creative commons

COMMONS DEED

저작자표시-비영리-동일조건변경허락 2.0 대한민국

이용자는 아래의 조건을 따르는 경우에 한하여 자유롭게

- 이 저작물을 복제, 배포, 전송, 전시, 공연 및 방송할 수 있습니다.
- 이차적 저작물을 작성할 수 있습니다.

다음과 같은 조건을 따라야 합니다:

저작자표시. 귀하는 원저작자를 표시하여야 합니다.

비영리. 귀하는 이 저작물을 영리 목적으로 이용할 수 없습니다.

동일조건변경허락. 귀하가 이 저작물을 개작, 변형 또는 가공했을 경우에는, 이 저작물과 동일한 이용허락조건하에서만 배포할 수 있습니다.

- 귀하는, 이 저작물의 재이용이나 배포의 경우, 이 저작물에 적용된 이용허락조건을 명확하게 나타내어야 합니다.
- 저작권자로부터 별도의 허가를 받으면 이러한 조건들은 적용되지 않습니다.

저작권법에 따른 이용자의 권리는 위의 내용에 의하여 영향을 받지 않습니다.

이것은 이용허락규약(Legal Code)을 이해하기 쉽게 요약한 것입니다.

Disclaimer

dCollection

[UCI]I804:24011-200000256835

2012년 2월

석사학위논문

오버레이 멀티캐스트 트리 구성을 위한 경로 선택 기법

조선대학교 대학원

컴 퓨 터 공 학 과

김 형 중

오버레이 멀티캐스트 트리 구성을 위한 경로 선택 기법

A Path Selection Scheme for Constructing Overlay Multicast Trees

2012년 2월 24일

조선대학교 대학원

컴 퓨 터 공 학 과

김 형 중

오버레이 멀티캐스트 트리 구성을 위한 경로 선택 기법

지도교수 신 석 주

이 논문을 공학 석사학위신청 논문으로 제출함.

2011년 10월

조선대학교 대학원

컴 퓨 터 공 학 과

김 형 중

김형중의 석사학위논문을 인준함

위 원 장　조선대학교 교수　　모 상 만 (인)

위　　원　조선대학교 교수　　강 문 수 (인)

위　　원　조선대학교 교수　　신 석 주 (인)

2011 년　11 월　　일

조선대학교 대학원

목 차

ABSTRACT ····· vi

제 1장 서 론 ····· 1

제 2장 데이터전송 기술 및 인터넷방송 기술 ····· 3

제 1절 데이터 전송 기법 ····· 3

1. 유니캐스트(Unicast) ····· 5

2. 중계기서버 기반 유니캐스트(Relay Server Based Unicast) ····· 6

3. 멀티캐스트(Multicast) ····· 9

4. 중계기서버 기반 멀티캐스트(Relay Server Based Multicast) ····· 12

5. 전송 방식별 비교 분석 ····· 14

제 2절 인터넷 방송 서비스 ····· 15

1. 인터넷 방송 서비스 구성요소 ····· 15

가. 인터넷 방송국 ····· 15

나. 네트워크 ····· 15

다. 클라이언트 ····· 16

2. 인터넷 방송 서비스 특성 ····· 16

3. 인터넷 방송 서비스 종류 ····· 17

가. IPTV(Internet Protocol TV) 서비스 ····· 17

나. 네트워크 PVR 서비스 ····· 18

다. VOD(Video On Demand) 서비스 ····· 18

라. EOD(Education On Demand) 서비스 ····· 18

마. 생중계(Live Broadcasting) 서비스 ····· 19

4. 인터넷 방송 시스템 ····· 19

제 3장 기술현황 및 관련 기술 ····· 20
제 1절 오버레이 멀티캐스트 기술 ····· 20
1. 오버레이 멀티캐스트의 장점 및 단점 ····· 22
2. 오버레이 멀티캐스트 프로토콜 ····· 23
3. 다중제약을 둔 경로 선택 알고리즘 ····· 25
가. SDP ····· 25
나. WSP ····· 25
다. SWP ····· 25
제 4장 제안하는 경로 구성 알고리즘 ····· 26
제 1절 최단 경로 유도방법 ····· 26
제 2절 고려사항 ····· 27
1. 전송비용(Transmission csot) ····· 27
2. 링크 스트레스(Link stress) ····· 27
3. 상대적 지연 페널티(Relative Delay Penalty) ····· 27
4. 세션 지연 페널티(Session Delay Penalty) ····· 27
제 3절 제안하는 알고리즘 ····· 28
제 5장 시뮬레이션 및 성능 평가 ····· 32
제 1절 시뮬레이션 환경 ····· 32
제 1절 시뮬레이션 결과 ····· 33
제 6장 결론 및 향후 연구 방향 ····· 37
참고문헌 ····· 38

그 림 목 차

[그림 2.1] 네트워크 전송 방식 ····· 3
[그림 2.2] 멀티캐스트 아일랜드와 터널 ····· 4
[그림 2.3] 유니캐스트 전송방식 ····· 5
[그림 2.4] 중계기서버 기반 유니캐스트 전송방식 ····· 7
[그림 2.5] Contest Delivery Network(CDN) 기술 ····· 8
[그림 2.6] 멀티캐스트 전송 방식 ····· 10
[그림 2.7] IP 멀티캐스트 문제점 ····· 11
[그림 2.8] 중계기서버 기반 멀티캐스트 전송방식 ····· 12
[그림 2.9] 일반 방송과 인터넷 방송의 구성 비교 ····· 16
[그림 3.1] 오버레이 멀티캐스트 ····· 21
[그림 3.2] 오버레이 멀티캐스트 기술 분류도 ····· 23
[그림 5.1] 노드 증가에 따른 전송 지연 ····· 33
[그림 5.2] α값에 의한 혼잡 링크 비교 ····· 34
[그림 5.3] 다중제약 트리구성 알고리즘과 혼잡링크 비교 ····· 35
[그림 5.4] 노드 증가에 따른 ARDP ····· 36

표 목 차

[표 1] 인터넷 방송, 데이터 전송방식별 비교 ····· 14

수 식 목 차

[수식 1] 노드 i가용할 수 있는 대역폭 ····· 30
[수식 2] 노드 i의 인접한 노드들의 RTT합 ····· 30
[수식 3] α값에 의한 노드 i 의 대역폭 ····· 31
[수식 4] 노드 i와 인접한 노드간의 가중치 ····· 31

ABSTRACT

A Path Selection Scheme for Constructing Overlay Multicast Trees

Hyoung-jung Kim
Advisor: Prof. SeokJoo Shin
Department of Computer Engineering
Graduate School of Chosun University

It is desirable that the overlay multicast trees satisfy the following two factors to support the real time applications (for example, multimedia broadcast services) over the internet. Firstly, the out-degree of a node in the multicast tree must be low because the higher out-degree value in any node significantly wastes the scarce bandwidth and also increases the packet loss rate. Secondly, the diameter (hop-distance between the two farthest users) of the multicast tree should be short because the larger diameter elongates the packet transmission delay which is strongly undesirable for delay sensitive multimedia broadcast services. In response to the aforesaid desirability, in this paper, we propose a path selection scheme for constructing the multicast overlay tree. The proposed scheme is based on Shortest path algorithm which not only limits the number of out-degree nodes in the tree but also reduces the diameter of the multicast tree. We analyze the performance of the proposed scheme using ns-2. Through,

rigorous simulation results, we show that the proposed scheme outperforms the conventional path selection schemes including SDP (Shortest Distance Path), WSP (Widest-Shortest Path), and SWP (Shortest-Widest Path).

제 1장 서 론

최근 인터넷이 발달하고 다양한 서비스 환경 및 단말 자원의 보급으로 인해 글로벌한 네트워크 서비스 환경으로 발전해왔다. 이러한 인터넷의 발달은 정보교환은 물론 멀티미디어 서비스의 중추적 역할을 담당하고 있으며 지속적인 인터넷 사용자의 증가로 인해 인터넷을 통한 다양한 멀티미디어 서비스의 요구도 급격히 증가하고 있다. 멀티미디어 서비스에 있어서 멀티캐스트는 다양한 멀티미디어 서비스의 제공과 동시에 네트워크 효율관점에서도 매우 중요한 문제다 [1].

멀티 캐스트는 기존의 1-대-1 통신을 벗어나 1-대-M 또는 M-대-M 통신을 지원하기 위한 통신 방식이다. 멀티캐스트 패킷은 하나의 패킷을 중계 노드에서 복제하여 종단 노드까지 전송함으로써 네트워크 자원 낭비를 막을 수 있는 효율적인 전송방식이다. 하지만 멀티캐스트 통신을 위해 기존의 라우터의 구현, 혼잡 제어와 신뢰성 있는 전송에 대해 여러 가지 기술적인 문제로 인터넷 환경에서 이용, 개발되는데 지체되어 왔다 [2][3].

IP 멀티캐스트에서 패킷의 복제와 전송을 라우터가 담당하는 반면, 어플리케이션 레벨 멀티캐스트에서는 호스트가 패킷의 복제와 전송을 담당하게 된다. 즉 호스트로 이루어진 응용 계층에서 멀티캐스트 트리를 구성하여 그 트리의 경로를 통해 패킷을 전송한다. 각 호스트는 패킷을 받은 후에 트리 상의 다른 이웃 호스트에게 패킷을 전송하게 된다. IP 멀티캐스트는 구현을 위해 라우터의 개선이 필요한 것에 반해 어플리케이션 레벨 멀티캐스트는 각 사용자의 응용 프로그램만 갖추어지면 구현될 수 있다는 장점과 IP 멀티캐스트에 비해 지연시간이나 대역폭 측면에 있어서 비효율적이라는 단점이 있다. 어플리케이션 레벨 멀티캐스트에서는 이러한 비효율성을 줄이는 멀티캐스트 트리를 구성하는 것이 중요한 목표이며 실시간 방송 서비스에서 사용자들에게 QoS(Quality of Service)를 보장하기 위해서 반드시 극복해야 할 문제점이다.

이에 대한 차선책인 오버레이 멀티캐스트(Overlay Multicast) 메커니즘이 제안되었다. 오버레이 멀티캐스트 메커니즘은 멀티캐스트 전송이 응용계층에서 논리

적 경로 설정으로 이루어진다. 즉 단말의 사용자가 패킷을 복제하여 전송함으로써 단말 사용자들로 이루어진 응용 계층에서의 멀티캐스트 트리를 그 트리의 경로를 통해 패킷을 전송하게 된다. 이는 실시간 멀티미디어 서비스를 스트리밍 하는데 효과적인 전송을 하게 된다. 오버레이 멀티캐스트는 IP멀티캐스트에 비해 라우터 지원이 필요하지 않기 않고, 각 사용자의 응용프로그램만 갖추어 지면 구현될 수 있다는 장점이 있다. 오버레이 멀티캐스트의 데이터 전송할 때 트리를 구성하는 최단 경로 알고리즘(Shortest Path Algorithm)을 사용하며, 최단 경로 알고리즘은 노드간의 Delay, Bandwidth를 고려하지 않기 때문에 특정 경로로 트래픽이 집중되는 문제가 발생하는 비효율적인 단점이 있다. 오버레이 멀티캐스트에서 이런 비효율성을 줄이는 멀티캐스트 트리를 구성하는 것이 중요한 목표이고 많은 연구들이 진행되어왔다.

본 논문은 IPTV와 같은 실시간 멀티미디어 방송 서비스에서 사용자들의 제한된 자원과 네트워크 환경을 고려하여 실시간 멀티미디어 방송 서비스에 적합한 오버레이 멀티캐스트 트리를 구성하는데 있어 가용대역폭을 이용한 노드의 차수를 제한하고 각 노드의 대역폭을 보장하면서 Delay를 이용해 망을 효율적으로 사용하는 오버레이 멀티캐스트 트리 경로 구성 알고리즘을 제안한다.

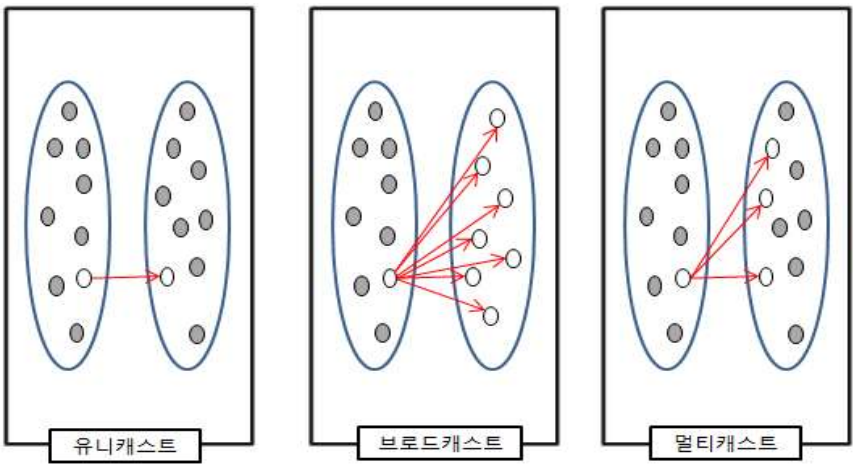
논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 데이터 전송 서비스와 실시간 인터넷 방송 서비스에 대해 살펴보고 제 3장에서는 본 논문에서 오버레이 멀티캐스트 관련 기술에대해 알아보고 제 4장에서는 오버레이 멀티캐스트 트리 구성을 위한 경로 선택 알고리즘을 제안하고 제 5장에서는 시뮬레이션을 통한 성능을 평가 및 결과 분석에 대하여 설명한 후 제 6장에서는 결론 및 향후 연구 과제에 대해 기술한다.

제 2장 데이터전송 기술 및 인터넷방송 기술

본 장에서는 유니캐스트, 브로드캐스트, 멀티캐스트와 같은 데이터 전송 방식에 대해서 서술하고 오버레이 멀티캐스트에 적합한 기술인 인터넷 방송 기술에 대해 간략하게 서술한다.

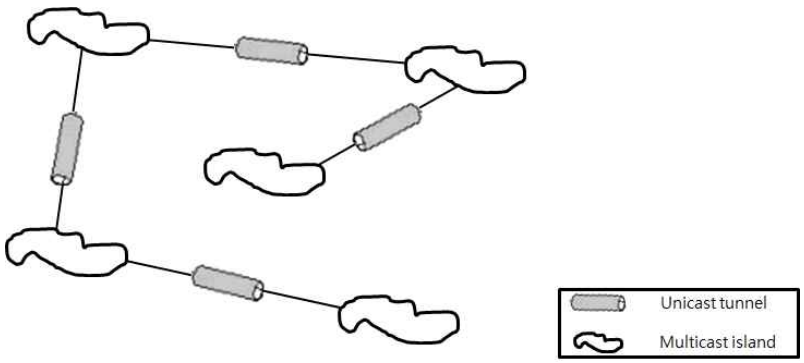
제 1절 데이터 전송 기법

오늘날 네트워크상의 대부분의 트래픽은 소스로부터 별도의 데이터 사본이 이를 요청한 각 클라이언트에게 보내어지는 방식인 유니캐스트 방식이다. 네트워크는 브로트캐스트 데이터 전송 방법도 지원하는데, 소스가 보내고자 하는 데이터를 네트워크상의 모든 클라이언트들에게 보내어 주는 형식이다. 이러한 두 가지 방식은 동일한 데이터를 네트워크상의 일부 클라이언트에게만 보내야 하는 경우에 유니캐스트는 데이터 사본 여러 개를 보냄으로써 대역폭을 낭비하고, 브로드캐스트는 데이터를 요청하는 클라이언트 외에도 전체 네트워크에 데이터를 보냄으로써 대역폭을 낭 비한다. 또한 브로드캐스트는 클라이언트 컴퓨터 성능을 불필요하게 저하시키 기도 하는데, 이는 각 클라이언트가 관심이 여부와 상관없이 전달된 브로드캐스트 메시지에 대한 처리를 해야 하기 때문이다.



[그림 2.1] 네트워크 전송 방식

멀티캐스트는 유니캐스트와 브로드캐스트 방식의 장점을 취한 방식으로 데이터를 요청한 클라이언트들에게 단일 사본을 보낸다. 브로드 캐스트 방식과는 달리 네트워크를 통해 여러 개의 데이터 사본을 보내지 않으며 요청하지 않은 클라이언트에게 데이터가 보내어지는 일도 없다. 멀티캐스트는 네트워크상에서 멀티미디어 응용 프로그램의 전송을 가능하게 해주며 동시에 대역폭 요구를 최소화 시켜 주는 데이터 전송 기술이다. [그림 2.1]은 유니캐스트, 브로드캐스트, 멀티캐스트의 네트워크 전송 방식을 나타내고 있다.



[그림 2.2] 멀티캐스트 아일랜드와 터널

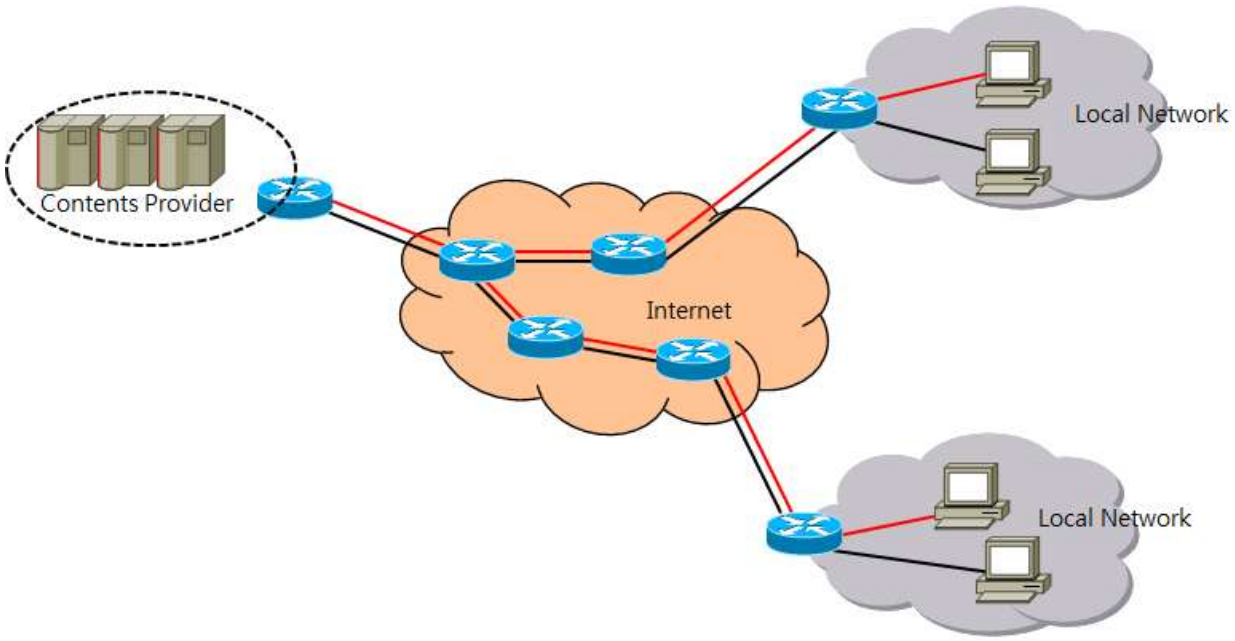
[그림 2.2]은 오늘날 가장 널리 알려져 사용되는 멀티캐스트가 가능한 네트워크는 인터넷 멀티캐스트 백본(internet multicast backbone)인 MBone이다. MBone은 가상 네트워크로서 멀티캐스트 아일랜드(Multicast islands)라고 불리는 인터넷의 일부로 이루어져 있으며, 멀티캐스트 아일랜드란 멀티캐스트가 가능한 곳을 말한다. 멀티캐스트가 가능하지 않은 인터넷 영역을 통과해야 하는 멀티캐스트는 다음으로 가능한 아일랜드에 닿을 때까지 유니캐스트로 보내어진다. 이러한 과정을 터널링 이라고 한다.

한편, 멀티캐스트 기술은 본래 인터넷 방송 등의 다자간 그룹 통신 서비스를 위해 개발되었으나 아직까지는 폭넓게 이용되고 있지는 않다. 하지만 최근 인터넷 방송 및 원격 교육 등의 관련 응용서비스 시작이 급격히 성장하고, 또한 유니캐스트에 비해 멀티캐스트가 갖는 효율성 및 경제성 등으로 인해 멀티캐스트 기술의 필요성이 갈수록 중요시 되고 있다. 특히 주문 형 서비스처럼 개별 고객의 특성화에 기초한 콘텐츠 전송에는 유니캐스트 전송이 적합하지만, 실시간 방속서비스의 경우 동시에 수많은 사용자들에게 콘텐츠를 전송해야 함에 따라 네트워크 자원의 효율성 측면에서 멀티캐스트 전송이 절실히 요구된다.

1. 유니캐스트(Unicast)

유니캐스트 방식은 [그림 2.3]과같이 콘텐츠 제공자(Contents Provider)와 고객 간의 직접적인 연결을 통해 일대 일 전송이 이루어지 는 방식이다. 이 방식은 다수의 사용자가 데이터를 수신하고자 할 때 콘텐츠 제공자(CP)는 데이터를 여러번 복사하여 각각의 개별 고객에게 전송한다. 따라서 콘텐츠 제공자는 개별 고객에 대한 접속정보, 컨텐츠 이용정보 및 트래픽 통계자료를 쉽게 얻을 수 있고 고객관리 정책에 유리하다. 그러나 인터넷 망에서는 부분적인 폭주 등의 네트워크 환경 변화에 따라 전송 지연 및 데이터 손실이 급격히 저하되는 문제가 발생한다.

예를 들어 동시에 다수의 사용자에게 300k 동영상 서비스를 제공할 경우 1 ~ 5명 까지는 양호한 상태를 볼 수 있으나 6명 이상 접속하면 화질이 현저히 떨어지는 동영상 화면이 다운될 수 있다. 따라서 유니캐스트 기술은 콘텐츠 제공자의 송신 시스템 용량 및 네트워크 링크 대역폭에 따라 동시에 접속자 수가 상당히 제한이 되므로 대규모 그룹으로 구성되는 인터넷 방송 서비스 및 실시간 방송 서비스에 적용하기에는 많은 한계가 따른다.



[그림 2.3] 유니캐스트 전송 방식

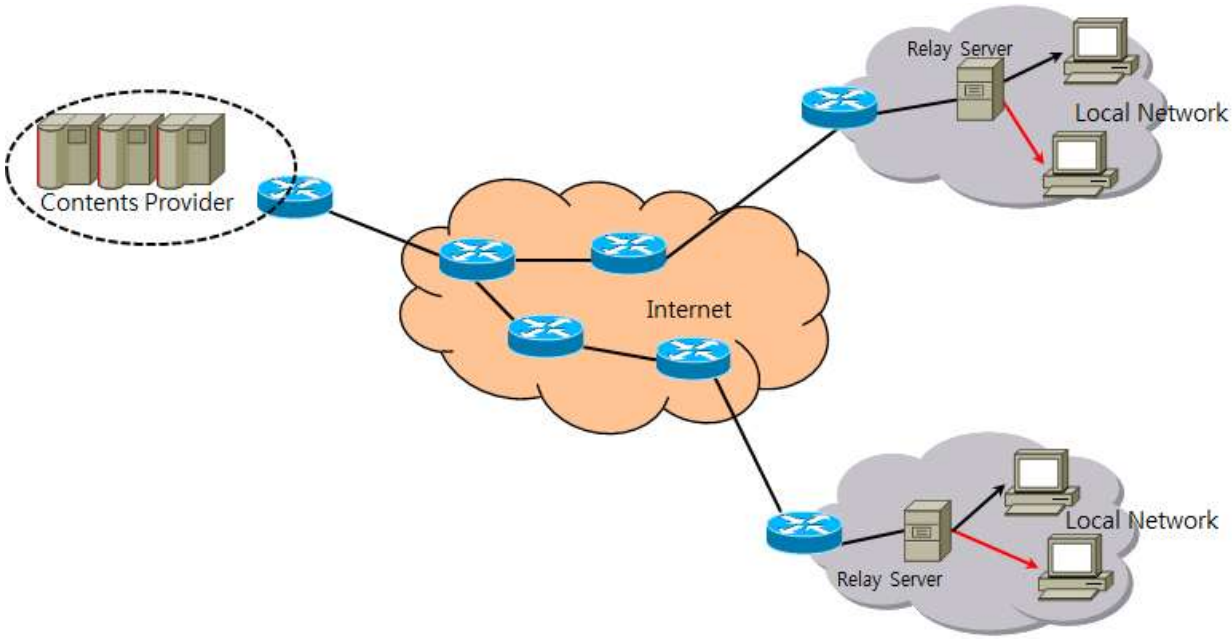
- 유니캐스트의 장점 및 단점

현재 인터넷에 널리 보편화된 방식이며 개별 고객에게 특성화된 서비스를 제공하는 주문 형 서비스에 적합하다. 또한 서비스 제공자와 고객 간의 직접적인 연결 설정되어 있으므로 서비스 제공자 입장에서는 개별 고객에 대한 접속 정보, 콘텐츠 이용 정보의 트래픽 통계자료들을 쉽게 얻을 수 있어 요금 및 고객 관리 정책을 수립하기에 유리하다.

단점으로는 인터넷 망에서의 부분적인 폭주 등의 네트워크 환경변화에 따라 전송 지연 및 데이터 손실이 증가할 수 있으므로 이로 인해 데이터 손실을 급격히 저하되는 문제가 발생하며 또한, 접속자 수만큼의 유니캐스트 연결이 설정되어 많은 네트워크 대역폭이 필요하며, 송신 서버 시스템의 부하가 많이 걸린다. 따라서 서비스 제공자의 송신 시스템 용량 및 네트워크 링크 대역폭에 따라 동시 접속자 수가 상당히 제한이 되므로 대규모 그룹으로 구성되는 인터넷 방속 서비스 및 실시간 서비스에 적용하기에는 많은 한계가 따른다.

2. 중계기서버 기반 유니캐스트(Relay Server Based Unicast)

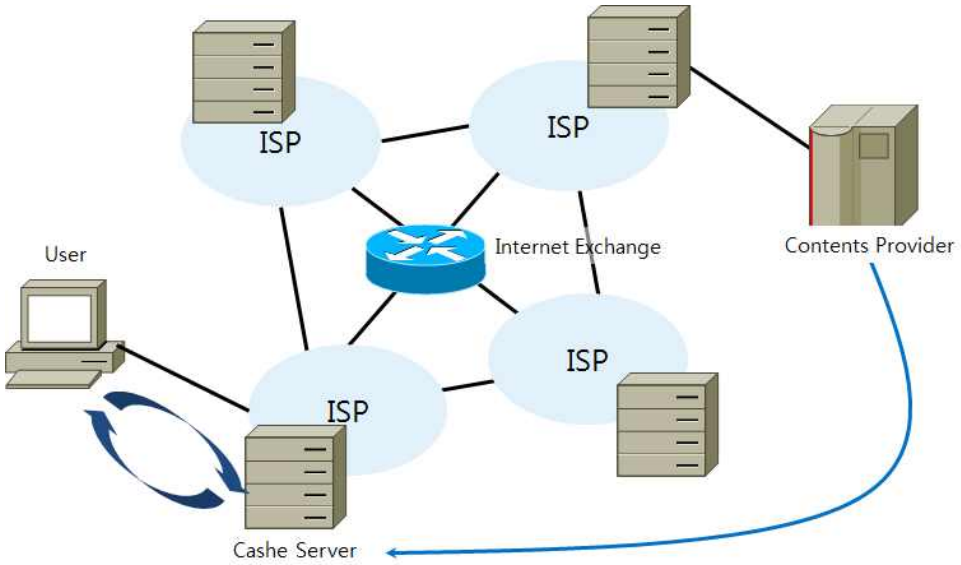
기존의 유니캐스트 방식을 보완한 중계기 서버 기반 유니캐스트 방식은 지역별 혹은 ISP(Internet Service Provider) 도메인별 중계기 서버가 위치하여, 컨텐츠 제공자의 송신 트래픽을 수신자에게 중계해 주는 방식이다. 컨텐츠 제공자에서 중계기 서버, 중계기 서버에서 수신 고객 간에 모든 유니캐스트 연결을 사용하여 주문형 서비스를 제공한다.



[그림 2.4] 중계기서버 기반 유니캐스트 전송방식

[그림 2.4] 는 각 중계기 서버에서 송신 트래픽을 유니캐스트로 전송하고, 개별 고객들을 지리적으로 가까운 위치의 중계기 서버로부터 유니캐스트 연결을 통해 인터넷 방송 데이터 스트림을 수신하는 것을 보여주고 있다.

중계기서버 기반 유니캐스트의 대표적인 예로 CDN(Contest Delivery Network)기술을 꼽을 수 있다. CDN기술은 단기간에 급속하게 집중되는 트래픽을 안전하고 빠르게 처리할 수 있는지에 대한 관심 증대되면서 멀티미디어 콘텐츠 시장을 중심으로 온라인 게임, 패치 등의 대용량 다운로드 서비스, 온라인 교육 및 동영상 스트리밍 서비스등을 제공한다 [4].



[그림 2.5] Contest Delivery Network(CDN) 기술

[그림 2.5]와 같이 CDN서비스는 콘텐츠 전송에 병목현상을 일으키는 구간을 경유하지 않고, 인터넷 사용자의 가장 가까운 지점에서 콘텐츠를 전송하기 때문에 대용량 컨텐츠나 사용자가 일시에 폭증하는 경우에도 빠르고 안정적인 서비스가 가능하다. 또한, 용량이 크거나 사용자가 몰리는 콘텐츠를 ISP측에 설치한 CDN서버에 미리 저장해 최적의 경로로 사용자에게 전달이 가능하며, 특정 ISP의 장애시라도 타 ISP에 설치된 CDN 서버를 통해 서비스가 가능하다.

- 중계기서버 기반 유니캐스트 장점 및 단점

지역서버 기반 유니캐스트 중계 방식은 기존의 순수한 유니캐스트 방식에 비해 네트워크 대역폭 및 송신 시스템 자원의 이용 측면에서 효율적이다. 또한, 고객 입장에서 콘텐츠를 받기 위해 인터넷 백본을 통과하는 원거리의 콘텐츠 제공자에 연결을 설정하는 대신, 가까이에 있는 중계기 서버로부터 데이터를 수신하기 때문에 데이터 전송의 품질을 향상 시킬 수 이 있다.

이러한 방식은 주문 형 서비스에 적당하다. CDN의 경우 각 콘텐츠 제공자는 콘텐츠들을 미리 여러 대의 CDN 중계기 서버에 분배해 놓는다. 고객이 웹 서버들을

통해 콘텐츠 전송을 요구하면 콘텐츠 제공자는 고객과 가까이에 위치한 최적의 CDN 중계기 서버를 찾아 고객에 응답하게 되고 고객은 해당 중계기 서버에 접속하여 콘텐츠를 수신하게 된다.

단점으로는 CDN 전송구조로 실시간 영상 스트리밍 서비스를 제공하기에는 다소 문제점을 지닌다. 실시간 영상 스트리밍 서비스의 특징은 수많은 동시 접속자와 실시간 데이터의 끊김 없는 전송에 있는데 비해, CDN은 기본적으로 유니캐스트 중계 전송에 의존하므로 동시 접속자 수가 급격히 증가하는 경우 대처 능력에 한계가 있다. 또한, 실시간 방송 스트림이 콘텐츠 제공자에서 수신자에게 도착하는 동안 CDN 중계 서버에서 변환 과정(Network layer transport layer/application layer Network layer)을 거쳐야 한다. CDN 방식의 경우 콘텐츠 보급은 콘텐츠 제공자에서 수행하지만 컨텐츠 및 고객 관리 기능이 약해지며, 또한 CDN망에서 컨텐츠 제어, 분배 및 관리가 모두 CDN 전송 사업자에 의해 이루어지므로 컨텐츠 제공자와 CDN사업자간의 역학 구조가 다소 CDN사업자 위주로 전개될 수 있다.

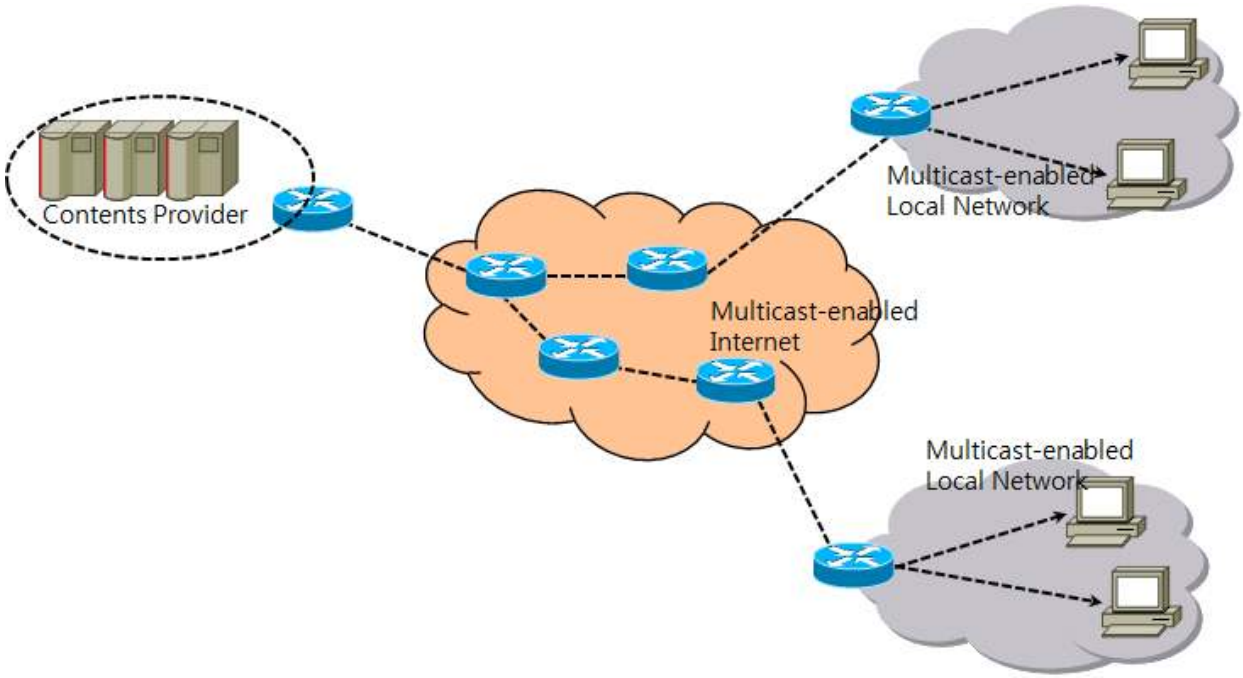
3. 멀티캐스트(Multicast)

유니캐스트 전송 방식은 하나의 송신자가 다른 하나의 수신자로 데이터를 전송하는 방식으로 일반적으로 인터넷 응용프로그램이 모두 유니캐스트 방식을 사용하고 있다. 반면 멀티캐스트 전송방식은 하나 이상의 송신자들이 특정 그룹에 속한 모든 수신자들에게 데이터를 전송하는 방식으로 인터넷 화상회의 등의 응용프로그램에서 사용한다. 그룹 통신을 위하여 다중 사용자들에게 동일한 데이터를 전송하고자 할 경우 유니캐스트 전송방식을 이용한다면 전송하고자 하는 데이터 패킷을 다수의 수신자에게 각각 여러 번 전송해야 하며, 이러한 동일한 패킷의 중복 전송으로 인해 네트워크 효율이 저하된다. 또한 수신자 수가 증가할 경우 이러한 문제점은 더 커지게 된다.

멀티캐스트 전송이 지원되면 송신자는 여러 수신자에게 한 번에 메시지가 전송되도록 하여, 데이터의 중복전송으로 인해 네트워크 자원의 낭비를 최소화할 수 있게 된다. 멀티캐스트 전송이 일반적인 유니캐스트 인터넷 응용 분야와 다른 점

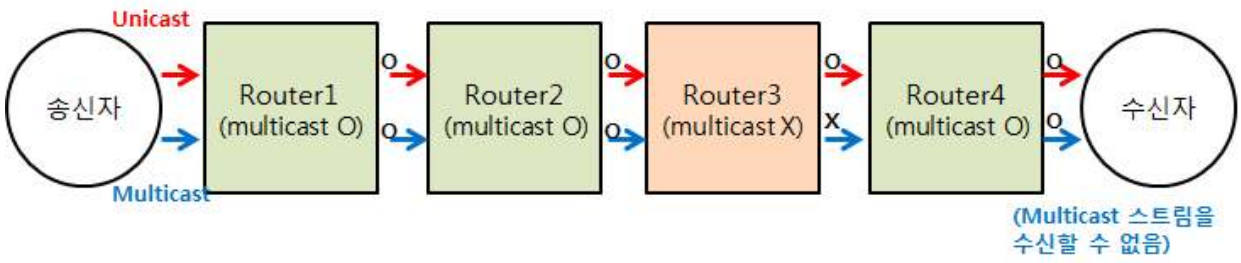
은 우선 그 전송 패킷에 있다. 일반적으로 TCP/IP상의 인터넷 응용 프로그램은 데이터의 송신자가 이를 수신할 수신자의 인터넷 주소를 전송 패킷의 헤더에 표시해 패킷을 전송한다. 그러나 멀티캐스트 전송을 위해서는 헤더에 수신자의 주소 대신 수신자들이 참여하고 있는 그룹 주소를 표시하여 패킷을 전송한다. 즉 멀티캐스트 터널링(Tunneling)이라는 기법을 사용하여 유니캐스트 패킷을 멀티캐스트 패킷처럼 인식하게 하는 캡슐화(Encapsulation)된 패킷을 전송하게 된다.

멀티캐스트 전송 기술은 하나의 콘텐츠 제공자가 고객 그룹으로[그림 2.6]와 같이 동일한 데이터를 한번만 전달함으로서 네트워크 자원 및 송신 시스템의 처리량 측면에서 효율적으로 사용할 수 있는 기술이다.



[그림 2.6] 멀티캐스트 전송 방식

IP 멀티캐스트는 그룹에 속한 호스트의 그룹 생성, 그룹가입 및 탈퇴 등의 요청에 대해 멀티캐스트 그룹에 속한 라우터들이 DVMRP(Distance Vector Multicast Routing Protocol), PIM-SM/DM(Protocol Independent Multicast-Sparse Mode/Dense Mode), MOSPF(Multicast Open Shortest Path First)와 같은 프로토콜을 이용하여 멀티캐스트 트리를 구성/관리하고 이 트리를 이용하여 자료를 전송한다.



[그림 2.7] IP 멀티캐스트 문제점

그러나 IP 멀티캐스트를 보편화 시키기 위해서는 [그림 2.7]에서 보는바와 같이 현존하는 모든 라우터를 IP멀티캐스터 라우터로 교체하기 위한 비용문제를 비롯한 보안, 그룹 주소의 분배, 라우팅 프로토콜 등의 기술적인 문제점들이 남아있다 [5].

- 멀티캐스트 장점 및 단점

IP 멀티캐스트 기술은 지난 20여 년간의 연구개발을 통해 충분히 성숙된 표준 기술이며, 유니캐스트 방식에 비해 네트워크 자원 이용 및 전송 측면에서 매우 효율적이다. 대부분의 상용 라우터들은 이미 멀티캐스트 기능을 탑재하고 있으므로 ISP 입장에서 관련된 수익 모델 형성이 구체화 되면 곧바로 사용될 수 있다. 멀티캐스트 방식은 수많은 동시 접속자를 갖는 인터넷 생중계 방송 서비스에 매우 적합한 전송 방식이며, 이론적으로는 무한대의 수신자들에게 전달 될 수 있다. 또한, 수신자에게 도달하기까지 패킷 전송이 모두 네트워크 계층에서 이루어지므로 패킷 전송시간이 매우 짧다.

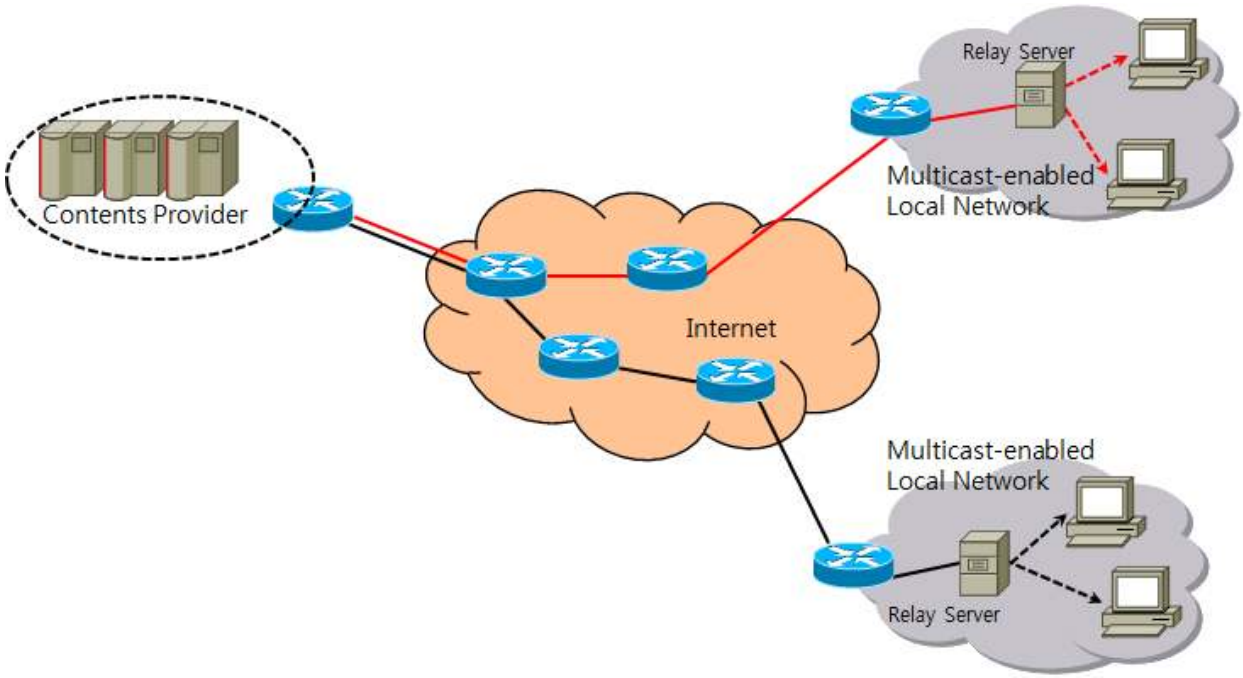
단점으로는 IP멀티캐스트 방식은 수많은 접속자를 갖는 실시간 멀티미디어 스트리밍 서비스와 같은 특성화된 콘텐츠 및 품질을 제공하는 주문형 방송서비스에는 적합하지 않다. 특히 xDSL(Digital Subscriber Line) 및 케이블 모뎀 등의 하부 전송 구조에서의 멀티캐스트 기능 지원 여부가 아직 검증되지 않았으며, ISP망 내부에서의 멀티캐스트 적용은 상대적으로 쉬운 반면에, 서로 다른 ISP간의 멀티캐스트 전송 기술은 아직 해결되어야 할 많은 문제를 지니고 있다.

IP 멀티캐스트 기술은 지난 20여 년간의 연구개발을 통해 충분히 성숙된 표준 기술이며, 유니캐스트 방식에 비해 네트워크 자원 이용 및 전송 측면에서

그러므로 인터넷 방송 서비스와 주문형 비디오 서비스(VOD) 등 차세대의 주요 IP기반의 고품질 멀티미디어 서비스를 위한 그룹통신 방법은 여전히 연구과제로 남는다.

4. 중계기서버 기반 멀티캐스트(Relay Server Based Multicast)

중계기서버 기반 멀티캐스트 방식은 유니캐스트와 멀티캐스트의 혼합 전송방식으로서 네트워크 계층에서 담당하던 IP 멀티캐스트 방식을 보완한 것이다.



[그림 2.8] 중계기서버 기반 멀티캐스트 전송방식

[그림 2.8]에서 보이듯이 IP 멀티캐스트가 지원되지 않는 기존의 인터넷 망에서는 유니캐스트 전송을 사용하고, 멀티캐스트가 지원되는 지역 망에서는 중계기 서버를 이용하여 개별 고객과의 멀티캐스트 연결을 사용한다. 지역 망에 위치한 고객은 콘텐츠 제공자의 웹 서버에 접속하여 중계기 서벗의 위치 및 멀티캐스트 지

원 여부를 파악하고 중계기 서버와의 멀티캐스트 그룹에 가입하여 데이터를 수신하게 된다. 특히, 이 방식은 컨텐츠 제공자와 고객들이 다른 ISP도메인에 속해 있는 경우에 매우 효과적이다.

- 중계기서버 기반 멀티캐스트 장점 및 단점

중계기서버 기반 멀티캐스트 방식은 인터넷 방송의 생중계 서비스가 대표적이다. 또한, 지역 중계기서버에서 CDN 전송방식과 병행하여 사용하는 경우 주문 형 서비스 및 생중계 서비스 모두를 지원할 수도 있다. 이 경우, 지역 서버에서 주문형 서비스 요구에는 유니캐스트 전송을 사용하고 생중계 서비스에는 멀티캐스트 전송을 사용하게 된다.

그러나, 항상 일정한 장소에 고정되어 서비스를 제공하고 있던 라우터의 기능을 일반 사용자 컴퓨터에 탑재한 경우 멀티캐스트 트리 구성시 관리자가 예측할 수 없는 노드들의 빈번한 이탈과 서로 다른 시스템 성능에 따른 전송 지연(End-to-End Delay)과 같은 새로운 문제가 발생하게 된다. 이는 실시간 방송 서비스에서 사용자들에게 보다 나은 품질을 보장하기 위해서 반드시 극복해야 할 문제점인 것이다 [6].

5. 전송 방식별 비교 분석

지금까지 기술된 4가지 인터넷 데이터 전송 방식에 대한 장단점 및 특징을 비교 정리하면 <표 1> 과 같다.

<표 1> 인터넷 방송, 데이터 전송방식별 비교

전송방식 / 특성	유니캐스트	중계기기반 유니캐스트	멀티캐스트	중계기기반 멀티캐스트
서비스	주문형	주문형	실시간 방송	실시간 방송
자원이용 효율성	매우 낮음	낮음	매우 높음	높음
동시 접속자수	매우 낮음	낮음	매우 높음	•
콘텐츠 및 고객관리	용이함	비교적 용이함	별도 관리 요구	별도 관리 요구
전송서비스 품질	낮음	높음	매우 높음	높음

유니캐스트 방식은 사용자간의 직접적인 연결을 통해 콘텐츠를 제공하므로 고객관리 차원에서 용이하며, 동시 접속자수가 적을 경우 유리하기 때문에 주문 형 서비스에 적합한 반면에, 멀티캐스트와 오버레이 멀태캐스트 방식은 동시접속자수가 많고, 네트워크 자원 및 처리용량의 이용 효율성이 높은 생중계 서비스에 적합하다. 또한, 별도의 그룹 및 세션관리 기술을 제공하기 때문에 인터넷 방송 서비스로 최적화된 기술이다. 종합적으로 볼 때, 주문 형 서비스 및 생중계Ⅱ 서비스 모두를 효과적으로 지원하면서 자원이용의 효율성 및 경제성을 높이기 위해서는 오버레이 멀티캐스트 방식을 사용하는 것이 효율적이다.

제 2절 인터넷 방송 서비스

1. 인터넷 방송 서비스 구성요소

가. 인터넷 방송국

인터넷 서비스를 위해 콘텐츠를 제작하고 내용을 구성하는 일련의 역할을 하는 곳인 인터넷 방송국은 현재의 방송국과 같이 카메라로 찍거나 음성을 녹음하는 행위를 수행하기도 하고, 이들을 편집하여 프로그램을 만들기도 한다. 인터넷 방송을 서비스하기 위해 우선적으로 고려되어야 할 핵심 S/W 중 하나인 스트림 서버는 제작되어 있는 자료를 접속한 사람에게 전송하는 역할을 하며 안정성이 뛰어나야 한다. 스트림 서버의 성능은 동시 접속 사용자의 한계에 있는데, 최대 사용자에 대한 동일한 서비스 품질을 유지할 수 있어야 한다. 방송국 역할을 하는 웹 서버는 방송 송출 부분, 방송 내용의 전달 그리고 방송 스케줄 등의 방송과 관련된 부분을 담당한다. 인터넷 방송 서비스의 성능을 위한 부분은 방송 서비스 할 내용 및 자료 형태, 방송하고자 하는 채널 수, 동시 접속자의 수 또한 서비스의 수, 인터넷 접속 네트워크 등을 고려하여 인터넷 방송국 서버의 하드웨어 부분과 소프트웨어를 적절하게 선정하여야 한다.

나. 네트워크

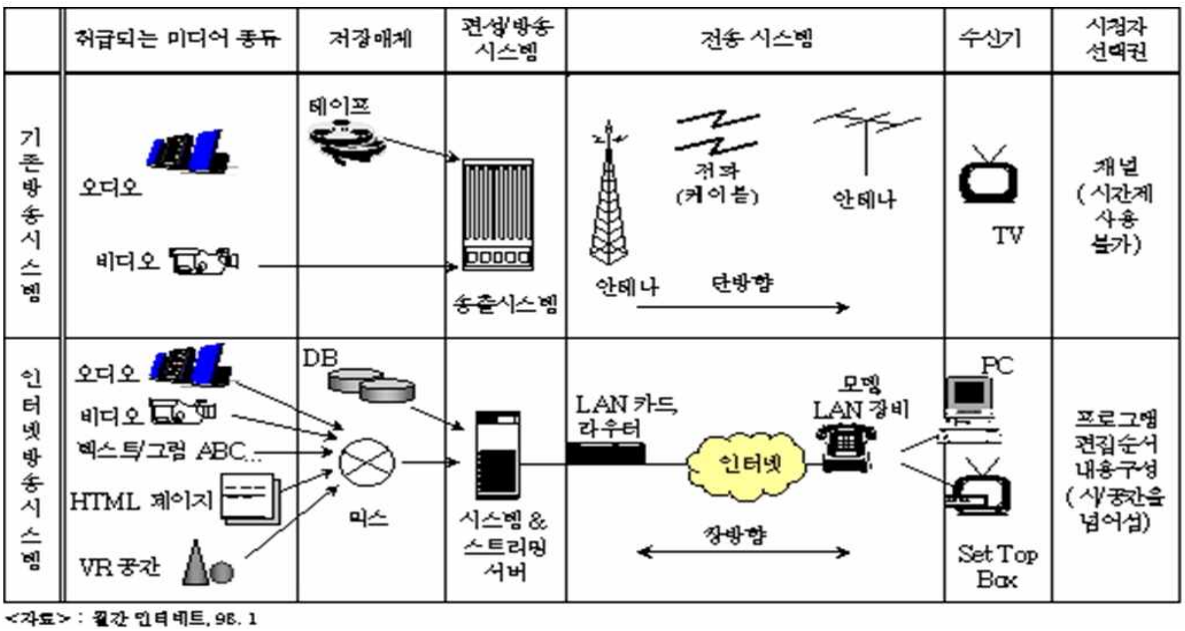
인터넷 데이터의 전송방식은 크게 유니캐스트와 멀티캐스트로 구분되며, 전형적인 유니캐스트 서비스의 경우 서버의 네트워크 대역폭과 미디어가 요구하는 네트워크 대역폭에 따른 산술적인 한계를 벗어날 수 없다. 일대다 그룹 통신을 위한 가장 이상적인 전송 기술은 IP 멀티캐스트 기술이지만, IP 멀티캐스트를 보편화시키기 위해서는 현존하는 모든 라우터를 IP 멀티캐스트 라우터로 교체하기 위한 비용 문제를 비롯한 보안, 그룹 주소의 분배, 라우팅 프로토콜 등의 기술적인 문제점들로 인해 보급화 되는데 어려움이 있다. 최근 눈부시게 향상되는 개인용 컴퓨터 성능과 P2P(Peer-to-peer) 기술의 발전에 힘입어 IP 멀티캐스트의 기능을 응용계층에서도 수행할 수 있는 오버레이 멀티캐스트 기술이 새로운 이슈로 부각되고 있다.

다. 클라이언트

인터넷 방송 서비스를 위한 클라이언트 환경은 주로 PC나 셋업박스 등을 이용하며 스트리밍 서비스를 위한 제어 프로그램, 디코딩을 위한 코덱, 재생기 등의 구성 요소로 구동된다.

2. 인터넷 방송 서비스 특성

인터넷 방송은 통신 방송 융합 기술로서 네트워크 고도화와 함께 기존의 방송을 인터넷으로 이용한 새로운 방송 형식이다. 인터넷 방송은 기존의 방송과 달리 사용자가 편리한 시간에 원하는 정보를 선택해 볼 수 있고, 쌍방향 특성을 갖기 때문에 다양한 의견이 즉각적으로 피드백 될 수 있는 등 방송과 인터넷이 갖는 장점이 결합되어 있다. 아래의 [그림 2.9] 은 일반 방송과 인터넷 방송의 구성을 비교해 놓은 것이다. 인터넷 방송은 크게 두 가지로 나누어지는데 웹 방송(Web Broadcasting)과 인터넷 방송(Internet Broadcasting or Inter-cast)으로 나뉜다.



[그림 2.9] 일반 방송과 인터넷 방송의 구성 비교

웹 방송은 기존의 방송을 일방적으로 인터넷을 통하여 고객에게 콘텐츠를 제공하는 형식이고 인터넷 방송은 방송을 보면서 인터넷을 통해 관련된 텍스트 자료나 이미지 정보를 제공받을 수 있는 송신자와 수신자간 쌍방향 특성을 가지고 있다. 웹 방송은 기존 전파 방송을 인터넷으로 전송함으로써 실시간 방송을 들을 수 있다는 장점을 가지고 있고, 인터넷 방송은 오직 인터넷에서만 개국한 방송으로써 데이터베이스를 가질 수 있다는 장점을 가졌기 때문에 언제라도 원하는 방송을 들을 수 있다. 또한 인터넷 방송은 수신기에 따라 PC를 최종 단말로 하는 인터넷 방송은 기존의 웹 페이지에 양방향성과 3차원적 성격을 가미하여 이를 역동적으로 재구성하고 비디오와 오디오 정보를 수록함으로써 인터넷을 통해 유사 방송 서비스를 제공하는 형식으로 이루어지고, TV를 최종 단말로 하는 인터넷 TV는 기존의 TV에 모뎀과 인터넷 모듈, 웹브라우저를 탑재하여 TV를 통해 인터넷에 접속하는 형식으로 구성된다. 인터넷 방송은 초고속망과 더불어 저장성이라는 장점을 이용하여 사용자 맞춤형 콘텐츠를 제공하고, 일반인들도 방송국을 개설할 수 있는 개인 방송국 서비스가 가능함으로써 무한한 채널의 다양성을 제공하는 특성을 가지고 있다 [7].

3. 인터넷 방송 서비스 종류

가. IPTV(Internet Protocol TV) 서비스

IPTV는 통신 방송 융합서비스로써 인터넷을 기반으로 하는 TV 서비스라는 기본 개념을 공통적으로 수용하고 있다. IP망을 통한 멀티캐스트 전송 기술을 이용하여 HD/SD급 영상을 IP-STB와 결합하여 Interactive하게 개인화된 주문 형 채널을 제공하는 서비스이다. IPTV의 가장 큰 특징은 방송용 전파가 아닌 인터넷 프로토콜을 이용한 패킷 방식으로 멀티미디어 콘텐츠를 제공하고 PC가 아닌 TV 단말기를 통해 다양한 서비스를 제공한다는 특징 때문에 미국에서는 IPTV, 유럽에서는 ADSL TV, 일본에서는 브로드밴드 방송이라고 정의한다.

나. 네트워크 PVR 서비스

가입자가 원하는 방송 채널을 저장하였다가 시간에 구애받지 않고 재생이 가능한 서비스로써 테이프가 아닌 PC처럼 하드디스크에 영상물을 파일로 기록하고 이를 재생하는 방식이다. 기존의 VCR이나 DVD 플레이어와 외형은 비슷하지만 내부에는 중앙처리장치와 하드디스크를 비롯해 운영체제 및 재생 소프트웨어 등을 담은 메모리 칩 등이 들어 있어 PC와 비슷하다. PVR은 외부의 초고속 인터넷 망과 연결돼 최신 방송 스케줄을 수시로 전송받아 예약 녹화에 활용할 수 있다.

다. VOD(Video On Demand) 서비스

주문 형 인터넷 방송 서비스는 Pull service 모델이다. 이는 저장된 동영상 콘텐츠를 사용자의 요구에 의하여 자신이 원하는 콘텐츠를 원하는 시간에 제공받는 서비스로써 사용자는 마치 기존 VCR을 사용하는 것처럼 되감기, 정지 등의 기능을 사용할 수 있다. 이러한 형태의 VoD 서비스를 RVoD(Real Video on Demand)라고 표현하기도 한다. 이와 비교되는 서비스로 NVoD(Near Video on Demand)는 특정 프로그램을 여러 채널을 통해 일정 간격으로 잇따라 송출함으로써 이용자가 제한적으로나마 시간을 선택해 시청할 수 있도록 하는 서비스이다.

라. EOD(Education On Demand) 서비스

오프라인 강의실에서 이루어지는 교육 방식(강의, 학생간 토론, 요약노트 작성 등)을 온라인에서 동일한 효과를 내는 고화질 실시간 교육 서비스로써 초고속 통신망을 통한 현지 원어민과의 화상을 통한 Live 현장 교육이 가능하며 강의실에서와 같은 교육뿐만이 아니라 인터넷 매체 등 더욱 폭넓은 자료를 토해 원격 교육의 기능을 극대화 할 수 있다.

마. 생중계(Live Broadcasting) 서비스

인터넷 생중계 서비스는 Push service 모델로써 TV 방송으로 비유하면 녹화 방송이 아닌 특정 이벤트의 실황중계에 해당하는 이 방식은 동시에 수많은 사용자에게 동일한 콘텐츠를 전송하고자 할 때 사용된다. 또한 수많은 가입자에 대한 뉴스 및 홍보 매체 서비스도 이에 해당한다.

4. 인터넷 방송 시스템

인터넷 방송 시스템은 여러 개의 방송 장치 및 서버들로 구성된다. 서버의 경우 실제 배치에 따라 약간씩 차이가 있겠지만 대개 웹 서버와 스트리밍 전송을 담당하는 스트림 서버로 구성된다. 또한, 콘텐츠를 생성 혹은 가공하는 인코더와 생성된 콘텐츠를 저장하는 스토리지 디바이스 등이 요구된다. 다음은 인터넷 방송 시스템 구조를 보여준다. 주문 형 서비스의 경우, 스토리지 디바이스에 저장된 콘텐츠가 스트림 서버를 통해 사용자에게 전달되며, 생방송 서비스의 경우 인코더를 통해 생성된 콘텐츠는 곧바로 스트림 서버를 통해 사용자에게 전송된다. 사용자가 콘텐츠 프로바이더의 웹 서버에 접속하여 관련 콘텐츠를 요청하면, 웹 서버는 생방송/주문형 서비스 및 콘텐츠 요구에 따라 적절한 스트림 서버를 선택하고 , 선택된 스트림 서버는 인터넷을 통해 사용자에게 데이터를 전송하게 된다. 인터넷 방송 시스템 장비들은 이미 많이 상용화되어 사용되고 있으며 , 특히 스트리밍 미디어 전송기술의 경우 윈도우 미디어, 리얼 미디어,MPEG 및 퀵타임 등의 다양한 제품들이 출시되어 사용되고 있다.

제 3장 기술현황 및 관련 연구

제 1절 오버레이 멀티캐스트 기술

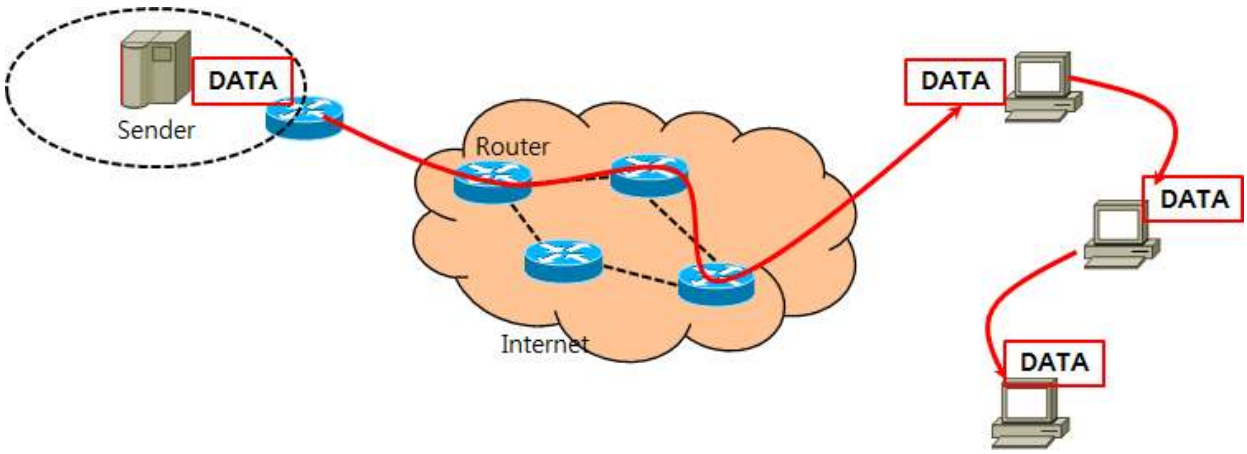
멀티캐스트는 하나 이상의 호스트들에게 데이터를 전송하는 것으로 정의된다. 인터넷에서 멀티캐스트가 사용되기 위해서는 같은 LAN상에 존재하는 호스트가 아닌 WAN에 존재하는 두 개 이상의 호스트들 사이에 데이터를 전달하는 기능이 네트워크 수준에 구현되어야 한다. IP 멀티캐스트는 IP 수준에 멀티캐스트 기능을 추가한 것으로, 네트워크의 라우터들은 IP 멀티캐스트 구조에서 데이터 전송을 위해 사용할 트리를 정의한다. 이 트리로 멀티캐스트 패킷을 보내고 라우터들은 이 트리의 하부 가지들로 패킷을 복제하여 전송한다. IP 멀티캐스트는 WAN에서 패킷 복제를 최소한으로 줄이기 때문에 그룹 데이터 전송을 수행하는데 있어서 가장 효율적인 방법이라 할 수 있다. 그러나 최근 인터넷에 IP 멀티캐스트의 보급이 늦어지면서 인터넷 환경에서 멀티캐스트 서비스를 구현하기 위한 새로운 방법으로써 어플리케이션 수준의 멀티캐스트에 관한 연구들이 수행되고 있다. 이러한 연구들은 멀티캐스트 기능들을 네트워크 라우터 대신 종단 호스트에 구현하는 것이다. 네트워크 수준의 멀티캐스트와 달리 호스트 멀티캐스트는 하부 네트워크 관련 시스템들의 지원이 필요 없으며 인터넷에 쉽게 보급될 수 있다는 장점을 가지고 있다.

IP 멀티캐스트 보급의 한계를 좀 더 자세히 살펴보면 다음과 같은 이유를 들 수 있다. 첫째, IP 멀티캐스트에서는 라우터에서 각 그룹상태를 유지해야 한다는 것을 의미한다. 그러나 유니캐스트 주소와는 달리 이러한 멀티캐스트 그룹 주소는 쉽게 통합되지 못한다. 두 번째로, IP 멀티캐스트 위에서 신뢰성이나 흐름제어와 같은 추가적인 메커니즘은 지원되기 힘들다. 이러한 메커니즘에 대한 연구들이 있지만 광범위한 인터넷의 대안으로는 부족한 실정이다. 세 번째는, 멀티캐스트 전송에 대한 가격 모델을 정의하기 힘들다. 이러한 이유로 네트워크 레벨에서의 멀티캐스트 기능에 대해 호스트 멀티캐스트가 대체 기술로 제안되고 있다. 호스트 멀티캐스트는 라우터가 아닌 끝단 호스트에서 구현되며, 끝단의 호스트에서 데이터 전송 시에 패킷 복제하여 전달한다. 하지만 이러한 방식은 같은 링크로 데이터를 여러 차례 보내야 하므로 네트워크 레벨의 멀티캐스트보다 비효율적이다. 효율적인 호스트 멀티캐스트인가를 평가하는 척도로 다음과 같은 사항들을 고려한다.

- 데이터 경로의 질: Stress와 Stretch의 두 측정기준으로 알아볼 수 있다. Stress란 호스트나 링크에서 정의된 프로토콜에 따라 이상적인 패킷 전송 횟수를 의미하며, Stretch는 멤버 마다 소스에서 직접적인 연결인 경우와 오버레이 경로로 전송되는 경우에 대한 경로 비율을 의미한다.

- 관리 오버헤드: 오버레이 구조에서 각 멤버는 다른 멤버들과 refresh 메시지를 교환한다. 이러한 메시지들은 멀티캐스트 그룹의 멤버나 링크들의 오버헤드를 증가시킨다. 따라서 이런 관리 오버헤드는 확장성이란 관점에서 볼 때 중요한 고려사항인 것이다.

이 외 다른 측정 기준으로써는 데이터 전송 경로에서 멤버들의 분포 정도를 알아보는 것이 있으며 멤버들의 접근 링크에 대한 대역폭도 고려되어야한다.



[그림 3.1] 오버레이 멀티캐스트

1. 오버레이 멀티캐스트의 장점 및 단점

오버레이 멀티캐스트 장점으로는 다음과 같이 정리된다.

쉽게 그룹 통신을 할 수 있다: router가 아닌 종단 호스트 혹은 부분적인 하드웨어의 설치만으로도 쉽게 그룹통신을 할 수 있기에 인터넷에서 빠르게 수용될 수 있다.

- 규칙성: 범용성을 갖는 망 장비가 아닌 종단 호스트의 응용으로 동작함으로써, 오버레이에서 어떤 장치로 접근한다고 하더라도 각 호스트들은 여러 목적으로 이용할 수 있다.
- 적응성: 오버레이 네트워크가 제한된 링크를 통해서 패킷흐름을 제한하지만 이러한 링크의 집합들은 응용 프로그램에 맞게 측정기준을 정하여 최적화한다.
- 에러제어, 흐름제어, 적체제어 등의 상위 계층에서 요구 되어지는 사항을 쉽게 간략화 할 수 있다.
- 그룹의 네이밍(Naming)에 있어서 전체적인 일관성을 가질 필요가 없으며 응용계층의 특별한 네이밍이 가능해진다.

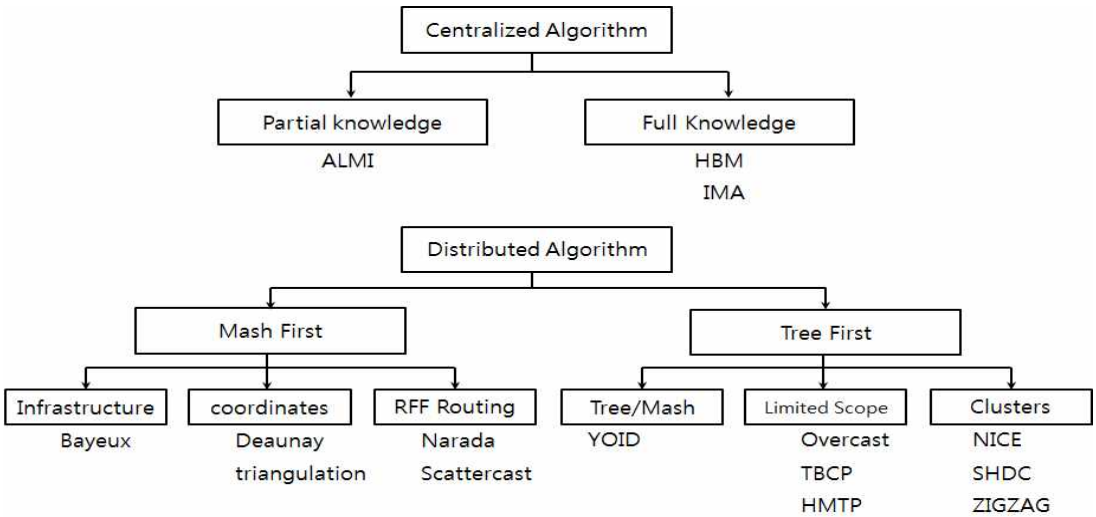
오버레이 멀티캐스트의 단점으로는 다음과 같이 정리된다.

- 비효율성: L3 계층이 아닌 L7 계층에서 데이터 전달을 수행함으로 router 기반의 멀티캐스트보다 데이터 전송 측면에서 비효율적이다.
- 관리 복잡성: 오버레이 네트워크의 관리는 네트워크의 사이즈에 따라서 복잡성이 증가하게 된다.
- 현실성: 실제 인터넷상에서 IP가 전체적으로 모두 연결되어 있다고 할 수 없다. 예를 들어 방화벽으로 호스트들이 감추어지는 것.
- 정보손실: 오버레이가 기본적으로 IP 멀티캐스트 위에 구성되기 때문이다.

비록 효과적으로 멀티캐스트의 단점을 극복하였지만 항상 일정한 장소에 고정되어 서비스를 제공하고 있던 router의 기능을 일반 사용자 컴퓨터에 옮기다보니 멀티캐스트 트리 구성 시 관리자가 예측할 수 없는 호스트들의 빈번한 이탈과 서로 다른 시스템 성능에 따른 전송 지연(End-to-End Delay)과 같은 새로운 문제가 발생하게 되었다.

2. 오버레이 멀티캐스트 프로토콜

지금까지 제안된 대표적인 오버레이 멀티캐스트 기술로는 ALMI, Narada, ScatterCast, TBCP, NICE, Yoid 등이 있다. 각각의 기법들은 특정 응용 서비스를 목적으로 개발되었다. 즉, Narada나 ALMI 등은 오디오/비디오 컨퍼런싱과 같은 실시간 멀티미디어 서비스를 위하여 개발되었으며, RMX와 같이 신뢰적 전송이 요구되는 서비스 제공을 위하여 개발된 기술이 있다. 오버레이 멀티캐스트에서 가장 중요한 부분은 바로 호스트 간에 전송 트리를 어떻게 구성할 것인가라고 할 수 있다. 다양한 메커니즘들 중에서 특성 지을 수 있는 몇 가지를 분류하여 아래 [그림 3.2]와 같이 Centralized와 Distributed알고리즘 방식으로 구분할수 있다 [8][9][10].



[그림 3.2] 오버레이 멀티캐스트 기술 분류도

오버레이 멀티캐스트에서 트리를 구성하기 위해서 특정 호스트를 지속적으로 할당하는가의 여부에 따라 중앙집중형과 분산형 알고리즘 방식으로 구분할 수 있다.

중앙집중형 알고리즘은 오버레이 멀티캐스트 세션을 제공할 때 , 하나 이상의 고정된 호스트들을 통해 트래픽 전송을 위한 오버레이 데이터 전송 트리를 구성하는 방식이며 전체 멤버쉽 정보를 가지고 있는지 또는 부분적인 멤버쉽 정보를 가지고 있는지에 따라 다시 분류되어지는데 전체 멤버쉽 정보를 가진 대표적 프로토콜은 HBM이며,부분적인 멤버쉽 정보를 갖는 대표적인 기술은 ALMI 이 있다 [8][9][10].

분산형 알고리즘은 어떤 특정한 호스트를 가지는 대신, 세션에 가입한 모든 호스트들로 하여금 멀티캐스트 포워딩 기능을 제공해 주도록 하는 방식이며 오버레이 토폴로지를 생성하는 방법에 따라 분류되어지는데 일부의 메커니즘은 트리 토폴로지를 먼저 생성하며 다른 메커니즘은 메쉬 토폴로지를 먼저 생성하는 것으로 분류할 수 있다. 메쉬 토폴로지를 먼저 생성하는 메커니즘은 Narada, ScatterCast, Bayeux, Delaunay Triangulation 기법 등이 있으며, 트리 토폴로지를 먼저 구성하는 기술은 Yoid, Overcast, TBCP, HMTP, NICE, ZIGZAG 등이 있다 [14][15][16][17][18].

3. 다중제약을 둔 경로 선택 알고리즘

가. SDP

SDP(Shortest Distance Path) 알고리즘은 라우팅의 단순함을 유지하면서 좋은 성능을 낼수 있는 알고리즘으로 가장 작은 거리(Distance)를 가지는 경로를 선택한다. Distance는 가용 대역폭의 역수를 의미하며 거리를 최소로 하는 경로를 선택한다. $dist(p) = \sum_{l=1}^{k} \frac{1}{r_i}, r_i$ 은 링크 대역폭이 된다 [19].

나. WSP

WSP(Widest Shortest Paht)은 이 방법은 최단 경로를 구할 때 한 지점에서 같은 비용을 갖는 둘 이상의 링크를 만났을 경우 대역폭이 가장 큰 링크를 선택하는 방법으로 진입 몬드와 진출 노드 사이에 같은 홉을 갖는 경로가 여러 개 존재할 때, 해당 경로를 구성하는 링크의 대역폭의 초소 값이 가장 큰 경로 선택 방법이다. 이 방법은 SP의 모든 특성을 반영하면서 대역폭이 큰 경로로 사용하므로 어느 정도의 트래픽을 분배도 할 수 있다는 장점이 있다 [20].

다. SWP

SWP(Shortest Widest Path)는 가능한 경로들중 대역폭이 가장 큰 경로를 선택하는 알고리즘으로 같은 대역폭을 가진 경로들이 있을 경우에는 그 중 가장 작은 홉 수를 가진 경로를 선택한다. 또한 홉 수가 같은 경우 랜덤 하게 선택한다. 이 방법은 최단 경로를 선택하여 트래픽 분배를 최우선 목표로 함으로써 자원 이용량이 너무 커지는 단점이 있다 [21].

제 4장 제안하는 경로 구성 알고리즘

본 장에서는 서비스 오버레이 멀티캐스트의 트리를 구성하는 최단 경로 알고리즘을 변형한 알고리즘을 제안한다. 오버레이 멀티캐스트의 트리를 노드의 차수를 고려하고 사용 가능한 대역폭를 고려해 최단 경로를 유도하고 트리를 구성하게 된다.

제 1절 최단 경로 유도방법

최단경로 알고리즘은 가중치가 있는 그래프의 최단 경로를 구하는 알고리즘이다. 출발 정점에서 시작하여 현재 정점까지의 값과 인접한 정점의 가중치 합이 가장 작은 정점을 다음 정점을 선택하고 그 경로를 최단 경로에 포함 시킨다. 이 과정을 모든 정점이 선택될 때까지 반복한다. 그리고 시작점에 연결되어 있는 정점 사이의 거리를 구해서 최소값을 갖는 정점에 표시하게 된다. 표시를 해둔 정점에 연결되어있는 각 정점까지의 거리를 구하고, 이 때 계산된 정점(표시되지 않은) 사이의 거리 중에서 최소값을 갖는 정점을 표시한다. 이 과정을 모든 정점에 표시할 때까지 반복하면, 각 정점에서 얻을 수 있는 값이 곧 시작점에서의 최단거리를 뜻하게 된다.

오버레이 멀티캐스트에서 최단경로 알고리즘을 사용하면 노드간의 최단거리, 즉 최적의 경로를 얻을 수 있다. 그러나 최단경로 알고리즘은 트리구조로 볼 때 노드들의 차수(degree)를 고려하지 않기 때문에 각 노드들의 대역폭 문제를 해결할 수 없고, 그로 인해 네트워크 트래픽이 증가하게 된다. 이는 오버레이 멀티캐스트에서 반드시 극복해야 하는 문제점인 사용자들의 대한 서비스 품질을 보장할 수 없게 한다. 본 논문에서는 문제를 해결하기 위해, 노드의 이용 가능한 차수를 구하고 각 노드들의 가용 대역폭과 노드들 간의 delay를 이용하여 이를 최단경로 알고리즘에 적용한다.

제 2절 고려사항

1. 전송비용(Transmission cost)

전송 비용은 하나의 그룹 멤버에서 그룹의 나머지 멤버에게 패킷을 전송하는 평균적인 네트워크 비용이다. 네트워크 수준 멀티캐스트 트리에서는 전송 비용이 트리의 모든 에지(edge)의 합을 의미하지만 응용레벨 멀티캐스트에서는 하나의 네트워크 링크를 여러 번 지날 수 있기 때문에 네트워크 링크에 대한 다중 전송 경로 비용을 포함해야 한다.

2. 링크 스트레스(Link stress)

링크 스트레스는 하나의 네트워크 링크에서 측정되는 동일 패킷의 수이다. 유니캐스트를 이용한 응용 레벨에서의 라우팅으로 인해서 세션에 참가하는 노드 근처의 링크에는 중복되는 패킷이 발생한다. 따라서 링크 스트레스는 네트워크 링크에 추가적인 로드를 나타낸다.

3. 상대적 지연 페널티(Relative Delay Penalty)

상대적 지연 페널티(RDP)는 두 멤버간의 유니캐스트를 사용 했을 때의 지연시간에 대한 오버레이 트리를 이용한 지연시간의 비율이다. 이는 멀티캐스트 트리 상으로 보내진 각 패킷의 상대적인 우회시간을 의미한다. 따라서, 유니캐스트를 이용했을 때 RDP는 1이 된다.

4. 세션 지연 페널티(Session Delay Penalty)

세션 지연 페널티(SDP)는 응용 프로그램의 성능 지연의 또 다른 척도이다. SDP는 멀티캐스트 세션에 있는 두 노드간의 최대 네트워크 지연시간에 대한 두 노드 사이의 멀티캐스트 트리 상에서의 최대 지연의 비율이다. 이것은 세션의 노드들간의 최대의 본질적인 지연에 비해 최악의 트리 패스(path)가 얼마나 더 나빠졌는지를 나타낸다.

제 3절 제안하는 알고리즘

IPTV, 인터넷 방송과 같은 멀티미디어 방송서비스에 있어 IP멀티캐스트 메커니즘이 지금까지는 효과적인 데이터를 전송하기에 좋은 메커니즘이라 여겨왔으나 라우터 구현문제, 혼잡제어, 신뢰성 전송 문제로 인해 오버레이 멀티캐스트가 제안되었고 이러한 오버레이 멀티캐스트는 IP멀티캐스트의 단점을 극복할 수 있는 대안으로 제안되었다. Application Layer에서 사용가능한 오버레이 멀티캐스트는 단말의 사용자가 패킷을 복제하고 전송하게 되는데, 이는 IP멀티캐스트에 비해 지연시간이나 대역폭사용 측면에서 비효율적으로 나타나게 된다. 또한 오버레이 멀티캐스트는 단말 노드에게 데이터를 전송하는 트리를 구성하는 것이 가장 중요한 문제로 나타나게 된다.

오버레이 멀티캐스트 트리를 구성 할 때 트리가 충족시켜야 하는 조건은 두 가지이다. 첫 번째 조건은 트리 상의 노드의 차수가 적절한 상한을 가져야 한다는 것이다. 트리 상의 노드의 차수가 지나치게 높다는 것은, 오버레이 멀티캐스트 네트워크상에서 그 사용자가 접속해 있는 링크로 동시에 많은 데이터를 보내주어야 하므로 대역폭의 한계가 나타날 수 있으며, 그로 인해 각각의 인접한 사용자에 대한 전송 속도가 감소하게 됨을 의미한다. 두 번째 조건은 오버레이 멀티캐스트 트리의 지름이 작아야 한다는 것이다. 즉 트리상의 경로 거리로 보면 가장 먼 두 노드간의 거리가 작아야 한다. 두 노드 간의 트리 상의 경로 거리가 길면 두 사용자간에 데이터를 보낼 때의 Delay가 커지게 된다. 오버레이 멀티캐스트에서 최단경로 알고리즘을 사용하여 각노드의 RTT의합을 이용해 노드간의 최단거리의 정의하고 최상의 경로를 얻을 수있다. 그러나 최단경로 알고리즘은 각 노드의 가용 차수를 고려하지 않기 때문에 각 호스트들의 대역폭 문제를 해결 할 수 없고, 그로 인해 네트워크 트래픽이 증가 하게 된다.

본 논문은 오버레이 멀티캐스트를 지원하는 네트워크에서 각 호스트에 제한된 자원과 네트워크 환경을 고려하여 오버레이 멀티캐스트 트리를 구성하는 알고리즘을 제안한다. 트리의 구성할 때 각 노드의 가용 대역폭을 이용하여 각 노드에서 이용 가능한 노드의 대역폭을 제한하고 실시간 멀티미디어 서비스에 맞는 각각의

노드의 대역폭을 선출하고 각 노드의 인접한 노드들의 RTT값 합을 이용해 노드를 선정하게 된다. 가용 대역폭이 없는 노드는 하위 노드를 연결할 수 없고 연결 요청한 하위노드는 가용 대역폭이 있는 다른 노드를 선택한다. 최단 경로 알고리즘을 재구성하여 노드의 대역폭을 고려한 노드들 중 각 노드의 RTT합이 가장 작은 노드들을 선택해 트리를 구성 하게 하는 알고리즘을 구현한다.

한 노드의 가용 대역폭은 그 노드의 총 대역폭에서 현재 사용 중인 대역폭을 뺀 나머지 대역폭을 뜻하며 in-degree와 out-degree 사이의 경로 설정시 요구되는 대역폭을 수용할 수 있는 가용 대역폭을 가진 링크를 가용 링크라고 하고, 이러한 그룹 내의 모든 노드들과 가용 링크로 이루어진 망에서 데이터의 전송이 이루어진다. 이렇게 하면 대역폭을 보장하는 경로 구성이 가능해진다.

오버레이 멀티캐스트 네트워크 구성을 그래프 $G(N,E)$로 표현하였을 때, N 은 각각의 노드를 나타내고, E 는 호스트들 간의 링크를 나타낸다.

한 노드 i 에서 사용 가능한 차수는 구하는 방법은 [수식 1]과 같이 표현할 수 있다.

$$Out_degree_i^{avail} = \left\lfloor \frac{\gamma \cdot BW_i^{\max} - BW_i^{used}}{BW^{req}} \right\rfloor \quad (0.2 < \gamma \leq 1) \qquad (1)$$

[수식 1] 노드 i의 가용할 수 있는 대역폭.

- $Out_degree_i^{avail}$ = 노드 i의 구할 수 있는 차수
- γ = 노드 i 의 QoS를 위한 Marginal Factor
- $BW_i^{\max}$ = 노드 i 의 최대 대역폭
- BW_i^{used} = 현재 사용 중인 대역폭
- BW_i^{req} = 노드 i 로 요청되는 대역폭

그리고 γ 값은 QoS를 위해서 정해놓은 값으로 한 노드의 최대 대역폭을 조정 할 수 있는 변수가 된다.

한 노드의 RTT 를 구하는 방법은 [수식 2]와 표현할 수 있다.

$$RTT_i^{total} = \sum_{j \in f_i} RTT_{ij} \qquad (2)$$

[수식 2] 노드 i의 인접한 노드들의 RTT합.

- RTT = $Round\ trip\ time$
- RTT_{ij} = 노드 i 와 노드 j 사이의 RTT 값
- RTT_i^{total} = 노드 i와 인접한 모든 노드들 간의 RTT 값의 합
- f_i = 노드 i 와 인접한 노드들

여기서 노드 i 는 인접하고 있는 모든 노드들과의 RTT 값을 구하고 합한 값을 저장하게 된다.

$$BW_{csot} = \alpha\left(\left\lfloor \frac{\gamma \cdot BW_i^{\max} - BW_i^{used}}{BW^{req}} \right\rfloor \right) \quad (0 < \alpha \leq 1) \tag{3}$$

[수식 3] α갑에 의한 노드 i의 대역폭.

[수식 3]을 이용하여 멀티미디어 스트리밍 서비스에 맞는 노드들을 선출해 내기 위해서 α 값을 이용하여 노드 i 와 인접한 노드의 가용 대역폭이 많은 노드를 선출한다. α 값이 높을수록 가용 대역폭이 많다는 것을 뜻하게 된다. 여기서 오버레이 멀티캐스트 네트워크 상황과 응용분야에 따라 특성상 중요시되는 것이 대역폭 일수도 Delay 일수도 있기 때문에 각 상황에 맞게 α 값을 조정할 필요가 있다.

$$RTT_{csot} = \frac{1}{RTT_i^{total}} \tag{4}$$

[수식 4] 노드 i와 인접한 노드간의 가중치.

대역폭을 고려해 선출된 노드들은 [수식 4]에 의해서 노드간의 가중치 값이 되고, 최단경로 알고리즘을 통해 오버레이 멀티캐스트 트리를 구성할 수 있다.

제 5장 시뮬레이션 및 성능평가

본 장에서는 제안한 알고리즘은 기존의 최단경로 알고리즘과의 다중제약을 둔 경로구성 알고리즘들을 시뮬레이션을 통해 성능을 분석하고 평가한다.

제 1절 시뮬레이션 환경

본 논문에서는 제안한 알고리즘의 성능을 평가하기 위해서 GT-IMT(Georgia Tech Internetwork Topology Model)을 이용해서 Random Graph 방식의 토폴로지를 생성하고, 총 노드의 수는 20개부터 200개 까지 순차적으로 증가하여 구성하였다. 각 노드들의 최대 대역폭은 약 100Mbps로 설정 하고, 노드들 간의 링크 확률은 60% 설정한다. 시뮬레이션 토폴로지 생성을 위한 Random Graph 방식 파라미터는 아래와 같다 [22].

파라미터: 노드의 수, 스케일, 링크 확율

예를들어:

20개의 노드를, 10x10 크기, 랜덤 그래프(1), 0.6의 링크 확률가지는 그래프

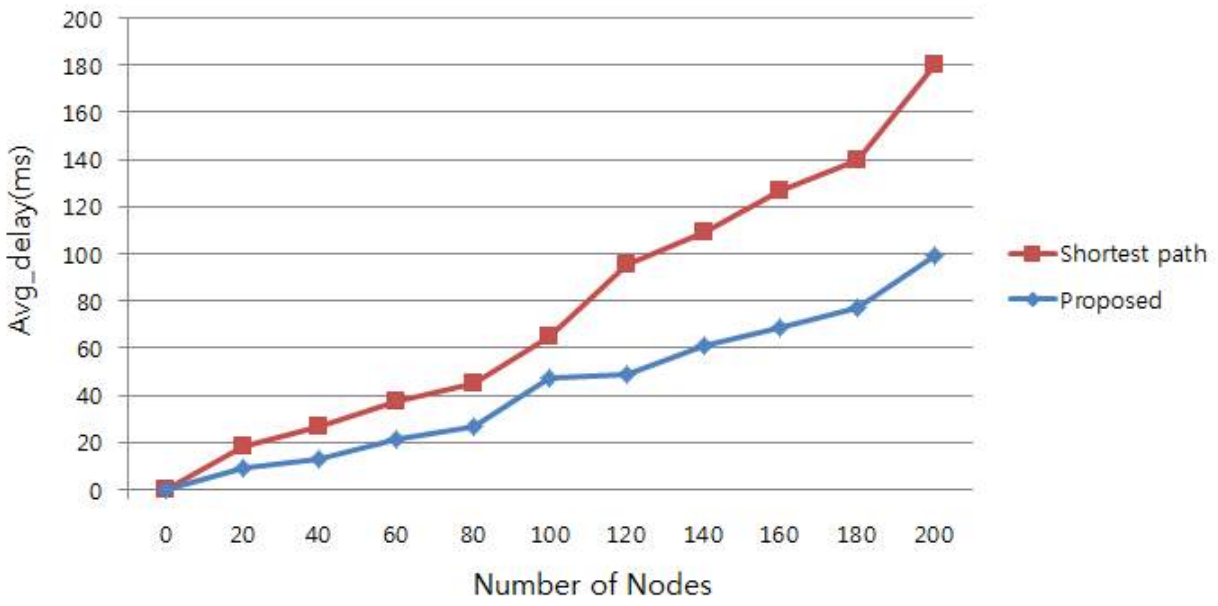
=> 20 10 1 0.6

또한 각 링크의 대역폭은 10~20Mbps로 주었으며, 이는 각 노드의 차수에 할당된 대역폭의 합이 최대 대역폭인 100Mbps를 넘지 않도록 하고 차수 값은 100Mbps의 네트워크 환경에서 최소 25Mbps의 HD고화질 영상을 서비스하는 대역폭이 필요하다고 가정하고 이를 테스트 하기위해 NS2을 이용한다.

제안한 알고리즘은 Ns2에서 구성된 네트워크 토폴로지를 기초로 하여 노드의 수를 증가시키면서 최단경로 알고리즘과 전송 지연을 비교하고, α값의 의해 발생된 링크 혼잡과 기존 다중제약을 둔 알고리즘과의 링크혼잡도를 비교 분석하여 평가한다.

제 2절 시뮬레이션 결과

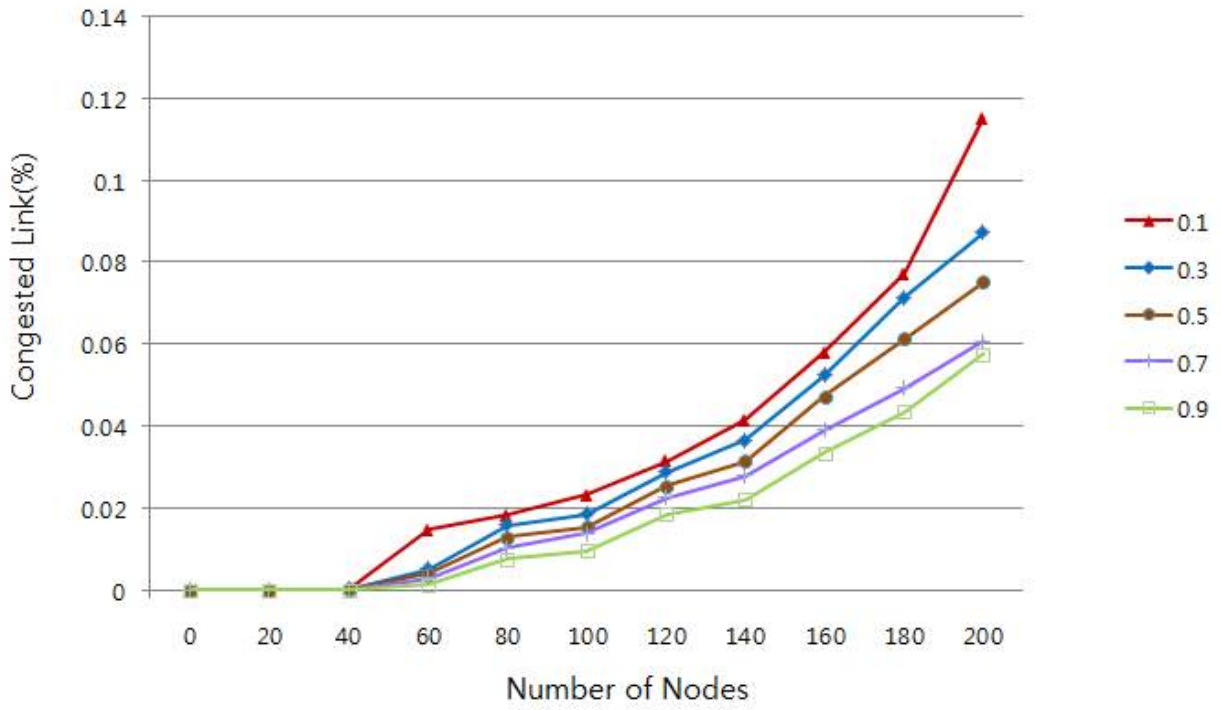
첫 번째 시뮬레이션에서는 토폴로지를 구성하는 노드의 수를 20개부터 200개까지 증가시키면서 최단경로 알고리즘과 본 논문에서 제안한 알고리즘으로 구성된 평균 전송 지연 지연시간 값을 측정하였다.



[그림 5.1] 노드 증가에 따른 전송 지연.

[그림 5.1]의 결과를 보면 전송 지연은 최단경로 알고리즘보다 본 논문에서 제안하는 알고리즘이 전송 지연이 낮게 나타나는 것을 볼 수 있다. 대역폭을 고려하지 않고 RTT만을 고려한 최단경로 알고리즘은 멀티미디어 스트리밍 서비스 제공할 때 대역폭을 더 고려한 제안하는 알고리즘보다 전송 지연 시간이 더 낮게 나타난다. 전송 지연을 구하는 척도로는 avg_delay=total arrived time/total number of node 로 구할 수 있다.

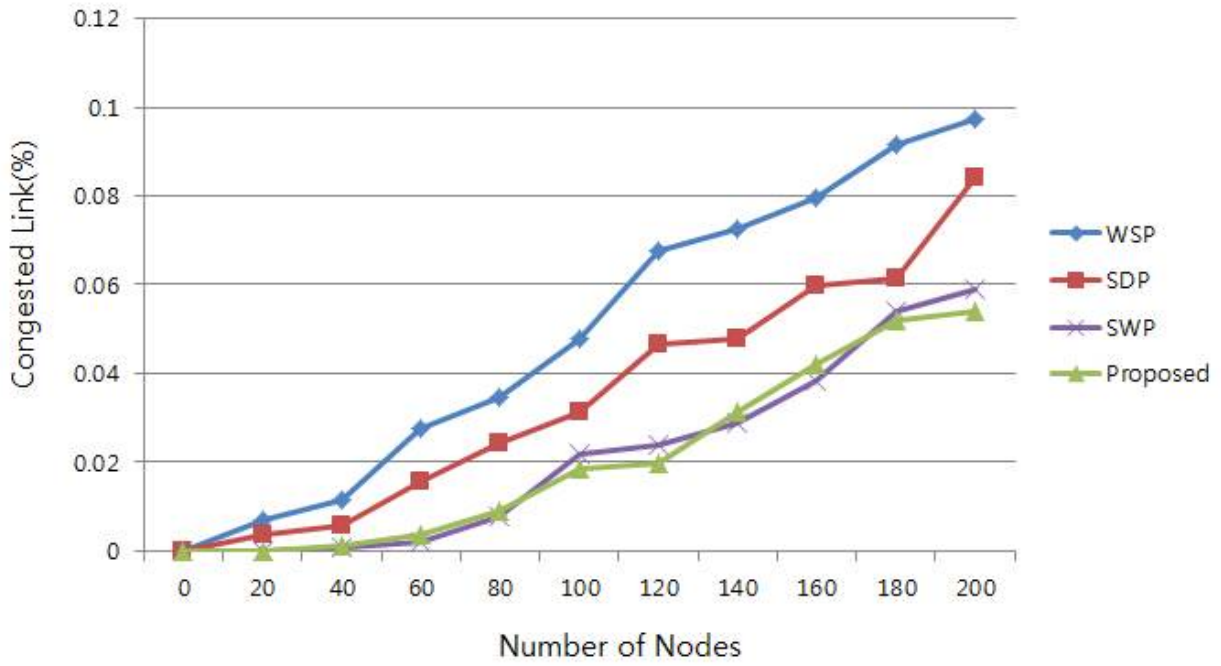
두 번째 시뮬레이션 결과 그래프는 [수식 3]의 α값에 의한 혼잡링크을 비교한 결과 그래프이다. 혼잡링크의 기준은 링크의 이용률이 0.8이상인 링크를 혼잡링크라 정의하고 링크의 혼잡은 혼잡링크 수/전체링크 수(각 노드의 링크수의 합)이 된다. α 값은 본 논문에서 제안한 알고리즘의 노드의 대역폭을 구해서 사용되는 값으로 네트워크 상황과 응용분야에 따라 특성상 중요시되는 것이 Bandwidth일수도 Delay 있기 때문에 각 상황에 맞게 α 값을 사용하여 비교 하였다.



[그림 5.2] α값에 의한 혼잡 링크 비교.

[그림 5.2]의 그래프에서는 멀티미디어 전송 서비스를 기준으로 하는 시나리오이기 때문에 α값이 0에 가까울수록 혼잡링크가 더 많이 나타나며, α값이 1에 가까워질수록 혼잡링크가 낮게 나타남을 볼 수 있다. 이것은 α값이 높을수록 대역폭을 더 고려하기 때문에 링크의 혼잡이 작게 나타나게 된다.

세 번째 시뮬레이션 결과는 기존의 다중 제약 트리구성 알고리즘 WSP, SDP, SWP 그리고 제안하는 알고리즘이 호스트 수에 증가에 따른 혼잡 링크를 비교 한 결과를 보여준다.

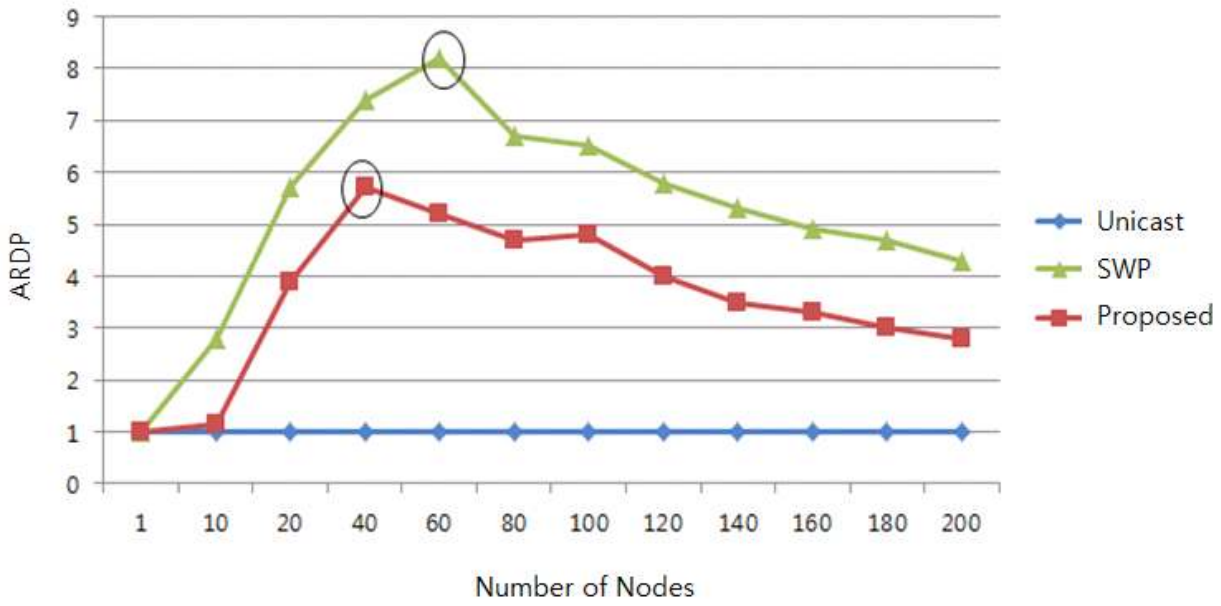


[그림 5.3] 다중제약 트리구성 알고리즘과 혼잡링크 비교.

[그림 5.3]의 혼잡링크의 기준은 [그림 5.2]의 혼잡링크 기준과 똑같다. 즉 혼잡링크는 이용률이 0.8이상인 링크/전체 링크 수(각 노드의 링크수의 합)이다.

WSP(Widest Shortest Path)는 최소-홉을 기준으로 경로를 구성하고 비슷한 경로를 만났을 때 두 경로 중 대역폭이 큰 경로를 고려하여 선택하는 알고리즘으로 링크 혼잡이 가장 많이 나타나게 된다. SWP는 대역폭을 우선시하고 대역폭이 비슷한 경로를 만났을 때 두 경로중 최소-홉을 가진 경로를 선택하는 알고리즘으로 제안하는 알고리즘과 가장 비슷한 성능을 나타낸다. 이는 대역폭을 우선 고려하기 때문이다.

네 번째 시뮬레이션 결과는 노드 증가에 따른 ARDP(Average relative delay penalty)를 나타낸다. ARDP는 평균 상대적 지연 패널티라 하며 두 노드간의 유니캐스트를 사용 했을 때의 지연시간에 대한 오버레이 트리를 이용한 지연시간의 비율이다. 이는 멀티캐스트 트리 상으로 보내진 각 패킷의 상대적인 우회시간을 의미한다. 따라서 데이터 전송 시 유니캐스트나 IP 멀티캐스트에 비해 불가피하게 상대적인 전송 지연이 발생하며 이러한 전송 지연의 척도로 사용되며 유니캐스트를 이용했을 때 RDP는 1이 된다.



[그림 5.4] 노드 증가에 따른 ARDP.

[그림 5.4]는 노드증가에 따른 ARDP로 혼잡링크가 비슷하게 나타났던 SWP와 비교했을 때 제안하는 알고리즘은 노드가 40이상 증가 하는 기점부터 트리의 깊이를 최소화 하면서 SWP알고리즘의 노드가 60일 때 보다 RDP가 감소한다.

제 6장 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 각 노드들의 자원과 네트워크 환경을 고려하여 경로를 구성하는 알고리즘을 제안하였다. 제안한 알고리즘들은 노드들의 가용대역폭을 이용한 차수를 제한하고 가용 Bandwidth와 delay를 이용해 노드를 산출하고 선정함으로 기존 경로 구성 알고리즘인 최단경로 알고리즘을 재구성하여 적용함으로 최상의 경로를 구성하게 된다. 이로 인해 오버레이 멀티캐스트에서 실시간 멀티미디어 서비스를 전송할 때 극복해야할 서비스 품질을 높일 수 있고 오버레이 멀티캐스트의 단점인 지연시간과 대역폭 측면에 있어 비효율성을 줄일 수 있었다.

시뮬레이션을 통해 제안한 알고리즘이 노드의 가용대역폭을 이용해 차수를 제한함으로 트래픽 분배에 있어서 최단경로 알고리즘보다 좋은 성능을 가진다는 것은 확인 할 수 있었다. 하지만 제한된 자원과 네트워크 환경을 고려한 시뮬레이션이기 때문에 동적으로 변화는 실제 인터넷 환경에서는 더 많은 연구가 진행되어야 할 것 같다.

향후 연구로는 본 논문에서 제안한 알고리즘이 고정된 토폴로지 환경이 아닌 동적으로 변하는 확장된 토폴로지 환경과 노드의 가입과 탈퇴를 능동적으로 대처할 수 있는 트리를 구성하고 데이터를 전송할 수 있는 방법을 연구해본다. 또한 오버레이 멀티캐스트에서 패킷을 복사하고 전송하면서 최종 단말 사용자가 체감하는 서비스 품질을 측정하는 방법도 고려해본다.

참고문헌

[1] Y. Chu, S. Rao, S. Seshan and H. Zhang, "A case for end-system multicast" ACM SIGMETRICS, Santa Clara, June 2000.

[2] RFC 3170, B. Quinn, K. Almeroth. “IP Multicast Applications: Challenges and Solutions”, Sep 2001.

[3] S. Deering, "Host Extensions for IP Multicasting," Internet RFC 1122, Aug. 1989.

[4] 안중식, “CDN(Contents Delivery Network) 기술 동향 및 전망”, 디지털행정, 제25권 제3호, 통권 제89호, 2002년 9.

[5] 고석주, 박주영, 김은숙, 강신각, “인터넷방송을 위한 멀티캐스트 기술 동향” 전자통신동향분석, 제17권, 제3호, 2002년 6월.

[6] Conte, S. and Hall, R., "A measure of execution path complexity," Comm. ACM, Vol. 31, No. 2.

[7] 인터넷 방송 기술 개요 (“http://www.itfind.or.kr/WZIN/jugidong/942/94203.html”)

[8] B. Zhang, S. Jamin, and L. Zhang. “Host Multicast: A framework for delivering multicast to end users. In Proceedings of IEEE Infocom, June 2002.

[9] D. Pendarakis, S. Shi, D. Verma, and M. Waldvogel, “ALMI: An Application Level Multicast Infrastructure”, 3rd USNIX SymposiumInternational Technique and System 2001, pp.49-60, Mar. 2001.

[10] Y. Chu, S.G. Rao, and H. Zhang, “A Case for End System Multicast”, ACM SIGMETRICS’00, pp.1-12, Jun. 2000.

[11] Y. Chu, S. G. Rao, S. Seshan, and H. Zhang, “Enabling Conferencing Applications on the internet using on Overlay Multicast Architecture”, ACM SIGCOMM’01, pp.55-67, Aug. 2001.

[12] Y. Chawathe, “Scattercast: An Architecture for Internet Broadcast Distribution as an Infrastructure Service”, Ph.D. Thesis, University of California, Berkeley, Dec. 2000.

[13] L.Mathy, R. Canonico, and D. Hutchison, “An Overlay Tree Building Control Protocol”, NGC2001, Nov. 2001.

[14] S. Banerjee, B. Bhattacharjee, and C. Kommareddy, “Scalable Application Layer Multicast”, ACM SIGCOMM’02, pp. 205-217, Aug. 2002.

[15] Y. Francis, “Yoid: Extending the Internet Multicast Architecture”,Technical Report, ACIRI, Apr. 2000.

[16] Y. Chawathe, S. McCanne, and E. A. Brewer, “RMX: Reliable Multicast for Heterogeneous Networks”, IEEE INFORCOM’00, pp.795-804, Jun. 2000.

[17] Dimitrios Pendarakis, Sherlia Shi, Dinesh Verma, And Marcel Waldvogel, “ALMI : An Application Level Multicast Infrastructure”, Proc. of the 3rd USNIX Symposium on Internet Technologies and Systems, March 2001.

[18] V. Roca and A. El-sayed, “A host-based Multicast(hbm) Solution for Group Communications”, 1st IEEE International Conference on Networking, Colmar, France, July 2001.

[19] B. Davie and Y. Rekhter, "MPLS Technology and Applications," Morgan Kaufmann Publishers, 2000.

[20] R. Guerin, Ariel Orda, and D. Williams, "QoS Routing Mechanisms and OSPF Extension,"Proc, of 2nd Global Internet Miniconference(Joint with Globecom'97), Nov. 1997.

[21] Q. Ma and P. Steenkiste, 'On Path Selection for Traffic with Bandwidth Guarantees," Proc. of IEEE Int'1 Conf. on Network Protocol, Oct. 1997.

[22] E. W. Zegura, "GT-ITM:Georgia tech internet work topology model(software), “http://www.cc.gatech.edu/fac/ellen.Zegura/gt-itm/gt-itm.tar.gz.”.

저작물 이용 허락서

학 과	컴퓨터공학	학 번	20107105	과 정	석사
성 명	한글: 김형중 한문 : 金亨重 영문 : Hyoungjung Kim				
주 소	광주 광역시 서구 양동 삼익아파트 3동 705호				
연락처	E-MAIL : kimgudwnd@naver.com				
논문제목	한글 : 오버레이 멀티캐스트 트리 구성을 위한 경로 선택 기법 영어 : A Path Selection Scheme for Constructing Overlay Multicast Tress				

본인이 저작한 위의 저작물에 대하여 다음과 같은 조건아래 조선대학교가 저작물을 이용할 수 있도록 허락하고 동의합니다.

- 다 음 -

1. 저작물의 DB구축 및 인터넷을 포함한 정보통신망에의 공개를 위한 저작물의 복제, 기억장치에의 저장, 전송 등을 허락함
2. 위의 목적을 위하여 필요한 범위 내에서의 편집・형식상의 변경을 허락함. 다만, 저작물의 내용변경은 금지함.
3. 배포・전송된 저작물의 영리적 목적을 위한 복제, 저장, 전송 등은 금지함.
4. 저작물에 대한 이용기간은 5년으로 하고, 기간종료 3개월 이내에 별도의 의사 표시가 없을 경우에는 저작물의 이용기간을 계속 연장함.
5. 해당 저작물의 저작권을 타인에게 양도하거나 또는 출판을 허락을 하였을 경우에는 1개월 이내에 대학에 이를 통보함.
6. 조선대학교는 저작물의 이용허락 이후 해당 저작물로 인하여 발생하는 타인에 의한 권리 침해에 대하여 일체의 법적 책임을 지지 않음
7. 소속대학의 협정기관에 저작물의 제공 및 인터넷 등 정보통신망을 이용한 저작물의 전송・출력을 허락함.

동의여부 : 동의(O) 반대( )

2011년 월 일

저작자: 김 형 중 (서명 또는 인)

조선대학교 총장 귀하