

---

# 망 효율성을 고려한 P2P 스트리밍 시스템 설계 및 구현

홍승길\* · 박승철\*\*

A Design and Implementation of a P2P Streaming System with Considering Network Efficiency

Seung-gil Hong\* · Seung-chul Park\*\*

---

이 논문은 2013년도 한국기술교육대학교 교육연구진흥비를 지원받았음

---

## 요 약

P2P 오버레이 네트워크는 높은 확장성과 저렴한 비용 등을 장점으로 가지고 있어 이 구조를 활용하여 멀티미디어 서비스를 제공하는 P2P 스트리밍 기술에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만, P2P 오버레이 구조는 일대다 유니캐스트의 형태로 데이터를 전달하기 때문에 많은 네트워크 트래픽을 유발시키는 단점을 지니고 있다. 이에 따라 본 논문에서는 ISP여부와 물리적 지역정보를 활용하여 부모노드를 선택함으로써 네트워크 트래픽을 적게 유발시킬 수 있는 부모노드탐색기법을 제안하고, 이를 탑재한 P2P 스트리밍 시스템을 구현하여 제안 기법 실현 가능성을 검증한다. 구현한 P2P 스트리밍 시스템을 평가하기 위해 임의의 ISP와 지역을 갖는 노드들에 대해 RTT와 Hop count를 측정하여 동일 ISP일 경우 약 32% 적은 RTT와 약 17% 적은 Hop count를 보임을 확인하였다.

## ABSTRACT

Recently, many researches on P2P overlay network-based multimedia streaming services have been actively performed because of their high scalability and cost-efficiency advantages. However, P2P overlay networks also have the shortcoming of generating higher traffic owing to their unicast-based one-to-many multimedia deliveries. In order to reduce the traffic generated by the P2P streaming overlay network, we propose an ISP and locality-based parent node discovery method and check its feasibility through an implementation of a prototype streaming system. The measurement of RTTs and hop counts for random nodes having different ISPs and localities shows the proposed method to be able to shorten about 32% RTTs and about 17% Hop counts.

## 키워드

P2P 스트리밍, 오버레이 네트워크, 멀티미디어 스트리밍

## Key word

P2P streaming, overlay network, multimedia streaming

---

\* 준회원 : 한국기술교육대학교 (주저자)

\*\* 정회원 : 한국기술교육대학교 (교신저자, sopark@kut.ac.kr)

접수일자 : 2012. 10. 30

심사완료일자 : 2012. 11. 19

**Open Access** <http://dx.doi.org/10.6109/jkiice.2013.17.3.567>

©This is an Open Access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License(<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0/>) which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.  
Copyright © The Korea Institute of Information and Communication Engineering.

## I. 서 론

인터넷 서비스 품질이 개선되고, 멀티미디어 콘텐츠에 대한 사용자의 요구가 증대됨에 따라 멀티미디어 스트리밍 서비스에 대한 관심이 높아지고 있다. 전통적인 서버-클라이언트구조는 서버의 가용 능력에 따라 수용 가능한 클라이언트의 개수가 제한되는 확장성의 문제를 안고 있어 많은 양의 대역폭을 필요로 하는 멀티미디어 스트리밍 서비스에 적합하지 않다. 이에 따라 현재 멀티미디어 스트리밍 서비스는 특정 ISP(Internet Service Provider)에 의해 제공되는 IP 멀티캐스트구조와 특정 서비스 제공자에 의해 제공되는 CDN(Content Delivery Network) 구조, 서비스에 참여하는 사용자의 자원을 활용하는 P2P 오버레이구조를 통해 서비스 되고 있다. IP 멀티캐스트 구조와 CDN 구조는 특정 ISP 혹은 서비스 제공자에 의해 한정적으로 서비스 된다는 점과 확장성 등의 문제로 최근에는 P2P 오버레이 구조가 주목 받고 있다[1].

P2P 오버레이 구조는 서비스에 참여하는 사용자의 프로세싱 자원 및 네트워크 자원을 데이터 전달에 활용함으로써, 서비스에 참여하는 사용자가 늘어날수록 활용 가능한 자원이 늘어나기 때문에 높은 확장성을 가지고 있다. 반면, P2P 오버레이구조의 본질적인 특성으로 인해 실시간 멀티미디어 스트리밍 서비스를 하기 위해서는 다음과 같은 사항에 관한 해결을 필요로 한다.

첫째, P2P 오버레이구조는 End-to-End 간 유니캐스트 전송 방식의 중첩된 형태로 오버레이 멀티캐스트방식을 사용하기 때문에 멀티미디어 서비스 제공자로부터 사용자까지의 데이터 전달 지연시간이 길어지는 문제가 있다.

둘째, 서비스에 참여하던 사용자가 임의로 종료될 경우 오버레이구조의 변경으로 인해 지속적인 스트리밍 서비스를 제공하기 힘든 문제가 있다.

셋째, 첫째와 같은 원인에서 경우에 따라 과도한 망 트래픽을 유발시키는 문제점이 있다.

이러한 과제를 해결하고 요구사항을 만족시키기 위해, 데이터 전달 지연시간을 최소화하기 위한 P2P 오버레이 구조를 어떻게 형성할 것인지에 대한 P2P 오버레이 구조연구, 피어의 chum 현상에 강건하기 위한 P2P 오버레이 구조 강건화에 관한 연구가 활발히 진행되어 왔다. 반면, 망 트래픽 유발 최소화에 관한 연구는 상대적으로

으로 활발하게 진행되지 않고 있다. 오늘 날 P2P 오버레이 구조의 트래픽은 전체 망 트래픽의 65%이상을 유발시키는 것으로 추정된다[2]. P2P 오버레이 구조가 트래픽 문제를 유발시킴에 따라 몇몇 ISP업체에서 P2P 트래픽을 제한하는 등 망 중립성의 문제까지 야기되고 있다. 이에 따라, 본 논문에서는 망 트래픽을 효율적으로 저하, 분산시키는 P2P 오버레이 기반 멀티미디어 스트리밍 기법을 제안하고자 한다.

본 논문은 1장 서론에 이어, 2장에서는 기존 P2P 오버레이 구조에 관한 관련 연구의 분석, 3장에서는 본 논문에서 제안하는 망 효율적인 부모노드탐색 기법, 4장에서는 망 효율적인 부모노드탐색 기법을 탑재하여 본 논문에서 구현한 P2P 스트리밍 시스템의 구성, 5장에서는 P2P 스트리밍 시스템 주요 동작, 6장에서는 P2P 스트리밍 시스템의 구현 결과를 소개하고, 7장에서는 제안하는 노드탐색기법의 성능을 평가 및 검증하고, 8장에서 결론을 맺는다.

## II. 관련 연구

기존의 P2P 스트리밍 오버레이 구조에 관한 연구는 크게 트리(tree)방식과 메쉬(mesh)방식으로 구분할 수 있다[3]. 메쉬방식의 P2P 오버레이 구조에서는 전달하고자 하는 데이터를 일정한 청크(chunk)로 분할하고 필요로 하는 청크의 위치를 파악하기 위해 이웃노드간 버퍼맵을 교환함으로써 보유한 청크 정보를 공유한다. 버퍼맵의 정보에 따라 필요로 하는 청크를 이웃노드에게 요청하여 전달받으며, 자신이 보유한 청크를 필요로 하는 이웃노드가 해당 청크를 요청할 경우 전달한다. 메쉬구조는 여러 이웃노드로부터 청크를 전달받을 수 있으므로 임의의 노드의 이탈현상에 대해 강건한 장점을 가진다. 그러나, 청크의 전달과정에서 버퍼맵의 교환, 요청-전달의 PULL방식에 기반 함으로써 제어메시지의 오버헤드가 높으며, 데이터복원을 위한 일정량의 청크를 수신하였을 시에 데이터를 사용할 수 있어 스트리밍 응용에서 지연시간이 길어지는 단점이 있다.

트리방식의 P2P 오버레이 구조에서는 응용에 참여하는 노드들을 일정한 규칙에 맞추어 트리구조에 배치한 후 구축된 트리 경로를 따라 데이터를 전달하는 구조이다. 트리방식에서는 데이터의 전달과정이 트리구조 구

측 후에는 요청과정 없이 전달이 이루어 질 수 있는 PUSH방식에 기반 함으로써 제어메시지의 오버헤드가 적고, 스트리밍 응용에서 지연시간이 적게 발생할 수 있는 장점을 가진다. 반면 서비스의 품질이 부모노드에 종속적이며, 서비스에 참여하는 노드들의 churn현상이 빈번하게 일어날 경우 잦은 트리구조의 변경으로 인해 서비스의 품질이 저하될 수 있는 단점을 가진다. 이에 따라, 트리방식의 P2P 오버레이구조에 관한 기존의 연구는 좋은 서비스 품질을 제공할 수 있는 부모노드를 선택하는 방법과 노드의 churn현상에 강건하기 위한 방법에 관하여 초점을 맞추고 있다.

좋은 서비스 품질을 제공할 수 있는 부모노드를 선택하는 방법에 관한 연구는 [4]에서 제안한 후보부모노드와 지연시간측정을 통해 가장 적은 지연시간을 가지는 부모노드를 선택하는 방법, 랜드마크 서버집합과의 지연시간을 측정하는 방법과 CDN의 리다이렉션 정보를 부모노드 선택에 활용하는 방법 등 다양한 연구가 진행되어 왔다[5][6]. 서비스에 참여하는 노드들의 임의적 이탈에 강건하기 위한 연구는 [7][8]에서 복수의 트리를 생성하여 분할된 경로로 데이터를 수신함으로써 특정 노드의 churn현상으로 인해 발생하는 전체 트리구조의 손상을 분산하는 방법 등이 제안되었다. 그러나 P2P 스트리밍에서 트래픽 발생을 저하하고 분산하기 위한 방법에 대한 연구는 아직 제대로 이뤄지지 않고 있다.

본 논문에서는 서비스에 참여하는 노드의 ISP정보와 물리적 지역정보를 활용함으로써 망 트래픽을 저하 및 분산시킬 수 있는 부모노드 선택기법을 제안하고, 이를 바탕으로 설계 및 구현한 실시간 스트리밍 시스템을 소개한다.

### III. 망 효율적인 부모노드탐색 기법

본 논문에서는 P2P 스트리밍 시스템에서 망 트래픽을 저하 및 분산시킬 수 있는 부모노드를 선택하는 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 후보 부모노드 중 ISP가 동일하며 지역적으로 가까운 노드를 부모노드로 선정함으로써 망 트래픽의 저하 및 분산을 목적으로 한다. 제안된 기법의 부모노드 탐색절차는 다음과 같다.

1. 신입노드는 제어서버에게 자신의 ISP정보와 지역정보를 제공한다. 신입노드는 KISA에서 제공하는 whois

API[9]를 활용하여 자신이 속한 AS정보를 알아내며, AS 테이블을 통해 자신이 속한 ISP정보를 얻는다. 또한 지역정보는 모바일노드의 경우 GPS정보를 활용하며, 이동하지 않는 PC등 고정노드는 사전 입력된 위치정보를 활용한다.

2. 제어서버는 멤버쉽테이블로부터 아래의 식 (1)과 식 (2)를 만족하는 1차 후보부모노드집합을 결정한다. 멤버쉽테이블은 P2P 멀티미디어 스트리밍 시스템에 참여하는 모든 노드의 잔여대역폭, 중단누적지연시간, 자식노드의 수, 부모노드정보, ISP정보, 지역정보 등을 관리하는 테이블이다.

$$Latency_{PPN}^{ON} \leq Latency^{bound} \quad (1)$$

$$PPN_{bandwidth}^{uplink} \geq Stream_{bandwidth} \times CN^m \quad (2)$$

식 (1)에서  $Latency_{PPN}^{OP}$ 은 근원노드 ON(Origin Node)로부터 잠재부모노드 PPN(Potential Parent Node)까지의 중단 지연시간이며,  $Latency^{bound}$ 은 서비스 응용에서 요구하는 지연시간의 한계이다. 각 노드간 지연시간은 RTT(Round-Trip Time)을 반으로 나눈 값을 사용한다. 식 (2)에서  $PPN_{bandwidth}^{uplink}$ 은 PPN의 업로드 대역폭이며,  $Stream_{bandwidth}$ 은 서비스 응용의 스트림 대역폭,  $CN^m$ 은 PPN이 이미 수용하고 있는 CN의 수이다.

3. 식 (1)과 식 (2)를 만족하는 2단계 후보부모노드중에서 다음의 식 (3)을 만족하는 2단계 후보부모노드 집합을 선정한다.

$$Latency_{PPN}^{OP} + Latency_{JN}^{PPN} \leq Latency^{bound} \quad (3)$$

식 (3)에서  $Latency_{JN}^{PPN}$ 은 잠재부모노드와 신입노드 JN(Join Node)과의 지연시간이다.

4. 제어서버는 신입노드가 제공한 지역정보와 멤버쉽테이블을 통해 각 후보부모노드와 신입노드 사이의 물리적 거리를 산출하고, 신입노드가 제공한 ISP정보와 멤버쉽테이블을 통해 각 후보부모노드와 신입노드가 동일 ISP에 속해있는지를 판별한다.

5. 제어서버는 4에서 구분한 정보를 바탕으로 ISP동일여부와 물리적 거리를 통해 부모노드를 확정한다. ISP가 동일한 후보부모노드가 존재할 경우 ISP가 동일 후보

부모노드 중 물리적 거리가 가장 적은 노드를 선택하며, ISP가 동일한 후보부모노드가 존재하지 않는 경우 물리적 거리가 가장 적은 노드를 선택한다.

#### IV. P2P 스트리밍 시스템 설계

본 논문에서 구현한 P2P 스트리밍 시스템은 싱글 트리 방식을 기반으로 그림 1와 같이 채널서버, 개인 방송자, 개인 방송국, 협력 중계국, 시청자로 구성된다.

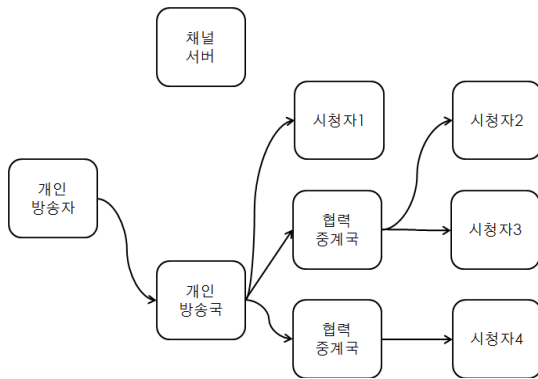


그림 1. 시스템 구조도  
Fig. 1 System architecture

이 시스템은 스마트 폰을 사용하는 개인 방송자가 스마트 폰을 사용하는 시청자에게 멀티미디어 스트리밍 서비스를 제공하기 위한 시스템이다. 개인 방송자는 자신의 PC로 동작되는 개인 방송국에 멀티미디어 스트림을 전달하고, 개인 방송국은 시청자에게 혹은 협력 중계국을 통해 개인 방송자로부터 전달받은 멀티미디어 스트림을 전달하는 구조이다.

**개인 방송자:** 개인 방송자는 멀티미디어 스트림 서비스를 제공하고자 하는 참여자로서, 스트리밍 트리구조의 루트에 위치한다.

**개인 중계국:** 스마트폰 사용자가 소유한 PC로써 스마트폰 사용자의 역할에 따라 개인 방송국 혹은 협력 중계국으로써의 역할을 수행한다.

**개인 방송국:** 개인 방송국은 전체 스트리밍 트리의 구축 및 유지에 대한 책임을 가진다.

**협력 중계국:** 협력 중계국은 방송에 참여하는 시청자의 개인 중계국으로써, 멀티미디어 스트림을 재전달하는 역할을 수행한다.

**시청자:** 시청자는 개인 방송자의 서비스를 이용하고자 하는 참여자로서, 자신의 PC를 협력 중계국으로써 방송 서비스에 기여를 하는 협력 시청자와 그렇지 않은 일반 시청자로 분류되며, 스트리밍 트리구조의 중단에 위치한다.

**채널 서버:** 채널 서버는 현재 가용중인 방송들의 리스트 정보를 제공하고 개인 방송국, 협력 중계국, 개인 방송자 및 시청자들의 정보를 관리하는 서버이다.

#### V. P2P 스트리밍 시스템 주요 동작

본 장에서는 P2P 스트리밍 시스템의 주요 절차 및 동작에 대해 설명한다.

**개인 중계국 등록:** 자신의 PC를 사용하여 개인 방송국을 개설할 사용자들은 채널 서버에 자신의 PC를 개인 중계국으로 등록한다. 등록된 개인 중계국은 자신이 방송을 개설하고자 할 때 자신의 개인 방송국 역할을 하고, 자신이 허락하는 경우 다른 개인 방송국의 협력 중계국으로 사용될 수 있다. 필요한 경우 사용자는 다른 사용자의 개인 중계국을 자신의 개인 방송국으로 빌려 사용할 수도 있다. 개인 중계국은 등록 시 대역폭 측정서버와 대역폭 측정을 통해 자신의 대역폭을 측정한다. 대역폭 측정 서버는 이미 등록이 완료된 개인 중계국 또는 채널서버에 구축한다.

**P2P 오버레이 네트워크 구축:** 방송을 개설할 사용자는 자신의 개인 중계국으로부터 방송을 중계할 오버레이 네트워크를 채널 서버에 등록된 개인 중계국들을 사용하여 구축한다. 얼마나 많은 수의 개인 중계국을 사용하여 오버레이 네트워크를 구축할지는 오버레이 구축에 동의한 개인 중계국의 수와 시청자 규모 등에 의해 결정된다. 본 논문은 망 트래픽을 저하 및 분산시킬 수 있는 부모노드 선택에 초점을 맞추고 있으므로 구체적인 중계국 사용 동의 절차와 오버레이 네트워크 구축 방법에 대한 설명은 생략한다.

**방송 개설:** 방송 개설을 원하는 개인 방송자는 방송 개설을 위한 방송 정보를 채널 서버에게 전송하여 방송

개설을 요청한 후 멀티미디어 스트림을 방송할 준비를 한다. 방송 개설 요청을 받은 채널 서버는 해당 방송을 방송 채널에 등록하고 개인 방송자와 같은 식별자로 노드 등록이 된 개인 방송국에게 개인 방송자로부터 전달받은 정보와 함께 개인 방송자의 IP주소를 전달한다. 개인 방송국은 채널서버에게 전달 받은 개인 방송자의 IP주소에 접속하여 개인 방송자의 멀티미디어 스트림을 전달 받아 구축된 오버레이 네트워크를 통해 방송을 개시한다.

**방송 시청 :** 방송 시청을 원하는 시청자는 채널서버의 방송리스트 중 원하는 방송을 선택하여 방송 시청 요청을 한다. 방송 시청 요청을 받은 채널 서버는 시청자가 요청한 방송의 개인 방송국 IP주소를 시청자에게 전달한다. 개인 방송국의 IP주소를 전달받은 시청자는 개인 방송국에 접속하여 자신에게 미디어 스트림을 전달해 줄 개인 중계국의 IP 주소를 안내받고, 해당 IP 주소의 개인 중계국에 접속하여 미디어를 시청하게 된다. 이 때 개인 중계국의 선택은 III장에서 제안한 망 효율적인 부모노드 탐색 절차에 따라 이루어진다.

그림 2는 방송 및 시청을 위한 스마트폰 단말의 노드 등록을 위한 화면과 노드 등록을 마친 후의 화면이다. 식별자인 자신의 휴대폰 번호를 통해 노드 등록을 하며, 노드 등록 후에는 방송하기 혹은 시청하기의 메뉴가 주어진다.

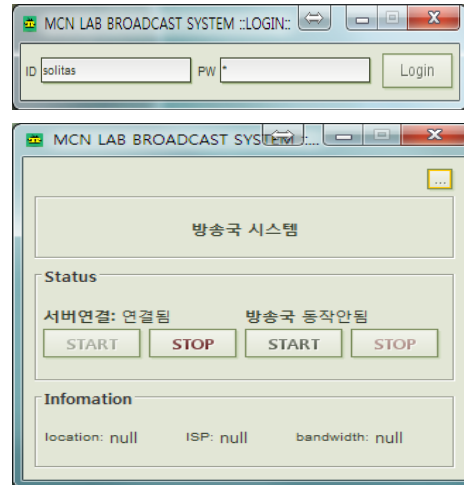


그림 3. 개인 중계국 단말의 노드 등록  
Fig. 3 Resistration of PC node

## VI. P2P 스트리밍 시스템 구현 결과

본 장에서는 본 논문에서 제안한 P2P 스트리밍 시스템을 실제 구현하고 이에 대한 결과를 제시한다.

그림 3은 개인 중계국의 역할을 수행하는 PC 노드의 노드 등록을 위한 화면과 노드 등록을 마친 후의 화면이다. 식별자인 휴대폰 번호를 통해 노드 등록을 마치면 개인 방송국 혹은 협력 중계국으로써의 상태를 화면에 출력한다.

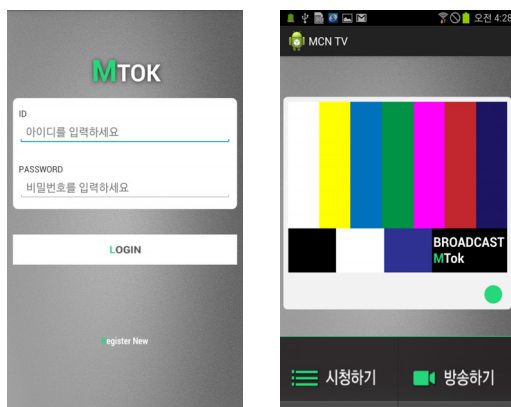


그림 2. 방송 및 시청 단말의 노드 등록  
Fig. 2 Resistration of mobile node

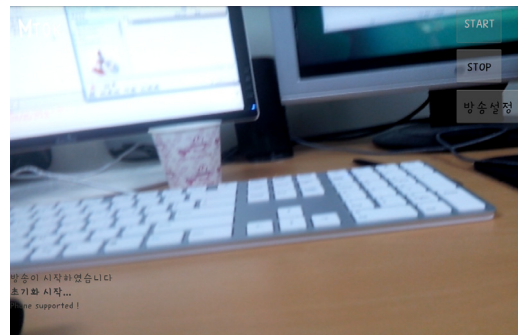


그림 4. 방송개설(개인 방송자)  
Fig. 4 Broadcast setup

그림 4는 그림 2에서 방송하기를 선택했을 경우의 화면이다. 방송하기 버튼을 클릭하는 즉시 방송자의 개인 중계국이 개인 방송국이 되어 오버레이 네트워크 구축이 완료되고, 채널 서버는 해당 식별자와 같은 식별자로 노드 등록이 된 개인 방송국에게 방송 시작을 알린다. 이 단계에서 사용자는 오버레이 네트워크 구축을 위한 개인 중계국을 선택할 수도 있다.



그림 5. 방송시청  
Fig. 5 Broadcast join

그림 5는 그림 2에서 시청하기를 선택했을 경우의 화면이다. 현재 개설되어 있는 방송의 리스트를 채널서버로부터 수신 받아 화면에 출력한다. 사용자는 해당 리스트에서 원하는 방송을 클릭하여 방송을 시청할 수 있다. 원하는 방송을 선택할 경우 채널 서버는 선택된 방송의 개인 방송국의 IP주소를 시청자에게 전달하며, 시청자는 개인 방송국의 IP주소에 방송 입장 요청을 한 후, 개인 방송국의 제어에 따라 적합한 개인 방송국 혹은 협력 중계국으로부터 멀티미디어 스트림을 전달 받음으로써 방송시청을 하게 된다.

### VII. ISP, 물리적 지역과 트래픽과의 상관관계 Skitter측정을 통한 성능평가

이 장에서는 제한한 망 효율적인 부모선택기법과 이를 탑재한 P2P 스트리밍 시스템의 트래픽 발생절감효과에 대한 성능평가 결과를 소개한다. P2P 스트리밍 시스

템에서 유발되는 트래픽의 총량은 각 노드 간 데이터를 교환함으로써 발생한 트래픽의 총합으로 나타낼 수 있다. 따라서 각 노드 간 데이터 교환에서 발생한 트래픽이 줄어들은 전체 P2P 스트리밍 시스템에서 발생한 트래픽이 줄어들므로 볼 수 있다. 본 논문에서는 ISP와 물리적 지역성 여부에 따라 각 노드 간 트래픽 발생량의 정도를 비교 분석하였다.

실험 방법으로는 ISP 및 물리적 지역정보와 트래픽 발생과의 상관관계를 능동적 측정방법인 Skitter 방식에 기초하여 측정 및 분석하였다[10]. Skitter 방식은 CAIDA 그룹에서 제시한 망 트래픽 측정 시스템으로 인터넷 토폴로지와 성능을 분석하기 위해 인터넷 측정 패킷을 투입하여 그 패킷을 관찰하며, 측정 요소로써 IP path, RTT 등이 있다. 본 연구에서는 Skitter방식에 기초하여 임의의 ISP 및 지역을 갖는 노드들에 대해 RTT와 Hop Count를 측정하였다.

그림 6은 측정 대상 노드들의 ISP별 평균 RTT를 나타내는 것으로 동일 ISP인 대상 노드와의 RTT 평균 13.3ms, 임의의 노드와의 RTT 평균 19.5ms로 동일 ISP의 노드와의 RTT는 임의의 노드와의 RTT 보다 평균적으로 약 32% 적게 발생함을 알 수 있다.

그림 7은 ISP와 Hop Count의 상관관계를 나타내는 것으로 동일 ISP인 대상 노드로의 Hop Count는 평균 11.9Hop, 임의의 노드와의 Hop Count는 평균 14.3Hop으로 동일 ISP인 노드와의 Hop Count는 임의의 노드와의 Hop Count보다 약 17%정도의 적은 Hop을 거침을 알 수 있다.

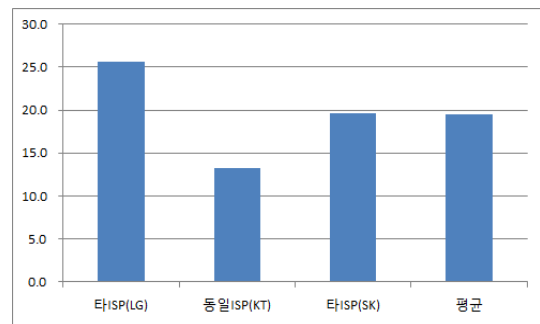


그림 6. ISP(x축)와 RTT(y축)의 상관관계  
Fig. 6 Correlation with ISP and RTT

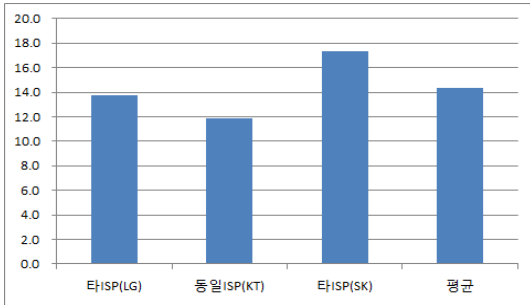


그림 7. ISP(x축)와 Hop Count(y축)의 상관관계  
Fig. 7 Correlation with ISP and Hop count

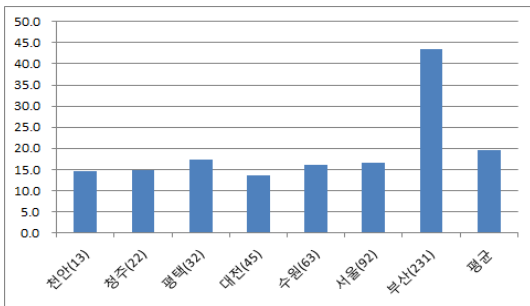


그림 8. 물리적 지역(x축)과 RTT(y축)의 상관관계  
Fig. 8 Correlation with location and RTT

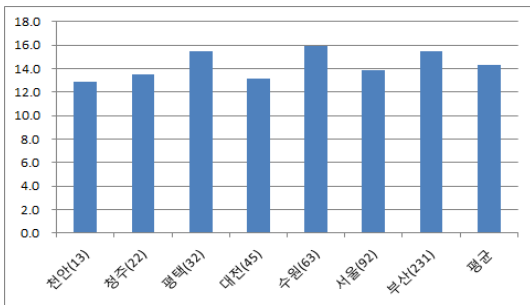


그림 9. 물리적 지역(x축)과 Hop Count(y축)의 상관관계  
Fig. 9 Correlation with location and Hop count

그림 8과 그림 9는 물리적 지역과 RTT, Hop Count와의 상관관계에 대한 실험결과를 나타낸다. x축은 지역명(실험위치와의 직선거리, km)을 나타낸다. 두 결과에서 물리적 지역과 RTT, Hop Count의 직접적인 상관관계는 없는 것을 알 수 있다. 하지만, 지역적으로 다양하

게 분포된 여러 노드 중 가까운 노드와 데이터 교환을 할 때, 먼 노드와 데이터 교환을 할 때 보다 적은 물리적 전송회선을 통과하며, 물리적으로 제한된 지역범위 내에서만 트래픽이 발생하므로 트래픽 분산효과를 기대할 수 있다.

따라서 제안하는 P2P 스트리밍 시스템은 임의의 노드를 부모로 선택하는 방법과 비교하여, 약 32%적인 RTT와 약 17%적인 Hop count를 발생시킴으로써 보다 적은 트래픽을 유발시킴을 알 수 있다. 또한 물리적으로 제한된 지역범위 내에서만 트래픽을 발생시킴으로써 트래픽 분산효과가 있음을 확인하였다.

### VIII. 결론 및 향후 연구

본 논문은 P2P 오버레이 구조의 트래픽 유발 문제를 해결하기 위해 망 효율적인 부모선택기법을 제안하고, 이를 바탕으로 P2P 스트리밍 시스템을 설계 및 구현하였다. 본 논문에서 제안하는 부모노드탐색기법에서는 ISP가 동일한 노드, 지역적으로 가까운 노드를 우선적으로 부모노드로 선택함으로써, 트래픽 유발을 저하 및 지역적으로 분산되도록 하였다.

본 논문에서 구현한 P2P 스트리밍 시스템에서 스마트폰을 이용한 시청자는 이동 단말의 특성인 네트워크의 불안정성, 전력공급의 제한사항 등에 따라 스트리밍 트리에서의 중단노드로 제한하였다. 하지만 오늘 날, LTE advanced 등 무선 통신이 발전하고 스마트폰 단말의 하드웨어 스펙이 빠른 속도로 발전함에 따라 스마트폰으로 접속하는 노드도 중간 노드로써의 역할을 수행할 수 있는 환경은 점점 개선되고 있다. 따라서 스마트폰 노드의 자원도 스트리밍 데이터 전달의 자원으로 활용하는 연구가 추가적으로 진행되어야 할 것으로 사료된다.

### 참고문헌

[ 1 ] N. Ramzan, E. Quacchio, T. Zgaljic, S. Asioli, L. Celetto, E. Izquierdo, F. Rovati, "Peer-to-peer streaming of scalable video in future Internet applications," IEEE Communications Magazine, 2011

- [ 2 ] Yao Liu, Lei Guo, Fei Li, Songqing Chen, "A Case Study of Traffic Locality in Internet P2P Live Streaming Systems," IEEE Communications Magazine, 2009.
- [ 3 ] B. Li, H. Yin, "Peer-to-Peer Live Video Streaming on the Internet: Issues, Existing Approaches, and Challenges," IEEE Communications Magazine, June, 2007.
- [ 4 ] X. Zhang, H. Hassanein, "Treeclimber: A network-driven push-pull hybrid scheme for peer-to-peer video live streaming," Proc. IEEE Local Computer Network, 2010.
- [ 5 ] Xiangyang Zhang, Hossam Hassanein, "A Neighboring Strategy for ISP-Friendly Peer-to-Peer Video Live Streaming," IEEE Communications, 2011.
- [ 6 ] Huey-Ing Liu, I-Feng Wo, "MeTree: A Contribution and Locality-Aware P2P Live Streaming Architecture," IEEE, 2010.
- [ 7 ] J. D. Mol, D. H. P. Epema, H. J. Sips, "The Orchard Algorithm: Building Multicast Trees for P2P Video Multicasting Without Free Riding," IEEE Trans. on Multimedia, Vol.9, No.8, 2007(12).
- [ 8 ] V. Venkatarman, P. Francis, J. Calandrino, "Chunkyspread: Multi-tree Unstructured Peer-to-Peer Multicast," 5th Int'l Workshop on Peer-to-Peer Systems," Santa Barbara, CA, USA, 2006(2).
- [ 9 ] Whois, <http://www.whois.co.kr/>
- [ 10 ] Skitter, <http://www.caida.org/tools/measurement/skitter/>



**박승철(Seung-chul Park)**

1985.2 : 서울대 계산통계학과 졸  
1987.2 : KAIST 전산학과 석사  
1996.8 : 서울대 컴퓨터공학과 박사  
ETRI 연구원, 한국IBM,

현대전자 네트워크연구소장, 현대네트웍스(주)  
연구소장 역임  
현재 한국기술교육대학교 교수  
※관심분야: 광대역통신망, 멀티미디어통신, P2P  
스트리밍, 신원 관리

저자소개



**홍승길(Seung-gil Hong)**

2011.2 : 한국기술교육대학교  
컴퓨터공학과(공학사)  
2013.2 : 한국기술교육대학교  
컴퓨터공학과(공학석사)

※관심분야: P2P, 멀티미디어 통신