

# 인터넷방송 서비스를 위한 오버레이 멀티캐스트 기법의 평균 대기시간 비교

## Comparison of the Average Latency Time of Overlay Multicast for Internet Broadcasting Service

조혜란, 송복섭, 김정호  
한밭대학교 정보통신전문대학원 컴퓨터공학과

Hye-Ran Cho(hyeran79@hanbat.ac.kr), Bok-Sob Song(serve73@hanbat.ac.kr),  
Jeong-Ho Kim(jhkim@hanbat.ac.kr)

### 요약

IP 멀티캐스트의 대안으로 제시되고 있는 오버레이 멀티캐스트는 네트워크계층의 구현 기법으로, 지연 시간과 대역폭 사용에 있어서 표준화된 인터페이스가 정의되어 있지 않아 응용 서비스의 요구사항에 따라 해당 기법을 선택해서 사용해야 하는 비효율적인 면을 가지고 있다. 본 논문에서는 오버레이 멀티캐스트 기법 중 분산형 Tree-first 기반의 spanning tree 구조인 TBCP기법과 mOBCP기법을 상호 비교하여 세션 가입절차 및 탈퇴, 노드의 단절을 순차적인 대기방법인 tree 구조를 적용하였다. 이 두 기법을 동일시간대에 다수의 사용자 접속 시 최적의 부모노드를 빠르게 선택하도록 제안된 tree 구조 방식의 해석결과 mOBCP기법이 TBCP기법에 비해 평균 대기시간이 약 36% 감소하였다.

■ 중심어 : | 오버레이 멀티캐스트 | mOBCP 기법 | TBCP 기법 | 인터넷방송 서비스 |

### Abstract

The overlay multicast that has been recently presented as an alternative for the IP multicast has been getting much attention by the advancement of network techniques to enforce routing in application-levels. In this paper, we verified the efficiency of Internet broadcasting through comparing latency time of TBCP with mOBCP that have distributed Tree-first based spanning-tree structures in overlay multicast techniques. We also propose effective tree structures that minimize latency time and provide competent service by choosing optimum parent nodes early in the base of these two methods over the same time slot in multi-user connection. The results of our comparison showed that average latency time in mOBCP techniques declined by 36% from those of TBCP technique.

■ keyword : | Overlay Multicast | mOBCP | TBCP | Internet Broadcasting Service |

## 1. 서론

인터넷상에서 멀티미디어 데이터 전송이 요구되는 용

용서비스의 수요가 점점 증가함에 따라, IP망을 이용한 인터넷방송(Internet Broadcasting, Webcasting) 서비스 가 통신과 방송의 융합이라는 시대의 한 흐름속에서 주

목받고 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.

인터넷방송을 위한 IP 멀티캐스트(IP Multicast) 기술은 네트워크 자원 및 송신 시스템의 처리용량측면에서 효율적임에도 불구하고 주소할당 문제나, 라우터 관리기술, 라우터 업그레이드 등의 문제에 따라 실제 인터넷망에는 널리 적용되지 못하고 있다. IP 멀티캐스트 메커니즘을 필요로 하는 인터넷 게임이나 인터넷 생방송 등의 그룹 통신에 대한 요구가 높아지면서 멀티캐스트 망이 지원되지 않더라도 그룹 통신을 지원하기 위하여 응용계층에서 세션 내 참가자들을 메시(mesh) 구조나 트리(tree) 구조로 연결하고, 연결된 구조를 통하여 그룹 멤버들간의 데이터 전달을 위한 트리를 구성하여 데이터를 전송하는 TBCP기법과 mOBCP기법등의 오버레이 멀티캐스트(Overlay Multicast) 기술이 등장하고 있다[1][2].

TBCP(Tree Building Control Protocol)기법은 멀티캐스트 그룹을 생성 할 때, 세션에 가입요청을 하는 노드에 대해서 먼저 데이터 경로를 설정한다. 새 멤버의 가입(join)시에 먼저 트리의 소스 루트(source root)에 접속하고, 소스 루트의 자식노드(children node)중 최적의 노드를 선택하며 적절한 부모 노드를 찾을 때까지 탑다운(top-down)방식으로 과정을 반복하는 방식이다[3].

mOBCP(miniOverlay Broadcasting Control Protocol) 기법은 서비스가 가능한 부모노드 리스트인 PPL(Potential Parents List)를 이용하여 세션에 가입하기 원하는 새로운 노드들이 최적의 부모노드를 빠르게 선택하기 위한 트리를 구성하는 방식이다[4]. 본 논문은 Tree-first 방식의 TBCP와 mOBCP 기법을 선택하여 가입과 탈퇴의 전송을 상호 비교함으로써 인터넷방송에서 세션에 가입하고자 하는 새로운 노드의 평균 대기시간을 비교하여 전송 효율성을 평가한다.

## II. 인터넷 방송 서비스

### 1. 서비스 특징과 종류

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

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

생중계 서비스는 동시에 많은 수신자에게 동일한 콘텐츠를 전송하고자 할 때 사용되며, 스포츠 상황 및 실시간 뉴스등 수많은 가입자에 대한 뉴스 및 홍보 매체를 전송하는 서비스를 [표 1]에 나타내었다.

표 1. 인터넷방송 데이터 전송방식별 비교

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

## 2. 전송기술

### 2.1 IP 멀티캐스트

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 라우터들이 DVMRP, PIM-SM/DM, MOSPF와 같은 프로토콜을 이용하여 멀티캐스트 트리를 구성/관리하고 이 트리를 이용하여 자료를 전송한다.

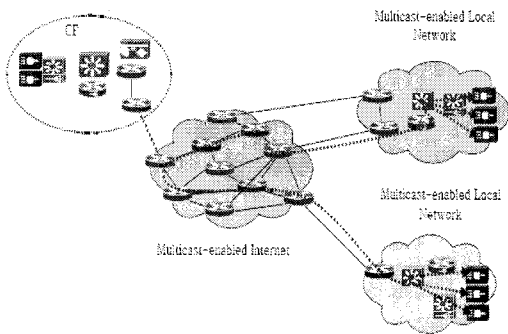


그림 1. IP 멀티캐스트 전송 방식

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[3].

IP 멀티캐스트 방식은 수많은 동시 접속자를 갖는 인터넷 생중계 방송서비스에는 매우 적합한 전송방식인 반면에, 개별 고객에게 특성화된 콘텐츠 및 품질을 제공하는 주문형 방송 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].

### 2.2 오버레이 멀티캐스트

그룹 통신 분야의 연구에서 오버레이 멀티캐스트는 [그림 2]와 [그림 3]과 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. 오버레이 멀티캐스트의 확장성과 효율성은 이들의 분산된 트리의 질에 의해서 영향을 받기 때문

에 그룹의 멤버들간에 효과적인 트리를 구성하는 것이 중요하다.

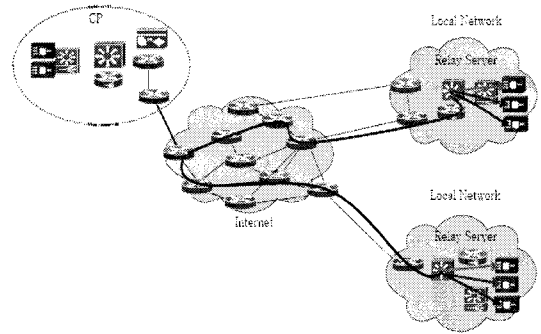


그림 2. 중계기서버 기반 유니캐스트 전송방식

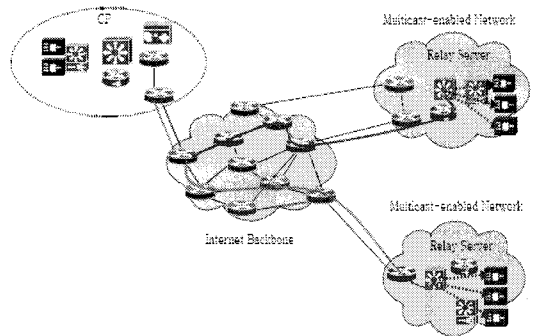


그림 3. 중계기서버 기반 멀티캐스트 중계전송 방식

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 보다는 품질을 보장하기 위해서 반드시 극복해야 할 문제점인 것이다.

### III. 오버레이 멀티캐스트 분산형 트리 구조 해석

본 논문에서는 분산형 트리구조의 Tree-first 방식을 적용하여 인터넷 방송의 생중계 서비스의 경우로 한정하

여 TBCP와 mOBCEP의 장점을 통한 평균 대기시간으로 전송 효율을 비교하고자 한다.

### 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. TBCP는 Tree-first이며, [그림 4]와 같이 새 멤버의 join 시에 근접한 최상의 위치를 알아내서 위치시키는 전략을 가진 분산된 Overlay spanning 트리 구성 프로토콜이다.

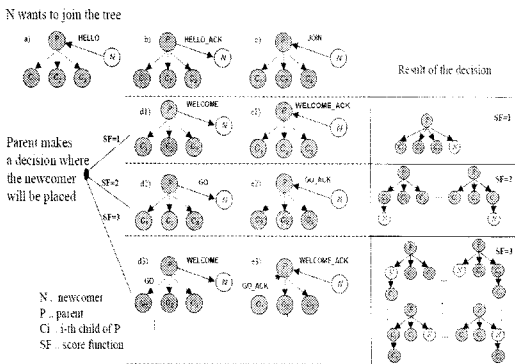


그림 4. TBCP 트리 join 과정

TBCP 기법은 인터넷 방송 시스템에서 동일 시간대에 방송 서비스 세션에 참가하고자 하는 새로운 멤버가 다수일 경우 각각의 새로운 멤버는 먼저 연결 요청한 새로운 멤버가 최적의 부모노드를 찾을 때까지 대기상태에 들어가게 된다. 동일 시간대에 첫 번째 새로운 멤버의 메시지를 처리하는 동안 다른 새로운 멤버들의 메시지는 받지 않는다.

본 논문에서는 TBCP기법에서는 HELLO\_ACK 메시지, RESET 메시지, WELCOM 메시지, 해 메시지를 활용하면서 N, P, Ci의 상호연관성으로 평가하기 위해 다

음 조건을 설정하였다.

- (1) distance  $D(i,j)$ =트리상의 i 와 j 노드 사이의 RTT 값(i 와 j 의 부모로 k 노드가 존재할 경우  $D(i,j) = D(i,k) + D(k,j)$ 와 같이 값을 계산한다.) 이다.
- (2) 평가함수  $= \max \forall M \in dC_i k U N D(P,M)$  여기서  $\{C_i\}$ 는 P의 자식들의 집합이며 N은 새로운 노드를 나타낸다. 이와 같은 평가함수를 사용한다.

### 2. mOBCEP기법의 적용

mOBCEP기법은 [그림 5]와 같이 새로운 노드가 join하여 대기하는 시간을 최소화하면서 가능한 빠르게 부모노드를 찾을 수 있다. 또한 서비스를 받던 기존의 부모노드에 문제가 발생했을 경우 새로운 부모노드를 찾아서 빠르게 다시 서비스가 가능하도록 효율적인 트리를 구성하는 방식이다.

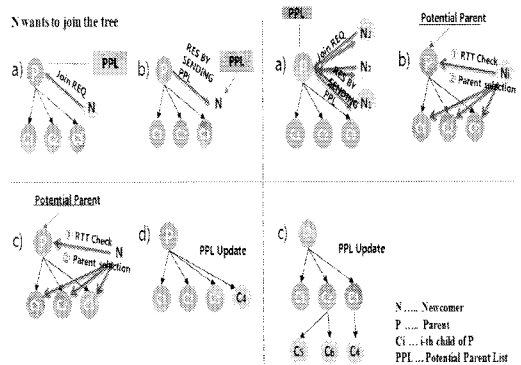


그림 5. mOBCEP 트리 join 과정

mOBCEP 모듈은 서비스 가능한 부모노드 리스트인 PPL(Potntial Parents List)의 정보를 관리하는 기능을 가지고 있으며 세션에 join하기를 원하는 모든 새로운 노드는 join 요청을 소스 루트에 보냄으로서 소스루트로부터 응답메시지와 함께 PPL 리스트를 받게 된다. 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].

mOBBCP의 가입과정은 다음과 같다.

- (1) 방송서비스를 하고자 하는 소스루트는 먼저 자신의 out-degree 상태를 서비스 가능한 부모노드 리스트 PPL에 등록한다. 다음으로 새로운노드가 세션에 가입하기를 원할 경우 새로운 노드는 가입 요청을 소스 루트에 보낸다.
- (2) 소스루트는 가입 요청을 보낸 새로운 노드에게 현재 가지고 있는 PPL 정보를 보냄으로써 응답하게 된다.
- (3) 새로운 노드는 PPL 정보를 받고 최적의 부모 노드를 선택하기 위해 PPL에 등록 되어진 임시 부모 노드와 자신 사이 각각의 RTT 상태를 체크하게 된다.
- (4) 새로운 노드는 가장 최적의 부모 노드를 선택하게 되고, 자신의 여유 out-degree 상태와 선택어진 부모노드의 변경된 out-degree 상태 등 변경된 정보를 소스루트에 보냄으로써 PPL 정보를 최신의 것으로 업데이트 하게 된다. 만약 동일 시간대에 다수의 새로운 노드의 가입 요청을 받았을 때 TBCP에서 수행 되어지는 가입 메커니즘에서는 각각의 새로운 노드는 먼저 가입 요청했던 새로운 노드가 새로운 최적의 부모노드를 찾을 때까지 대기하였다가 순서적으로 처리되는 기법으로서 시간에 민감한 인터넷방송 서비스에는 적합하지 않다.

본 논문에서 적용한 가입 메커니즘에서는 만약 동일 시간대에 다수의 새로운 노드의 가입 요청을 받았을 때, 다음의 절차를 수행한다.

- (1) 소스루트는 다수의 새로운 노드 가입 요청을 동시에 받아들인다. 소스루트는 가입 요청을 보낸 각각의 새로운 노드들에게 현재 가지고 있는 PPL 정보를 보냄으로써 응답하게 된다.
- (2) 각각의 새로운 노드들은 PPL 정보를 받고 최적의

부모 노드를 선택하기 위해 PPL에 등록 되어진 임시 부모 노드와 자신 사이 각각의 RTT 체크를 수행하게 된다.

(3) 에서 각각의 새로운 노드들은 가장 최적의 부모노드를 선택하게 되고, 자신의 여유 out-degree 상태와 선택 되어진 부모노드의 변경된 out-degree 상태 등 변경된 정보를 소스루트에 보냄으로써 PPL 정보를 최신의 것으로 업데이트 하게 된다.

## IV. 환경설정 및 전송 해석

### 1. 시뮬레이션 환경과 파라미터 설정

TBCP기법과 mOBBCP기법의 평균 대기시간에 대한 성능해석을 위하여 NS2(Network Simulator)를 이용하여 GT-ITM의 Transit-Stub 모델을 적용하여 1000개의 노드들로 구성된 네트워크 토폴로지를 생성하였다 [6].

NS2를 적용하여 오버레이 멀티캐스트의 경우 동적인 트리를 생성하기 위해서는 여러 개의 전송계층과 응용계층의 쌍이 1개의 노드에 존재해야 한다. 또한 노드들의 임의적인 가입과 탈퇴를 수행하기 위해서는 기존의 NS2 방식으로 각 노드에 정의된 계층들의 쌍을 설정하기 어렵다[11]. 따라서 본 시뮬레이션 환경은 NS2에서 사용했던 전송계층과 이에 대응한 응용계층의 방식을 수정하여 1개의 응용계층에서 여러 개의 전송계층을 생성할 수 있도록 확장했다. 네트워크 토폴로지를 기반으로 트리를 구성할 수 있는 시간을 15초, 75초로 점점 증가시키면서, 256개의 각 노드가 거의 동시에 실시간 방송 서비스를 요청했을 때 트리를 구성하는 평균 대기시간을 TBCP기법과 mOBBCP기법을 적용하여 상호 비교를 수행하였다.

제한한 Tree-First 알고리즘의 TBCP와 mOBBCP를 Tree-Latency 관점에서 성능을 평가하기 위해 정의한 성능평가 파라미터는 [표 2]와 같다.

표 2. 성능평가 파라미터

	파라미터	설 명
1	version	TBCP 트리 구성
2	version	mOBCP 트리 구성
3	PPL	서비스 가능한 임시 부모 리스트 PPL size (최대 30개)
4	TN	Total Node size 전체 노드 1000개 고정
5	N	동시 접근 최대 256개 노드
6	T	Time 15초, 75초 설정 새로운 노드가 트리를 구성하는데 처리되는 시간
7	D	End 노드의 Out-degree (고정 3개)

2. 전송해석

TBCP 기법의 경우 동일 시간대에 다수의 새로운 멤버들이 가입하기 원하더라도 알고리즘 특성상 순차적으로 대기하여 처리되므로 다음 식(1)을 얻게 된다.

$$W_i = (i-1)T \quad (\text{식 1})$$

$i$ 는 동일 시간대에 가입 요청을 하는 새로운 멤버들이며  $T$ 는 각각의 새로운 노드들이 TBCP 알고리즘을 수행하면서 얻게 되는 처리시간 (가입 요청시간, RTT 체크 수행 시간, 최적의 부모노드 선택시간),  $W_i$ 는 동일 시간대에 다수의 새로운 노드들이 가입 요청을 하였을 때 TBCP 알고리즘을 수행하여 첫 번째 새로운 노드부터 마지막으로 서비스를 받게 되는 새로운 노드까지 걸리는 새로운 노드들의 총 대기시간이 된다.

mOBCP 기법은 동일 시간대에 새로운 노드들이 동시에 가입요청을 할 경우 부모노드가 새로운 노드들 각각에게 PPL 정보를 보내줌으로써  $N$ , RTT의 파라미터를 설정함으로 새로운 노드들 각각은 즉시 최적의 부모 노드를 찾아 가입하는 기능을 수행 할 수 있으므로 멀티캐스트 그룹의 노드 증가에 따른 가입처리 시간의 증가를 줄일 수 있다. 동일 시간대에 새로운 노드들의 가입요청이 몰리는 현상이 발생할 경우 대기시간을 최소한으로 줄이면서 빠른시간 안에 최적의 부모 노드를 선택할 수 있는 다음 (식 2)를 얻을 수 있다.

$$W_i = \text{Max}T_1, T_2, T_3, \dots, T_{i-1} \quad (\text{식 2})$$

$i$ 는 동일 시간대에 가입 요청을 하는 새로운 노드들이며  $T$ 는 각각의 새로운 노드들이 제안하는 mOBCP 알고리즘을 수행하면서 얻게 되는 처리시간(가입 요청시간, PPL 응답시간, RTT 체크 수행 시간, 최적의 부모 노드 선택 시간)이며,  $W_i$ 는 동일 시간대에 다수의 새로운 노드들이 가입 요청을 하였을 때 mOBCP 알고리즘을 수행하여 첫 번째 새로운 노드부터 마지막으로 서비스를 받게 되는 새로운 노드까지 걸리는 총 대기시간이 된다.

이는 동일 시간대에 가입 요청을 한 새로운 노드들 중 가장 대기 시간이 많이 걸린 노드의 대기시간 안에 다른 새로운 노드들은 이미 서비스를 소스루트로부터 받고 있는 상태가 된다.

[그림 6]과 [그림 7]에서는 TBCP와 mOBCP를 256개의 새로운 노드가 동시에 가입요청을 하여 트리를 구성하였을 때 트리 구성 시간을 제한하여, 평균 대기시간의 결과를 분석하였다.

새로운 노드가 가입요청을 소스루트에 한 후에 소스루트로부터 응답메시지를 받고 트리를 구성하는 일련의 알고리즘 루틴을 수행하는데 까지 걸리는 평균 대기시간을 측정하였을 때 [그림 6]과 [그림 7]에서 보듯이 mOBCP 기법이 TBCP 기법에 비해 대기시간이 약 36%의 감소를 보였다. 15초간과 75초간의 성능 평가 결과를 보았을 때 75초간의 트리 구성 시 성능평가 결과가 더욱 더 큰 차이를 보였는데, TBCP 기법이 트리 구성에서 새로운 노드의 동시 가입요청 시 각각의 새로운 노드의 가입요청을 일정시간 제한 한 다음 순차적으로 서비스를 수행하기 때문이다.

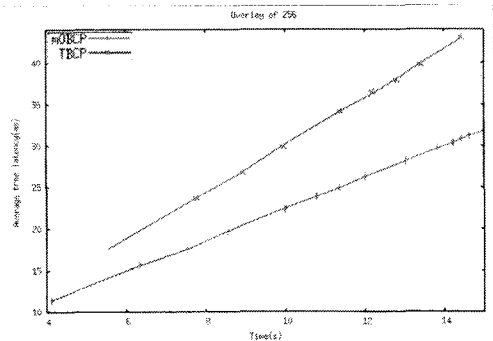


그림 6. TBCP와 mOBCP의 15초간 트리구성 평균 대기시간 비교

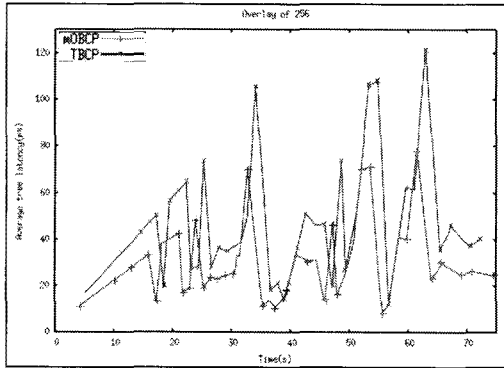


그림 7. TBCP와 mOBCP의 75초간 트리구성 평균 대기시간 비교

V. 결론

본 논문에서는 인터넷의 방송 서비스를 위하여 오버레이 멀티캐스트 기법 중 분산형 트리구조를 가진 TBCP 기법과 mOBCP기법을 상호비교하여 세션 가입절차 및 탈퇴, 노드의 단절을 해석하였다. mOBCP기법이 TBCP 기법보다 서비스를 받고자 대기하는 자식 노드들의 대기 시간을 최소한으로 줄이면서 가능한 빠르게 부모노드를 찾을 수 있다는 것을 시뮬레이션을 통한 성능해석으로 확인하였다. TBCP와 mOBCP를 256개의 새로운 노드가 동시에 가입요청을 하여 트리를 구성하였을 때 트리 구성 시간을 제한하여 평균 대기시간의 결과는 mOBCP 기법이 TBCP기법에 비해 Tree-Latency는 약36% 감소되었으며, 시간이 증가됨에 따라 더 큰 차이를 보였다.

mOBCP기법은 네트워크 라우터의 특별한 지원없이 네트워크에 확산될 수 있다는 장점을 통해 시장에서 요구하는 그룹 통신 서비스를 지원하는 효과적인 솔루션이 될 수 있다. 표준화된 솔루션이 제시되어진다면, 그 확산이 빠르게 이루어질 것이며, 효율적인 인터넷방송 실시간 서비스가 이루어질 수 있을 것으로 예상된다.

Multicast: A Framework for Delivering Multicast To End Users," In Proc. of IEEE INFOCOM, New York, NY, 2002(6).

[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, 2001(8).

[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, 2002(6).

[5] M. Laurent, C. Roberto, and H. David, "An Overlay Tree Building Control Protocol," Proc. of NGC 2001(11).

[6] 남지승, 강미영, 전진한, 손승철, "개인 방송 시스템을 위한 mOBCP 기반의 오버레이 멀티캐스트 트리 구성방안", 한국통신학회논문지, Vol.32 No.8, 2007(8).

[7] S. Conte and R. Hall, "A measure of execution path complexity," Comm. ACM, Vol.31, No.2, pp.188-200.

[8] 강신각, 박주영, "효율적인 인터넷 방송 제공을 위한 RMCP 기술(국제표준 채택/ ETRI)", 통권 91호, TTA 저널, 2005(2).

[9] S. J. Koh, "Specification of Relayed Multicast Control Protocol," Working in Progress in Question 8 of ITU-T SG17. ITU-T SG17 X.rmcp. 2002(11).

[10] 안중식, "CDN(Contents Delivery Network) 기술 동향 및 전망", 디지털행정, 제25권, 제3호, 통권 제 89호, 2002(9).

[11] <http://www.isi.edu/nsnam/ns/ns-topogen.html>

참고 문헌

[1] Z. Beichuan, J. Sugih, and Z. Lixia, "Host

