

<http://dx.doi.org/10.7236/JIIBC.2016.16.5.21>

JIBC 2016-5-4

# 효율적인 IPTV 채널 탐색을 위한 이분화된 채널 리스트 관리 기술

## A Dualistic Channel List Management Technique for Efficient Channel Navigation in IPTVs

반효경\*

Hyokyung Bahn\*

**요 약** 최근 TV 시청자를 위한 개인 맞춤형 서비스 및 상호작용에 대한 요구가 증가하면서 IPTV의 인기가 확산되고 있다. IPTV는 수백개의 채널을 통해 다양한 서비스를 제공하는 장점이 있지만, 폭발적인 채널 수의 증가로 인해 원하는 콘텐츠를 찾기까지 지나치게 많은 탐색시간이 소요되고 있다. 또한, IPTV는 채널 변경시마다 네트워크 대역폭 제약에 의한 콘텐츠 전송시간이 소요되어 채널 변경 시 오랜 지연시간이 요구된다. 이러한 문제점을 해소하기 위해 본 논문에서는 실시간 시청률 및 사용자의 과거 시청 패턴에 근거한 인기채널과 비인기채널의 구분법을 설계하고, 이에 근거한 인기채널 목록의 우선 탐색 및 프리페칭을 통한 미리보기 기능을 제안한다. 다양한 실험을 통해 제안한 기법이 기존의 채널 탐색 인터페이스들에 비해 IPTV의 채널 탐색시간을 크게 줄일 수 있음을 보인다.

**Abstract** With the increased desire of TV consumers for interactivity and personalization, IPTV has been rapidly spread in recent years. IPTV can provide a variety of services through hundreds of channels, but the explosion of TV channels makes users even more difficult to find their desired contents. In addition, the channel zapping delay of IPTV is serious due to the limited network bandwidth. To resolve these problems, this paper distinguishes hot and cold channels by exploiting the real-time viewing rate as well as each user's viewing history, and then, maintains hot channels in the hot list, which is searched first during channel navigation and also prefetched to support the preview of channels. Experimental results show that the proposed scheme improves the IPTV channel seek time significantly compared to existing channel seeking interfaces.

**Key Words** : IPTV, Channel Navigation, Channel Seeking, Hot Channel, Prefetching

### 1. 서 론

불과 몇 년 사이 IPTV가 인터넷 서비스의 대표적인 응용 분야 중 하나로 자리매김하여 그 사용량이 매년 증가하고 있다<sup>[1],[2],[3]</sup>. 지상파 방송 또는 위성 방송과 달리 IPTV는 주파수 대역폭의 제약이 없기 때문에 채널의 수에 제한을 받지 않아 기존 방송에 비해 더욱 많은 채널이

제공되고 있다. 그림 1에서 보는 것처럼 IPTV의 기본 아키텍처는 디지털 TV, 셋탑박스(STB), DSL 모뎀으로 구성되며, 인터넷을 통해 수신되는 다양한 채널의 콘텐츠를 셋탑박스가 사용자에게 보여주게 된다<sup>[1],[4]</sup>. 그러나, 네트워크 대역폭의 한계 때문에 IPTV 셋탑박스는 모든 채널의 콘텐츠를 동시에 전송받지 못하며 채널을 변경하는 동안 채널 스위치 지연이 발생하게 된다<sup>[4]</sup>. 채널 스위치

\*정회원, 이화여자대학교 컴퓨터공학과  
접수일자 : 2016년 7월 16일, 수정완료 : 2016년 8월 18일  
게재확정일자 : 2016년 10월 7일

Received: 16 July, 2016 / Revised: 18 August, 2016 /

Accepted: 7 October, 2016

\*Corresponding Author: [bahn@ewha.ac.kr](mailto:bahn@ewha.ac.kr)

Dept. of Computer Engineering, Ewha University, Korea

지연은 짧게는 0.9초에서 길게는 70초까지 걸리는 것으로 알려져 있으며<sup>[5]</sup>, 이는 IPTV 시청자들의 불편을 증가시키는 주요 요인이 된다<sup>[4]</sup>.

이러한 문제점을 해소하고 IPTV 사용자에게 빠른 서비스를 제공하기 위해 채널 배치 기법이 널리 연구된 바 있다. 채널 배치 기법이란 채널을 인기도 기반의 선형적 순서로 배열하여 원하는 채널을 찾기까지 점유하는 채널 이동 횟수를 줄이는 방법을 말한다. 이는 시청자의 선호도가 급격히 달라지지 않고 대부분 한정된 인기채널들을 집중적으로 시청하기 때문에, 그러한 채널들을 인접하게 배치하여 시청하고자 하는 채널을 찾기까지의 탐색 횟수를 줄이는 것이 효과적이기 때문이다.

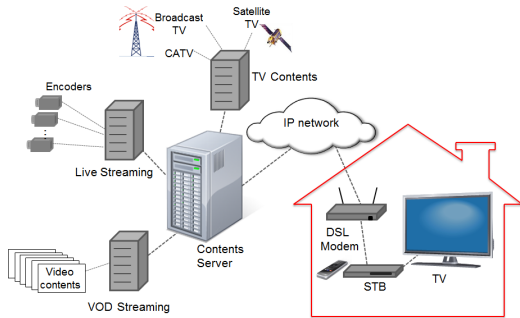


그림 1. IPTV의 기본 아키텍처  
Fig. 1. Basic Architecture of IPTV.

그러나 이러한 노력에도 불구하고 기존 연구는 두 가지 측면에서 한계점이 있다. 그 첫째는 채널의 실시간 인기도 변화를 고려하지 못한다는 점이다. 인기채널과 비인기채널을 사전에 정의해 두는 기존 방법은 실시간으로 변화하는 시청률의 특성을 고려하지 못한다는 한계가 있다. 두 번째는 비인기채널을 시청한 이후 인기채널로의 이동시 채널 이동 횟수가 많아진다는 점이다. 본 논문에서는 이러한 문제들을 해결하기 위해 사용자 개인의 최근 시청 기록과 실시간 사용자들의 시청률을 종합적으로 고려하여 인기채널 목록을 선정한다. 그런 다음 인기채널과 비인기채널을 별도의 리스트로 관리한다. 채널 변경시 현재 시청 중인 채널과 무관하게 인기채널 리스트를 사용자에게 먼저 보여주도록 하여 비인기채널을 시청했다더라도 인기채널로의 빠른 복귀를 가능하도록 한다. 또한, 인기채널들에 대해서는 프리페칭을 통해 저해상도의 미리보기 기능을 제공하여 빠른 채널 이동을 가능하도록 한다.

트레이스 기반 시뮬레이션 실험 결과 제안하는 기법이 기존의 대표적인 기법인 인접채널 프리페칭 기법, 인기채널 프리페칭 기법, 인기도 기반 채널 배치 기법 등에 비해 우수한 성능을 나타내는 것을 확인할 수 있었다.

## II. 이분화된 채널리스트 관리 기술

본 논문이 제안하는 기술은 채널의 인기도를 조사하기 위해 해당 시청자의 과거 시청 기록과 함께 현재 시점 다른 시청자들의 실시간 시청률을 종합적으로 고려한다. 이러한 방식은 인기채널과 비인기채널의 구분뿐 아니라 채널의 선호도 변화를 빠르게 반영한다는 데에 의의가 있다.

제안하는 기법은 각 채널의 인기도를 수치로 정량화한 후 수치가 높은 상위 채널들을 인기채널 리스트를 통해 관리하고 하위 채널들을 비인기채널 리스트를 통해 관리한다. 채널  $i$ 의 인기도  $P_i$ 는 다음과 같이 정의된다.

$$P_i = R_i H_i \quad (1)$$

$R_i$ 는 현재 시점 채널  $i$ 에 대한 시청자 전체의 실시간 시청률을 의미하며,  $H_i$ 는 해당 시청자의 과거 시청 기록에 기반한 선호도 값을 나타낸다. 예를 들어 해당 시청자가 채널  $i$ 를  $t_1, t_2, t_3$  시점에 시청했다면 현재 시각  $t_c$ 의  $H_i$  값은 각 시청 시점부터 현재까지 흐른 시간을 입력값으로 하는 함수  $F(x)$ 의 합으로 다음과 같이 계산된다.

$$H_i = F(d_1) + F(d_2) + F(d_3) \quad (2)$$

이때,  $d_1 = t_c - t_1, d_2 = t_c - t_2, d_3 = t_c - t_3$ 을 의미한다.

$$F(x) = (1/2)^{\lambda x} \quad (3)$$

로 정의되며  $\lambda$ 는  $0 < \lambda < 1$ 인 상수이다.  $F(x)$ 가 감소함수이므로 최근 시청 기록일수록 선호도 값에 더 큰 기여를 하게 된다.  $\lambda$  값이 0에 가까워질수록  $H_i$ 는 시청 시점에 무관하게 시청횟수를 합한 값에 수렴하는 특징이 있으며,  $\lambda$  값이 증가함에 따라 최근 시청 기록에 더 높은 가중치를 부여하게 된다.  $\lambda$  값을 적절히 선택할 경우  $H_i$ 는 최근 시청 기록과 시청 빈도를 모두 고려하는 의미를 가지게 된다.

한편, 모든 채널  $i$ 에 대한  $P_i$  값을 계산하는 것은 상당한 시간 및 공간적 오버헤드를 발생시킬 수 있다. 이는 해당 채널의 모든 시청 기록을 필요로 하기 때문이다. 또한, 각 채널의 인기도  $P_i$ 는 시간에 따라 변하기 때문에 시간이 흐름에 따라 모든 채널의  $P_i$ 를 재계산해야 하는 오

버헤드가 뒤따른다. 하지만, 본 논문에서는 이와 같은 문제점을 해결하는 효율적인 구현 방법이 존재함을 정리 1을 통해 보여준다.

**정리 1.** 채널  $i$ 의  $n$ 번째 시청 시의 인기도를  $P_i$ 라 하고  $n+1$ 번째 시청 시의 인기도를  $P_i'$ 라 하면  $P_i'$ 는  $P_i$ 로부터 다음과 같은 방식으로 유추될 수 있다. 단,  $d$ 는  $n$ 번째 시청시점과  $(n+1)$ 번째 시청시점 사이의 시간 간격을 뜻한다.

$$P_i' = P_i F(d) + R_i \quad (4)$$

증명.  $1 \leq k \leq n$ 일 때에  $d_k$ 를  $k$ 번째 시청시점과  $n$ 번째 시청시점 사이의 시간 간격을 나타낸다고 하자. 그러면,  $P_i'$ 는 다음과 같은 방식으로 계산된다.

$$\begin{aligned} P_i' &= R_i' H_i' \\ &= R_i \{F(d_1+d) + \dots + F(d_n+d) + F(0)\} \\ &= R_i \{(1/2)^{d_1+d} + \dots + (1/2)^{d_n+d} + (1/2)^0\} \\ &= R_i \{(1/2)^{d_1} + \dots + (1/2)^{d_n}\} (1/2)^{d} + R_i \\ &= R_i \{F(d_1) + \dots + F(d_n)\} F(d) + R_i \\ &= R_i H_i F(d) + R_i \\ &= P_i F(d) + R_i \end{aligned} \quad (5)$$

정리 1은  $(n+1)$ 번째 시청시점의 채널  $i$ 의 인기도  $P_i'$ 는  $n$ 번째 시청시점과 그 당시 채널  $i$ 의 인기도  $P_i$ 로부터 곧바로 계산될 수 있음을 뜻한다. 이는 채널의 인기도를 위해 과거의 모든 시청 기록을 유지할 필요가 없어 공간 오버헤드 문제를 해소할 수 있음을 의미한다.

**보조정리 1.**  $t$ 시점의 채널  $i$ 의 인기도와  $t'$  ( $t' > t$ )시점의 채널  $i$ 의 인기도를 각각  $P_i$ 와  $P_i'$ 라 하자. 채널  $i$ 가  $t$ 와  $t'$  사이에 시청된 적이 없다면,  $P_i'$ 는  $P_i$ 로부터 다음과 같이 유추될 수 있다.

$$P_i' = P_i F(d) \quad (6)$$

단,  $d = t' - t$ 를 뜻한다.

증명. 채널  $i$ 가  $t$ 시점 이전에  $n$ 회 동안 시청되었다고 가정하자.  $k$  ( $1 \leq k \leq n$ )번째 시청시점과  $t$ 시점 간의 시간차를  $d_k$ 라 하면, 다음과 같은 식이 성립한다.

$$\begin{aligned} P_i' &= R_i' H_i' \\ &= R_i \{F(d_1+d) + \dots + F(d_n+d)\} \\ &= R_i \{F(d_1) + \dots + F(d_n)\} F(d) \\ &= R_i H_i F(d) \\ &= P_i F(d). \end{aligned} \quad (7)$$

보조정리 1은 채널  $i$ 의 최근에 계산된 인기도와 계산시점을 유지하고 있으면 임의의 시점에서의 인기도 계산이 가능함을 의미한다.

**정리 2.**  $t$ 시점에 채널  $i$ 의 인기도  $P_i$ 가 채널  $j$ 의 인기도  $P_j$ 보다 크고  $t$ 시점 이후 두 채널 모두 시청되지 않았다면, 임의의 시점  $t'$ 에 채널  $i$ 의 인기도  $P_i'$ 은 여전히 채널  $j$ 의 인기도  $P_j'$ 보다 크다.

증명.  $d$ 를  $t' - t$ 라 하면, 보조정리 1로부터

$$P_i' = P_i F(d) > P_j F(d) = P_j' \quad (\because F(d) > 0). \quad (8)$$

정리 2는 시청하지 않은 채널들 간에는 인기도의 대소 관계가 변하지 않음을 뜻한다. 정리 1과 정리 2에 의해 제안한 기법이 최소 힙(min heap) 자료구조에 의한 효율적인 구현이 가능함을 알 수 있다. 즉,  $n$ 이 채널의 총 수일 때 어떤 채널이 인기채널로 승격되거나 비인기채널로 강등되어야 하는지를 결정하는 데에 소요되는 시간 복잡도는 힙의 원리에 의해  $O(\log n)$ 가 된다. 예를 들어 인기채널용 힙의 루트에 위치한 채널보다 새롭게 시청한 채널의 인기도가 더 높다면 루트의 채널을 인기채널에서 제외시키고, 새롭게 시청한 채널을 인기채널로 승격시키게 된다. 시간이 흐를수록, 모든 채널의 인기도 자체는 변하지만 그 인기도 값의 대소관계는 변하지 않으므로 힙의 성질은 그대로 유지된다. 새로운 채널이 인기채널로 승격될 때, 힙의 어느 위치에 삽입할지를 결정하는 일은 단말 노드로부터 단일 경로를 따라 올라가며 위치 탐색을 하게 되므로 그 시간복잡도는  $O(\log n)$ 이면 충분하다.

제안하는 기법의 핵심은 인기채널과 비인기채널의 효율적인 식별 후 채널 변경 시 인기채널을 우선적으로 보여주어 경유하는 채널의 수를 줄인다는 점이다. 그림 2는 제안하는 기법을 인기도 기반 배치기법과 비교하는 예를 보여주고 있다. 이 예에서, 각 셀 안에 표시된 숫자는 채널의 인기 순위를 나타낸다. 그림 2(a)에서 보는 것처럼 인기도 기반 배치기법은 채널들의 인기도 순서에 따라 원형 리스트에 배치하는 방법을 말한다. 이에 비해 본 논문이 제안한 기법은 그림 2(b)에서 보는 것처럼 인기채널과 비인기채널을 별도의 원형리스트로 양분하여 관리한다. 즉, 인기채널들은 앞쪽 리스트에 배치되며 비인기채널들은 바깥쪽 리스트에 배치된다. 시청자가 채널을 탐색할 때, 인기채널 리스트에서 타겟 채널을 찾지 못한 경우 비인기채널 리스트를 보여주게 된다. 이 때, 요청된 채널

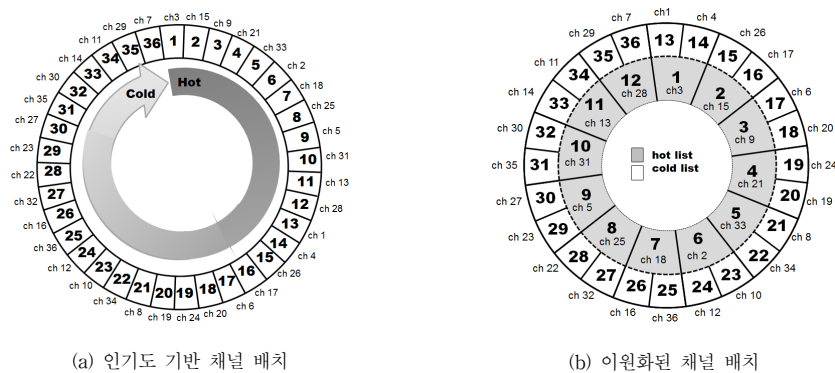


그림 2. 인기도 기반 채널 배치 기법과 이원화된 채널 배치 기법 비교

Fig. 2. Comparison of the popularity-based ordering and the proposed dualistic arrangement.

널이 인기채널 리스트에 있을 가능성이 높기 때문에 탐색 경로가 짧아지는 장점이 있다. 인기도 기반 배치 기법에서도 이러한 효과를 어느 정도는 기대할 수 있지만 비인기채널을 한번 시청한 후 인기채널로 복귀할 때 탐색 경로가 길어지는 문제점이 있다. 이에 비해 제안하는 기법은 어떤 채널을 시청했다라도 채널 변경시 인기채널을 먼저 보여주므로 비인기채널 시청 후에도 인기채널로의 빠른 복귀가 가능하다. 인기채널과 비인기채널을 분리하여 얻을 수 있는 또다른 장점은 타겟 채널을 찾기 위해 원형 리스트의 어느 방향으로 이동하는가에 상관없이 채널탐색 경로가 짧다는 점이다. 인기도 기반 배치기법의 경우 타겟 채널이 원형 리스트 상의 가까운 위치에 존재하는 인기채널이라도 시청자가 반대방향으로 채널을 탐색하는 경우 거의 모든 채널들을 한번씩 경유하게 되는 비효율성이 발생할 수 있다. 이에 비해 제안하는 기법은 원형 리스트 상으로 더 먼 방향으로 탐색하게 되더라도 안쪽 원의 스킴만으로 인기채널이 검색되므로 훨씬 효율적이다.

제안하는 기법은 인기채널의 탐색시간을 더욱 줄이기 위해 인기채널 리스트에 속한 모든 채널들을 프리페칭하여 저해상도의 미리보기 기능을 제공한다. 프리페칭된 채널들은 채널 변경시 네트워크를 통한 콘텐츠 수신 없이 곧바로 화면에 디스플레이할 수 있으므로 채널 탐색 시간을 더욱 줄이게 된다. 기존의 방법들이 완전한 콘텐츠를 프리페칭하는 것에 비해 제안한 기법은 저해상도의 미리보기 콘텐츠를 프리페칭하여 많은 채널들을 프리페칭하더라도 네트워크 사용량이 크게 늘지 않는 특징을 가진다.

그림 2에서 제안하는 기법과 인기도 기반 채널 배치기

법의 직관적인 비교를 위한 예를 생각해 보자. 채널 스위치 시간이 2초, 인기채널 리스트에서 프리페칭된 채널의 스위치 시간은 0.1초라고 가정하고, 사용자가 시청하고자 하는 타겟 채널이 ch25, ch15, ch3, ch24의 순서라고 하자. 이들 채널의 인기도 순위가 8위, 2위, 1위, 19위이므로 인기도 기반 채널 배치기법의 경우 총 33(8+6+1+18)번의 채널 탐색이 필요하며, 탐색시간은 66초가 된다. 반면, 제안하는 기법은 30(8+2+1+19)번의 채널 탐색이 필요하며 탐색시간은 16.3초로 단축된다. 이는 인기채널과 비인기채널을 분리하여 채널 변경시 인기채널 리스트를 먼저 탐색하는 효과와 인기채널들을 프리페칭하여 빠른 미리보기를 제공하는 효과가 합쳐져서 얻어진 결과이다.

### III. 실험 결과

본 장에서는 트레이스 기반 시뮬레이션을 통해 기존의 채널 배치 및 프리페칭 기법과 제안한 기법의 성능을 비교한다. 채널의 인기도는 편향된 인기 분포를 모델링하는 대표적인 모델인 Zipf 분포에 기반해서 모델링하였다<sup>[6]</sup>. Zipf 분포에서는 인기편향성을 제어하는 파라미터  $\theta(0 \leq \theta \leq 1)$ 가 정의되며,  $\theta$ 가 0일 경우 모든 채널들은 동일한 인기를 가지며,  $\theta$ 의 값이 증가함에 따라 채널의 인기 편향성은 증가하여  $\theta$ 가 1일 때 인기편향성이 가장 큰 분포를 나타낸다. 본 논문의 실험을 위해 생성된 트레이스에서 IPTV의 총 채널 수는 10~150개까지 변화시켜가며 실험하였으며,  $\theta$ 의 값은 0에서 1까지 변화시켜가며 실험하였다.

제안하는 기법과의 비교 대상으로는 전통적인 번호기

반 배치(numerical ordering)와 최근 연구에서 그 효과가 입증된 인기도 기반 배치(popularity based ordering), 인기채널 프리페칭(popularity based prefetching), 인접채널 프리페칭(adjacency based prefetching) 등을 사용하였다<sup>[4]</sup>. 인기채널 프리페칭은 인기도 순위가 높은 채널의 콘텐츠를 프리페칭하는 방식을 말하며, 인접채널 프리페칭은 현재 시청 중인 채널과 원형 리스트 상에 인접한 채널들을 프리페칭하는 기법을 말한다.

그림 3은 채널의 수가 증가함에 따른 다섯 가지 기법의 총 탐색시간을 보여주고 있다. 이 실험에서, Zipf 파라미터  $\theta$ 의 값은 오리지널 값인 1.0으로 셋팅하였다. 그림에서 보는 것처럼 본 논문에서 제안된 기법이 모든 경우에 있어 다른 기법들보다 우수한 성능을 나타내었다. 구체적으로 살펴보면 인접채널 프리페칭, 인기채널 프리페칭, 인기도 기반 채널 배치, 번호 기반 채널 배치기법 등과 비교할 때 제안한 기법이 평균 37%, 39%, 41%, 56%의 성능개선을 나타내었다. 또한, 그림에서 보는 것처럼 채널의 수가 증가함에 따라 제안하는 기법과 다른 기법 간의 격차가 더 커짐을 확인할 수 있다.

그림 4는 Zipf 파라미터 값의 변화에 따라 다양한 채널 배치 및 프리페칭 기법의 탐색시간을 비교해서 보여주고 있다. 본 실험에서는 채널의 수를 150개로 고정하였다. 그림에서 보는 것처럼 제안하는 기법이 다른 기법들보다 월등히 개선된 성능을 나타내는 것을 확인할 수 있다. 또한, 제안하는 기법을 사용함에 따른 성능 향상 폭은 Zipf 파라미터가 증가할수록, 즉 채널 간의 인기도 차이가 클수록 더욱 커지는 것을 확인할 수 있었다. 인기도 기반 배치기법 역시 이러한 상황에서 효과적으로 동작하도록 설계되었지만, 제안하는 기법은 인기채널 리스트를 별도로 관리하고 프리페칭을 통한 미리보기 기능을 제공함으로써 더욱 큰 성능 향상을 이루어 낼 수 있다. 제안하는 기법의 성능 개선 폭은 인기도 기반 채널 배치기법에 비해 평균 31%, 번호 기반 채널 배치기법에 비해 평균 38% 향상되는 것을 확인할 수 있었다.

실험결과에서 한 가지 특이한 점은 제안하는 기법의 효과가 Zipf 파라미터 값이 0인 환경에서도 나타난다는 점이다. 이러한 환경에서는 모든 채널의 인기도가 동일하여 인기채널을 식별해내는 것 자체가 의미없는 상황으로 다른 모든 기법들이 동일한 성능을 나타낸 것과는 사뭇 대조적인 결과라 할 수 있다. 제안한 기법의 성능 개선이 이와 같이 나타나는 것은 인기채널에 대한 프리페

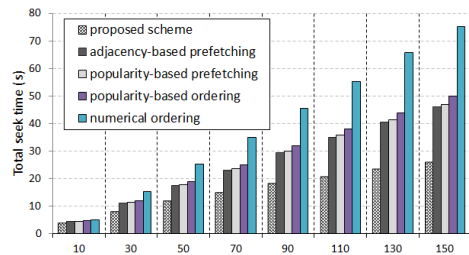


그림 3. 채널 수 증가에 따른 성능 비교  
 Fig. 3. Performance comparison as the number of channels is varied.

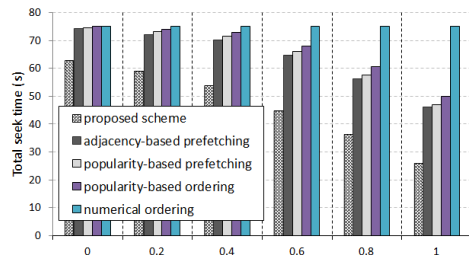


그림 4. Zipf 파라미터 변화에 따른 성능 비교  
 Fig. 4. Performance comparison as the Zipf parameter is changed.

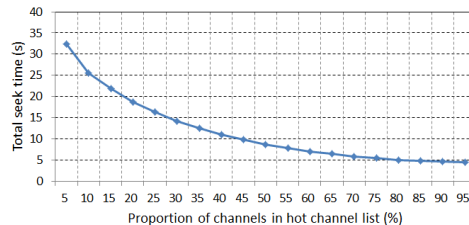


그림 5. 인기채널의 비율 증가에 따른 성능변화  
 Fig. 5. Performance as a function of the proportion of channels in hot channel lists.

칭으로 미리보기 기능을 제공하는 효과로 생각할 수 있다.

그림 5는 제안하는 기법에서 인기채널 리스트에 포함된 채널의 수가 증가함에 따른 채널 탐색시간을 보여주고 있다. 그림에서 보는 것처럼 인기채널의 수가 늘어남에 따라 탐색시간이 크게 개선되는 것을 확인할 수 있다. 그러나, 인기채널의 수를 지나치게 늘릴 경우 프리페칭을 위한 네트워크 대역폭 소모가 증가하는 문제점이 있다. 하지만, 그림에서 보는 것처럼 전체 채널의 절반 이상이 인기채널에 편입될 경우 더 이상의 성능 개선 효과가 크지 않으므로 인기채널 리스트를 지나치게 늘릴 필요는 없음을 알 수 있다.

## IV. 결 론

본 논문에서는 실시간 시청률과 사용자의 과거 시청 패턴을 바탕으로 인기채널과 비인기채널을 구분한 후 이들을 별도로 관리하는 새로운 IPTV 채널 탐색 기법을 제안하였다. 제안한 기술은 채널변경 시 인기채널 리스트를 먼저 탐색하도록 하고 이들에 대한 빠른 미리보기 기능을 제공하여 채널 변경시 소요되는 시간을 최소화하였다. 제안한 기술은 기존의 채널 탐색 기법 중 대표적인 기법들인 인접채널 프리페칭, 인기채널 프리페칭, 인기도 기반 채널 배치, 번호 기반 채널 배치기법 등에 비해 각각 37%, 39%, 41%, 56% 더 나은 성능을 나타냄을 확인하였다.

## References

- [1] 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.
- [2] B. Park, "A Study on Next-Generation IPTV Multimedia Transmission Scheme," The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication(JIIBC), vol. 9, no. 2, pp.21-28, 2009.
- [3] 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.
- [4] H. Bahn, "Channel Reordering and Prefetching Techniques for Efficient Channel Navigation in IPTVs," The Journal of The Institute of Internet, Broadcasting and Communication(JIIBC), vol. 16, no. 3, pp. 1-6, 2016.
- [5] Agilent Technologies, "Ensure IPTV Quality of Experience," White Paper, 2005.
- [6] G. K. Zipf, Human Behavior and the Principle of Least Effort: An Introduction to Human Ecology, Addison Wesley Press, 1949.

## 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>