

논문 2009-46TC-5-15

P2P 방식의 IPTV 시스템에서 인접채널 전송방식을 이용한 채널변경 지연시간의 단축

(Reduction of Channel Change Delay Using Adjacent Channel Delivery
in P2P Based IPTV Systems)

김 지 훈*, 김 영 한*

(Jihoon Kim and Young Han Kim)

요 약

공중파 방송과는 달리 통신망을 이용하는 IPTV는 사용자가 채널을 변경하면 변경된 채널 데이터를 서버로부터 받아와야 하므로 지연시간이 발생하게 되며 이러한 채널변경 지연시간의 발생은 사용자의 체감품질을 저하시킨다. 본 논문에서는 다중체인 구조를 이용한 P2P 기반의 IPTV 시스템에서 채널을 변경할 때 발생하는 지연시간을 감소시키는 알고리즘을 제안한다. 제안하는 방법은 인접한 채널을 함께 전송하는 방법과 새로운 채널그룹에 접속할 때 미리 구성되어 있는 테이블을 이용하여 유효한 peer로 직접 접속하는 방법으로 구성된다. 이 방법은 첫번째 채널변경에서의 지연시간을 없애고 사용자가 채널을 계속 변경하면서 원하는 채널을 찾는 채널탐색 환경에서도 지연시간을 줄이는 장점이 있다. 수치적인 분석을 통해서 제안하는 구조의 지연시간 감소 효과가 높다는 것을 보여준다.

Abstract

In this paper, we propose an algorithm that reduces channel change delay time in the P2P based IPTV system. Channel change delay time is considered to be one of the most important performance measures in IPTV system. Proposed algorithm presents a method to reduce the channel change delay time effectively. The algorithm eliminates the first channel change delay time and reduces delay time on a continuous channel surfing. We will show the mathematical models to evaluate the performance of proposed scheme with respect to the channel change delay time.

Keywords : IPTV, P2P, peer-to-peer network, multiple chain architecture, channel change, delay time

I. 서 론

실시간 방송서비스를 갖춘 IPTV 서비스가 제공되면서 사용자들은 더욱 높은 품질의 서비스를 받기 원한다. IPTV에서 사용자가 체감하는 품질 QOE(Quality of Experience)의 중요한 요소 중 하나가 채널 변경시 발

생하는 지연시간(delay time)이다. 공중파 방송은 사용자가 채널을 시청하는 것과 관계없이 모든 채널 신호가 TV 수신기에 동시에 제공되기 때문에 사용자가 채널을 변경해도 지연이 발생하지 않는다. 하지만 IPTV의 경우에는 네트워크의 대역폭이 한정되어 있거나 또는 대역폭의 경제적인 사용을 위해서 모든 채널 데이터를 특정 노드에 동시에 전송할 수 없다. 따라서 채널을 변경하게 되면 새로이 변경되는 채널 데이터를 서버 또는 같은 그룹의 peer로부터 전송 받아서 화면에 출력하게 되며 이로 인해 지연이 발생하게 되고 이러한 채널변경 지연시간의 발생은 QOE를 저하시킨다. 채널변경 지연시간을 줄이기 위해 많은 연구가 진행되었는데 지금까

* 정희원, 숭실대학교 정보통신전자공학부
(Soongsil University)

※ 본 연구는 지식경제 프론티어기술개발사업의 일환으로 추진되고 있는 지식경제부의 유비쿼터스컴퓨팅 및 네트워크원천기술개발사업의 09C1-C2-20S 과제로 지원된 것임

접수일자: 2009년2월23일, 수정완료일: 2009년5월18일

지 IPTV 시스템에서 채널변경 지연시간을 줄이기 위하여 연구된 내용은 대부분 멀티캐스트 방식의 IPTV 시스템 환경에 대한 연구이다^[1-5]. 현재까지 제안된 채널 변경 지연시간을 줄이기 위한 연구는 다음과 같다. 먼저 현재 사용자가 시청하고 있는 채널데이터 뿐만 아니라 인접한 채널(바로이전채널 및 다음채널)의 데이터도 함께 받음으로써 채널 변경 시에 지연시간을 줄이는 방법^[1], 시청률을 분석하여 인기도가 높은 채널로 변경할 확률이 높다는 가정 하에 인기도가 높은 채널데이터를 미리 제공하는 방법^[2], 사용자가 채널을 변경하면 변경된 채널데이터를 우선 고속의 유니캐스트 방식으로 제공함으로써 버퍼링 시간을 단축시켜 화면에 반영한 후에 원래의 멀티캐스트 방식으로 데이터를 보내어 임시로 보냈던 유니캐스트 데이터로부터 전환시켜서 지연시간을 줄이는 방법^[3], 부멀티캐스트 트리(secondary multicast tree)를 구성하여 해상도가 낮은 저용량의 채널데이터를 사용자의 시청과 관계없이 전송하고 있다가 사용자가 채널을 변경할 때 변경된 채널 데이터를 부멀티캐스트 트리로부터 빨리 받아보게 하여 지연시간을 줄이는 방법^[4], 사용자가 채널을 변경하면 변경된 채널 데이터 뿐만 아니라 그 다음채널들도 함께 전송함으로써 채널탐색(channel surfing)시에 지연시간을 단축시키는 방법^[5]등이 제안되었다. 채널변경은 주파수대역의 사용과 지연시간과의 절충이 필요한 문제이다. 즉, 극단적으로 공중파 방송과 같이 모든 채널 데이터를 동시에 전송하게 되면 채널 변경 지연은 발생하지 않지만 주파수 대역을 많이 사용하게 됨으로써 네트워크 부하를 증가시킨다. 반대로 하나의 채널 신호를 보내다가 사용자가 채널을 변경하면 변경된 채널 신호를 보내는 기본적인 방법은 주파수대역은 효율적으로 사용하지만 사용자가 체감하는 지연시간이 크므로 만족도가 낮다는 단점이 있다. 앞에서 제안된 방법들도 채널변경 지연시간 및 변경시 발생하는 주파수대역의 사용 측면에서 각각 장단점을 가지고 있다.

본 논문에서는 P2P 기반의 IPTV 시스템에서 채널변경으로 인한 지연시간을 감소시키는 방법을 제안한다. 본 논문의 구성은 서론에 이어 제II장에서는 본 논문에서 제안하는 다채널 전송방식을 이용한 채널변경 지연시간을 줄이는 방법을 소개한다. 그리고 제III장에서는 제안한 구조의 지연 성능을 수학적으로 해석한다. 마지막으로 제IV장에서 결론을 맺는다.

II. 다채널 전송방식을 이용한 채널변경 지연시간 단축방법

1. 시스템 구조

본 논문에서는 다중체인 구조를 이용한 P2P 기반의 IPTV 시스템^[6]에서 채널을 변경할 때 발생하는 지연시간을 감소시키는 알고리즘을 제안하였다. 그림 1은 다중체인 구조를 이용한 P2P 기반의 IPTV 시스템 구조를 나타낸다.

하나의 DSLAM 내에서 같은 채널을 시청하는 peer 들은 L 개의 레벨로 구성되며 각 레벨은 다시 S 개의 span으로 나누어진다. 레벨 l 의 head peer는 레벨 l 에 속한 모든 peer 및 레벨 $l+1$ 의 head peer에 대한 정보를 가지고 있으며, 레벨 l 에 새로운 peer가 가입하거나 레벨 l 에 속한 peer가 탈퇴하면 레벨 정보를 갱신하여 현재 레벨의 각 span에 속한 peer의 개수를 파악하고 있다. 또한 모든 레벨의 head peer는 주기적으로 자신의 정보를 ISP tracker에게 제공하며 새로운 peer가 가입을 원할 때 tracker는 head peer로부터 받은 정보를 참조하여 새로운 peer의 위치를 지정하게 된다. 이 구조는 head peer를 제외한 대부분의 peer가 체인구조로 연결되어 있으므로 peer들 간의 데이터전송이 단순하며 또한 peer들의 가입 및 탈퇴가 빈번한 환경에서 전체 구조의 재구성이 간단하다는 장점이 있다.

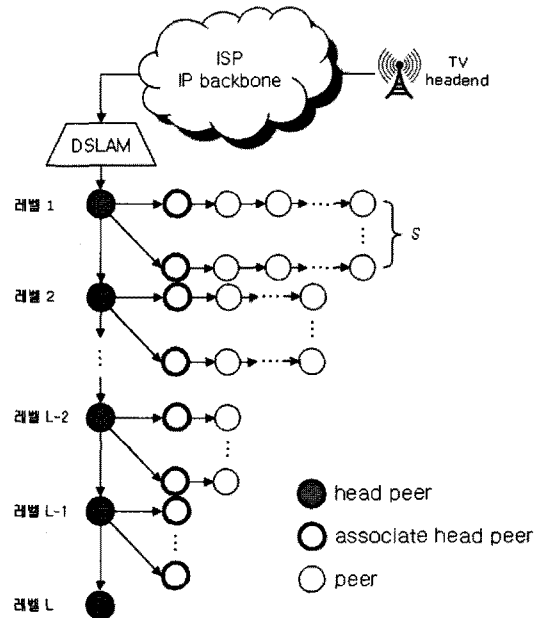


그림 1. 다중 체인구조
Fig. 1. Multiple Chain Architecture.

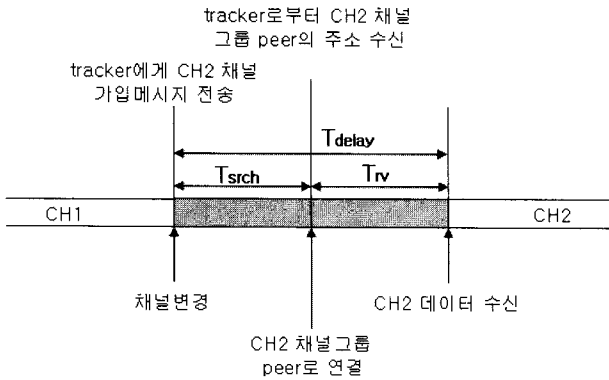


그림 2. P2P 구조에서 peer의 채널변경 과정
Fig. 2. Channel changing scenario in P2P structure.

P2P 방식의 IPTV 시스템에서 사용자가 채널을 변경하면 기존의 채널그룹에서 탈퇴하고 새로운 채널그룹에 가입하는 과정을 거치게 된다^[6]. 참조논문에서 언급한 방식으로 탈퇴와 가입과정을 시간 순서에 따라서 나타내면 그림 2와 같다.

그림에서 CH1 채널그룹의 탈퇴 과정은 CH2 가입과정과 동시에 수행할 수 있으며 본 논문에서는 새로운 채널그룹에 가입할 때의 지연시간에 관심이 있으므로 생략하였다. 회색부분에서 T_{srch} 는 tracker에게 CH2 채널그룹에 등록메시지를 보내고 tracker가 유효한 peer를 찾아서 주소를 보내주는 데 걸리는 시간이고, T_{tv} 는 CH2 그룹의 peer에게 연결하여 CH2 영상데이터를 전송받는데 걸리는 시간이다. 사용자가 채널을 변경했을 때 이 시간동안은 화면에 영상이 출력되지 않으며 T_{srch} 와 T_{tv} 를 합친 T_{delay} 시간이 지난 후에 CH2 영상이 출력된다. 본 논문에서는 현재 화면에 출력되는 채널과 인접한 채널 데이터를 함께 전송받음으로써 T_{srch} 지연시간을 없애고, 또한 tracker로부터 인접한 채널그룹의 유효한 peer 정보를 주기적으로 받아서 채널변경시에 tracker를 통하지 않고 변경하려는 채널의 유효한 peer에게 직접 연결하여 데이터를 전송받음으로써 T_{tv} 지연시간도 감소시킬 수 있는 방법을 제안하였다.

채널을 변경하는 문제는 여러 가지 상황이 있을 수 있으며 그 중에 한가지는 사용자가 채널을 계속 옮겨다니며 탐색하는 경우이다. 사용자는 종종 자신이 보고 싶은 채널을 찾기 위해서 채널을 계속 이동하게 된다. 이처럼 채널변경이 계속 발생하게 되면 현재의 채널그룹 탈퇴와 새로운 채널그룹으로의 가입이 반복적으로 수행되며 그때마다 지연시간이 발생하게 되고 사용자의 체감품질 QOE는 저하된다. QOE의 중요한 요소는 화질

과 지연시간이다. 사용자는 지연시간을 줄이고 고품질의 화질을 원한다. 하지만 채널을 탐색하는 과정에서 채널의 내용을 확인하는 경우에는 화질이 선명하지 않더라도 별로 문제가 되지 않는다. 즉, 시청자들은 채널을 변경할 때 지연시간이 길어서 검은 화면을 보다가 변경된 채널의 화면을 고화질로 보는 것보다 화면이 선명하지 않더라도 빨리 화면이 나와서 이 채널을 계속 시청할 것인지 다음 채널로 넘어갈 것인지를 결정하기를 원한다. 물론 채널탐색이 끝났다고 판단되면 해당 채널은 고화질의 영상을 출력해야 한다. 본 논문에서는 이러한 사용자의 행동패턴을 바탕으로 채널변경시에 지연시간을 감소시키는 방법을 제안하였다.

2. 제안 알고리즘

본 논문에서 제안하는 알고리즘 기술에서 사용된 용어는 표 1과 같다.

채널변경 지연시간을 줄이는 알고리즘은 두가지 방법으로 구성된다. 첫 번째 방법은 사용자가 선택한 채널 n과 함께 인접한 채널 n+1, n-1을 동시에 전송하는 방법이다. 이 때 인접한 채널은 대역폭의 사용을 줄이기 위하여 저용량 데이터로 인코딩 되어서 전송된다^[7]. 인접채널을 함께 전송함으로써 사용자가 채널을 변경하면 우선 함께 전송하던 인접채널 데이터를 화면에 출력하여 채널 변경으로 인한 지연시간을 없앨 수 있다. 두 번째는 채널을 변경할 때 변경된 채널그룹의 유효한 peer P(n+1)(또는 P(n-1))을 찾는 과정을 개선하는 방법이다. 사용자가 하나의 채널그룹에서 시청하는 동안 tracker로부터 인접채널을 시청하는 채널그룹에서 유효한 peer P(n+1)과 P(n-1)의 주소를 주기적으로 전송받는다. 그러기 위해서 tracker는 각 채널그룹에 속한 peer들에게 인접채널의 유효한 peer를 적절히 할당하는 테이블을 만들어서 관리하며 peer들의 가입과 탈퇴가 빈번히 일어나므로 주기적으로 테이블을 갱신하

표 1. 알고리즘 기술을 위한 용어 정의
Table 1. Notations for algorithm description.

P	채널에 변경하려는 peer
n	P가 현재 시청중인 채널
n+1, n-1	n채널보다 하나 위(또는 아래)의 채널
P(n+1)	n+1 채널을 시청하는 peer중에서 다른 peer에게 데이터전송이 가능한 peer
θ	채널변경 지연시간 $= \begin{cases} T_{delay} - T_{change}, & T_{delay} > T_{change} \\ 0, & T_{delay} < T_{change} \end{cases}$

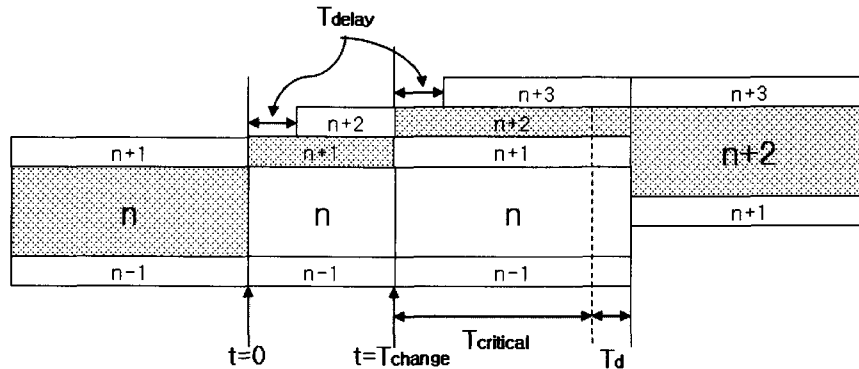


그림 3. 제안구조의 채널변경 과정
Fig. 3. Proposed channel changing scenario.

여 peer들에게 전송한다. 채널변경이 발생할 경우에 P는 tracker로부터 미리 수신한 정보를 이용하여 P(n+1)(또는 P(n-1))에게 접속할 수 있다. 이렇게 함으로써 그림 2에서 T_{srch} 지연시간을 없앨 수 있다. 만일 변경하는 채널그룹에 속한 유효한 peer P(n+1)에게 접속했을 때 P(n+1)이 이미 다른 채널로 변경한 상태라면 기존의 방법과 같이 tracker에게 변경할 채널그룹의 유효한 peer를 요청한다. 본 논문에서는 P가 가지고 있는 P(n+1) (또는 P(n-1))에 대한 정보가 실제 P(n+1) (또는 P(n-1))의 상태와 일치한다고 가정한다. 논문에서 제안하는 방법을 시간 순서에 따라서 나타내면 그림 3과 같다.

그림에서 무늬부분이 화면에 출력되는 부분이다. 현재 n 채널을 시청하던 사용자가 n+1 채널로 변경하면 ($t=0$) n 채널과 함께 전송받고 있던 저용량의 n+1 채널을 화면에 출력하게 되며 따라서 채널변경으로 인한 지연시간은 없다. 이와 동시에 n+1 채널그룹에 속한 peer에게 접속하여 저용량의 n+2 채널데이터를 전송받는다. 사용자가 n+2 채널로 변경하면($t=T_{change}$) 전송받고 있던 저용량의 n+2 채널을 화면에 출력하며 마찬가지로 n+2 채널그룹에 속한 peer에게 접속하여 저용량의 n+3 채널데이터를 전송받는다. n+2 채널을 시청하는 시간이 채널탐색 임계시간 $T_{critical}$ 을 초과하면 채널탐색이 끝났다고 판단하고 n+2 채널그룹의 peer로부터 고용량의 n+2 채널데이터를 전송받아서 고품질의 선명한 화면을 출력한다. 그림에서 T_{delay} 는 채널변경이 발생할 때 다음 채널그룹의 peer에게 접속해서 저용량의 채널데이터를 전송받는데 소요되는 지연시간이며, $T_{critical}$ 는 채널탐색 임계시간으로 채널탐색이 끝났다고 판단하는 시간이다. 또한 T_d 는 채널탐색 임계시간이 지난 후에 n+2 채널그

```

Algorithm Channel Change
i=1;
while ( $T_{critical}$  is not expired)
    if i=1 // first channel change
        display low quality n+i channel;
        connect to P(n+1) to receive
            low quality n+2 channel data;
    else
        if  $T_{change} < T_{delay}$  // delay
            display blank image during  $\theta$ ;
            display low quality n+i channel after  $\theta$ ;
            connect to P(n+i) to receive
                low quality n+i+1 channel data;
        else // no delay
            display low quality n+i channel
                received from P(n+i-1);
            connect to P(n+i) to receive
                low quality n+i+1 channel data;
        end if
    end if
    i=i+1;
Wend
display high quality n+i-1 channel
    received from P(n+i-1);
    
```

그림 4. 채널변경 알고리즘
Fig. 4. Channel changing algorithm.

룹의 peer로부터 고용량의 n+2 채널데이터를 전송받는데 소요되는 지연시간이다. 이 과정을 pseudo code로 표현하면 그림 4와 같다.

III. 구조분석

이 장에서는 본 논문에서 제안한 방식을 적용한 경우에 채널변경 지연시간을 구해보고자 한다. 분석을 위하여 몇가지 가정이 필요하다. 우선 사용자가 현재의 채널에서 다음 채널로 변경할 때 변경하는 채널그룹에 유효한 peer가 DSLAM내에 충분히 있다고 가정한다. 또한 사용자가 연속적으로 채널변경을 하는 경우에 변경한 채널화면을 본 이후에 다음채널로 변경할지 계속 이 채널을 시청할지를 결정한다고 가정한다. 그리고 head-end server에서 모든 채널에 대해서 I-frame으로만 구성되는 저용량 비디오 데이터를 인코딩 할 수 있다고 가정한다.

우선 사용자가 n 채널을 시청하다가 n+1 채널로 바꾸는 경우(첫번째 채널변경)에는 그림 3에서 보는바와 같이 채널변경으로 인한 지연시간이 발생하지 않는다. n+1 채널을 $T_{critical}$ 시간 이상 시청하면 P(n+1)로부터 고화질의 n+1 채널데이터와 함께 저용량의 n+2 채널데이터와 n 채널데이터를 받게 되므로 초기상태와 같아진다. n+1 채널을 보다가 $T_{critical}$ 시간 이전에 n+2 채널로 변경하는 경우(두번째 채널변경)에는 사용자가 채널을 변경하는 시간에 따라서 지연이 발생하지 않을 수도 있고 부분적인 지연이 발생할 수도 있다. 즉 그림 3에서 T_{change} 가 T_{delay} 보다 큰 경우에는 채널변경으로 인한 지연이 발생하지 않지만 만일 T_{change} 가 T_{delay} 보다 적으면 부분적인 지연(θ)이 발생한다. 지연이 발생하는 경우를 시간순서에 따라서 도식하면 그림 5와 같다.

그림 5에서 검은색으로 칠한 부분이 채널변경으로 인한 지연시간이며 이 시간동안 화면이 출력되지 않는다. 사용자가 첫 번째 채널변경 이후에 두 번째 채널변경을 하는 시간을 지수분포로 가정하면 시간 t의 확률

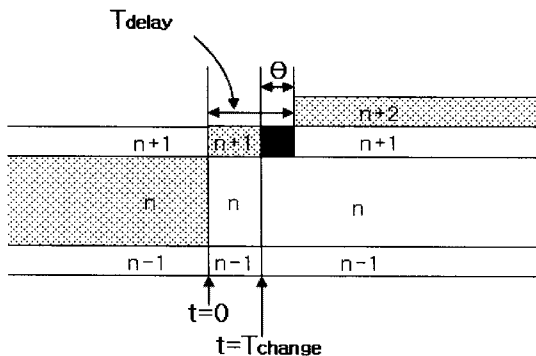


그림 5. 채널변경시 지연이 발생하는 경우
Fig. 5. Situations in which partial delay occurs.

밀도함수는

$$f(t) = \lambda e^{-\lambda t} \tag{1}$$

가 되며 $t = T_{delay} - \theta$ 이므로 채널변경 지연시간의 확률밀도함수는

$$f(\theta) = \lambda e^{-\lambda(T_{delay} - \theta)} \tag{2}$$

이 된다. 따라서 채널을 변경할 때 발생하는 지연시간의 기대값(expectation)은 다음식과 같다.

$$E(\theta) = \int_0^{T_{delay}} \theta \cdot f(\theta) d\theta \tag{3}$$

$$= \frac{1}{\lambda} (e^{-\lambda T_{delay}} + \lambda T_{delay} - 1)$$

식 (3)에서 λ 는 채널요청시간 T_{change} 의 평균값의 역수를 의미한다. 그림 6은 첫 번째 채널변경 이후에 T_{delay} 값에 따른 채널변경 지연시간의 기대값을 도표로 표시한 것이다.

그림에서 보는 바와 같이 T_{delay} 값이 증가할수록 $E(\theta)$ 값도 커진다. 즉, 새로운 채널데이터를 수신하는데 걸리는 지연시간이 길어지면 사용자가 채널을 변경할 때 소요되는 평균 지연시간도 길어진다는 것을 의미한다. 또한 λ 값이 커지면 $E(\theta)$ 값도 커지게 되는데 λ 값이 크다는 것은 사용자가 채널을 변경하는 시간 T_{change} 의 평균값이 적다는 것을 의미한다. 따라서 사용자가 채널을 빨리 변경할수록 채널변경 지연시간도 길어지게 된다.

식 (3)은 사용자가 두 번째 채널을 변경한다고 가정

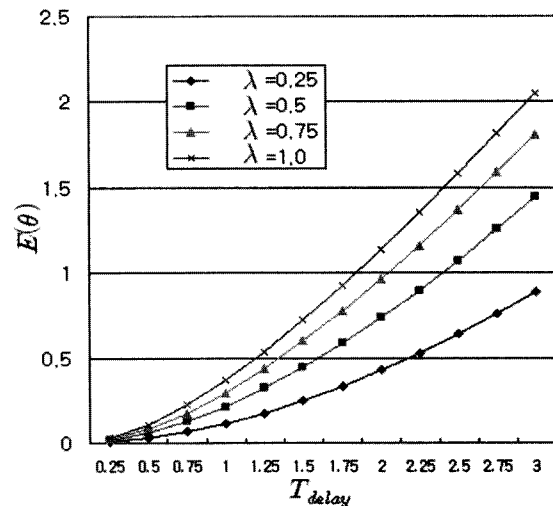


그림 6. 채널변경 지연시간
Fig. 6. Channel changing delay.

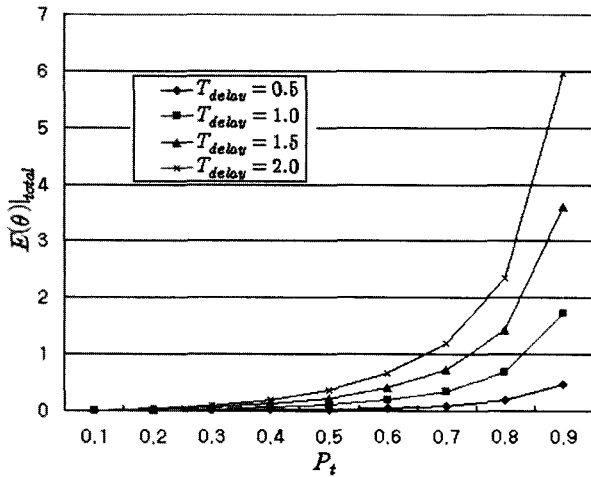


그림 7. 채널탐색으로 인한 총 채널변경 지연시간

Fig. 7. Channel change delay due to the channel surfing.

했을 때 채널변경 지연시간의 기대값을 구한 것이다. 따라서 기준시간($t=0$) 이후에 사용자가 채널을 변경할 확률을 알면 사용자가 채널탐색을 하는 동안 발생하는 총 지연시간의 기대값을 구할 수 있다. 기준시간 이후에 사용자가 채널을 변경할 확률은 renewal process에 의하여 구할 수 있다^[8]. 즉, 기준시간에 사용자가 동전을 던져서 앞면이 나오면 채널을 돌리고 뒷면이 나오면 현재 채널을 유지한다. 동전을 던져서 앞면이 나온 경우에 다시 동전을 던진다. 이번에도 앞면이 나오면 다음 채널로 변경한다. 이렇게 채널을 변경한 후에 계속 동전을 던져서 뒷면이 나올 때까지 채널탐색을 한다. 사용자가 채널탐색 임계시간 $T_{critical}$ 이전에 동전을 던져서 앞면이 나올 확률을 P_t 라고 한다면 채널 변경으로 인해 발생하는 총지연시간의 기대값은 다음식과 같다.

$$E(\theta)_{total} = P_t \cdot 0 + \sum_{i=2}^{\infty} P_t^i \cdot E(t) \quad (4)$$

식 (4)에서 첫 번째 항이 0인 이유는 첫 번째 채널변경으로 인한 지연시간이 0이기 때문이다. 식 (4)에 의해서 사용자가 채널을 변경할 확률 P_t 에 따른 전체 채널 변경 지연시간의 기대값을 도표로 나타내면 그림 7과 같다.

그림에서 보는바와 같이 사용자가 채널을 변경하는 확률이 높을수록 전체 채널변경 지연시간은 커지게 되며 확률값이 높아질수록 그 정도가 더욱 커지는 것을 볼 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 다중체인 구조를 이용한 P2P구조의 IPTV 시스템에서 인접채널 전송방식과 다음채널을 보유한 peer에 미리 접속하는 방식을 통해서 채널변경 지연시간을 줄이는 방법을 제안하였다. 본 논문에서 제안한 구조에 의하면 사용자가 채널을 계속 변경하는 채널 탐색 과정에서도 채널변경으로 인한 지연시간을 없애거나 줄일 수 있는 장점이 있으며 따라서 IPTV 시청자의 체험품질을 높일 수 있다. 향후에 사용자가 채널을 랜덤하게 선택하거나 즐겨찾는 채널목록을 만들어서 사용하는 경우에 대해서 채널변경 지연시간을 줄이는 방법에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] C. Cho, I. Han, and H. Lee, "Improvement of channel zapping time in IPTV services using the adjacent groups join-leave method," International Conference on Advanced Communication Technology, pp. 971-975, Gangwon-do, Korea, Feb. 2004.
- [2] J.Caja, "Optimization of IPTV multicast traffic transport over next generation metro networks," International Telecommunications Network Strategy and Planning Symposium, pp. 1-6, New Delhi, India, Nov. 2006.
- [3] <http://www.microsoft.com/Mediaroom>
- [4] D. Banodkar, K.K. Ramakrishnan, S. Kalyanaraman, A. Gerber, and O. Spatscheck, "Multicast instant channel change in IPTV systems," International Conference on Communication Systems Software and Middleware, pp. 370-379, Bangalore, India, Jan. 2008.
- [5] W. Sun, K. Lin, and Y. Guan, "Performance Analysis of a Finite Duration Multichannel Delivery Method in IPTV," IEEE Trans. on Broadcasting, Vol. 54, no. 3, pp. 419-429, Sep. 2008.
- [6] 김지훈, 김영한, "다중 체인구조를 이용한 Peer-to-Peer 기반 IPTV 시스템 설계," 전자공학 회논문지, 제45권 TC편, 제12호, 74-82쪽, 2008년 12월
- [7] J.M.Boyce, and A.M.Tourapis, "Fast Efficient Channel Change," International Conference on Consumer Electronics, pp. 1-2, Tokyo, Japan, Jan. 2005.

[8] D.E. Smith, "IP TV Bandwidth Demand: Multicast and Channel Surfing," IEEE INFOCOM'07, pp. 2546-2550, Alaska, USA, May 2007.

저 자 소 개



김 지 훈(정회원)
1987년 부산대학교 전기공학과
학사졸업.
1990년 한국과학기술원 전기 및
전자공학과 석사졸업.
1990년~1993년 한국통신
연구개발단.

1993년~1995년 한국휴렛팩커드 컴퓨터개발부.
1995년~현재 부천대학 e-비즈니스과 부교수.
2003년~현재 송실대학교 정보통신공학과
박사과정
<주관심분야 : P2P, IPTV, 멀티미디어스트리밍>



김 영 한(정회원)-교신저자
1984년 서울대학교 전자공학
학사.
1986년 한국과학기술원 전기전자
공학 석사.
1990년 한국과학기술원 전기전자
공학 박사.

1990년~1994년 디지콤정보통신연구소 연구부장
2006년~현재 송실대 정보통신공학과 교수
2006년~현재 통신학회 인터넷연구회위원장
2006년~현재 VoIP포럼 차세대분과 위원장
<주관심분야 : BcN, IMS, VoIP, QoS, MANET>