

# IPTV에서 채널 번호 키 입력 이벤트가 발생 시 해당 숫자 정보와 이벤트간의 시간차를 활용하여 채널 변경 시간을 단축하는 방법 (An Effective Method to Reduce IPTV Channel Zapping Times using Pushed Number Key Information and Interval Time of the Events)

유 준 혁 <sup>†</sup>                      윤 희 용 <sup>\*\*</sup>  
(Joonhyuk Ryu)                      (Heeyong Youn)

**요 약** IPTV의 채널을 변경할 경우 채널 변경 시 소요되는 시간을 피하기 위해, 시스템은 사용자가 원하는 채널을 사전 미리 예측해 해당 데이터를 수신하고 있어야 한다. 사용자가 이동할 채널들에 대해 예측하는 정확도는 전체 IPTV 시스템의 성능을 결정짓는 가장 중요한 요소로, 기존의 연구들은 여러 데이터를 활용하여 사용자가 변경할 채널들에 대해 예측하는 방법을 제시했다. 이런 예측에 근거한 방법들은 사용자의 채널이동 성향이나 다양한 채널 변경 패턴에 따라 일정한 성능을 보장하지 못한다. 본 논문에서는 리모컨의 채널 번호 정보를 활용하여 채널 변경 시 지연을 줄이거나 회피하기 위해 일정한 성능을 보장하는 방법을 제시한다.

키워드 : Channel Zapping Time, IGMP, IGMP Proxy, IPTV

**Abstract** To avoid a channel zapping delay, the device needs to predict a next channel and must download it. Previous researches suggest algorithms based on assumption by utilizing many data. How to select and download future channels is a main issue in IPTV system. Most proposal based on assumption do not guarantees complete performance of channel zapping. In this paper, we suggest an effective method to avoid a channel zapping time with a constant performance by using a number remote controller key information.

Key words : Channel Zapping Time, IGMP, IGMP Proxy, IPTV

## 1. 서 론

초고속 인터넷 환경의 IPTV 서비스는 과거의 케이블 TV 방송에 비해 그 기술적인 차이만큼이나 여러 측면에서 많은 특징이 있다. IPTV는 인터넷에 직접 연결되

어 많은 서비스를 제공하는 컨버전스 어플리케이션으로 과거 일방적으로 수신하는 단방향 방식이 아닌 양방향 방식이다. 그러므로 T-Commerce 나 Web search 같은 다양한 서비스가 IPTV 상에서 실현된다.

다양한 서비스를 IPTV에서 실행하기 위해서는 우선 사용자를 만족시킬만한 QoS 수준이 확보되어야 한다. QoS는 비디오나 오디오 데이터 전송 속도, 채널 변경 시 지연시간, 보안 및 가용성 등의 중요한 항목들이 포함된다. 이 중에서 중요한 이슈는 채널을 변경할 때의 지연 속도다. 과거의 TV 방식은 TV에 연결된 셋탑박스(STB)가 사용자에게 의해 선택된 채널에 대해 즉시 화면에 재생할 수 있으나, IPTV에서는 네트워크 대역폭 제한으로 인해 이를 완벽하게 지원할 수가 없다. IPTV는 콘텐츠 제공업자들로부터 제공되는 채널들의 전체가 아닌 일부에 해당하는 소수의 채널들을 즉시 재생할 수

<sup>†</sup> 정 회 원 : 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과  
blindsho@naver.com

<sup>\*\*</sup> 종신회원 : 성균관대학교 정보통신공학부 교수  
blindsho@naver.com  
논문접수 : 2010년 7월 29일  
심사완료 : 2010년 8월 18일

Copyright©2010 한국정보과학회 ; 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 첫 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지 : 정보통신 제37권 제6호(2010.12)

있고, 만약 사용자가 선택한 채널이 즉시 사용 가능하지 않다면 해당 채널이 화면에 재생될 때까지 지연시간이 발생한다. 이것을 채널변경시간(channel zapping time)이라 하고 이 채널변경시간은 IPTV 서비스의 품질을 결정하는 매우 중요한 성능 이슈다.

채널변경시간을 줄이기 위해 TV 연구개발 종사자들은 IGMP Proxy 기능을 바탕으로 한 여러 가지 방법들을 발표했다. 사용자가 원하는 채널에 대한 후보 채널 대상을 얼마나 정확하게 예상해 선별하느냐가 채널변경 시간을 줄이기 위한 핵심 요소인데, 기존 방법 중 이를 가장 충족시키는 방법으로는 [Adjacent Multicast Join] 방법이 있다. 이 방법은 현재 채널에 대해 리모컨의 채널 업 버튼과 채널 다운 버튼에 해당하는 인접 채널에 대해 미리 요청하는 방법으로 과거 기록한 데이터를 근거로 사용자에게 따른 선호 채널 및 예상 시스템을 예측하는 기존 방법들과는 확연히 차별화 된다. 채널 변경 시 지연시간을 줄이기 위한 방법에서 시스템이 후보 채널을 선별하는 방법이 가장 중요한데 문제는 사용자가 채널을 변경하는 동작은 행위의 결과가 랜덤하다는 특성을 가지는 것이다. 과거의 정보를 바탕으로 다음 채널을 예측해 채널변경시간을 줄인다는 접근은 상기와 같은 제약을 가지고 있기에 기존의 예상 시스템은 채널 이동 환경이 크거나 사용자의 채널 변경 패턴에 따라 그 성능의 변화폭이 크며 일정하게 보장하지 못한다.

본 논문에서 우리는 사용자가 선택할 채널에 대해 미리 알아내고 준비하는 방법을 제안한다. 제안하는 방법은 사용자가 채널을 변경할 시에 두 개 이상의 리모컨 숫자 버튼 입력 이벤트가 발생할 때의 이벤트 사이의 시간차와 해당 정보를 활용한다. 채널 번호 버튼의 이벤트가 발생할수록, 예상채널의 후보 대상은 더욱 좁아져, 결국 사용자가 이동할 채널에 대해 높은 정확도로 예측할 수 있게 된다. 본 방법은 사용자의 채널 이동 경향이나 과거 기록된 정보들에 상관없이 항상 일정한 성능을 보장한다. 시뮬레이션 결과는 기존 방법에 대해 제안한 방법이 비약적으로 성능이 뛰어난 모습을 보여준다. 기존의 예측 시스템에 본 방법을 추가로 적용할 수 있는데, 기존 방법 대비 채널변경 시 소모되는 시간이 크게 줄어든다.

논문의 다음 부분은 다음과 같이 구성되어 있다. 섹션 2는 관련 기술에 대해 설명하고 섹션 3는 제안하는 방법에 대해 설명한다. 섹션 4에서는 제안된 방법에 대한 성능개선을 나타내고 나머지 섹션 5는 미래의 이슈를 이야기하며 끝맺는다.

## 2. Related Works

### 2.1 IPTV System

IPTV 시스템은 크게 홈네트워크와 역세스네트워크로 구성된다. 역세스 네트워크의 가장자리를 IPTV 헤드엔드(headend)라 하는데 IP 멀티캐스트 프로토콜을 사용해 비디오, 오디오 데이터를 IP 네트워크상에서 제공하는 역할을 한다. IP 멀티캐스트 프로토콜은 같은 데이터를 여러 개의 멀티캐스트 라우터를 거쳐 셋탑박스 같은 여러 개의 IPTV 클라이언트에게 공유가 가능하게 하는데 여기서 하나의 TV 채널은 하나의 멀티캐스트 그룹 주소에 해당한다. 본 논문에서는 홈네트워크 영역에서 일어나는 채널변경시간에 대해 다룬다. 그림 1과 같이 홈네트워크는 디지털 TV, 홈게이트웨이, 상위 네트워크의 스위치로 구성되며 그림 2에서는 하나의 IPTV 데이터 스트림의 구성도를 나타낸다.

IPTV의 하드웨어 구성은 메인CPU, RAM, HDD나 FLASH DISK같은 저장영역, 디지털 튜너, 이더넷, 그 외 네트워크 포트, USB, HDMI, 여러 AV 포트 등으로 구성될 수 있다. IPTV는 PVR에 연결될 수도 있는데 이와 같이 IPTV는 과거 아날로그TV와 달리 하나의 강력한 임베디드 컴퓨터 시스템이다. 채널변경시간이란 관점에서 셋탑박스와 IPTV는 같은 역할을 한다. 채널변경시간에서 두 기기의 주 역할이 채널 데이터를 요청하고 수신하며 수신한 신호를 동일하게 디코딩하기 때문이다. 때문에 본 논문에서는 두 개의 기기를 구분하지 않고 하나의 용어로 통일해서 지칭한다. 하나의 홈게이트웨이는 각각 하나의 홈네트워크를 의미한다. 그러나

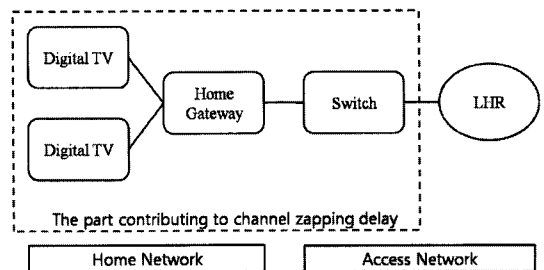


그림 1 IPTV system 구조

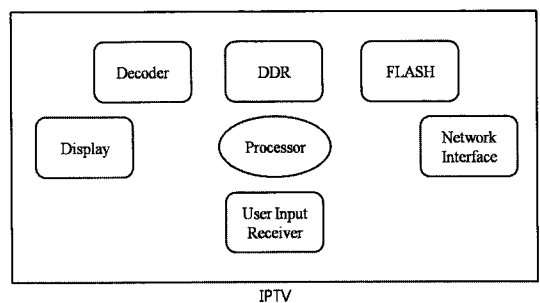


그림 2 IPTV 데이터 스트림 채널에 대한 구성도

하나의 홈네트워크 내에는 둘 이상의 IPTV가 있을 수 있다. 각각의 IPTV에서 전송 및 수신되는 데이터는 하나의 공유하는 홈게이트웨이를 거쳐 처리되며, 이런 홈게이트웨이에 가장 근접한 네트워크 구성요소는 상위 네트워크의 스위치나 라우터가 있다. 스위치나 라우터는 해당하는 하위 네트워크를 관리한다.

**2.2 Channel Zapping**

IPTV 개발 초기부터 채널변경시간은 서비스제공자와 가입자를 곤란하게 하는 큰 이슈였다. IPTV에서 채널이 변경될 때, 해당 채널의 새로운 IP 멀티캐스트 데이터가 요구되는데 하나의 방송채널은 각각 멀티캐스트 그룹에 대응되고 이 그룹에 대한 네트워크 처리과정이 필요하다. 그림 3은 채널 변경에 따른 네트워크 메시지 흐름도를 보여준다.

채널 변경에 따른 동작을 실행할 때, IPTV는 현재 시청하던 채널의 디코딩과 수신을 중단하고 새롭게 필요한 채널의 데이터를 요구하는 IGMP JOIN MESSAGE를 상위 네트워크에 전송한다. 홈게이트웨이가 IGMP JOIN MESSAGE를 IPTV로부터 수신하면, 즉시 상위의 네트워크에 패킷을 포워딩한다. 네트워크의 스위치 혹은 라우터는 홈게이트웨이로부터 받은 패킷을 상위의 네트워크에 보내게 되고 이 과정에서 요구하는 채널에 해당하는 멀티캐스트 그룹에 Join을 수행한다. Join을 요청하는 과정이 끝나면 스위치는 특별한 사유가 없는 상위 네트워크로부터 수락하는 응답을 수신하고, 새 채널의 멀티캐스트 데이터를 이어 수신해 이를 하위 네트워크에 전달한다. IGMP Join 요청을 한 IPTV는 동시에 기존 불필요한 채널 데이터에 해당하는 멀티캐스트 그룹에 대해 IGMP Leave 요청을 시도하려 하고 서버 네트워크 내 해당 채널에 대한 수신자가 없는지 확인한 다음 수신자가 없으면 불필요하다고 판단해 상위 네트워크에 요청한다. IGMP Leave의 경우에는 상위 네트

워크로부터 요청에 대한 응답이 특정 시간 내에 수신되지 않으면 해당 멀티캐스트 그룹에서 탈퇴하기 위해 데이터에 대한 Leave 메시지를 자동으로 전송한다.

채널변경시간을 줄이기 위해서 IGMP Proxy 기능은 필요하다. IGMP Proxy의 기본적인 개념은 사용자의 채널변경 예측에 근거해 가능한 많은 채널을 미리 수신하는 것이다. 이 기능은 사용자가 네트워크의 요청 및 다운로드에 이르는 절차를 생략함으로써 인해 추가적인 네트워크 수행시간을 회피하게 한다. 그러나 네트워크 대역폭의 한계로 인해 제공되는 모든 채널에 대해 미리 다운로드를 할 수 없다는 것이 환경의 제약사항이다.

**2.3 Existing Schemes**

채널변경 시 경험하는 지연시간은 반드시 개선이 필요한 사항이고 이를 위해 여러 연구들이 미래 채널에 대해 선별하는 방법을 제안했다. IPTV는 모든 채널에 대해 채널번호, 프로그램이름, 날짜, 콘텐츠 제공업체, 유저 정보, 특정 채널의 시청 시간 등의 메타데이터를 기록할 수 있다. 기존 방법 중 하나는 채널에 대한 과거 정보를 활용해 사용자의 채널 이동 패턴, 특정 사용자의 선호 채널이나 선호 장르를 구분해 다음 채널에 대한 후보 대상을 추천하는 방법을 제안한다. 그밖에 현재 보는 채널의 EPG 정보 분석을 활용해 같은 장르의 채널을 예측하거나 혹은 사용자의 시청률이 가장 높은 채널을 다음 채널의 후보 대상으로 정하는 방법도 기존 제안 되었다. 그림 4는 기존 방법 중 성능이 보장되는 유일한 방법인 'Adjacent Multicast Join' 방법이다.

채널변경이 요구될 때, 해당 채널의 리모컨 상하 버튼으로 상위채널, 하위 채널에 해당하는 인접 채널의 멀티캐스트 그룹에 대해서 동시에 요구하고 수신하는 것이 이 방법의 핵심이다. 이것은 리모컨의 채널 업, 채널 다

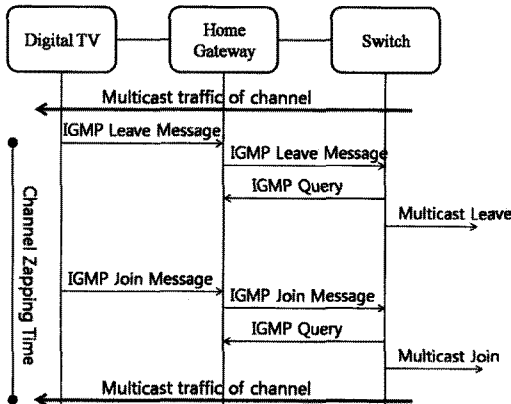


그림 3 IGMP 메시지 시퀀스 다이어그램

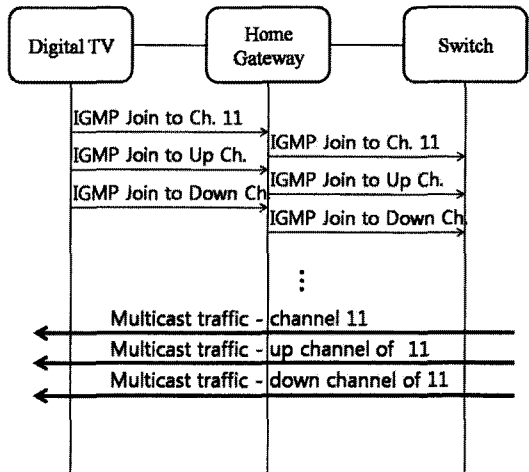


그림 4 Adjacent Multicast Join의 흐름도

운 버튼에 의한 채널변경을 기반으로 동작하며, 현재 DTV에서 사용자가 가장 많이 사용하는 방식이다. 채널 업 버튼과 채널 다운 버튼의 시스템 입력은 미래 이동할 채널을 알 수 있는 명확한 이벤트로, 시스템은 이러한 점을 활용할 수 있다. 이처럼 명확성을 가지는 이벤트를 활용하는 알고리즘은 일정한 성능을 보장할 수 있다. 그러나 채널 버튼을 일정 시간 이상 계속 눌렀다가 때는 연속적인 채널 입력이벤트에 의한 채널의 빠른 이동이 실행될 경우, TCP/IP 계층에서의 연속적인 연결과 해제에 대한 반응 속도 이슈로 인해 성능의 저하가 예상된다.

기존 제안된 방법들의 다수는 채널 변경에 대해 과거 수집하거나 기록된 메타데이터를 활용하여 예측에 근거한 알고리즘을 사용한다. 분명 사용자의 채널 변경이라는 행동에는 선호도와 패턴이 존재하고 많은 방법들이 이 점을 사용한다. 이 방법의 효율성은 사용자의 채널 변경 행동에 따라 성능의 변동이 크다. 우리는 본 논문에서 사용자의 과거 채널변경 패턴에 의존하지 않고 일정한 성능을 보이는 다른 방법을 제안한다.

### 3. The Proposed Scheme

#### 3.1 Problem Description

사용자의 채널이동이 결과적으로 특정 채널들에 집중되는 지역성(Locality)과 특정 채널들에 대한 사용자의 선호도(Preference)라는 특성을 내포해도, 예측과 추천에 근거한 방법은 앞서 설명한 바와 같이 성능이 일정하지 않고 보장되지 않는다. 채널 변경이라는 이벤트는 랜덤의 성격을 가지므로 사용자의 채널 이동에 따른 결과값의 패턴에 따라 시스템은 성능의 감소를 갖는다. 사용자가 채널 변경을 시도할 때, 해당 채널이 사전에 수신되고 있는 상황이라면 채널변경시간은 지연을 겪지 않아 최소화된다. 사용자가 채널변환을 매번 시도할 때, 각 행동에 대해 얼마나 틀리지 않고 미리 수신하는지에 대해서 채널변경시간을 회피하는 성공률을 나타낼 수 있으며, 채널변경시간을 최대한 줄이기 위해서 예측알고리즘의 사용 이외에도 Adjacent Multicast Join 같은 예측을 사용하지 않는 전혀 다른 성질의 알고리즘이 복합적으로 사용 되어 하며 충분한 네트워크 환경이 수신 가능성을 결정하는 전제조건으로 필요하다. 네트워크 대역폭이 클수록 사전에 더 많은 채널들을 동시 수신할 수 있으므로 채널변경시간을 회피하거나 줄이는 알고리즘의 성능에 네트워크 환경은 물리적으로 직접적인 영향을 미치는 변수가 된다.

그림 5는 TV의 일반적인 리모컨의 키 구성이다. 우리는 채널 이동에 관한 리모컨의 버튼들을 다음과 같이

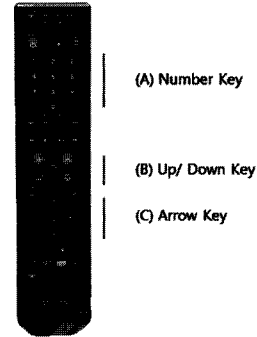


그림 5 일반적인 TV 리모컨 예시

세 개의 그룹으로 분리한다.

- A) 0부터 9까지의 숫자 버튼
- B) 채널 업/다운 버튼
- C) 상/하/좌/우 4방향버튼

그룹 C)에 해당하는 방향 버튼은 채널 썸네일 뷰나 EPG 스크린에서의 채널이동 할 경우에 사용되며, 사용자의 채널 이동 시나리오에서 세 그룹 중에 가장 드물게 쓰인다. 채널 변경 시 일반적으로 유저는 그룹 B)에 해당하는 버튼을 가장 많이 사용하며, 그룹 B)에 해당하는 버튼을 누를 때, 다음 변경될 채널은 명확해진다. 이러한 명확함으로 인해 그룹 B)에 대해서는 Adjacent Multicast Join 방법이 적용된다. 그룹 A)에 해당하는 0부터 9까지 숫자 버튼은 인접채널이 아닌 모든 채널로의 이동을 가능하게 한다. 최종 이동할 채널에 대해 예상하기 위해 우리는 그룹 A)에 해당하는 버튼의 정보들을 사용하고, 이것은 예측확률을 크게 높이면서 동시에 채널변경시간의 회피하는 확률을 높이고 채널변경시간을 줄인다.

#### 3.2 Proposed Scheme

아래와 같은 이벤트를 정의한다.

$S_i$  : 사용자가 기존 채널에서 새로운 채널  $i$  로 채널변경을 하는 동작

$D_i$  : IPTV가 채널  $i$  의 데이터를 다운로드 하는 동작  
채널변경시간을 줄이기 위해서 이벤트  $D_i$  가 이벤트  $S_i$  에 대해서 먼저 혹은 동시에 발생해야 한다. 사용자가 채널 변경을 시도할 때, 채널변경시간을 줄이기 위한 확률을  $P[match]$  라 하자.

$$P[match] = P[S_i | D_i]$$

$n$  이 시스템에서 채널변경시간을 줄이기 위해 다운로드 대상이 되는 채널들의 수이고,  $r$  이 실제 동시에 다운로드를 받는 채널의 가용수라고 할 때,  $D_i$  는  ${}_n C_r$  값에 의해 의존된다.

$n_i$  는 제공되는 모든 방송채널의 전체 수이고,  $n_d$  는 이미 다운로드 받고 있는 기본 채널들의 수다.  $n_d$  는 현

재 보고 있는 채널과 함께 현재채널의 위 아래에 각각 해당하는 인접한 두 채널 그리고 현재채널에 앞서 시청했던 이전 채널을 포함한다. 그러므로  $n_d$ 의 값은 일반적으로 4가 된다. 만약 TV의 전원을 최초로 켜다면 값은 3이 된다. 그러므로 우리는 아래와 같은  $n$ 의 값을 얻는다.

$$n = n_t - n_d$$

$r$ 은 앞서 다운로드할 수 있는 최대 채널 수라고 정의했다.

$$r = (\text{전체 네트워크 대역폭} / \text{하나의 채널에 필요한 대역폭}) - n_d$$

여기서 우리는 일반적인 채널이 선택될 확률 상수  $A$ 를 정의한다. 이는 수학적인 모델링을 위한 값으로, IPTV에서 채널변경시간을 줄이기 위한 예측 시스템의 성능을 나타내기 위한 값이다. 본 논문에서는 제안하는 방법의 독립적인 성능 측정을 위해 모든 채널에 대한 예측 시스템의 성능 값을 아래와 같이 단일화 해 적용한다.

$$A = r / n$$

이벤트  $D_i$ 의 확률은 아래와 같다.

만약  $n > r$  라면,

$$P[D_i] = A \times_n C_r = A \times n! / (r!(n-r)!)$$

만약  $n \leq r$  라면,  $P[D_i] = 1$

채널변경시의 지연시간을 회피하는 확률은  $r$ 이 클수록  $n$ 이 작을수록 극대화 된다. 버튼이 눌러졌을 때 해당 버튼의 이벤트 타이머는 보통 3초 전후다. 그리고 TCP/IP 패킷의 네트워크 이동 시간은 대략 20~500ms 이라고 가정하면, 버튼이 눌러졌을 때 다음 버튼이 눌러질 때까지의 간격 동안 시스템은 여러 채널들의 데이터를 요청하고 수신할 수 있다. 이 점이 채널 변경 시 최종적으로 사용자가 목적하는 채널에 대해 변경이 완료되기 전에 각 입력시간의 간격을 활용한 우리의 제안방법을 가능하게 한다. Adjacent Multicast Join 방법은 채널변경시간을 줄이기 위해 기본적으로 채택된 알고리즘으로 이 방법은 사용자의 의도를 명확히 예측 가능하다. 우리가 제안하는 방법은 사용자가 숫자 버튼을 눌렀을 경우에 사용자가 원하는 명확한 채널에 대한 의도를 해석할 수 있다. 이 경우 다운로드를 시작할 후보 채널들에 대한 범위를 해당 숫자버튼의 정보를 이용해 줄인다. 다음의 채널 변경 이벤트를 보자.

리모컨에서 버튼 이벤트가 발생하면, 해당 버튼에 대한 타이머도 활성화 된다. 타이머가 만료되기 전 다른 버튼에 대한 이벤트가 발생하면 타이머는 갱신되어 다시 시작하고, 타이머가 만료될 때 채널 번호에 대한 값은 최종 결정된다. 그림 6에서는 3개의 입력 이벤트와 1개의 시간 이벤트가 순차적으로 일어난다. 시간  $t_1$ 에 변

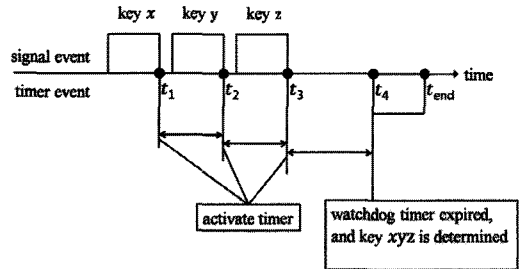


그림 6 총 3번의 입력 이벤트의 예

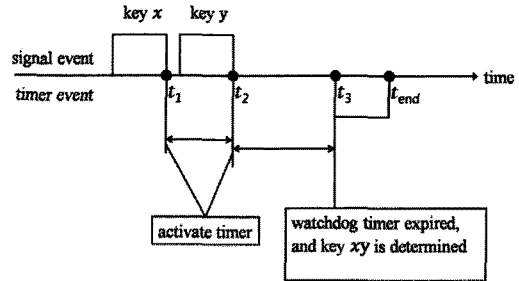


그림 7 총 2번의 입력 이벤트의 예

호  $x$ 의 입력 이벤트가 발생한다. 이는 사용자가 시간  $t_1$ 에 리모컨의 숫자 버튼  $x$ 를 눌렀다는 의미로, 여기서  $x$ 의 가능한 값은 0 이상 9 이하이다. 다음 이벤트로는 시간  $t_2$ 에 버튼  $y$ 의 입력 이벤트가 기존  $t_1$ 에 의해 시작된 타이머가 만료되기 전에 발생했다. 마지막으로 시간  $t_3$ 에 버튼  $z$ 에 대한 입력 이벤트가 마찬가지로 이전  $t_2$ 에 갱신된 타이머가 만료되기 전에 발생했다. 마지막 입력 이벤트가 발생한 시간  $t_3$ 에 갱신된 타이머가 만료되는 시간인  $t_4$ 에 시스템의 버퍼에 저장한 채널 번호의 값이 정해진다. 그림 7은 총 2개의 숫자 버튼 이벤트가 발생한 경우를 나타낸 것이다. 이 경우에 사용자는 두 자리 숫자인  $10x + y$ 의 채널을 목표로 채널 변경을 시도했다. 각 채널 입력 이벤트는 이전 이벤트에서 시작된 타이머가 만료되기 전에 발생해야 하고, TV에서 버튼 이벤트에 대한 타이머의 값은 기기 제조업체에 따라 다르나 보통 3초 전후이다. 채널변경시간의 회피 혹은 지연 정도의 여부는 채널번호가 최종 결정된 시점부터 알 수 있다. TV에서 사용자가 시청할 수 있는 채널의 숫자를  $n_t$ 라 한다. 최초에  $n_t$ 는 999라 가정하자. 채널번호를 0부터 순차적으로 고유하게 할당할 때, 이동 가능한 채널번호는 0번부터  $n_{t-1}$ 까지가 된다.  $k$ 는 이벤트 순간마다 버퍼를 통해 최종 결정되기 전까지 갱신되어 계산되는 채널번호 값이다. 시간  $t_1$ 에서  $k$ 의 값은  $x$ 가 된다. 시간  $t_1$  이전에 다음 이동할 후보 채널의 범위가 되는 전체 채널의 수는  $n_t$ 이었다. 하지만  $t_1$  이후  $n_{t1}$ 은  $k$  값에 의존적으로 달려 있다.

만약  $k < \frac{n_t}{100}$  이면,

$$\{n_{t1}\} = \left\{ k, \sum_{i=0}^9 (10k + i), \sum_{i=0}^{99} 100k + i \right\}$$

$n_{t1}$ 의 값은 111이 된다. 적용할 실제 값은 이 중에서  $n_d$ 에 해당하는 값을 제외하면 아래와 같다.

$$n = n_{t1} - n_d$$

전체 대역폭은 LAN 기준으로 100 Mbps고 각 채널은 MPEG-TS 포맷으로 4 Mbps를 차지한다고 가정하자. 우리는 시간  $t_1$ 에 아래와 같은 값을 얻을 수 있다.

$$P[D_i] = A \times_n C_r = A \times n! / (r!(n-r)!) \\ = 9.908991263721757e+21 \times 0.021$$

이 때, 채널변경알고리즘은 갱신된  $n$  값에 의거하여 실행된다. 즉 다운로드 후보 채널을 고를 때의 범위는  $n_{t1}$ 이 된다.  $t_1$ 에는  $P[D_i]$ 의 값도  $n_{t1}$ 에 의해 바뀐다. 해당 일어난 리모컨 키의 타이머가 만기되거나 혹은 다음 키 입력 이벤트가 일어나기 전에 새로운 다운로드 요청 및 데이터의 수신은 일어난다. 일반적으로 리모컨 버튼의 타이머는 보통의 네트워크 IGMP처리 시간보다 훨씬 길다. 시간  $t_2$ 에서  $k$ 의 값은 두 키 값의 조합에 의해 다음과 같다.

$$k = (10 \times x) + y,$$

$$\{n_{t2}\} = \left\{ k, \sum_{i=0}^9 (10k + i) \right\},$$

$$n = 11 - 4 = 7,$$

만약  $n \leq r$  라면,  $P[D_i] = 1$

$k$  값과 일어난 키 이벤트의 횟수에 의해  $n_{t2}$ 는 더욱 줄어든다.  $n_{t2}$ 는 11이 되었고,  $P[D_i]$ 의 값은  $n_{t2}$ 의 범위가 줄어든 것에 의해 커진다.

이제  $n$ 은 아래와 같다.

$$n = 11 - 4 = 7,$$

$n$ 이  $r$  보다 같거나 작은 경우에는 이미  $t_2$ 에서 채널 변경시간을 회피하는 확률이 최대치에 이르게 된다.

만약  $n \leq r$  이면,  $P[D_i] = 1$

시간  $t_3$ 에 최종 결정된  $k$ 의 값은 다음과 같다.

$$k = (100 \times x) + (10 \times y) + z,$$

사용자가 최종 키 입력을 마치면  $P[D_i]$ 의 값은 매번 입력 이벤트가 발생할 때마다 커진다. 키 입력 이벤트가 3회 발생했을 때 3번째 입력 이벤트가 발생하기 이전에 이미 최종 채널에 대한 데이터를 수신하고 있을 경우에는 채널 변경에 대한 지연시간을 회피해 버린다. 이제 IPTV는 단지 해당 데이터에 대한 디코딩을 수행하면 된다.

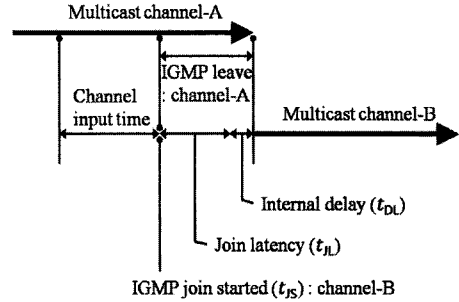


그림 8 채널변경시간의 시간구성

본 논문에서 제안하는 방법의 성능 비교에 앞서 기존 시청 채널에서 신규 채널로 변경 시, 그림 8에서 정의한 시간 구성 요소들에 대한 고려가 필요하다.

채널입력시간(Channel Input Time)은 최초 사용자가 입력한 키 이벤트가 발생한 시간부터 최종 채널 값이 결정되는 순간까지의 시간을 의미한다. 이것은 그림 6의  $t_1$ 부터  $t_{end}$ 까지에 해당한다. IGMP Join Latency는 네트워크레벨에서 요구되는 채널에 대한 요청 메시지를 발신한 시간부터 상위 네트워크로부터 요구되는 채널의 실제 데이터의 첫 번째 패킷이 도착하는 순간까지의 시간을 나타낸다. internal delay는 수신된 패킷이 실제 사용자에게 디스플레이 되기 전까지 임베디드 기기 내부에서 처리에 걸리는 시간으로 버퍼링, 디코딩 시간 등을 포함한다. 채널변경시간은 IGMP Join Latency와 Internal Delay의 합이다. 현재 시청 중인 채널은 사용자가 변경할 채널 번호의 입력이 끝나고 최종 그 값이 결정될 때까지는 화면에 디스플레이 되어야 한다. 이것은 채널변경시간은 채널입력시간이 끝나자마자 측정의 시발점이 된다는 걸 의미한다. 네트워크 레벨에서의 패킷 전달 시간은 물리적인 구조 및 환경에 따른 이슈로 본 논문의 범위에서는 제외한다.

IGMP Join의 시작과 관련한 아래의 4가지 시간 변수들을 필요에 의해 정의한다.

$t_{ks}$  : 채널 번호 키가 처음 눌러진 시간

$t_{ke}$  : 최종 채널 번호 값이 결정된 시간

$t_{js}$  : IGMP Join 이 시작되는 시간

$t_{je}$  : IGMP Join 이 끝나는 시간

$t_{new}$  : 사용자가 원하는 채널이 화면에 재생되는 시간

case 1 :  $t_{js} \geq t_{ke}$

그림 9는 채널변경시간을 줄일 수 없는 경우를 나타낸다. 이 경우는 채널변경을 위한 채널번호 입력 시간이 끝났을 때, 요구되는 채널에 대해 IGMP Join을 시작하

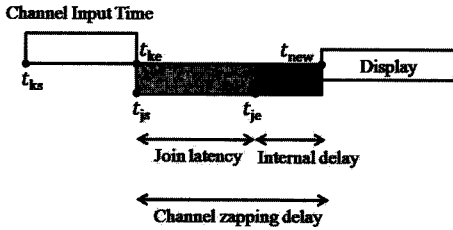


그림 9 채널변경시간의 최대 지연이 되는 경우

는 것을 나타낸다. 채널변경시간의 값은  $t_{JL} + t_{DL}$  이 된다.

case 2 :  $t_{js} < t_{ke} < t_{je}$

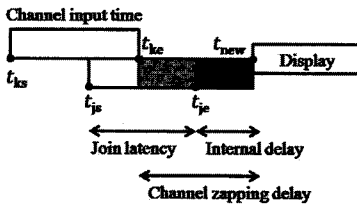


그림 10  $t_{js} < t_{ke} < t_{je}$  인 경우에 해당하는 단축된 채널변경 시간

그림 10은 채널변경시간 그림 10에 비해 줄어든 채널 변경시간을 나타낸다. 시스템은 우리가 제안한 방식대로 늘려진 채널 번호 이벤트 정보를 바탕으로 변경할 채널의 후보 범위를 계산해 예측한 후에 IGMP Join 메시지를 채널입력시간의 종료 전에 전송한다. 그러나 이 경우에 Join 과정은 채널입력시간의 종료 전에 완료되지는 않았다. 이 경우, 채널변경시간의 값은  $t_{JL} + t_{DL}$  보다 작고  $t_{DL}$  보다 크다.

case 3 :  $t_{je} < t_{ke}$

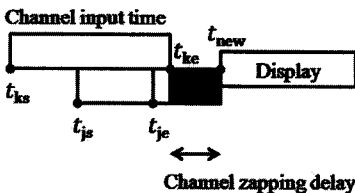
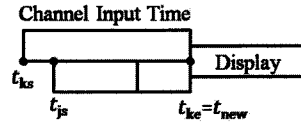


그림 11  $t_{je} < t_{ke}$  인 경우에 해당하는 더욱 단축된 채널 변경시간

그림 11에서 시스템은 변경할 채널에 대한 다운로드를 그림 10보다 빠른 시점에서 시작했다. Join과정이 채널입력시간의 종료이전에 이미 완료되었다. 이로 인해, 그림 10보다 채널변경시간은 더 짧고 그 값은  $t_{DL}$  보다 작다.

case 4 :  $t_{ke} = t_{new}$



No channel zapping delay

그림 12 채널변경시간이 완전히 회피된 경우

그림 12는 채널변경시간이 완전히 회피된 경우다. 시스템은 이미 변경할 채널에 대한 데이터를 사용자의 입력시간인 채널입력시간의 종료 이전에 수신하고 있다. 이 경우에 사용자의 입력시간이 끝나면 즉각적인 해당 채널의 재생이 가능하다. 다음 섹션에서 우리는 채널변경시간을 줄이기 위해 제안한 방법에 대한 시뮬레이션과 그 결과에 대해 다룬다.

#### 4. Performance Evaluation

채널 번호 입력 이벤트 시의 채널변경시간의 변화를 비교하기 위해서 직접적인 연관이 없는 기존 알고리즘을 배제하고, 본 방법의 적용 전과 후를 비교하기 위해 컴퓨터 시뮬레이션을 설계 및 구현했다. 그러므로 과거 채널 변경 이력 정보나 기타 메타데이터를 활용하는 방법에 대해서는 고려하지 않는다. 시뮬레이션은 분포도를 최대한 넓게 가지는 랜덤 채널 값을 입력으로 총 10000 번의 반복실행 이후의 평균값으로 결과치를 구했다.

그림 13은 시뮬레이션에서 사용한 네트워크 구조를 나타낸다.

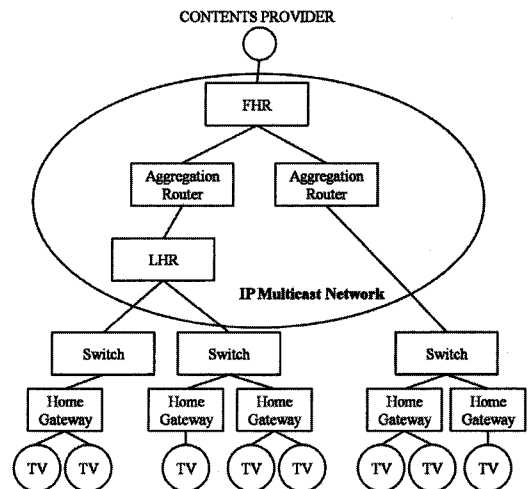


그림 13 시뮬레이션 환경에서의 구조도

표 1 시뮬레이션에서 채택한 파라미터 값

Parameter	Value
network bandwidth	LAN : 100 (Mbps)
IGMP version	3.0 (RFC3376)
number of key events	2 (time)
number of available channels	100 (channel)
number of exception channels	4 (channel)
number of network devices	7 (component)
channel input time	min 3.5~max 10.3 (second)
join latency	network simulation dependent
preset key-timer	3.5 (second)
channel overlap time	zero
channel bandwidth	3.75 / 9.8 / 20 (Mbps)
average channel bandwidth	8 (Mbps)

표 1은 성능 비교 시스템에서 사용한 변수 및 파라미터 값을 보여준다. IPTV 사용자들이 개인적인 취향에 따라 서로 다른 채널 변경 패턴을 보이기 때문에, 우리는 특정 채널 집단에 집중되거나 매우 광범위하게 채널을 변경하는 각각의 사용자 프로필을 생성하고, 다양한 채널 변경 패턴과 동시에 연속적인 채널 번호 입력에 따른 크고 작은 다양한 중간시간 값을 고려하여 그림 14와 같은 랜덤 값을 생성하였다.

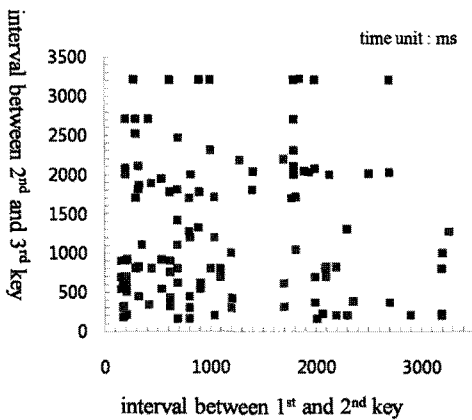


그림 14 버튼 입력 값의 시간차에 대한 랜덤 분포

세계 각국은 서로 다른 국내 방송 브로드캐스팅 환경을 가진다. 우리는 한국의 TV 브로드 캐스팅 시스템을 고려하여 소수의 HD채널과 다수의 SD 채널을 구성한다. IGMP 관련 파라미터들은 RFC 3376에 명기된 IGMPv3의 기본값을 적용하였다.

우리의 방법을 기존 Adjacent Multicast Join방법에 적용해보았다. 채널입력시간은 본 논문의 성능평가를 결정하는 중요한 요소가 된다. 그림 15에서 보면 키 입력 이벤트 발생에 대해 기존의 방법은 성능의 변화가 거의

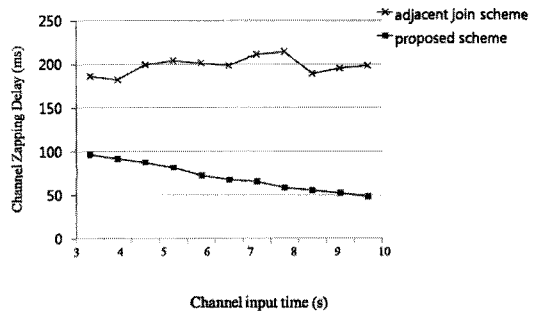


그림 15 채널 번호 입력 시간에 따른 채널변경시간 지연 시간 비교

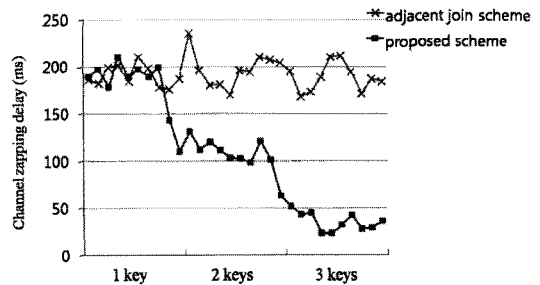


그림 16 채널 번호 입력 이벤트 발생 횟수에 따른 채널 변경시간 지연시간 비교

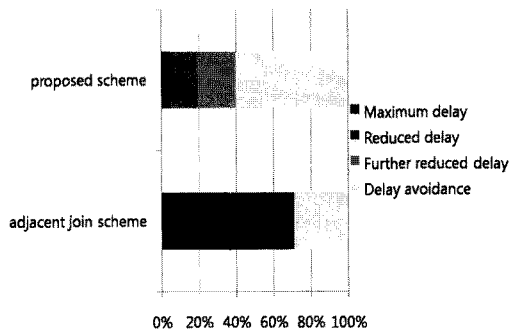


그림 17 기존 시스템과의 채널변경시간 구성 비율 비교

없는 반면에 제안한 방법을 적용한 시스템에서는 사용자의 키 입력 시간이 진행됨에 따라 상당히 큰 폭의 채널변경시간 감축을 볼 수 있다. 사용자가 채널변경을 시도할 때 총 입력하는 버튼 입력 이벤트의 수도 채널변경시간에 큰 영향을 미친다. 그림 16은 이벤트 횟수에 따른 기존 방법과 제안한 방법과의 차이를 보여준다. 채널 번호 입력 이벤트가 발생할수록 채널변경시간은 급격히 줄어든다. 이것은 사용자의 입력이 일어나는 동안 시스템은 더욱 정확한 확률을 가지고 예비 채널을 사전에 수신하기 때문이다.



제한한 방법을 적용하면 기존의 채널변경시간은 그림 17과 같이 새롭게 단축된 형태로 다양하게 구성된다.

## 5. 결론

본 논문에서 우리는 IPTV 시스템 성능에 결정적인 영향을 미치는 채널변경시간의 시간을 줄이는 방법에 대해서 연구하고 제안했다. 우리는 연속적으로 채널번호가 눌러질 때의 정보와 입력시간 사이의 짧은 시간을 활용하여 후보 채널들의 대상 범위를 크게 줄이는데 사용자의 의도에 해당하지 않는 불필요한 채널들을 후보 대상에서 제거하고 이로 인해, 추가적인 Join latency의 발생을 회피하는 확률이 기존 시스템에 비해 커진다. 시뮬레이션에서 이 점을 활용하는 방법이 적용하지 않은 방법에 비해 얼마나 크게 성능을 개선시키는지 알 수 있다. 시뮬레이션의 환경은 예측 시스템을 전혀 사용하지 않았기에 예측시스템의 성능에 따라 본 발명의 효과는 비례하여 증대된다.

앞으로 IR이 아닌 여러 종류의 시그널과 각기 다른 타입의 다양한 리모트 컨트롤러와 TV가 나올 것이다. 컨트롤러와 TV와의 응답속도는 매우 빨라질 것이고 이에 따라 새로운 이슈들이 발생하게 된다. 매우 빠른 채널탐색 및 채널전환의 구현을 위해 기존과 다른 새로운 방법에 대한 연구가 필요하고 이는 IPTV 종사자들의 새로운 연구 영역이 될 것으로 생각한다.

## 참 고 문 헌

- [1] Open IPTV Forum. (2009, January). *Overview V1.0*, Available: <http://www.openiptvforum.org>
- [2] Open IPTV Forum. (2009, December). *Functional Architecture V2.0*, Available: <http://www.openiptvforum.org>
- [3] Agilent Technologies. Inc., *Testing IPTV Channel Zapping, Application Note*. Available: <http://advanced.comms.agilent.com/n2x/docs/appnotes>
- [4] C. Cho et al., "Improvement of Channel Zapping Time in IPTV Services Using the Adjacent Groups Join-Leave Method," in *Advanced Communication Technology*, 2004. The 6th International Conference on, vol.2, pp.971-975, 2004.
- [5] Kan Lin, Weiqiang Sun, "Switch Delay Analysis of a Multi-channel Delivery Method for IPTV," in *Circuits and Systems for Communications*, pp.471-476, May. 2008.
- [6] Yuna Kim et al., "Reducing IPTV Channel Zapping Time Based on Viewer's Surfing Behavior and Preference," *Broadband Multimedia Systems and Broadcasting, 2008 IEEE International Symposium*, pp.1-6, Mar. 2008.
- [7] Hyunchul Joo et al., "An Effective IPTV Channel Control Algorithm Considering Channel Zapping

Time and Network Utilization," *IEEE Transaction On Broadcasting*, pp.208-216, Jun. 2008.

- [8] *Introduction IGMP for IPTV Networks*, Juniper Networks, Inc. 2007.
- [9] Jieun Lee et al., "Advanced Scheme to Reduce IPTV Channel Zapping Time," *Lecture Notes in Computer Science*, vol.4773, pp.235-243, 2007.
- [10] J. Kim, H. Yun, M. Kang, T. Kim, and J. Yoo, "Performance evaluation of channel zapping protocol in broadcasting services over hybrid WDM-PON," in *International Conference on Advanced Communication Technology*, vol.2, pp.1152-1155, Feb. 2005.
- [11] Hyunchul Joo et al., "Effective IPTV channel management method over heterogeneous environments," in *Multimedia Systems and Applications X*, vol.6777, pp.677-705, Sep. 2007.
- [12] Agilent Technologies. Inc., *Testing IPTV Channel Zapping, Application Note*. Available: <http://advanced.comms.agilent.com/n2x/docs/appnotes>
- [13] ITU-T, IPTV Focus Group, Technical Document. Available: <http://www.itu.int/ITU-T/IPTV/>
- [14] Ixiacom, Network test library : Ethernet Testing, QoS testing Available: [http://www.ixiacom/library/test\\_plans](http://www.ixiacom/library/test_plans)
- [15] IGMP RFC Document. Available: <http://www.ietf.org/rfc/rfc3376.txt>
- [16] Benchmarking Methodology for Network Interconnect Devices RFC Document. Available: <http://www.faqs.org/rfcs/rfc2554.html>
- [17] A Framework for QoS Metrics and Measurements Supporting IPTV Services, ATIS-0800004, ATIS
- [18] Triple-play Services QoE Requirements, TR-126, DSL Forum



유 준 혁

2005년 홍익대학교 전자전기컴퓨터공학과 졸업(학사). 2004년~현재 삼성전자 영상디스플레이 사업부 선임연구원. 2007년~현재 성균관대학교 전자전기컴퓨터공학과 재학중(석사). 관심분야는 네트워크 프로토콜, 소프트웨어 아키텍처, SQE

윤 희 용

정보과학회논문지 : 정보통신  
제 37 권 제 3 호 참조