

오버레이 멀티캐스트기법을 이용한 인터넷 방송 서비스의 전송지연에 대한 개선 연구

A Study on the Transmission Delay of Internet Broadcasting Service using Overlay Multicast

조혜란, 송복섭, 김정호
한밭대학교 정보통신전문대학원 컴퓨터공학과

Cho Hye-ran, Song Bok-sub, Kim Jeong-ho
Dept. of Computer Engineering Graduate School of
Information & Communication Hanbat National
University.

요약

IP 멀티캐스트의 대안으로 제시되고 있는 오버레이 멀티캐스트는 응용계층에서 기존의 네트워크계층에서 담당하던 IP멀티캐스트를 구현하는 기법으로 활용되고 있다. 그러나, 이 방식은 지연시간과 대역폭 사용의 측면에 있어서 비효율적인 면을 가지고 있다. 본 연구에서는 인터넷방송 중에서 실시간 미디어전송을 오버레이 멀티캐스트 기반으로 사용자간에 효율적인 전송 경로 트리설정을 TBCP기법과 mOBCP 기법을 상호 적용하여 설정한다. 이 설정한 두가지 모델을 사용하여 인터넷방송 서비스의 전송지연을 비교하고 평가한다.

Abstract

The overlay multicast that has been recently presented as an alternative for the IP multicast has been getting much persuasion by the advancement of the network techniques to enforce routing in application-level. But, The overlay multicast is a problem of delay and the load of the traffic control. In this paper, we suggested to an effective transmission routing tree between users based on overlay multicast of Internet broadcasting Service. And we evaluated an optimal value of transmission delay about Internet broadcasting using this suggest model.

I. 서론

최근 인터넷상에서 멀티미디어 데이터 전송이 요구되는 응용서비스의 수요가 점점 증가함에 따라, IP망을 이용한 인터넷 방송(Internet broadcasting, webcasting) 서비스가 “통신과 방송의 융합”이라는 시대의 한 흐름속에서 주목받고 있다. 전송미디어를 전파로 이용하는 기존의 단방향 공중파 방송과 달리 인터넷 방송 서비스는 인터넷을 통하여 시간과 공간의 제약이 없는 대화형서비스로 다채널을 통한 다양한 콘텐츠를 개별 고객의 맞춤형 서비스로 제공한다.

한편, 인터넷방송을 위한 IP 멀티캐스트 기술은 네트워크 자원 및 송신 시스템의 처리용량측면에서 효율적임에도 불구하고 주소할당 문제나, 라우터 관리기술, 라우터 업그레이드 등의 문제에 따라 실제 인터넷망에는 널리 적용되지 못하고 있다. 그러나 최근 IP 멀티캐스트 메커니즘을 필요로 하는 인터넷 게임이나 인터넷 생방송 등의 그룹 통신에 대한 요구가 높아지면서 현존하는 인터넷 라우터 장비를 변경하지 않고서도 응용계층의 지원을 통한 중단 그룹 통신을 가능하도록 해주는 오버레이 멀티캐스트(Overlay Multicast) 기술이 등장하고 있다[1][2].

본 연구에서는 인터넷방송 서비스의 전송기술을 해석하여, 인터넷방송에 적합한 IP 멀티캐스트와 오버레이 멀티캐스트 전송방법에 대해 비교한다. 또한, 오버레이 멀티캐스트 트리를 구성하는 방식을 통하여 효율적인 전송 경로 트리를 제안한다. 그리고 이 설정한 모델을 사용하여 인터넷 방송 서비스의 전송지연의 최적화를 제시하고 평가하고자 한다.

II. 인터넷 방송 서비스

1. 서비스 특징과 종류

인터넷 방송은 고객의 주문에 따라 콘텐츠가 배달되는 사용자 중심의 주문형(on-demand) 서비스와 스포츠 실황 및 실시간 뉴스를 제공하는 생중계(live broadcast)서비스가 있다.

주문형(on-demand) 서비스는 개별고객의 요구에 따라 콘텐츠 조작이 가능하다. 고객은 원하는 시간대에 원하는 콘텐츠를 수신할 수 있다. 결과적으로 유니캐스트를 이용한 서비스인 반면 방송서비스는 멀티캐스트를 이용하기 때문에 방송서비스에 필요한 대역폭보다 주문형(on-demand) 서비스를 제공하기 위한 대역폭이 훨씬 더 요구된다.

생중계(live broadcasting) 서비스는 동시에 많은 수신자에게 동일한 콘텐츠를 전송하고자 할 때 사용되며, 스포츠 실황 및 실시간 뉴스등 수많은 가입자에 대한 뉴스 및 홍보 매체를 전송하는 서비스이다.

다음 [표 1]은 인터넷 방송 데이터 전송 비교를 나타내었다.

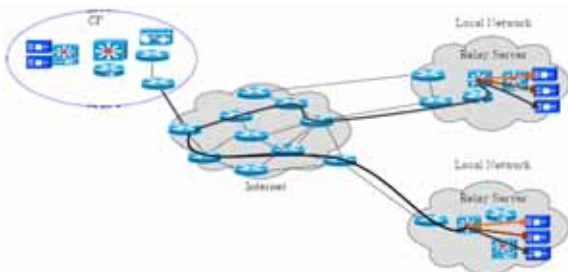
[표 1] 인터넷방송 데이터 전송방식별 비교

특성 \ 전송 방식	유니캐스트	중계기반 유니캐스트	멀티캐스트	중계기반 멀티캐스트
서비스	주문형	주문형	실시간방송	실시간방송
자원이용 효율성	매우 낮음	낮음	매우 높음	높음
동시접속지수	매우 적음	적음	매우 많음	많음
콘텐츠 및 고객관리	용이함	비교적 용이함	별도관리 요구	별도관리 요구
전송서비스 품질	낮음	높음	매우높음	높음

2. 전송기술

1.1 IP 멀티캐스트(IP Multicast)

IP 멀티캐스트는 하나의 송신자가 수신자 그룹으로 [그림 1]과 같이 동일한 데이터를 한번만 전달함으로써 네트워크 자원 및 송신 시스템의 처리용량측면에서 효율적으로 사용할 수 있는 기술이다. IP 멀티캐스트는 그룹에 속한 호스트의 그룹 생성, 그룹가입 및 탈퇴 등의 요청에 대해 멀티캐스트 그룹에 속한 라우터 들이 DVMRP, PIM-SM/DM, MOSPF와 같은 프로토콜을 이용하여 멀티캐스트 트리를 구성/관리하고 이 트리를 이용하여 자료를 전송한다[3]. 그러나 IP 멀티캐스트를 보편화 시키기 위해서는 현존하는 모든 라우터를 IP 멀티캐스트 라우터로 교체하기 위한 비용문제를 비롯한 보안, 그룹 주소의 분배, 라우팅 프로토콜 등의 기술적인 문제점들이 남아 있다.



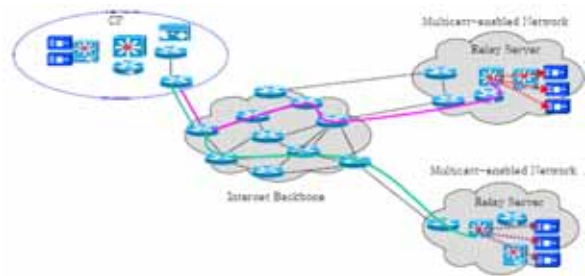
▶▶ [그림 1. IP 멀티캐스트 전송 방식

따라서 IP멀티캐스트 방식은 수많은 동시 접속자를 갖는 인터넷 생중계 방송서비스에는 매우 적합한 전송방식인 반면에, 개별 고객에게 특성화된 콘텐츠 및 품질을 제공하는 주문형 방송 (On-demand) 서비스에는 적합하지 않다. 특히 xDSL

(Digital Subscriber Line) 및 케이블 모뎀등의 하부 전송구조에서의 멀티캐스트 기능 지원여부가 아직 검증되지 않았으며, ISP망 내부에서의 멀티캐스트 적용은 상대적으로 쉬운 반면에, 서로 다른 ISP 간의 멀티캐스트 전송 기술은 아직 해결되어야 할 많은 문제를 지니고 있다[4]. 따라서 인터넷 방송 서비스와 주문형 비디오 서비스(VOD) 등 차세대의 주요 IP기반의 고품질 멀티미디어 서비스를 위한 그룹통신 방법은 여전히 연구가 필요하다.

1.2 오버레이 멀티캐스트(Overlay Multicast)

그룹 통신 분야의 연구에서 오버레이 멀티캐스트는 [그림 2]와 같이 응용계층(Application Layer)에서 기존의 네트워크 계층(Network Layer)에서 담당하던 IP 멀티캐스트를 구현한 것이다. IP 멀티캐스트가 기존 라우터들을 멀티캐스트 라우터로 변경해야만 하는 반면 오버레이 멀티캐스트는 기존 라우터들을 변경할 필요가 없다. 오버레이 멀티캐스트는 모든 멀티캐스트와 관련된 기능인 멤버관리와 패킷전송이 포함되어 있으며, 데이터 전달을 위해서 오버레이 멀티캐스트 트리를 생성하고 유지한다. 또한, 오버레이 멀티캐스트의 확장성과 효율성은 이들의 분산된 트리의 질에 의해서 영향을 받기 때문에 그룹의 멤버들간에 효과적인 트리를 구성하는 것이 매우 중요하다.



▶▶ 그림 2. 오버레이 멀티캐스트

그러나, 항상 일정한 장소에 고정되어 서비스를 제공하고 있던 라우터의 기능을 일반 사용자 컴퓨터에 탑재한 경우 멀티캐스트 트리 구성 시 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 보나 나온 품질을 보장하기 위해서 반드시 극복해야 할 문제점인 것이다.

III. 오버레이 멀티캐스트 분산형 트리 구조 해석

응용 계층을 지원하는 멀티캐스트 서비스에 있어서 중간 노드간의 연결을 구성하는 방식에 따라 크게 중앙집중형과 분산형으로 분류할 수 있다.

본 연구에서는 분산형 트리구조의 적용을 인터넷 방송의 생중계 서비스의 경우로 한정하여 TBCP(Tree Building Control Protocol)기법과 mOBBCP(miniOverlay Broadcasting Control Protocol)기법을 적용한다[5][6].

1. TBCP기법의 적용

TBCP는 오버레이 멀티캐스트에서 데이터 전송을 위한 트리 구성을 담당하는 프로토콜이다. TBCP의 주된 전략은 트리를 구성하는데 있어서 제한된 최소한의 멤버/위상 정보만으로 최대한 빨리 트리를 구성할 수 있다는 것이다.

호스트들간에 TBCP를 설계하는데 있어서 가장 기본적으로 요구되는 사항은 네트워크에서 호스트간의 정보를 얻을 수 있는 측정값이 필요하다. 또한, TBCP는 tree-first이며, 새 멤버의 조인 시에 근접한 최상의 위치를 알아내서 위치시키는 전략을 가진 분산된 Overlay spanning 트리 구성 프로토콜이다. 그러나, TBCP는 대역폭을 최대한 활용하는 트리이면서 특별한 약간의 제약이 있다. 각각의 TBCP 트리는 spanning 트리를 조절하기 위해서 자신이 가지고 있을 수 있는 자식의 숫자를 제한한다.

또한, 트리 내에서 TBCP 노드들의 지역적인 구성이 평가 함수에 의해서 영향을 받기 때문에 전체적인 트리의 모양에도 평가함수가 영향을 미치게 된다. 트리 노드들간의 거리라는 개념은 지연시간, 실행률 측정값들을 함수의 입력으로 사용해서 다음과 같이 설정할 수 있다.

가) distance $D(i,j)$ = 트리상의 i 와 j 노드 사이의 RTT 값(트리상이란 말은 만약 여기서 i 와 j 의 부모로 k 노드가 존재할 경우 $D(i,j)=D(i,k)+D(k,i)$ 와 같이 값을 계산한다는 것이다.)

나) 평가함수 = $\max \forall M \in \{C_i\} \cup N D(P,M)$ 여기서 $\{C_i\}$ 는 P 의 자식들의 집합이며 N 은 새로운 노드를 나타낸다.

2. mOBBCP기법의 적용

mOBBCP기법은 새로운 노드가 조인하여 대기하는 시간을 최소화하면서 가능한 빠르게 부모노드를 찾을 수 있을 뿐만 아니라 서비스를 받던 기존의 부모노드에 문제가 발생했을 경우 새로운 부모노드를 찾아서 빠르게 다시 서비스가 가능하도록 효율적인 트리를 구성하는 방식이다. mOBBCP 모듈은 서비스 가능한 부모노드 리스트인 PPL(Potential Parents List)의 정보를 관리하는 기능을 가지고 있으며 세션에 조인하기를 원하는 모든 새로운 노드는 조인 요청을 소스 루트에 보냄으로써 소스 루트로부터 응답메시지와 함께 PPL 리스트를 받게 된

다. 새로운 노드는 PPL 정보를 받고 최적의 부모 노드를 선택하기 위해 PPL에 등록되어진 임시 부모 노드와 자신 사이에 각각의 RTT상태를 체크하게 된다. 최적의 부모노드를 선택하게 된 새로운 노드는 서비스 가능한 자신의 여유 Out-degree 상태와 선택되어진 부모노드의 변경된 Out-degree 상태등의 PPL 정보를 업데이트하게 된다[6]. 이러한 작업은 mOBBCP 모듈이 실행되는 동안 아주 중요한 수행작업이며, 모든 새로운 노드들이 부모 노드를 선택하였을 때와 기존의 노드들이 경로가 끊어져서 다시 새로운 부모노드를 찾을 때 반드시 수행되어야 할 루틴이다[6].

IV. 성능평가 및 결과분석

1. 시뮬레이션 환경

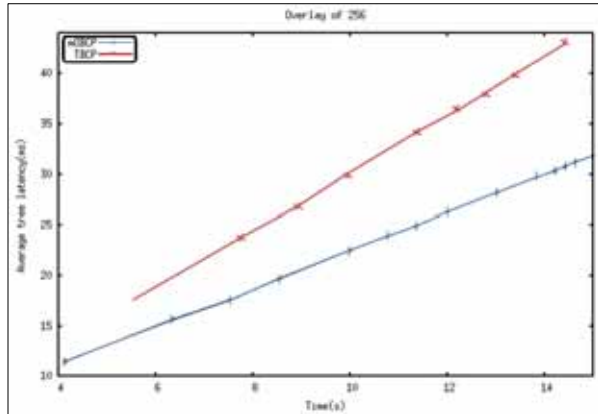
시뮬레이션을 이용한 TBCP와 mOBBCP(mini-Overlay Broadcasting Control Protocol) 알고리즘의 성능평가를 위하여 GT-ITM의 Transit-Stub 모델을 적용하여 1000개의 노드들로 구성된 네트워크 토폴로지를 생성하였다.[6] 구성된 네트워크 토폴로지를 기반으로 하여 트리를 구성할 수 있는 시간을 점점 증가시키면서 (15초, 75초) 256개의 노드가 거의 동시에 실시간방송 서비스를 요청하였을 때 트리를 구성하는 평균 지연시간을 TBCP와 mOBBCP에 대해서 트리를 생성하여 성능평가를 실시하였다[6].

2. 결과 분석

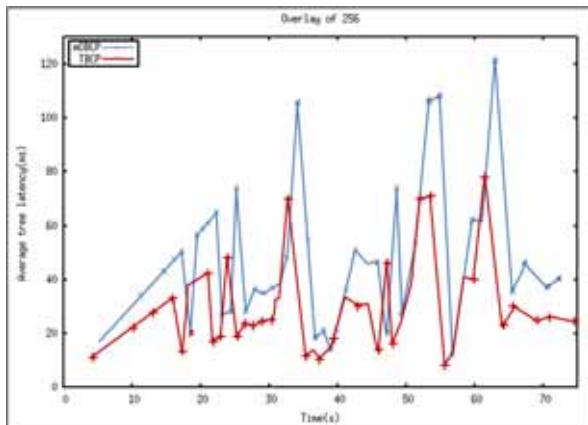
본 연구에서는 TBCP와 mOBBCP의 트리를 생성하여 시뮬레이션 하였다. [그림 3]과 [그림 4]는 256개의 새로운 노드가 동시에 조인요청을 하여 트리를 구성하였을 때 트리 구성 시간을 제한함으로써 평균 트리 지연시간의 결과를 분석하였다. 첫 번째 새로운 노드가 조인요청을 소스 루트에 한 후에 소스 루트로부터 응답메시지를 받고 트리를 구성하는 일련의 알고리즘 루틴을 수행하는데 까지 걸리는 평균 지연시간을 측정하였을 때의 트리 구성 시간으로서 약간의 차이를 보이면서 트리가 구성됨을 분석 할 수 있다. 시간이 증가할수록 차이를 보이고 있는데 이는 TBCP가 트리 구성에서 새로운 노드의 동시 조인요청 시 각각의 새로운 노드의 조인요청을 일정시간 제한 한 다음 순차적으로 서비스를 수행하기 때문이다. 그 결과 mOBBCP알고리즘에 비해 지연 측정값을 증가 시키는 결과로 이어진다.

반면 mOBBCP는 새로운 노드들이 동시에 서비스 요청을 하여도 각각의 새로운 노드들에게 최적의 부모노드를 선택할 수 있는 권한을 줌으로써 빠른 시간 안에 트리를 구성하며 또한 밸런스드 트리를 추구함으로써 상위부터 Out-degree를 모두 소

진하면서 서비스를 수행하므로 평균 지연값의 차이를 줄일 수 있었다. [그림 3]과 [그림 4]에서 약간의 차이를 보이면서 mOBCP의 개선된 성능차이를 확인할 수 있다.



▶▶ 그림 3. TBCP와 mOBCP의 15초간 트리구성 지연시간 비교



▶▶ 그림 4. TBCP와 mOBCP의 75초간 트리구성 지연시간 비교

V. 결론

본 연구에서는 인터넷 방송의 실시간 서비스를 위하여 오버레이 멀티캐스트 기반 TBCP기법과 mOBCP기법의 성능을 비교하여 서비스를 받고자 대기하는 자식 노드들의 대기시간을 최소한으로 줄이면서 가능한 빠르게 부모 노드를 찾을 수 있는 트리 구성 기법을 제안하였다. 시뮬레이션 결과를 통해 동일 시간대에 동시 접속자의 지연시간을 최소화하는 mOBCP기법이 순차적으로 처리되는 TBCP기법보다 시간에 민감한 인터넷 실시간 방송시스템에 적합한 방안임을 보여주고 있다.

참 고 문 헌

- [1] Beichuan Zhang, Sugih Jamin, and Lixia Zhang, "Host Multicast: A Framework for Delivering Multicast To End Users," In Proc. of IEEE INFOCOM, New York, NY, June 2002.
- [2] Y. Chu, S. G.Rao, S. Seshan, and H. Zhang, "Enabling conferencing applications on the internet using an overlay multicast architecture," in Proc. ACM SIGCOMM, August 2001. 16
- [3] J. F. Kurose and K. W. Ross, Computer Networking: A Top-down approach featuring the Internet, Addison Wesley, 2001.
- [4] 고석주, 박주영, 김은숙, 강신각 "인터넷방송을 위한 멀티캐스트 기술 동향" 전자통신동향분석 제17권 제3호 2002년 6월.
- [5] Laurent Mathy, Roberto Canonico, and David Hutchison, "An Overlay Tree Building Control Protocol," Proc. of NGC November 2001.
- [6] 남지승, 강미영, 전진한, 손승철 "개인 방송 시스템을 위한 mOBCP 기반의 오버레이 멀티캐스트 트리 구성방안", 한국통신학회논문지 '07-8 Vol. 32 No. 8
- [7] 강경란, 김문석, 김성훈, 남덕윤, 이승익, 이동만 "오버레이 멀티캐스트 연관 기술 분석서"
- [8] Conte, S. and Hall, R., "A measure of execution path complexity," Comm. ACM, Vol. 31, No. 2, pp. 188-200