

P2P 라이브 스트리밍에서 효율적인 부모선택 기법

홍승길* · 박승철*

*한국기술교육대학교

An Efficient Parent Node Selecting Mechanism on P2P Live Streaming

Seung-gil Hong* · Seung-chul Park*

*Korea University of Technology and Education

E-mail : iccack@kut.ac.kr

요 약

오늘날 P2P 라이브 스트리밍 서비스에 대한 연구가 활발히 이뤄지고 있다. 라이브 스트리밍 서비스는 실시간성에 따라 시간적절성을 보장할 수 있어야 한다. 본 논문에서는 P2P 라이브 스트리밍 서비스에 참여하는 노드의 ISP정보와 지역정보를 활용하여, 부모노드탐색의 비용을 줄이면서 부모노드와의 지연시간을 측정할 수 있는 기법을 제안한다.

ABSTRACT

Today, research on P2P live streaming has been booming. Live streaming service must ensure timeliness according to real-time. In this paper, suggest mechanism measuring about parent-nodes' delay time which cuts down cost for selecting parent-node with utilizing ISP information and locality that participate P2P live streaming service.

키워드

P2P, Real-Time, Streaming, QoS

1. 서 론

인터넷 서비스 품질이 개선되고, 멀티미디어 콘텐츠에 대한 사용자의 요구가 증대됨에 따라 멀티미디어 라이브 스트리밍 서비스에 대한 관심이 높아지고 있다. 전통적인 서버-클라이언트 구조는 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 IP멀티캐스트구조와 특정 서비스 제공자에 의해 제공되는 CDN(Content Distribute Network)구조, 서비스에 참여하는 사용자의 자원을 활용하는 P2P오버레이구조를 통해 서비스 되고 있다. IP멀티캐스트구조와 CDN구조는 특정 ISP 혹은 서비스 제공자에 의해 서비스 될 수 있다는 한계점 때문에 최근 P2P오버레이구조가 주목 받고 있다[1].

P2P오버레이구조는 서비스에 참여하는 사용자가 늘어날수록 활용가능한 자원이 늘어나기 때문에 높은 확장성을 가지고 있다. 반면, End-to-End 간 유니캐스트 기반의 오버레이 멀티캐스트방식을 사용하기 때문에 멀티미디어 서비스 제공자로부터 사용자까지의 지연시간이 길어지는 문제가 있다[2][3][4].

본 논문에서는 시간적절성 보장이 요구되는 라이브 멀티미디어 스트리밍 서비스를 P2P오버레이 구조를 활용하여 제공하기 위해, ISP정보를 활용하여 잠재부모노드의 집합을 축소하고, 지역성을 고려하여 백본 트래픽을 감소시킬 수 있는 효율적인 부모노드탐색기법을 제안한다.

본 논문의 구성은 1장 서론에 이어, 2장에서 관련연구, 3장에서 End-to-End간 지연시간 측정, 4장에서 제안하는 부모노드탐색기법을 소개하고, 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

P2P오버레이구조는 크게 트리기반의 P2P오버레이구조와 메쉬기반의 P2P오버레이 구조로 나뉜다. 트리기반의 P2P오버레이구조는 정해진 부모노드에 의해 PUSH방식으로 서비스를 받는 방식으로 신속한 데이터전달이 가능한 반면 피어의 churn현상에 취약한 단점을 가지고 있다. 메쉬기반의 P2P오버레이 구조는 주기적으로 버퍼맵을 교환하며 필요한 데이터를 PULL하여 요청하는 방식으로 피어의 churn이 일어나더라도 연결을 유지하고 있는 다른 피어에게 데이터를 전달 받을 수 있어 안정성이 뛰어난 반면, 데이터 전달까지 지연시간이 길거나 예측할 수 없고, 제어메시지의 오버헤드가 큰 단점을 가지고 있다.

시간적절성 보장이 요구되는 라이브 멀티미디어 스트리밍 서비스는 신속한 데이터 전달이 가능한 트리기반의 P2P오버레이구조나 트리기반의 P2P오버레이구조 방식으로 데이터를 전달하되 손실된 데이터에 대해서 PULL하여 요청하는 방식을 활용하는 하이브리드 P2P오버레이 구조가 적합하다.

실시간 멀티미디어 스트리밍 서비스를 위한 트리기반의 P2P오버레이구조나 하이브리드 P2P오버레이구조에서 시간적절성 보장을 위해서는 효율적인 부모노드 탐색은 중요한 요소이다.

효율적인 부모노드를 탐색하는 기법은 P2P오버레이구조 내적인 정보를 활용하는 방법과 외적인 정보를 활용하는 방법으로 구분할 수 있다.

P2P오버레이구조 내적인 정보를 활용하는 방법으로 [5]에서는 새로운 피어가 멤버십테이블로부터 모든 잠재부모노드와의 RTT측정에 의해 부모를 선택한다. [6]에서는 새로운 피어가 멤버십테이블로부터 잠재부모노드의 잔여대역폭과 원천피어로부터의 지연시간을 고려하여 부모노드를 선택하는 기법을 제안하였다.

P2P오버레이구조 외적인 정보를 활용하는 방법으로는 [7]에서 CDN의 리다이렉션 정보를 활용하여 부모노드를 선택하는 기법과, [8]에서 제안된 랜드마크서버 집합과 지연시간을 측정함으로써 부모노드를 선택하는 기법이 있다.

P2P오버레이구조 내적인 정보를 활용하는 방법은 지연시간에 대한 직접적인 테스트를 시행함으로써 중단 지연시간을 예측할 수 있는 장점이 있는 반면, 부모탐색에 대한 비용이 크다. 외적인 정보를 활용하는 방법은 신뢰성 있는 외부정보를 활용함으로써 부모탐색의 비용을 줄일 수 있는 반면, 부모노드와의 지연시간을 예측할 수 없는 단점이 있다.

본 논문에서는 부모노드탐색의 비용을 줄이고, 부모노드와의 정확한 지연시간을 예측하는데 초점을 맞춘다.

III. End-to-End 지연시간 측정

본 논문에서는 효율적인 부모노드탐색을 하기 위해 End-to-End간 지연시간과 ISP정보, 지역적인 거리와의 상관관계를 측정하여 분석하였다.

ISP정보, 지역정보와 End-to-End 지연시간과의 상관관계를 분석하기 위해 본 연구에서 12장소의 임의 ISP와 지역을 갖는 End 노드에 대하여 지연시간을 측정하였다. KT WiFi 무선 네트워크에 접속된 안드로이드 스마트폰을 이용해 천안시 병천면에서 경부선에 있는 기차역의 무선 AP와의 지연시간을 5분 간격으로 48시간 동안 측정하였다. 측정결과를 분석해보면 테스트 기기의 네트워크 ISP인 KT와의 지연시간이 19.7ms, 타 ISP와의 지연시간이 SK 31.1ms, LG 30.6ms으로 동일 ISP일 때 적은 지연시간이 발생함을 알 수 있다.

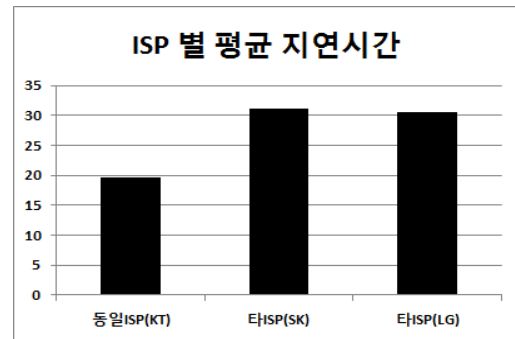


그림 1. ISP와 지연시간의 상관관계

IV. 부모노드탐색기법

본 논문에서는 3장의 실험결과를 토대로 부모노드탐색의 비용을 줄이면서 지역적으로 인접한 노드를 부모로 선택함으로써 백본 트래픽을 감소시키는 부모노드탐색기법을 제안한다.

P2P 멀티미디어 라이브 스트리밍 시스템에서 신입노드를 수용가능한 후보부모노드가 되기 위해서는 다음의 조건을 만족해야 한다.

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

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

식 (1)에서 $Latency_{PPN}^{ON}$ 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 대

역폭, CN^m 은 PPN이 이미 수용하고 있는 CN의 수이다.

식 (1)과 식 (2)를 만족하는 노드를 후보부모노드로 정의하며, 후보부모노드가 확정부모노드가 되기 위해서는 식 (3)을 만족해야 한다.

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

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

본 논문에서 제안하는 부모선택알고리즘은 다음과 같다.

1. 신입노드는 제어서버에게 자신의 ISP정보와 지역정보를 제공한다. 신입노드는 KISA에서 제공하는 whois API를 활용하여 자신이 속한 AS정보를 알아내며, AS테이블을 통해 자신이 속한 ISP정보를 얻는다. 또한 지역정보는 모바일노드의 경우 GPS정보를 활용하며, 이동하지 않는 PC등 고정노드는 사전 입력된 위치정보를 활용한다.

2. 제어서버는 멤버십데이터로부터 식 (1)과 식 (2)를 만족하는 후보부모노드집합을 결정한다. 멤버십데이터는 P2P 멀티미디어 스트리밍 시스템에 참여하는 모든 노드의 잔여대역폭, 종단누적지연시간, 자식노드의 수, 부모노드정보, ISP정보, 지역정보 등을 관리하는 테이블이다.

3. 제어서버는 신입노드가 제공한 지역정보와 멤버십데이터를 통해 각 후보부모노드와 신입노드 사이의 물리적거리를 산출하고, 신입노드가 제공한 ISP정보와 멤버십데이터를 통해 각 후보부모노드와 신입노드가 동일 ISP에 속해있는지를 판별한다.

4. 제어서버는 3에서 구분한 정보에 따라 동일 ISP이면서 거리가 가까운 노드에서 먼 노드순으로, 타 ISP이면서 거리가 가까운 노드에서 먼 노드순으로 우선순위를 정한다.

5. 제어서버는 신입노드에게 우선순위에 따라 응용에 맞는 n개의 후보부모노드에 대한 정보를 전달한다. n이 크다면 6에서 후보노드와 지연시간 측정시행하는 비용이 커지는 반면, 7의 경우가 생겨 5를 반복할 확률이 줄어들고, n이 작다면 6에서 비용이 작은 반면, 7을 반복할 확률이 높아진다.

6. 신입노드는 전달받은 n개의 후보부모노드와 지연시간측정시행하고, 식 (3)이 만족할 경우 해당 노드를 부모노드로 확정한다.

7. 신입노드는 전달받은 n개의 후보부모노드 중 식 (3)을 만족하는 노드가 존재하지 않을 경우 제어서버에게 후보노드 재전송 요청을 하며, 제어서버는 차순위 우선순위부터 5를 반복하고, 신입노드는 확정부모노드를 얻을 때까지 6을 반복한다.

V. 결 론

본 논문에서는 2장에서 부모노드를 선택하는 기존 연구를 P2P오버레이구조 내적 정보를 활용하는 기법과 외적 정보를 활용하는 기법으로 구분하였다. 각 장단점을 분석하여 내적 정보를 활용하는 기법에서 잠재부모노드들과 지연시간을 예측하는 비용이 크다는 단점과 외적 정보를 활용하는 기법에서 실제 확정될 부모노드와의 지연시간을 예측할 수 없다는 단점을 상호 보완하여 효율적인 부모노드탐색기법을 제안하였다. 제안하는 기법은 P2P오버레이구조 외적 정보인 ISP정보와 지역정보를 활용한다. ISP정보를 활용하여 잠재부모의 대상을 줄임으로써 부모탐색비용을 줄이고, 지역정보를 활용함으로써 지역적으로 인접한 노드를 부모노드로 선택하여 백본 트래픽을 감소시킨다. 그리고 P2P오버레이구조 내적정보인 확정될 부모노드와의 지연시간을 측정함으로써 신뢰적인 종단간 누적지연시간을 보장한다.

참고문헌

- [1] Y. Chu, S. G. Rao, H. Zhang, "A Case for End System Multicast," in *proc. IEEE JOURNAL Comm*, 20(8), pp.1456-1471, Oct., 2002.
- [2] D.-E. Meddour, M. Mushtag, and T. Ahmed, "Open Issues in P2P Multimedia Streaming," *proceedings of MultiComm'06*, pp.43-48, June, 2006.
- [3] B. Li and H. Yin, "Peer-to-Peer Live Video Streaming on the Internet: Issues, Existing Approaches, and Challenges," *IEEE Communications Magazine*, June, 2007.
- [4] Q. Huang, H. Jin, and X. Liao, "P2P Live Streaming with Tree-Mesh based Hybrid Overlay," *Proceeding of IEEE ICPPW'07*, September, 2007.
- [5] M.Zhang, L. Zhao, Y.Tang, J. G.Luo, and S. Q. Yang, "Large-scale live media streaming over p2p networks through global Internet.", in *ACM Workshop on Advances in P2P Multimedia Streaming*, 2005, pp.21-28.
- [6] A. Ouali, B. Kerherve, and B. Jaumard, "Revisiting Peering Strategies in Push-Pull based P2P Streaming Systems.", in *Proc. IEEE Local Computer Networks*, 2009, pp. 350-357
- [7] D. Choffnes and F. Bustamante, "Taming the torrent", in *Proc. of ACM SIGCOMM*, 2008.
- [8] T. Ng and H. Zhang, "Towards global network positioning," in *Proc. ACM SIGCOMM Internet Measurement Workshop 2001*, pp. 25-29