

<http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2016.16.3.1>

JIIBC 2016-3-1

효율적인 IPTV 채널 탐색을 위한 채널 재배치 및 프리페칭 기법

Channel Reordering and Prefetching Techniques for Efficient Channel Navigation in IPTVs

반효경*

Hyokyung Bahn*

요 약 IPTV가 인터넷 상의 대표적인 서비스 중 하나로 자리매김하면서, IPTV 사용자 및 채널의 수가 급격히 증가하고 있다. 하지만, 늘어난 채널들로 인해 IPTV 사용자가 원하는 채널을 시청하기 위해 더욱 많은 탐색 시간을 필요로 하고 있다. 또한, IPTV는 채널 변경시마다 인터넷을 통한 콘텐츠 전송시간이 소요되어 전파를 이용하는 지상파 방송보다 많은 채널 스위치 시간이 소요된다. 이러한 문제점을 해소하기 위해, 본 논문에서는 채널 프리페칭과 재배치 기법을 혼합하는 방식을 제안한다. 시뮬레이션 실험을 통해 인접 채널 프리페칭 기법에 인기도 기반의 교대배치 기법을 결합할 경우 기존의 채널 탐색 인터페이스에 비해 채널 탐색 시간을 평균 44.7% 줄일 수 있음을 보인다.

Abstract As IPTV has become one of the major Internet services, IPTV users and channels increase rapidly. However, the increased number of channels makes users difficult to find their desired channels. Along with this, the channel switching time of IPTV incurs serious user-perceived delay. To alleviate these problems, this paper presents hybrid schemes that combine channel prefetching and reordering schemes. Simulation experiments show that combining adjacency based prefetching and popular channel reordering reduces the channel seek time by up to 44.7% in comparison with the conventional channel seeking interfaces.

Key Words : IPTV, Channel Navigation, Channel Reordering, Channel Switch time, Prefetching

1. 서 론

최근 몇 년 사이 인터넷 프로토콜 텔레비전 (IPTV)은 인터넷 응용 서비스의 대표적인 분야 중 하나로 자리매김하여 해마다 그 사용량이 증가하고 있다^{[1],[2],[3]}. 그림 1에서 보는 것처럼 IPTV를 통해 다양한 서비스가 제공되고 있으며, IPTV 기업들의 주요 목표는 다수의 채널을 통해 이러한 다양한 콘텐츠를 제공하여 사용자의 요구를

충족시키는 것이다^{[8],[9],[10]}. 그러나, 네트워크 대역폭의 한계 때문에 IPTV 셋탑박스는 모든 채널의 콘텐츠를 동시에 전송받지 못하며 채널을 변경하는 동안 채널 스위치 지연이 발생된다^[4]. 채널 스위치 지연은 짧게는 0.9 초에서 길게는 70 초까지 걸리는 것으로 알려져 있으며^[5], 이는 IPTV 시청자들의 불편을 증가시키는 주요 요인이 된다^[6].

*정회원, 이화여자대학교 컴퓨터공학과
접수일자 : 2016년 4월 25일, 수정완료 : 2016년 5월 25일
게재확정일자 : 2016년 6월 10일

Received: 25 April, 2016 / Revised: 25 May, 2016 /

Accepted: 10 June, 2016

*Corresponding Author: bahn@ewha.ac.kr

Dept. of Computer Engineering, Ewha University, Korea

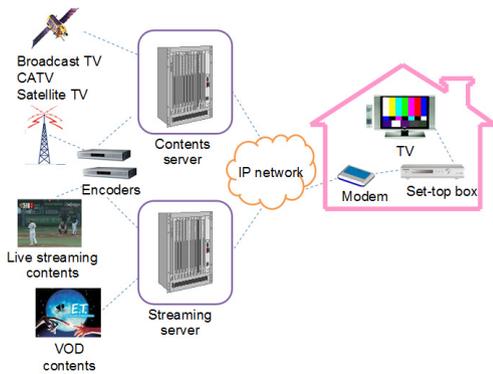


그림 1. IPTV의 아키텍처 및 서비스

Fig. 1. Services and Architectures of IPTV.

본 논문에서는 채널 재배치 기법과 채널 프리페칭 기술을 함께 이용함으로써 IPTV 사용자에게 빠른 서비스를 제공하고자 한다. 채널을 인기도 기반의 선형적 순서로 배열하는 채널 재배치 기법을 사용할 경우 원하는 채널을 찾기까지 소요되는 채널 이동 횟수를 줄일 수 있다. 이는 시청자의 선호도가 급격히 달라지지 않고 대부분 한정된 선호 채널들을 집중적으로 시청하기 때문에, 그러한 채널들을 인접하게 배치하여 시청하고자 하는 타겟 채널을 찾기까지의 탐색 횟수를 줄이는 것이 효과적이기 때문이다.

본 논문에서는 채널 탐색 시간을 더욱 줄이기 위해, 프리페칭 기법과 채널 재배치 기법을 함께 이용한다. 프리페칭 기법이란 해당 채널을 실제로 요청하기 이전에 채널의 콘텐츠를 미리 받아오므로써 채널 변경 시의 채널 스위치 시간을 줄이는 방법을 뜻한다. IPTV 채널 탐색에서 활용 가능한 프리페칭 기법으로는 인접채널 프리페칭과 인기채널 프리페칭을 생각해 볼 수 있다. 인접채널 프리페칭이란 현재 시청 중인 채널과 인접한 채널의 내용을 프리페칭하여 채널 스위칭 시 빠른 채널 전환을 가능하게 하는 방법을 말한다. 인기채널 프리페칭은 사용자에게 인기 있는 채널들의 내용을 프리페칭하여 해당 채널을 시청하고자 할 때 빠른 서비스를 제공하는 방법을 말한다.

본 논문의 목표는 이러한 프리페칭 기법을 채널 재배치 기법과 결합하여 원하는 채널을 찾기까지의 탐색 횟수뿐만 아니라 총 탐색 시간을 최소화하는 것이다. 트레이스 기반 시뮬레이션 실험 결과 인접채널 프리페칭 기법에 인기도 기반의 교대배치 기법을 결합할 경우 기존

인터페이스 대비 44.7%의 성능 개선을 얻을 수 있는 것을 확인하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 제안하는 채널 재배치 기법과 프리페칭 기법의 내용을 설명한다. 3장에서는 실험을 통해 제안한 기법의 성능 개선 효과를 검증하고, 4장에서는 본 논문의 결론을 제시한다.

II. 채널 재배치 및 프리페칭 기법

본 장에서는 채널 재배치 기법을 먼저 설명한 후, IPTV에 적용가능한 채널 프리페칭 기법을 설명한다. 채널 재배치 기법은 채널들을 번호순으로 원형 탐색 리스트 상에 배치하는 전통적인 방식(그림 2(a))과, 채널의 인기도에 기반해서 재배치하는 방식(그림 2(b)), 그리고 인기도에 기반하여 원형 리스트에 좌우 교대로 배치하는 방식(그림 2(c))을 생각해 볼 수 있다. 그림에서 각 색택 내에 표시된 숫자는 채널의 인기도 순위를 나타낸다.

인기도 기반 원형 재배치 기법은 인기 순위 1위부터 n 위까지의 채널을 원의 한 방향을 따라가며 배치하는 기법을 말한다. 이 기법은 전통적인 번호 기반 배치 기법보다 채널 탐색 횟수를 줄이는 효과가 있지만, 인기가 가장 적은 채널이 인기가 가장 많은 채널에 인접해 배치된다는 문제점이 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해 가장 인기 있는 채널을 원형 리스트의 중심에 배치한 후, 홀수 순위의 채널은 리스트의 좌측에, 짝수 순위의 채널은 우측에 배치하는 인기도 기반 교대 배치 기법을 생각해 볼 수 있다.

이러한 채널 재배치 기법들과 함께 본 논문에서는 채널 탐색 시간을 더욱 줄이기 위해 두 가지 프리페칭 기법을 제시한다. 하나는 인기채널 프리페칭 기법이고, 또 다른 하나는 인접채널 프리페칭 기법이다. 인기채널 프리페칭 기법은 인기 있는 채널들을 다시 시청할 가능성이 높다는 가정 하에 인기 순위가 높은 채널의 콘텐츠를 미리 받아오는 방식이다. 이러한 프리페칭된 채널들은 채널 스위치 시간을 줄임으로써 채널 탐색 시의 총 소요 시간을 줄일 수 있다.

예를 들어, 프리페칭 크기가 n 일 때 인기채널 프리페칭 기법은 인기도 순위 1위부터 n 위까지의 채널을 프리페칭한다. 그림 2에서 프리페칭 크기가 4라면, 채널의 인기순위가 1위부터 4위까지인 ch5, ch11, ch8, ch6의 내용

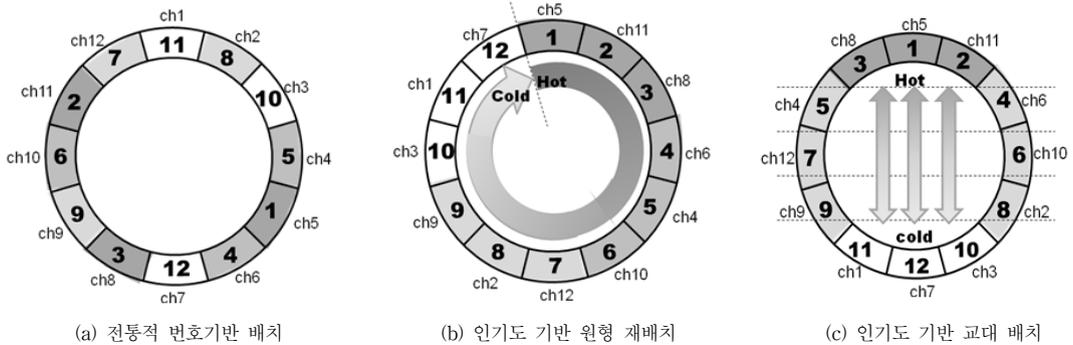


그림 2. 다양한 채널 재배치 방식
 Fig. 2. Channel reordering schemes.

이 프리페칭된다. 시청자가 타겟 채널에 찾아가는 경로에 이러한 프리페칭된 채널들을 거쳐 가거나 혹은 타겟 채널 자체가 프리페칭된 경우 채널 스위치 시간은 줄어들게 된다. 하지만 이 기법은 프리페칭 대상 선정시 현재 시청 중인 채널의 위치가 어디인지를 고려하지 않는다.

인접채널 프리페칭 기법은 현재 시청 중인 채널과 원형 리스트 상에 인접한 채널들을 프리페칭한다. 이러한 채널들은 다음 번 타겟 채널을 탐색하는 중에 경유할 가능성이 높으므로 프리페칭으로 인한 효과가 높다. 예를 들어 그림 2(a)의 번호 기반의 배치 방식에서 시청자가 현재 ch5를 시청 중이고 프리페칭 사이즈가 4인 경우 인접채널 프리페칭에서는 ch5의 양쪽에 인접한 두 채널씩, 즉 ch3, ch4와 ch6, ch7을 프리페칭한다.

그림 2(b)에서 보는 것처럼 인기도 기반 원형 재배치 기법의 경우 ch5를 시청 중일 때, 인접채널 프리페칭은 ch1, ch7과 ch11, ch8을 프리페칭하며, 그림 2(c)에서 보는 것처럼 인기도 기반 교대배치 기법에서는 ch4, ch8과 ch11, ch6을 프리페칭한다. 인접채널 프리페칭 기법은 타겟 채널의 탐색 과정에서 최소한 하나의 프리페칭 채널은 경유하기 때문에 그 효율성이 높으며, 특히 어떤 배치 기법과 함께 적용하더라도 그 효과가 뚜렷하게 나타나는 특징이 있다.

III. 실험 결과

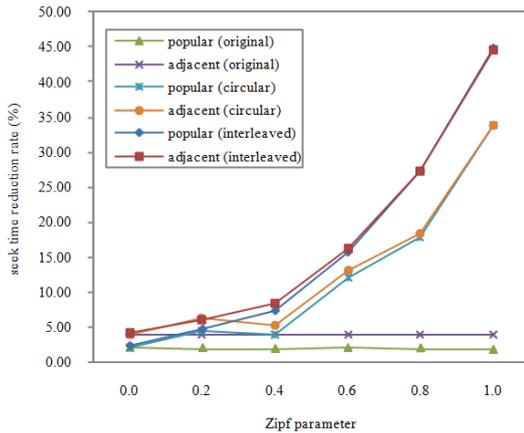
본 논문에서는 트레이스 기반 시뮬레이션 실험을 통해 채널 재배치 기법과 프리페칭 기법의 조합에 대한 성

능 평가를 수행하였다. 채널의 인기도는 편향된 인기 분포를 모델링하는 대표적인 모델인 Zipf 분포에 기반해서 모델링하였다. 이러한 분포는 채널의 인기도 뿐 아니라 웹 페이지의 인기도, 도서관의 도서별 대출 현황 인기도 등을 모델링할 수 있는 것으로 알려져 있다^[7]. Zipf 분포에서 i 번째 인기 채널의 시청 확률은 아래와 같이 모델링된다.

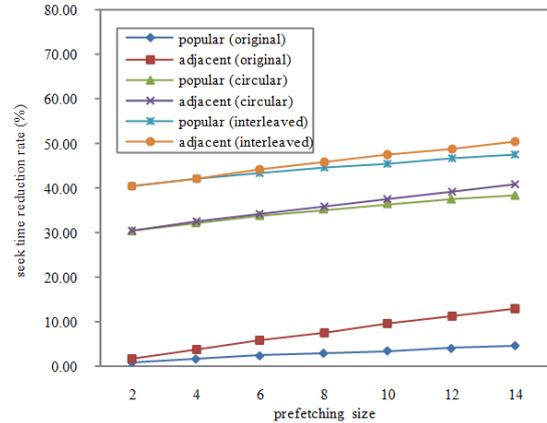
$$P_i = \frac{(1/i)^\theta}{\sum_{k=1}^n (1/k)^\theta} \quad (1)$$

이 때, n 은 총 채널의 수이며, $\theta(0 \leq \theta \leq 1)$ 는 인기도의 편향성을 정의하는 파라미터이다. θ 가 0일 때, 모든 채널들은 동일한 인기도를 나타내며, θ 의 값이 증가함에 따라, 채널의 인기 편향성은 점차 증가하여, θ 가 1일 때 인기편향성이 가장 큰 분포를 나타낸다. 트레이스에서 시간 순서에 따라 사용자가 시청한 총 채널의 수는 10,000개로 하였으며, 프리페칭되는 채널의 수는 2에서 14로 증가시키며 실험을 진행하였다.

그림 3(a)는 Zipf 파라미터 값의 변화에 따라 다양한 재배치 및 프리페칭 기법의 탐색 시간을 비교해서 보여주고 있다. 이 실험에서, 채널의 수는 150개, 프리페칭되는 채널의 수는 4개로 설정하였다. 인기도 기반 원형 재배치 기법(circular)은 번호기반 배치 방법(original)보다 우수한 성능을 나타내었으며, 인기도 기반 교대 배치 기법(interleaved)이 가장 좋은 성능을 나타내었다. 재배치 기법의 도입에 따른 성능 향상 폭은 Zipf 파라미터가 증가할수록, 즉 채널 간의 인기도 차이가 클수록 더욱 커지는 것을 확인할 수 있었다. 프리페칭 기법의 성능을 비교



(a) Zipf 파라미터 변경에 따른 탐색시간 절감률



(b) 프리페치 크기 변화에 따른 탐색시간 절감률

그림 3. 파라미터 변경에 따른 재배치 및 프리페칭 기법의 성능

Fig. 3. Performances of reordering and prefetching as the parameter value changes

해 보면 모든 경우에 있어 인접채널 프리페칭 기법 (adjacent)이 인기채널 프리페칭 기법(popular)에 비해 우수한 성능을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 특히, 이러한 인접채널 프리페칭의 성능 개선은 Zipf 파라미터값의 변화, 즉 채널 인기의 편향성 여부에 무관하게 지속적으로 나타나는 것을 확인할 수 있었다. 이는 현재 시청 중인 채널에 인접한 채널은 채널 탐색시 반드시 경유하기 때문에 나타나는 현상으로 볼 수 있다.

한 가지 특이한 점은 인기도 기반으로 채널을 재배치한 circular와 interleaved의 경우 Zipf 파라미터값이 1.0인 상황에서는 프리페칭 기법 간 성능 격차가 거의 발생하지 않는다는 점이다. 즉, 이러한 환경에서는 인기채널 프리페칭과 인접채널 프리페칭이 거의 유사한 결과를 나타낸다는 것이며, 이는 인접채널과 인기 있는 채널이 일치할 가능성이 높음을 의미한다.

또한, Zipf 파라미터 값이 0인 환경에서는 채널 배치 기법 간의 성능 차이는 발생하지 않는 것을 확인할 수 있다. 이러한 환경은 모든 채널이 동일한 인기를 가지는 비현실적인 환경으로 채널의 인기도 순위와 번호 순서에 별 차이가 없음을 뜻한다. 하지만 이러한 상황에서도 프리페칭 기법에 의한 성능 개선은 나타나는 것을 확인할 수 있다. 특히 인접채널 프리페칭 기법의 경우 Zipf 파라미터가 0인 경우에도 어느 정도의 성능 개선 효과가 나타나는 것을 확인할 수 있다. 이는 프리페칭이 언제나 효과적이고 그 효용성은 현재 시청 중인 채널과 관련된 채널들을 활용하는 것이 적절함을 시사한다.

그림 3(b)는 프리페칭되는 채널 수의 변화에 따른 채널 재배치 기법 및 프리페칭 기법의 성능 변화를 보여주고 있다. 이 실험에서도 총 채널의 수는 150으로 하였으며, Zipf 파라미터 값은 오리지널 값인 1.0으로 설정하였다. 그림에서 보는 것처럼 프리페칭되는 채널의 수가 증가함에 따라 모든 기법의 성능이 점진적으로 개선되는 것을 확인할 수 있다. Zipf 파라미터가 1.0인 경우 채널 간의 인기도 차이가 크기 때문에 배치 기법에 의한 성능 차이가 확연하게 나타났다. 배치 기법에 따른 성능은 interleaved가 가장 좋았으며 그 다음으로 circular와 original의 순으로 나타났다. 프리페칭 기법 간의 성능 차이는 모든 배치 기법에 있어 adjacent가 popular보다 우수했으며, 이러한 현상은 프리페칭되는 채널의 수가 증가함에 따라 더욱 뚜렷이 나타났다.

프리페칭으로 인한 성능 개선 효과를 보다 정교하게 확인하기 위해 본 논문에서는 각 배치 기법별로 채널 탐색 시간의 개선률을 조사해 보았다. 그림 4는 프리페칭되는 채널의 수와 프리페칭 기법에 따라 프리페칭하지 않은 각 기법의 탐색 시간 대비 어느 정도의 성능 개선이 나타나는지를 보여준다. 그림에서 보는 것처럼 프리페칭 채널의 수가 늘어남에 따라 인접채널 프리페칭이 일관되게 성능 향상을 보여주는 반면, 인기채널 프리페칭은 프리페칭 크기 4를 기점으로 성능 개선 폭이 점점 줄어드는 것을 확인할 수 있다. 이를 통해 프리페칭 크기가 커질 때 인접채널 프리페칭 기법이 더욱 효과적이라는 결론을 도출할 수 있다. 각 기법별 성능 개선을 종합해 보면, 인

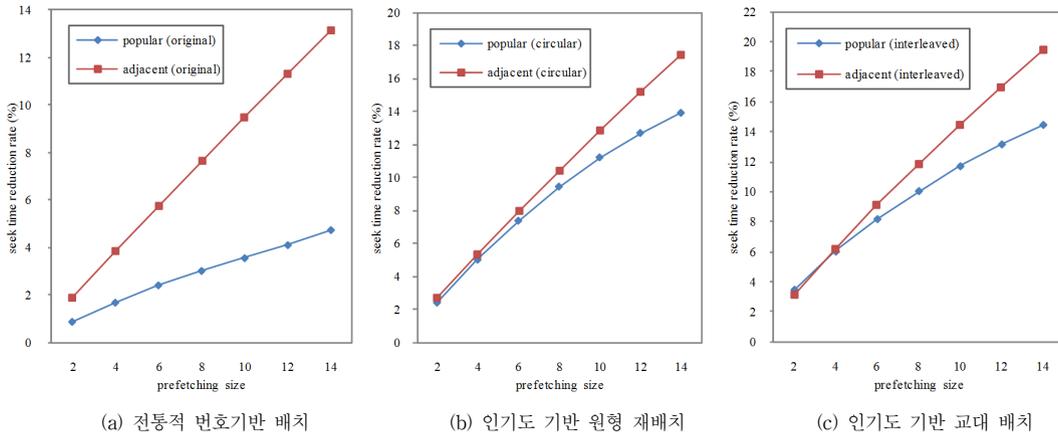


그림 4. 배치 기법별 프리페칭 적용에 의한 성능 개선 정도

Fig. 4. Performance improvement to show the effect of adopting prefetching schemes to each reordering scheme

기도 기반 교대배치 기법과 인접채널 프리페칭 기법을 혼합할 경우 가장 우수한 성능을 나타내었다.

IV. 결론

본 논문에서는 IPTV의 효율적인 채널 탐색을 위해 채널 프리페칭 기법과 채널 재배치 기법을 제안하였다. 제안한 기법들의 유효성 검증을 위해 다양한 환경에서의 트레이스 기반 시뮬레이션을 수행하였다. 실험 결과 어떠한 채널 배치 기법이 사용되더라도 인접채널 프리페칭 기법이 인기채널 프리페칭 기법보다 우수한 성능을 나타내는 것을 확인할 수 있었다. 또한 인기도 기반 교대배치 기법이 프리페칭 기법과 결합되었을 때 채널의 접근 가능성과 시청 가능성을 모두 고려하기 때문에 가장 좋은 성능을 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

References

- [1] J. Lee, G. Lee, S. Seok, B. Chung, "Advanced Scheme to Reduce IPTV channel Zapping Time," Lecture Notes in Computer Science, vol. 4773, pp.235-243, 2007.
- [2] Y. Lee, J. Lee, I. Kim and H. Shin, "Reducing IPTV Channel Switching Time Using H.264 Scalable Video Coding," IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 54, No. 2, pp.912-919, 2008.
- [3] H. Joo, H. song, D. Lee, I. Lee, "An Effective IPTV Channel control Algorithm Considering Channel Zapping Time and Network Utilization," IEEE Transactions on Broadcasting, Vol. 54, no. 2, pp.208-216, 2008.
- [4] E. Lee, J. Whang, U. Oh, K. Koh, H. Bahn, "A popular Channel Concentration Scheme for Efficient Channel Navigation in IPTV", IEEE Transactions on Consumer Electronics, Vol. 55, No. 4, 2009.
- [5] Agilent Technologies, "Ensure IPTV Quality of Experience," White Paper, 2005.
- [6] R. Kooji, K. Ahmed, K. Brunnström, "Perceived Quality of Channel Zapping," Proc. IASTED Conf. Communication Systems and Networks, 2006.
- [7] G. K. Zipf, Human Behavior and the Principle of Least Effort: An Introduction to Human Ecology, Addison Wesley Press, 1949.
- [8] B. Park, "A Study on Next-Generation IPTV Multimedia Transmission Scheme," The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication(IIBC), vol. 9, no. 2, pp.21-28, 2009.
- [9] M. Kim, "A Study on Consumers' Perception and

Attitudes for Market Promotion of Mobile IPTV,”
The Journal of The Institute of Internet,
Broadcasting and Communication(JIIBC), vol. 14,
no. 5, pp. 45-53, 2014.

- [10] Y. Chang and B. Kong, “The Study on niche creation mechanism of drama contents based on lead users - Focussing on drama Damo fandom community,” Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society(JKAIS), vol. 14, no. 5, pp. 2121-2130, 2013.

저자 소개

반 효 경(정회원)



- 1997년 2월 : 서울대학교 계산통계학과 학사
- 1999년 2월 : 서울대학교 전산과학과 석사
- 2002년 2월 : 서울대학교 컴퓨터공학부 박사.
- 2002년 9월~ : 이화여자대학교 컴퓨터공학과 교수.

<주관심분야 : 운영체제, 스토리지시스템, 임베디드시스템>