하던 채널인 4번 파장(w4)으로 튜닝한다. 이렇게 하여 생성된 Xi 시점을 각 임시그룹별로 하나의 서브그룹으로 묶어주고 각 서브그룹당 하나의 메시지를 전송한다. 이 알고리즘에서 만일 임시그룹의 크기가 커지게 될 경우를 대비하여 임시그룹의 크기가 메시지의 길이의 두배 이상이 될 경우 한번 임시 그룹의 한 가운데 지점에서 메시지를 한번 더 전송한다.

III. 성능분석

이 장에서는 기존의 멀티캐스트 스케줄링 방법인 EAR과 본 논문에서 제안한 H-EAR 기법과 PGM기법의 성능을 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 비교·분석하였다.

멀티캐스트 스케줄링 알고리즘의 성능은 서브그룹 개수 및 수신 노드의 평균지연시간을 지표로 삼았다. 이에 따라 본 논문에서는 멀티캐스트 그룹의 크기를 변화시켜가면서 서브그룹 개수와 평균지연시간을 알고리즘 별로 분석하였다. 성능 분석시 튜닝 지연시간은 10us, 데이터 채널수는 10개로 두었으며 메시지길이는 1500바이트, 3000바이트에 대해서 시뮬레이션을 수행하였다.

먼저 그림 3은 메시지의 길이가 1500바이트인 경우 멀티캐스트 그룹의 크기에 따른 서브그룹의 개수를 각 알고리즘 별로 나타낸 것이다. 그림 3에서 서브그룹 수는 전송되는 메시지의 수를 의미하는 것으로 볼 수 있다. 즉 서브그룹 수가 적을수록 더욱 성능이 좋은 알고리즘이라고 말할 수 있다. 그림 3에서 보듯이 EAR보다 제안한 PGM이 서브그룹 수의 측면에서 우수함을 알 수 있다. 특히 PGM은 서브그룹의 수가 현저하게 감소됨을 알 수 있다. PGM방식은 메시지 길이와 튜닝시간을 이용하여 임시그룹을 만들고 그룹 단위로 1~2개의 메시지를 전송하기 때문에 다른 알고리즘에 비해 서브 그룹의 수를 감소시킬 수 있다.

한편 그림 4는 멀티캐스트 그룹의 크기에 따른 수신노드의 평균지연 시간을 보여주고 있다. 그림 4에서 보는 바와 PGM기법은 멀티캐스트 그룹의 크기가 크지 않은 경우 즉, 망의 트래픽이 많은 경우에는 평균지연시간이 적게 나타난다. 전체적인 성능으로 볼 때, PGM기법이 급격한 서브그룹의 수의 감소에도 불구하고 낮은 지연시간을 나타내므로 PGM이 가장 우수한 알고리즘이 될 것이다.

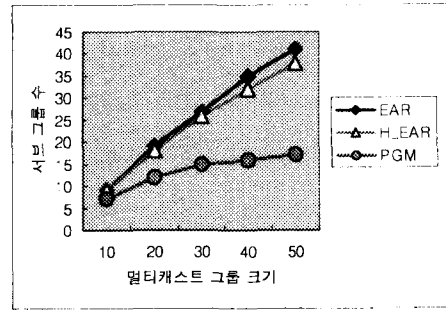


그림 3. 멀티캐스트 그룹 크기 vs. 서브그룹 수(L=1500)

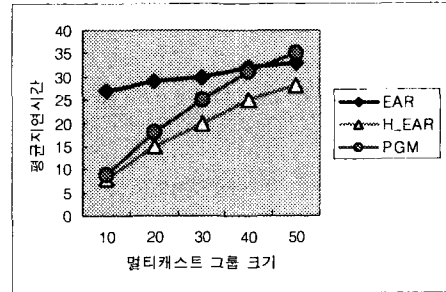


그림 4. 멀티캐스트 그룹 크기 vs. 평균지연시간 (L=1500)

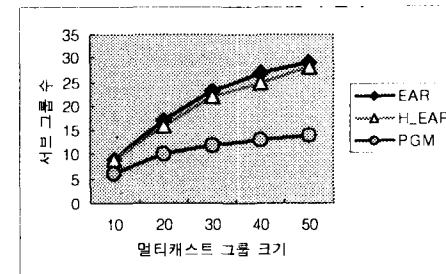


그림 5. 멀티캐스트 그룹 크기 vs. 서브그룹 수(L=3000)

일반적인 IP 패킷의 길이가 1500 바이트이지만 좀 더 망의 대역폭이 넓어진다면 한번에 전송할 수 있는 패킷의 길이 또한 길어질 수 있다. 그림 5와 6은 메시지의 길이가 3000 바이트인 경우로 나머지 인자들은 그림 3, 4의 경우와 같게 설정하였다.

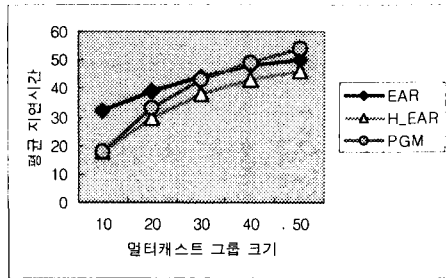


그림 6. 멀티캐스트 그룹 크기 vs. 평균지연시간 (L=3000)

IV. 결 론

본 논문에서는 WDM 방송망을 위한 멀티캐스트 스케줄링 알고리즘의 문제점을 해결하기 위해 튜닝가능한 송신기를 사용하였으며, 수신기가 어느 파장으로 데이터를 수신했었는지에 대한 상태 정보를 이용하여 전송해야 할 패킷의 수와 지연 시간을 줄일 수 있는 멀티캐스트 스케줄링 알고리즘을 제안하였다.

제안된 PGM 기법은 임시그룹을 생성한 후 생성된 임시그룹마다 하나씩의 메시지를 전송하는 방법이다.

제안된 알고리즘들은 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 성능을 분석하였으며, 멀티캐스트 그룹의 크기, 데이터 채널 수, 메시지의 길이, 그리고 송수신기의 튜닝시간의 변화에 따른 지연시간과 서브그룹의 수를 분석하였다. 제안된 두 알고리즘 모두 기존의 방법에 비해 우수한 성능을 보였다. 특히, PGM 기법은 서브 그룹의 수가 현저히 줄어드는 것을 확인할 수 있었다. 따라서, 망의 상태를 고려하여 제안된 알고리즘을 적절히 응용한다면 좀 더 우수한 성능의 멀티캐스트 서비스가 가능해질 것이다.

앞으로는 제어채널을 통한 수신기의 상태를 수집한 후에 제안된 멀티캐스트 스케줄링 알고리즘이 동작되는 전체 MAC 프로토콜의 구조에 대해 연구할 계획이다.

본 논문은 2002년 동의대학교 일반연구과제의 일환으로 연구되었음.

참고문헌

- [1] "국내 인터넷 사용자 수 통계", 한국인터넷정보센터, <http://stat.nic.or.kr/iuser.html>, 2002
- [2] Rajiv Ramaswami And Kumar N. Sivarajan, Optical Networks: A Practical Perspective,

Morgan Kaufmann Press, 1998.

- [3] J. P. Jue And B. Mukherjee, "The Advantages Of Partitioning Multicast Transmissions In A Single-Hop Optical WDM Network, "Proc Of ICC' 97, pp427-431,1997