

# 사용자 인터랙션을 이용한 다중채널 환경에서의 프리페칭 전략

최준완\*, 이춘화\*\*

\*한양대학교 대학원 전자컴퓨터통신공학과

\*\*한양대학교 공과대학 컴퓨터공학부

e-mail : \*choi@mcc.hanyang.ac.kr, \*\*lee@hanyang.ac.kr

## Pre-Fetching Strategies Based on User Interactions in Multi-Channel Environments

Junwan Choi\* and Choonhwa Lee\*\*

\*Dept. of Electronics Computer Engineering, Hanyang University

\*\*Dept. of Computer Science and Engineering, Hanyang University

### 요 약

효율적인 파일 공유를 일차적인 목표로 하였던 P2P 프로토콜 기술은 서서히 멀티미디어 스트리밍으로 옮겨져 가고 있다. Swarming 을 이용한 P2P 스트리밍 시스템에서 비디오를 중심으로 한 채널 변경 또는 재생지점 변경으로 인해 지연현상이 발생하게 되는데, P2P 시스템에서 해결해야 하는 당면 과제이다. 지연현상을 해결하기 위한 기존의 연구로는 프리페칭 전략이 있지만, 이들은 모든 사용자들의 시청패턴을 고려하지 않았다. 본 논문에서는 사용자 인터랙션과 같은 social meta-data 를 이용하여 프리페칭을 지원하는 시스템을 제안한다.

### 1. 서론

기존의 TV 의 한계를 넘어 다양한 내용의 콘텐츠를 언제든지 볼 수 있도록 해주는 IPTV 서비스가 각광을 받고 있다. IPTV 서비스 제공에는 IP 멀티캐스트나 CDN 이 이용되었으나 비용, 보급, 채널 수, 시스템 용량의 한계로 인해, 대안으로 P2P 기반의 멀티미디어 스트리밍 서비스가 주목받기 시작했다. P2P 기반의 서비스는 사용자들이 같은 시간에 같은 화면을 보는 라이브 스트리밍 서비스[1][2]와 비동기적으로 사용자들이 요청하여 각자 다른 화면을 시청하는 주문형 비디오 서비스[3] 형태로 구분된다. 하지만 P2P 기반의 멀티미디어 스트리밍에는 피어선정이나 체크 스케줄링 그리고 오버레이의 구성에 따라서 지연현상의 문제가 발생한다. 지연현상은 새로운 비디오를 시청할 때 발생하는 초기지연현상과 주문형 비디오 서비스에서 사용자들의 VCR 동작을 사용하였을 때 재생지점 변경시 발생하는 지연현상이 존재한다. 2 가지 모두 P2P 기반의 멀티미디어 스트리밍에서 새로운 오버레이에 조인하거나 새로운 체크를 스케줄링 하면서 생기는 지연현상이다. 이러한 지연을 줄이기 위해 기존의 연구로는 프리페칭을 사용하는 방법이 있는데, 본 논문에서는 사용자 인터랙션을 고려한 프리페칭 전략을 사용하고자 한다.

프리페칭은 특정 부분에 대한 체크를 선반입해놓는 방법으로 스트리밍 재생의 흐름이 끊어지지 않고 볼 수 있게 할 수 있다. 하지만 기존의 프리페칭에서는

관련 비디오 링크, 커뮤니티, 인기 비디오 & 채널 등을 고려하지 않았다. 사용자간의 공통의 관심, 콘텐츠 또는 다양한 소셜정보를 이용한다면 좀 더 효율적인 스트리밍을 지원할 수 있을 것이다. 그래서 본 논문에서는 소셜정보로 사용될 수 있는 사용자 인터랙션을 활용하는 프리페칭 전략을 제안하는 바이다.

### 2. 관련연구

P2P 기반의 멀티미디어 스트리밍에서의 초기지연은 비디오를 중심으로한 채널변경시 발생하는 지연현상인데 P2P 가 기반이기 때문에 사용자가 어떠한 비디오로 선택하는지에 따라 초기지연시간도 차이가 난다. 인기도가 높은 비디오는 시청하는 사용자가 많으므로 사용자의 초기지연시간은 10~20 초 정도이고 인기도가 낮은 비디오를 시청하게 되는 사용자의 초기지연시간은 인기도가 높은 비디오에 반해 사용자가 적기 때문에 최대 2분까지 발생한다[4].

초기 지연시간을 줄이기 위한 연구로는 NetTube[5] 시스템이 있다. 피어들은 이전에 재생되었던 비디오를 캐시하여 다른 피어들에게 재분산 하게된다. 비디오 시청을 마친 피어가 시터가 되어 스웬의 이웃들에게 캐시된 체크들을 재분산을 해주면서 동시에 다른 비디오를 시청하는 것이다. 프리페칭을 진행할 비디오의 선정은 시스템에서 추천해주는 10 개의 비디오를 참여하고 있는 피어수와 인기도에 근거하여 가장 인기가 있다고 생각되는 비디오를 프리페칭하게 된다. 이 때 시스템에서의 추천근거는 Youtube 의 관련 비디오가 사용되었다. 하지만 이러한 방식은 비디오간의

※ 이 논문은 2010 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No.2010-0010536)

연관성이 확실하지 않고, 또한 프리페칭에 실패했을 경우에 대한 대비도 없다.

일반적으로 비디오 시청시 VCR 동작으로 인한 지연현상을 해소하기 위한 연구로는 비디오의 길이에 따라 균등하게 anchor point 구간을 지정하고 여유 다운로드 대역폭을 사용하여 anchor point 부분을 우선시하여 프리페칭을 해놓는 방법으로 VCR 동작 시 해당지점에 체크가 없을 경우 가장 가까운 anchor point로 이동하여 지연 현상을 최소화 한다[6]. 하지만 VCR 동작 형태의 사용자 인터랙션을 분석한 결과 bookmark[7]가 지원되는 시스템에서는 tagging이나 특정 지점을 중심으로 비디오 시청패턴이 많이 발생되었다. 또한, forward/backward 패턴비율이 7:3으로 나타났으며 forward 패턴중 80%가 재생지점으로부터 5분 내외에서 많이 발생되었다[7].

### 3. Multi Channel Pre-fetching strategy

P2P 기반의 멀티미디어 스트리밍에서 일어나는 초기지연현상과 VCR 동작에 따른 지연현상 2 가지를 해결하기 위한 프리페칭은 다른 방법이 적용되어야 한다. 이유는 초기지연현상은 사용자가 시청을 완료한 후에 다른 비디오를 시청하게 될 경우 새로운 스위치에 조인하여 스케줄링을 시작하는 것이기 때문에 지금 시청중인 비디오와 연관성이 높거나 사용자의 취향에 맞는 비디오를 프리페칭해야 할 것이다. 이에 본 논문에서는 비디오간의 연관관계를 이용한 프리페칭 전략을 사용하고자 한다. VCR 동작에 따른 지연현상에 대한 프리페칭기법에 대한 연구는 차후과제로 선정하여 연구를 진행중이다.

#### 3.1 Social Related Video Overlay

초기지연현상을 해결하기 위하여 사용자의 인터랙션정보를 사용하여 비디오간의 관계 오버레이를 형성하여 사용자가 임의의 비디오를 시청하게 될시에 이미 형성된 비디오간의 관계링크를 이용해 프리페칭을 돕고 또한 프리페칭한 비디오에 대한 시청이 이루어지지 않을 경우에도 프리페칭했던 정보를 이용하여 다른 피어들에게 도움을 줄 수 있다.

비디오간의 관계를 형성하기 위해 사용되는 사용자의 인터랙션 정보는 각 사용자들이 자신이 시청한 비디오에 대한 비디오 히스토리가 사용된다. 사용자들이 시청한 정보를 히스토리로 저장하여 다른 사용자의 히스토리과 비교하여 비디오간의 상관관계를 형성한다. 하지만 히스토리 정보에 대하여 비디오의 tracker가 모든 정보를 취합하게 될시에는 tracker에게 부담이 될 수 있기 때문에 사용자들의 모든 히스토리를 취합하지 않는다. 사용자들은 자신이 현재 시청하고 있는 비디오의 스위치내에서 다른 피어들과 비디오 히스토리 정보를 교환한다. 그리고 피어들과 히스토리 정보를 교환하면서 사용자 간에 공통으로 시청한 비디오 목록(매칭)에 대해서만 tracker에게 통보하여 tracker는 사용자 인터랙션이 반영된 social related video 정보를 유지한다. Tracker는 사용자 인터랙션 정보의 유사성을 기반으로 social related video overlay

를 형성하는데 이때, 방향성이 있는 링크를 사용하여 구성이 된다.

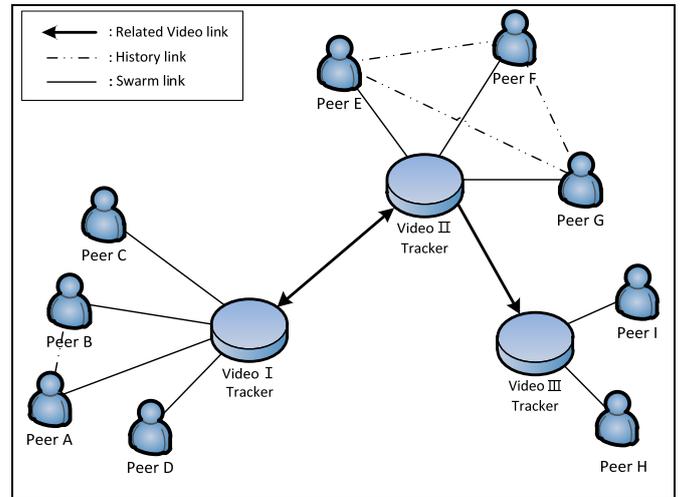


그림 1. Related Video 의 형성

Video I				Video II			Video III	
A	B	C	D	E	F	G	H	I
II	II	I	III	III	III	I	I	II
I	I	X	I	II	I	II	III	III
X	X	X	X	X	II	X	X	X

표 1. 사용자 히스토리표

위 그림 1.과 표 1.은 각 히스토리를 이용한 연관비디오가 형성된 오버레이와 사용자들의 히스토리표이다. 우선 비디오 I에 속한 사용자 A, B, C, D 중 A와 B에서 비디오 II에 매칭이 일어났기 때문에 I는 II와 관계를 형성한다. 그리고 II에 속한 E, F, G에서도 F와 G의 매칭으로 II에서도 역시 I쪽으로 관계가 형성되어진다. 이렇게 해서 I과 II는 양방향 관계가 성립이 되었고, 현재 II를 시청하지 않은 C, D와 I를 시청하지 않은 E는 각각 I과 II를 프리페칭 받게 된다. 그리고 II에 속한 E와 F의 매칭으로 II에서 III로 링크가 형성된다. 그러나 III의 사용자인 H, I의 히스토리에서는 매칭을 발견할 수 없기 때문에 III는 비디오와도 관계를 맺을 수가 없다. 그렇기 때문에 II에 속한 피어중 III를 시청하지 않은 G는 III를 프리페칭 받을 수가 없다. 그러나 II로부터 맺어진 관계를 통해서 III에서 II를 시청하지 않은 H는 II를 프리페칭 받게 된다. 즉, 화살표를 받는 비디오는 자신에게 화살표를 보낸 비디오를 프리페칭하게 되는 것이다. 그 화살표가 양방향일 경우에는 두 비디오에 속한 모든 사용자가 서로의 비디오를 프리페칭하게 된다.

시스템 전체에서 매칭이 존재한다는 이유만으로 비디오간의 social link가 형성된다면 링크가 수가 많아지고 링크의 질이 떨어질 수 있기 때문에 related video의 형성에 다음과 같은 기준이 부여될 수 있다. 각 비디오별 매칭의 수로 정렬하여 매칭이 많은 비디오부터 연결한다. 그렇게 되면 link가 많은 비디오

의 경우 인기도가 높은 비디오로 측정이 될 수 있고 또한 방향성이 존재하기 때문에 비디오간의 상하 관계도 추측이 가능하다 가령 시스템에서 제한한 비디오의 크기가 10 분이라고 하면 30 분짜리 동영상은 업로드 할 경우에 동영상\_1, 동영상\_2, 동영상\_3 으로 서버에 등록이 된다. 이 동영상들을 사람들은 순차적으로 시청을 하게 되는데 이러한 경우에 단방향 링크가 형성이 될 확률이 높아진다. 단방향 링크가 형성이 된다는 것은 비디오의 시청도 역순이 될 확률이 적기 때문에 동영상\_1 을 볼 때 동영상\_2 에 대해서 프리페칭이 되고 동영상\_2 를 볼 때 동영상\_3 이 프리페칭이 이루어 지면 된다.

이와 달리 프리페칭에 실패했을 경우 사용자간의 인터랙션을 고려했지만 사용자들의 비동기적인 행동 패턴으로 인해 프리페칭된 비디오를 시청하지 않을 수도 있다. 이럴 경우 프리페칭한 정보가 사용되지 않아 네트워크 대역폭 낭비가 발생되므로 시스템 전체에서 성능향상을 위한 고려사항은 다음과 같다. 프리페칭에 실패한 사용자는 프리페칭했던 정보를 폐기하지 않고 보관하여 자신이 프리페칭했던 비디오의 tracker 에 통보하여 자신을 helper 로 등록을 한다. 그리고 자신이 프리페칭했던 비디오의 정보를 요청하는 사용자들에게 전송해준다. 프리페칭한 정보는 그 비디오를 처음시청하려는 사용자나 프리페칭을 하고자 하는 사용자 누구에게나 도움이 될 수 있기 때문에 caching & replication 으로 자료의 재분산을 할 수 있게 된다.

#### 4. 결론 & 향후 연구방향

본 논문에서는 사용자의 인터랙션 정보를 이용하여 청크를 선반입하는 프리페칭 전략으로 초기 지연현상을 해결하고자 했다. Social meta-data 로 볼 수 있는 사용자 인터랙션 정보를 통해 Video 간의 관계를 형성하여 사용자로 하여금 조금더 관련성이 높고 인기도가 높은 비디오를 프리페칭하게 하였고, 프리페칭이 실패했을 때 대비하여 사용자 개개인이 helper 가 되어 다른 사용자들에게 도움이 될 수 있는 시스템을 제안하였다.

VCR 동작에 따른 지연시간에 대한 연구는 사용자들의 시청패턴을 고려하지 않고 시스템내에서 anchor point 를 우선시하여 프리페칭하는 방식보다는 bookmark 를 이용한 인기지점이나 또는 현재 재생시점과 청크의 분포를 고려하여 Adaptive Anchor Point 를 선정하여 프리페칭하는 방법이 고려되고 있고, 차후 연구로 진행중에 있다.

#### 참고문헌

- [1] X. Zhang, J. Liu, B. Li, and T. S. P. Yum, "DoNet/CoolStreaming: A Data-Driven Overlay Network for Live Media Streaming", in IEEE INFOCOM, 2005
- [2] Y. Huang, T. T. J. Fu, D. M. Chiu, J. C. S. Lui, and C. Huang, "Challenges, Design, and Analysis of a Large-Scale P2P VoD System", in ACM SIGCOMM, 2008
- [3] Yiu, W.-P.K., Xing Jin, Chan, S.-H.G., "VMesh: Distributed Segment Storage for Peer-to-Peer Interactive Video Streaming," in Communications, IEEE Journal on, vol.25, no.9, pp.1717-1731, 2007
- [4] Xiaojun Hei, Chao Liang, Jian Liang, Yong Liu, Ross, K.W. , "A Measurement Study of a Large-Scale P2P IPTV System," Multimedia, IEEE Transactions on , vol.9, no.8, pp.1672-1687, Dec. 2007
- [5] X. Cheng and J. Liu, "NetTube: Exploring Social Network for Peer-to-Peer Short Video Sharing," in IEEE INFOCOM, 2009
- [6] B. Cheng, X. Liu, Z. Zhang, and H. Jin, "A Measurement Study of a Peer-to-Peer Video-on-Demand System", in IPTPS, 2007
- [7] A. Brampton, A. MacQuire, and I. A. Rai, "Characterising User Interactivity for Sports Video-on-Demand", in ACM NOSSDAV, 2007