

# 병렬 미디어 스트리밍 서버 시스템에서의 mOBCP 오버레이 멀티캐스트 기법 적용 방안

양현종\*, 이형옥\*, 남지승\*

\*전남대학교 전자컴퓨터공학과

e-mail:withhyunjong@naver.com

## mOBCP Overlay Multicast Mechanism based on PMSS(Parallel Media Streaming Server) System

Hyun-Jong Yang\*, Hyung-Ok Lee\*, Ji-Seung Nam\*

\*Dept of Electronic and Computer Engineering, Chonnam National University

### 요 약

멀티미디어의 방송 서비스 제공하기 위해서 IP 멀티캐스트의 대안으로써 현재의 인터넷 환경에서도 동시 접속자 수의 제한과 자원 낭비 문제를 효과적으로 해결할 수 있는 다양한 오버레이 멀티캐스트 기법이 제시되고 있다.

본 논문에서는 멀티미디어의 방송 서비스 제공을 위한 병렬 미디어 스트리밍 서버(PMSS : Parallel Media Streaming Server)시스템에 대해 알아보고 오버레이 멀티캐스트 트리 구성 방안으로 분산형 Tree-First 기반의 Spanning tree 구조의 하나인 TBCP기법에 대해 설명하고, TBCP기법의 한계점을 극복하기 위한 오버레이 멀티캐스트 기반의 알고리즘 적용한 효율적이고 향상된 성능을 제공하는 miniOverlay Broadcasting Control Protocol (mOBCP)에 대해 알아본다. 또 제안한 mOBCP 멀티캐스트 기법을 기반으로 PMSS를 이용하여 오버레이 방송 서비스를 제공하는 방안에 제시한다.

성능 비교는 Single 서버와 PMSS로 멀티미디어 방송 서비스를 제공했을 때의 지연시간(Latency)를 비교해 보고 mOBCP기법과 TBCP기법을 PMSS 시스템에서 적용하여 사용자 요구량에 따른 서비스 받는 데 걸리는 지연시간을 비교함으로써 제안된 기법의 효율성을 보여주고 있다.

### 1. 서론

멀티미디어 방송 서비스를 제공하기 위하여 기존에 사용하던 IP멀티캐스트 기법의 대안으로써 다양한 오버레이 멀티캐스트 기법이 제시되고 있다. 오버레이 멀티캐스트 기법은 지연 시간과 대역폭 사용에 있어서 표준화된 인터페이스가 정의되어 있지 않아 응용 서비스의 요구사항에 따라 해당 기법을 선택하여 사용해야 하는 비효율적인 면을 가지고 있는 반면 현재의 인터넷 환경에서도 동시 접속자 수의 제한과 자원 낭비 문제를 효과적으로 해결할 있다는 점에서 다양한 연구가 진행되고 있다.

또한 고용량의 멀티미디어를 방송하기 위하여 오버레이 멀티캐스트 기법 중 분산형 Tree-First 기반의 Spanning tree 구조의 하나인 TBCP기법은 다수의 사용자들에게 방송 서비스를 제공할 경우 다수 사용자들의 동시적 Join 세션 부분과 서비스 노드 경로에서 발생하는 Link Failure를 처리하는데 있어 지연시간이 길어지게 되는 한계점이 드러났다.

전통적인 TBCP는 사용자가 Join 요구를 하였을 때, 부모 노드가 선택되어지고 서비스를 받을 수 있는 상태가 될 때까지 다른 사용자들의 Join처리를 대기시키는 즉, Blocking 상태로 들어가게 된다. 따라서 TBCP 메커니즘

을 적용하여 다수 사용자가 거의 동시에 방송 서비스를 받기 위해 Join 을 요구하였을 때 대기하는 시간이 길어짐에 따라 최악의 상태의 경우 Join 세션 연결이 끊어지는 결과를 초래하게 된다.

물론 방송 서비스를 하는데 있어 적용할 수 있는 기법으로서 전통적인 TBCP기법 뿐 만이 아니라 발표된 다양한 기법들에 대해 연구하고 방송 시스템에 적용해 봄으로써 실제 운용하는데 있어서의 장단점을 발견할 수 있었다. 하지만 본 연구에서 방송 서비스를 하는데 있어서 우선적으로 고려한 부분인 사용자 대기 시간을 최소한으로 줄이면서 가능한 빠르게 서비스 해 줄 수 있는 부모 노드를 찾는 최적의 알고리즘을 적용하는데 어려움을 겪었다.

그래서 새롭게 제안된 mOBCP기반 오버레이 멀티캐스트 기법은 사용자 Join 대기 시간(Joining-Time-Out)과 빠른시간 안에 최적의 부모 노드를 찾는 문제를 해결하는데 중점을 두었다.

본 논문에서는 멀티미디어 방송 서비스를 제공해주기 위하여 병렬 미디어 스트리밍 서버(PMSS)에서의 mOBCP 오버레이 멀티캐스트 기법의 적용 방안을 제시하고자 한다.

본 논문의 구성은 1.2장에서 병렬 미디어 스트리밍 서버에 대해 알아보고 1.3장에 오버레이 멀티캐스트 트리 구

성 기법 중 분산형 Tree-first 기반의 spanning tree 구조인 TBCP기법과 mOBCP기법을 설명한다. 2장에서는 mOBCP 멀티캐스트 기법을 기반으로 PMSS를 이용하여 오버레이 방송 서비스를 제공하는 방안이 제시한다. 3장에서 제시한 방안이 대한 시뮬레이션 환경과 결과에 대해 설명하고 4장에서 결론 및 향후 연구 방향에 관하여 기술한다.

### 1.1 관련연구

Mathy, Canonico, 그리고 Hutchison은 전통적인TBCP에 대한 기초를 확립하였으며 가능한 초기에 가장 좋은 트리를 만드는데 있어서 수렴 시간(convergence time)을 줄이는데 주안점을 두었다[1]. 그러나 새로운 User들이 동시에 Join하기를 원하는 시나리오에서는 TBCP 알고리즘이 좋은 성능을 내지 못했다.

Farinacci 등은 reverse path 개념을 기반으로 한 컨트롤 트리 구성하는 기법을 제안하고 발표하였다[2]. 그러나 제안되어진 컨트롤 트리는 라우터 정보에 의존함에 따라 오버레이 트리 구성 개념과는 맞지 않는다.

Pendarakis 등은 트리 확장성의 한계에 대해 주안점을 두고 설명하고 있다[3]. 즉, 분산되어진 토폴로지의 스패닝 트리(spanning tree)를 만들고, 세션 컨트롤러를 유지하고, 멤버들의 연결 정보를 유지해야 하므로 그룹 멤버쉽들의 전체 정보를 알고 있어야 하며, 또한 mesh 토폴로지의 정보를 알고 있어야만 한다. 더 큰 그룹을 지원하기 위한 분산 기술이 이 기법의 경우엔 제공되어지지 않고 있다.

Francis 등은 Yoid에 대해 설명하면서 관련된 프로토콜에 관해 토의하고 있다[5]. 그러나 점차적으로 트리를 최적화 시키면서 강건한 트리를 만들기 위한 독립적인 메쉬가 필요하다.

Chu는 각 노드들이 그룹 멤버쉽들간의 정보를 유지하기 위해 전체 정보를 알고 있는 유명한 Narada 프로토콜에 대해 소개하고 있다.[4] 모든 프로토콜들은 트리를 구성하기 위한 컨트롤에 대해 계속 연구되어왔지만 개인 방송시스템에 적합한 프로토콜로는 한계점을 지니고 있으므로 mOBCP기법이 제안되었다.[6]

### 1.2 병렬미디어 스트리밍 서버 시스템

병렬 미디어 스트리밍 서버시스템(PMSS)는 크게 Control 서버와 Storage 서버로 구성되어 있다.[9]

Control 서버는 Storage 서버로 관리자가 업로드하는 데이터를 분배, 저장, 재할당 등의 프로세스를 실행하고 해당 미디어 데이터에 대한 관리를 수행한다. 또한 여러 대의 Storage 서버가 있을 경우 비디오 파일을 나누어 각각의 Storage 서버에 분배하고 저장하는 역할을 수행한다. Storage 서버는 이렇게 Control 서버에 의해 분배된 미디어 파일을 사용자가 요구할 때에 전송을 담당한다.

이런 Control 서버와 Storage 서버의 기능적인 분할은 사용자 및 모든 데이터를 관리하는 Control 서버로의 과

도한 부하를 피하기 위함이다. 또한 클라이언트의 경우 데이터의 요구를 Control 서버에게 요청을 하지만 실제적인 데이터의 전송은 Storage 서버로부터 다중의 접속경로로부터 전송받게 된다.

일반 클라이언트는 먼저 Control 서버의 웹서버를 통하여 미디어 데이터의 리스트를 확인하고 사용자 인증 후 서비스 요청을 한다. Control 서버는 클라이언트가 선택한 데이터의 저장구조, 위치 등을 표시한 메타데이터를 클라이언트에게 전송하고 이 메타데이터를 이용하여 클라이언트는 Storage 서버와 다중 접속 경로를 설정하게 되고 동시에 수신 받은 데이터를 조합하여 미디어 파일을 재생하게 된다. 새로운 Storage 노드가 추가되면 Control 서버는 동시 사용자 노드를 전체 시스템에 적용하여 분산하게 된다.

### 1.3 오버레이 멀티캐스트 트리구성 기법

#### 1.3.1 TBCP

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.

호스트들간의 TBCP를 설계하는데 있어서 가장 기본적으로 요구되는 사항은 네트워크에서 호스트간의 정보를 얻을 수 있는 측정값이 필요하다. TBCP는 Tree-First이며, m to 멤버의 join 시에 근접한 최상의 위치를 알아내서 위치시키는 전략을 가진 분산된 Overlay spanning 트리 구성 프로토콜이다.

TBCP기법은 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 block 되게 된다.

#### 1.3.2 mOBCP

New노드들의 대기시간 최소화와 최적의 부모노드를 가능한 빠르게 선택하여 만족스러운 서비스를 받을 수 있는 전체적으로 효율적인시스템 으로서 더 나은 성능을 제공한다.

mOBCP기반 오버레이 멀티캐스트 모듈은 서비스가 가능한 부모노드 리스트인 PPL(Potential Parents List)의 정보를 관리하는 기능을 가지고 있으며 세션에 Join하기를 원하는 모든 New노드는 B\_REQ 메시지를 소스 루트에 보냄으로서 소스루트로부터 응답메시지와 함께 PPL 리스트를 받게 된다. PPL 정보를 받은 New노드는 최적의 부모 노드를 찾기 위해 PPL 정보를 이용하여 체크 루틴을 수행 하게 된다. 최적의 부모노드를 선택하게 된 New노드는 소스루트에 서비스 가능한 자신의 여유 Outdegree

를 등록하고 선택 되어진 부모노드의 여유Outdegree를 삭제하는 PPL의 일련의 정보를 업데이트하게 된다.

PPL의 업데이트 작업은 mOBCP 모듈이 실행되는 동안 아주 중요한 수행작업이며, 이 작업은 모든 New노드들이 부모 노드를 선택하였을 때와 기존의 노드들이 경로가 끊어져서 다시 새로운 부모노드를 찾았을 때 수행되어진다.

2. PMSS를 이용한 오버레이 멀티캐스트 방송시스템

PMSS를 이용한 오버레이 멀티캐스트 방송 시스템은 효율적으로 디자인 되어졌으며 3가지 주요 기술(오버레이 기술, 멀티캐스트 기술, 방송 기술)을 이용함으로써 여러 가지 한계를 극복하도록 구현 되어졌다.

mOBCP 기반의 병렬미디어 스트리밍 서버 시스템의 기본 구성은 다음 (그림 1)과 같다.

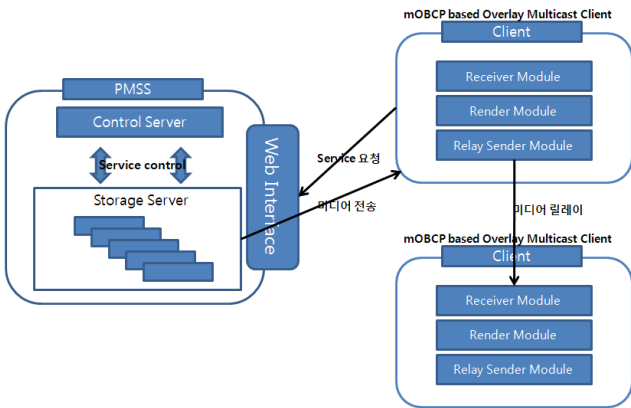


그림 1 mOBCP기반의 PMSS 기본 구성

New 노드가 방송을 보기 위해 Join요청을 하면 mOBCP 오버레이 멀티캐스트 모듈은 New 노드에게 요청에 대한 응답을 하고 New 노드가 최적의 부모 노드를 선택했을 경우 트리를 생성하고, 컨트롤하고 그룹을 관리하는 담당을 하게 된다. mOBCP 오버레이 멀티캐스트 모듈과 방송국은 서비스 개시를 위해 서로 통신을 하며 mOBCP 오버레이 멀티캐스트 모듈은 New 노드들의 세션을 위한 Join을 처리할 수 있으며, New 노드들이 최적의 부모 노드를 빠른 시간 안에 선택할 수 있게 PPL(Potential Parent List)이라 불리는 정보를 관리하고 있다. New 노드들은 세션 Join 요구를 하였을 때 mOBCP 모듈로부터 응답 받을 시 PPL 정보를 함께 받으며 PPL 정보를 받은 New 노드들은 PP(Potential Parent)를 각각 RTT 체크루틴을 수행함으로써 적절한 부모를 선택하게 된다.

오버레이 방송 시스템에서 세션에 대한 구조는 (그림 2)에서 보여주고 있다. 만약 New 노드가 방송 세션에 참가하려고 하면 먼저 New\_B\_REQ(New Client Broadcast Request) 메시지를 PBS(Personal Broadcast Station)에 전송한다. 그러면 mOBCP기반 오버레이 멀티캐스트 트리 관리 모듈은PBS에 속한 모듈로서 New\_B\_REQ를 받은 PBS는 mOBCP 모듈을 이용하여 New 노드에게 서비스가

가능한 부모 노드 리스트인 PPL을 응답 메시지와 함께 보내게 된다. PPL 정보를 받은 New 노드는 RTT 체크 루틴을 수행하여 최적의 부모노드를 선택함으로써 성공적으로 Join하게 된다.

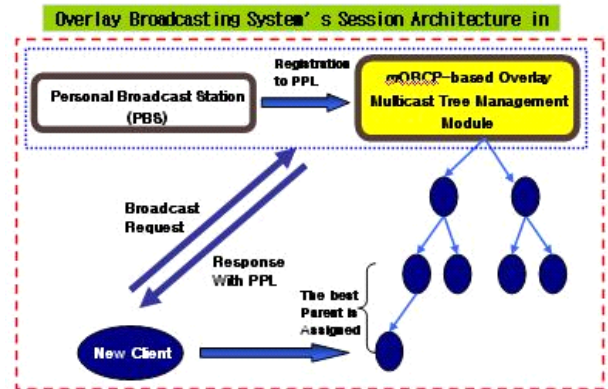


그림 2 오버레이 방송 시스템의 세션 구조

New 노드는 선택한 부모 노드에 성공적으로 Join 했다는 메시지를 PBS에 보내게 되며, 방송국의 서버 모듈인 mOBCP기반 오버레이 멀티캐스트 트리 관리 모듈은 반드시 PPL 정보를 업데이트 하여야 한다.

이에 따라 New 노드가 서비스를 요청하고 미디어 전송을 받기까지의 지연시간을 다음과 같은 식으로 유도해 볼 수 있다.

$$T \cong \frac{N}{M} \times \left( \frac{F}{B} \times (Tl + Tb + Td + Ta) + Tr \right) \quad (식1)$$

T	총 대기시간
N	미디어 file의 개수
M	병렬 서버 개수
F	미디어 file의 크기
B	storage 서버의 block 크기
Tl	한 block이 메인메모리에 load되는 시간
Tb	client에 한 block이 전송되어지는 시간
Td	client가 미디어 파일을 display하는 시간
Ta	서버에 acknowledge를 보내는 시간
Tr	client로부터 New노드 join요청 받는 시간

3. 성능 분석

성능분석은 mOBCP 기반의 병렬미디어 스트리밍 서버시스템의 성능을 평가하기 위하여 GT-ITM[9]의 Transit-Stub 모델을 적용하여 100개의 노드들로 구성된 네트워크 토폴로지를 생성하였다. 구성된 네트워크 토폴로지를 기반으로 트리를 구성할 수 있는 시간을 75초로 하여 노드들이 동시에 서비스를 요청하였을 때 트리를 구성하는 평균 Latency를 구하였다. 그리고 구성된 네트워크 토폴로지를 기반으로 하여 호스트 수에 따른 TBCP와 mOBCP의 지연시간을 비교해 보고 단일 미디어 스트리밍 서버를 이용하였을 때와 지연시간을 비교해 봄으로써 성능평가를 실시하였다.

2장에서 유도해낸 공식을 이용하여 New노드가 join하

여 미디어를 전송받기 위해 TBCP와 mOBCP의 차이는 Tr 부분에 있음을 알 수 있다.

여기서 TBCP의 Tr에 쓰이는 값은

$$Tr_{TBCP} = (i-1)T \quad (\text{식 2})$$

mOBCP의 Tr에 쓰이는 값은

$$\omega_i = \text{Max } T_1, T_2, T_3, \dots, T_{i-1} \quad (\text{식 3})$$

임을 1장을 통하여 알 수 있었다.

먼저 PMSS의 성능을 알아보기 위해 New노드가 join 요청을 하였을 시 서비스를 받게 되는 지연시간을 Single 서버와 비교하여 다음 (그림 3)과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

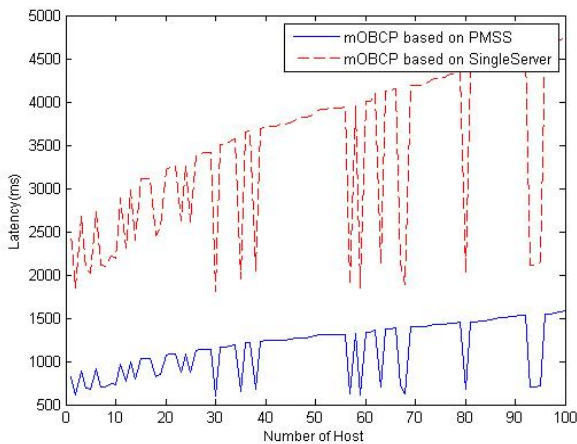


그림 3 PMSS와 단일 서버의 지연시간 비교

그리고 mOBCP기반의 PMSS의 성능을 알아보기 위해 TBCP기반의 PMSS에서의 지연시간과 비교하여 다음 (그림 4)과 같은 결과를 얻을 수 있었다.

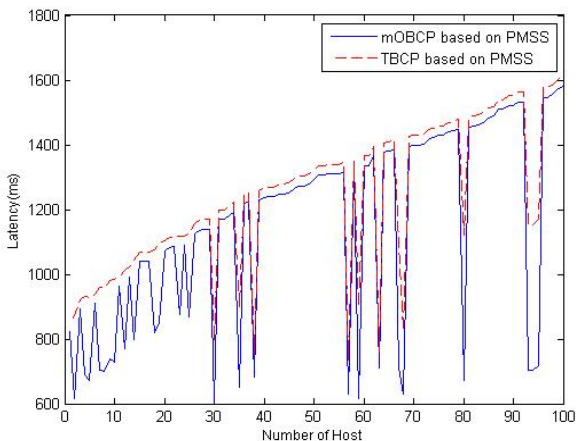


그림 4 mOBCP와 TBCP의 성능 비교

#### 4. 결론 및 향후 전망

본 논문에서는 오버레이 멀티캐스트 기법 중 분산형 트리구조를 가진 TBCP기법과 mOBCP기법을 상호 비교하여 세션 가입 절차 및 탈퇴, 노드의 단절을 알아볼 수 있었다. mOBCP기법이 TBCP 기법보다 서비스를 받고자

대기하는 자식 노드들의 대기 시간을 최소한으로 줄이면서 가능한 빠르게 부모노드를 찾을 수 있다는 장점이 있음을 알 수 있었다.

그리고 mOBCP 기법을 병렬 미디어 스트리밍 서버시스템에 적용해 보고 TBCP기법과 비교해 봄으로써 PMSS를 이용한 mOBCP 오버레이 멀티캐스트의 성능을 확인할 수 있다. 그리고 오버레이 멀티캐스트 기법은 네트워크 라우터의 특별한 지원 없이 네트워크에 확산될 수 있다는 장점을 통해 시장에서 요구하는 그룹 통신 서비스 및 인터넷 방송 시스템에 효과적인 솔루션이 될 수 있다. 표준화 된 솔루션이 제시되어진다면, 그 확산 속도 또한 매우 빠르게 이루어 질 것이며 효율적인 인터넷 방송 실시간 서비스가 이루어 질 것으로 예상된다.

#### 참고문헌

- [1] Mathy, L., Canonico, R., Hutchison, D.: An Overlay Tree Building Control Protocol. In: Crowcroft, J., Hofmann, M. (eds.): NGC. Lecture Notes in Computer Science, Vol. 2233. Springer-Verlag, Berlin Heidelberg (2001) 7687
- [2] Farinacci, D., Lin, A., Speakman, T., Tweedly, A.: Pretty Good Multicast (PGM) Transport Protocol Specification. Internet Draft draft-speakman-pgm-spec-00. IETF (1998)
- [3] Zhi Li and Prasant Mohapatra, "Hostcast: A New Overlay Multicasting Protocol", IEEE Int. Communications Conference(ICC) 2003.
- [4] Chu, Y-H., Rao, S., Zhang, H.: A Case for End System Multicast. In ACM SIGMETRICS 2000, Santa Clare, CA, USA (June 2000) 1-12
- [5] Francis, P.: Yoid: Extending the Internet Multicast Architecture. Technical Report, ACIRI, (Apr 2000)
- [6] 강미영, 진진한, 손승철, 남지승 "개인 방송 시스템을 위한 mOBCP 기반의 오버레이 멀티캐스트 트리 구성 방안", 한국통신학회논문지, Vol.32, No.8, 2007(8)
- [6] 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.
- [7] Minseok Kwon and Sonia Fahmy, "Topology-Aware Overlay Networks for Group Communication", In Proceedings of the ACM NOSSDAV, May 2002.
- [8] David A. Helder and Sugih Jamin, "End-host multicast communication using switch-trees protocols", In Proc. GP2PC, Berlin, Germany, May 2002.
- [9] 이민홍, 김길배, 김우석, 박혜령, 남지승 "PMSS 시스템에서 클라이언트/서버 간 서비스 모델의 성능 분석", 정보통신논문지 Vol.6, No.1 2002(12)