오버레이 멀티캐스트 및 콘텐츠 전달 네트워크를 적용한 개방형 IPTV 플랫폼

Open IPTV Platform using Overlay Multicast and Content Delivery Network

정승문, 강임철, 전진한
동신대학교 디지털콘텐츠협동연구센터

Seung-Moon Jung(jsm@dsu.ac.kr), Im-Chul Kang(softkang@dsu.ac.kr),
Jin-Han Jeon(jhjeon23@dsu.ac.kr)

요약

일정 수준의 서비스 품질, 보안, 양방향성, 신뢰성 등을 제공하는 관리된 IP 기반의 네트워크에서 멀티미디어 서비스를 주로 수행하는 IPTV 서비스는 최근 상용화 서비스 제공으로 인해 그 중요성이 증가하고 있다. 그러나 IPTV 서비스 사업자들의 주요 서비스들이 폐쇄형 플랫폼에 의존하고 있어 개인형, 개방형 서비스를 통해 언제, 어디서나, 어떤 디바이스 환경에서도 콘텐츠를 생산하고 동시에 소비하는 IPTV 서비스의 본래 취지를 충족하지 못하고 있다. 본 논문에서는 개방형 IPTV 서비스 플랫폼을 제안하여 개인이나 소규모 사업자가 쉽게 콘텐츠를 생산하고 기존의 IPTV 망에 종속되지 않은 상태에서 서비스를 제공할 수 있는 방안을 제공하였다. 제안된 플랫폼은 제한적인 네트워크 및 프로세스 자원에서 서비스를 지원할 수 있는 오버레이 멀티캐스트 전송 방법과 콘텐츠의 품질을 보장하기 위해 사용하는 콘텐츠 전달 네트워크(Content Delivery Network)와 유사한 전송 방법을 동시에 적용하였다.

제안 IPTV 플랫폼은 성능 시험을 통해 전송되는 콘텐츠의 품질, 콘텐츠 전송량 및 채널 Zapping Time에서 개방형 서비스 플랫폼으로서의 가능성을 보여 주었으며, 향후 지속적인 기능 및 사용자 인터페이스의 개선을 통해 개방형 IPTV 플랫폼을 이용한 IPTV 서비스를 제공할 수 있음을 보여 주고 있다.

■ 중심어 : | IPTV | 오버레이 멀티캐스트 | 콘텐츠 전달 네트워크 |

Abstract

Recently, the importance of IPTV providing multimedia service over IP based networks managed to provide the required level of quality of service and experience, security, interactivity and reliability has been gradually increasing by the commercialization of its service. However, the original purposes of IPTV service - contents are produced and consumed anytime, anywhere, and over any device at the same time - have not been satisfied by service providers because most services offered by service providers depend on closed IPTV platform. In this paper, we propose an open IPTV service platform that an individual or small company can easily produce contents and offer IPTV service independently from the existing closed IPTV platform.. The proposed IPTV platform exploits overlay multicast scheme to offer reasonable service under the environment where network bandwidth and processor resource are limited. It also uses CDN-like scheme to ensure the quality of transmitted contents.

The performance evaluation shows that the proposed IPTV platform has the possibility of being an open IPTV platform considering its results such as the quality of transmitted contents, the transmission rate, the channel zapping time, and so on. It also shows that proposed IPTV platform could be applied to real IPTV service with continuous enhancement of its functions and user interfaces.

■ keyword : | IPTV | Overlay Multicast | Content Delivery Network |

접수번호 : #091023-001
접수일자 : 2009년 10월 23일
심사완료일 : 2009년 12월 22일
교신저자 : 전진한, e-mail : jhjeon23@dsu.ac.kr

I. 서 론

IPTV 서비스란 일정 수준의 서비스 품질, 보안, 양방향성, 신뢰성 등을 제공하는 관리된 IP 기반의 네트워크에서 전송되는 텔레비전과 비디오, 오디오, 텍스트, 그래픽, 데이터 등과 같은 멀티미디어 서비스[1]를 의미한다. 더불어, 방송과 통신을 포함한 다양한 매체들의 융합은 IPTV 서비스의 원활한 제공을 위해 필수 불가결한 요소로 인식되고 있다. 국내의 경우 IPTV 3사에 의해 제공되는 상용 IPTV 서비스는 다양한 비즈니스 모델을 창출하고 있으며 관련 산업에 전반적인 기회와 위기를 동시에 제공하고 있다. 현재 국내에서 제공되는 IPTV 서비스는 Walled-garden 플랫폼에 의해 고품질의 콘텐츠를 IP 기반의 유선 네트워크 환경에서 TV라는 고정된 단말을 이용하여 언제든지(Anytime) 서비스를 이용할 수 있는 유선 중심 및 사업자 중심의 1세대 IPTV 서비스가 주류를 이루고 있다. 그러나 유선 중심의 서비스로 인해 1세대 IPTV 서비스는 유무선 통합네트워크(Any Network)환경에서 언제(Anytime), 어디서나(Anywhere), 어떤 디바이스환경(Any Device)에서도 콘텐츠를 생산하고 동시에 소비할 수 있는 IPTV 2.0으로의 진화를 모색하고 있는 IPTV의 향후 발전에 제한요소로 여겨지고 있다. 또한 사업자 중심의 서비스로 인해 사용자들은 다양한 서비스의 사용에 제한이 따르며 다양한 사업자 및 비즈니스 모델의 발굴 또한 한계에 이를 것으로 판단되며 이를 극복하기 위해 궁극적으로 사용자 중심의 IPTV 서비스인 개방형 IPTV로의 변화가 절실한 상황에 이를 것으로 예상된다.

이에 본 논문에서는 개인이나 소규모의 단체가 IPTV 3사의 네트워크를 이용하지 않고 인터넷을 통하여 콘텐츠를 전송할 수 있는 개방형 IPTV 서비스 플랫폼을 제시하고 이를 통하여 향후 개인화 및 개방형 서비스에 대한 사용자 요구에 적절히 대응하고자 하였다. 개인이나 소규모 사업자의 경우, IPTV 서비스를 위한 별도의 네트워크를 소유하고 있지 않으며 이로 인한 서비스 품질, 동시 시청 가능 사용자 수 및 제공 가능한 서비스의 종류 등의 측면에서 IPTV 서비스를 위한 별도의 네트워크 및 기반 시설을 갖춘 IPTV 서비스 제공자에 비해 불리한 위치에 존재한다. 제시된 개방형 IPTV 플랫폼은 부족한 네트워크 자원으로 인한 한계를 최소화하기 위해 오버레이 멀티캐스트와 콘텐츠 전달 네트워크(CDN: Content Delivery Network)에서 적용되는 기법을 이용하여 콘텐츠를 사용자에게 제공하도록 하였으며 성능 및 기능 시험을 통해 도출된 결과를 기반으로 개방형 IPTV 플랫폼의 성능 및 기능을 개선할 예정이다.

본 논문의 2장에서는 제시된 플랫폼을 구성하기 위한 기반 기술들을 알아보고 3장에서는 제시된 IPTV 시스템을 기술하고 4장에서는 성능 시험을 통하여 제시한 시스템의 성능을 비교 분석한 후 5장에서 결론 및 향후 과제에 대해 언급한다.

II. 관련 연구

1. 오버레이 멀티캐스트

제한된 네트워크 대역폭만을 사용하는 개인 또는 소규모 사업자가 IPTV 서비스를 다수의 사용자에게 제공하기 위해서는 콘텐츠 전송 시 일반적인 유니캐스트 전송 방식이 아닌 멀티캐스트 전송을 이용하여야 한다. 전통적인 멀티캐스트 전송은 IP 멀티캐스트[2] 전송을 의미하며 라우터와 같은 인프라 수준에서 그 기능을 제공하여 다수의 사용자에게 단 한 번의 전송으로 데이터를 동시에 전송할 수 있는 방식이다. 그러나 IP 멀티캐스트 전송 방식의 도입은 인프라 교체에 소요되는 비용 문제, 네트워크 관리 측면의 어려움, 보안상의 취약점 등으로 인하여 미루어져 왔으며[3], 상용 IPTV 서비스의 도입으로 인해 IPTV 3사는 폐쇄된 IP 멀티캐스트 네트워크를 도입하였다. 이로 인해 개인이나 소규모의 사업자는 여전히 IP 멀티캐스트를 지원하는 네트워크의 사용에 어려움을 겪고 있으며, 이를 해결하기 위한 대안으로 오버레이 멀티캐스트 전송 방식 [4-7]이 사용되어지고 있다.

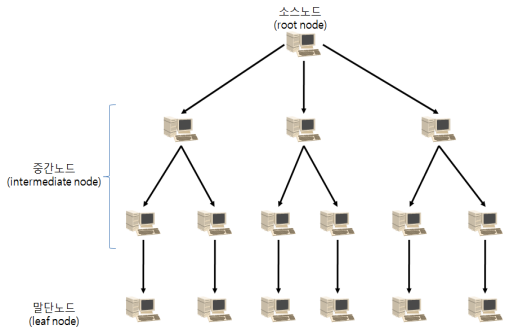

그림 1. 오버레이 멀티캐스트 트리 구성 및 콘텐츠 전송 방식

오버레이 멀티캐스트는 [그림 1]과 같이 동일 그룹에 속한 가입자에게 콘텐츠를 전송하기 위한 데이터 전송 트리(Data Delivery Tree)를 구성한다. 데이터 전송 트리의 구성 완료 후 전송할 콘텐츠를 소유한 콘텐츠 소유자(소스노드: Root node)가 전송한 콘텐츠를 중간노드(Intermediate node)들이 수신한 후 이를 재생하면서 동시에 자식노드들에 릴레이하며 이러한 과정을 반복 수행하여 모든 말단 노드들까지 콘텐츠의 전송을 수행한다. 따라서 오버레이 멀티캐스트를 적용하여 콘텐츠를 전송할 경우, 소스 노드로부터 직접 콘텐츠를 전송받지 못하고 중간 노드들의 릴레이 기능을 이용하여 콘텐츠를 수신하는 노드들은 IP 멀티캐스트를 이용하는 경우에 비해 상대적으로 큰 전송 지연시간 및 QoS의 저하를 가지게 된다. 현재까지 제안된 오버레이 멀티캐스트 기법들은 상대적으로 큰 전송 지연 시간과 QoS를 최소화하기 위한 데이터 전송 트리 구성 기법들을 제시하고 있으며 트리 구성을 위한 방법은 메쉬 기반 구성 방법(Mesh based tree Construction)과 트리 우선 구성 방법(Tree First Construction)으로 구분된다. 메쉬 기반 구성 방법과 트리 우선 구성 방법 모두 노드들 사이의 네트워크 성능에 기반 하여 트리를 구성하며 이때 이용되는 네트워크 성능의 척도로는 RTT(Round Trip Time) 또는 홉 디스턴스(Hop Distance or Hop Count) 등이 이용된다.

메쉬 기반 구성 방법은 멀티캐스트 그룹에 가입한 노드들 사이의 네트워크 연결을 메쉬 구조로 형성한 후 각각의 인접 노드들 사이의 네트워크 성능을 측정하여 이를 기반으로 잘 알려진 MST(Minimum Spanning Tree)알고리즘이나 Dijkstra 알고리즘과 같은 SPT(Shortest Path Tree)알고리즘을 이용하여 트리를 구성하는 방법이다.

트리 우선 구성 방법은 메쉬 구조를 이용하지 않고 노드들 사이의 네트워크 성능을 이용하여 직접 트리를 구성하는 방식을 의미한다.

2. 콘텐츠 전송 네트워크

콘텐츠 전송 네트워크[8-10]는 사용자들이 데이터를 접근할 때 요청되는 데이터의 복사본을 네트워크에 여러 위치에 존재하는 서버(Surrogate Server)에 저장하여 두어서 사용자들이 네트워크 대역폭 사용을 최대화할 수 있도록 구성된 네트워크를 의미한다. 따라서 데이터를 요청한 사용자는 원래 서버 대신 사용자에서 인접한 곳에 위치한 데이터의 복사본이 저장된 서버에 접속하여 데이터를 수신하게 되며 이로 인해 원본 서버 근처에서 발생하는 네트워크 혼잡을 줄일 수 있으며, 작은 전송 지연시간과 QoS 향상 효과를 가진다.

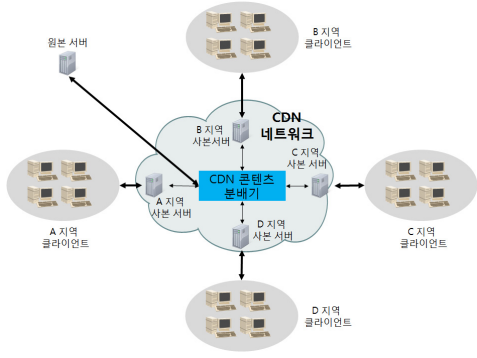

그림 2. 콘텐츠 전송 네트워크 구성 및 콘텐츠 전송 예

[그림 2]는 콘텐츠 전송 네트워크를 이용하여 콘텐츠를 전송하는 예를 보이고 있다. 우선 각 지역의 사본 서버는 CDN 콘텐츠 분배기를 이용하여 원본 서버의 콘텐츠를 내용을 복사해서 저장한다. 이후 각 지역의 사본 서버는 담당 지역의 클라이언트의 콘텐츠 요청에 대해 저장하고 있는 콘텐츠를 전송하며 이로 인해 콘텐츠 전송 지연 시간, 원본 서버의 자체 부하 및 원본 서버 근처 네트워크의 혼잡, 그리고 전체 네트워크의 과도한

트래픽으로 인한 부하를 줄일 수 있다. 이러한 콘텐츠 전달 네트워크의 특성으로 인해 지역적으로 다양하게 분포되고 상대적으로 많은 고객들을 대상으로 콘텐츠를 제공하는 기업이나 조직의 경우, 콘텐츠 전달 네트워크는 매력적인 비즈니스 모델을 제공하고 있다.

그러나 콘텐츠 전달 네트워크의 성능은 사본 서버의 위치, 사본 서버에 복사할 콘텐츠의 선정 등의 요소에 의해 결정된다. 사본 서버를 위한 최적의 위치 선정은 콘텐츠 전달 네트워크에서 전체적인 콘텐츠 분배 과정을 고려할 때 가장 중요한 요소 중의 하나로 평가된다. 콘텐츠 전달 네트워크에서 콘텐츠의 전달은 원본 서버로부터 사본 서버까지의 구간과 사본 서버로부터 클라이언트까지로 구분되므로 사본 서버의 위치를 최적화하면 클라이언트가 사본 서버 대신 원본 서버에 직접 접속하는 것을 최소화할 수 있으며 이로 인해 콘텐츠 전달 네트워크 성능의 최적화를 기대할 수 있다. 사본 서버에 복사할 콘텐츠의 선정 또한 콘텐츠 전달 네트워크의 성능을 결정하는 중요 요인 중 하나이다. 최적의 선택은 원본 서버의 모든 콘텐츠를 사본 서버에 복사하는 방법이지만 이 경우 사본 서버의 디스크 사이즈 문제, 그리고 원본 서버 콘텐츠에 변경이 있을 때마다 사본 서버에서 발생하는 콘텐츠의 갱신 등의 문제로 인해 콘텐츠의 완전한 복사는 불가능한 상황이다. 따라서 원본 서버의 콘텐츠 중 일부만을 사본 서버들에 복사할 수 있으며 이로 인해 발생하는 성능저하를 최소화하기 위해 사본 서버에 복사될 콘텐츠의 적절한 선정 방법에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

III. IPTV 서비스를 위한 제안 플랫폼

1. 플랫폼 구성

제안하는 IPTV 서비스 플랫폼은 개인 또는 소규모 사업자가 IPTV 서비스의 용이한 제공을 위해 IPTV 서비스를 위한 별도의 IP 멀티캐스트를 이용하지 않고 기존의 인터넷망을 이용하여 서비스를 제공할 수 있는 개인형/개방형 플랫폼으로 구성되었다. 대부분의 개인이나 소규모 사업자들의 경우 충분하지 못한 서버의 자원과 네트워크 대역폭으로 다수의 사용자에게 서비스를 제공하기 때문에 제안하는 IPTV 플랫폼은 이의 해결을 위해 오버레이 멀티캐스트 전송 방식과 콘텐츠 전달 네트워크의 기능을 동시에 적용하였다.

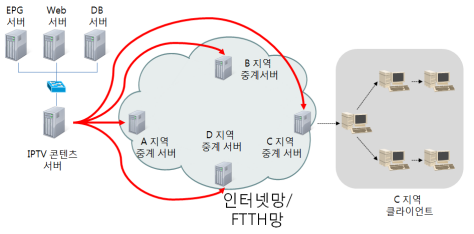

그림 3. IPTV 서비스 플랫폼 구성 및 콘텐츠 전송

[그림 3]은 제안하는 IPTV 서비스 플랫폼의 구성 및 콘텐츠 전송 시 트래픽의 흐름을 보여준다. IPTV 사업자의 폐쇄형 플랫폼에서 과금 및 시스템 운영을 위해 구성되는 복잡한 헤드엔드(Head-End)에 해당되는 서버들은 제안 시스템에서는 EPG (Electronic Program Guide) 서버, Web 서버 및 DB 서버로 간단하게 구성되어 있다. 각 지역별로 적절한 위치에 설치되는 중계 서버는 콘텐츠 전달 네트워크의 사본 서버와 같이 IPTV 콘텐츠 서버의 부하를 분산하는 기능을 수행하여 담당 지역의 사용자들에게 IPTV 콘텐츠 서버로부터 수신한 콘텐츠를 전송하는 기능을 수행한다. 또한 지역별 중계 서버는 담당 지역의 다수의 사용자들에게 콘텐츠를 제공하기 위해 사용자들 사이에 오버레이 멀티캐스트 트리를 구성할 수 있도록 지원하는 기능을 수행한다. 각 지역의 사용자들은 기본적으로 유니캐스트 전송 방식을 이용하여 콘텐츠를 수신하나 필요한 경우 그 지역을 담당하는 중계 서버의 부하를 줄이기 위해 오버레이 멀티캐스트 전송 방식을 이용하여 원하는 콘텐츠를 시청하게 된다.

2. 구성 요소 및 기능

제안하는 IPTV 플랫폼은 콘텐츠를 사용자에게 제공하기 위한 콘텐츠 제공 모듈, 이의 전송을 담당하기 위한 콘텐츠 전송 모듈 및 콘텐츠 사용자 모듈로 구분된다.

콘텐츠 제공 모듈은 콘텐츠 서버, EPG 서버, Web 서버 및 DB 서버로 구성되어 있다. 콘텐츠 서버는 IPTV 서비스를 제공할 콘텐츠를 저장하고 이를 전송하는 기능을 담당한다. 이를 위해 콘텐츠 서버는 각 지역을 담당하는 중계 서버들에게 유니캐스트 전송 방식 또는 필요 시 오버레이 멀티캐스트 전송 방식을 이용하여 콘텐츠를 전송한다. EPG 서버는 콘텐츠 제공자가 콘텐츠를 등록할 때 저장한 콘텐츠 관련 정보(콘텐츠 파일 명, 상영 시간, 콘텐츠 형식, 화면 해상도 등)를 콘텐츠 사용자에게 제공해주는 기능을 수행한다. Web 서버는 IPTV 서비스의 포털 기능을 수행하며 콘텐츠 사용자에게 서비스 중인 콘텐츠에 대한 정보를 제공한다. DB 서버는 콘텐츠 사용자에 대한 정보 및 서비스 중인 콘텐츠에 대한 정보를 DB화하여 처리하는 서버이다. 위에 언급한 서버들은 각 기능별로 편의에 의해 구분하였으며 실제 시험환경에서는 EPG 서버, Web 서버와 DB 서버의 기능을 단일 서버에서 수행하고 별도의 콘텐츠 서버를 두어 시험을 진행하였다.

콘텐츠 전송 모듈은 IPTV 콘텐츠 서버, 중계 서버 및 사용자 PC 등으로 구분된다. 제안 플랫폼에서 콘텐츠의 전송은 콘텐츠 전달 네트워크와 유사하게 2개 구간으로 나누어서 이루어진다. 첫째 구간은 콘텐츠 서버에서 각 지역의 적절한 위치에 있는 중계 서버로의 콘텐츠 전송이며, 둘째 구간은 각 지역을 담당하는 중계서버에서 수신된 콘텐츠를 그 지역의 클라이언트들에 중계하는 구간이다. 이는 콘텐츠 전달 네트워크와 같은 계층적인 전송 방식을 취하여 콘텐츠 서버에 과도하게 집중될 수 있는 네트워크 트래픽 및 프로세스의 부하를 분산하기 위함이다. 더불어 서비스 사용자 수 및 분포의 증가로 인해 발생하는 중계 서버 수의 증가에 대해 개인 또는 소규모 사업자와 같이 충분치 못한 자원에 의해 운영되는 콘텐츠 서버의 환경을 고려하여 중계 서버들 사이에도 필요한 경우 오버레이 멀티캐스트 기법을 적용하여 콘텐츠 전송이 이루어지도록 설계하였다.

[그림 4]는 콘텐츠 서버에서 각 지역에 위치한 중계 서버로 콘텐츠를 분배할 때 중계 서버들 사이에 오버레이 멀티캐스트 트리를 적용한 경우이며, [그림 5]는 유니캐스트를 이용하여 콘텐츠 서버에서 모든 중계 서버로 콘텐츠를 전송하는 방안을 보이고 있다. 유니캐스트 전송 방법을 이용하여 콘텐츠 서버에서 중계 서버로 콘텐츠를 전송 할 경우 콘텐츠 서버는 중계 서버 수만큼의 동일 트래픽을 반복해서 전송해야 되며 이로 인해 콘텐츠 서버의 프로세스 자원과 콘텐츠 서버에 접속된 네트워크에 부여되는 부하는 증가한다. 또한 콘텐츠 사용자 수 증가 및 이로 인한 지역 분포의 다양성 증가는 필연적으로 중계 서버 수의 증가를 초래하며, 중계 서버 수의 증가는 콘텐츠 서버에 부여하는 프로세스 자원 및 네트워크 부하를 가중시킬 것이다. 이에 반해 중계 서버들 사이에 오버레이 멀티캐스트를 적용하여 콘텐츠를 분배할 경우에는 콘텐츠 사용자 수 증가에 따른 중계 서버 수가 증가하더라도 오버레이 멀티캐스트 트리를 구성하여 콘텐츠 서버에 부여되는 부하의 증가를 거의 초래하지 않고 콘텐츠를 중계 서버들에 분배할 수 있다.

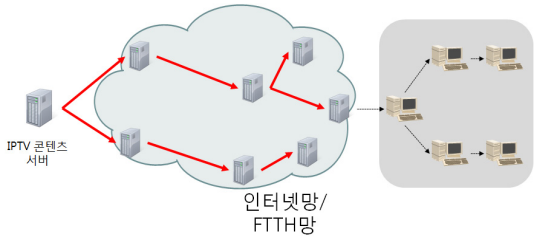

그림 4. 중계서버들의 오버레이 멀티캐스트 전송

콘텐츠 사용자 모듈은 사용자 PC에 설치되는 동영상 플레이어와 사용자들 사이에서 콘텐츠 중계를 위한 오버레이 멀티캐스트 지원 모듈로 구성된다.

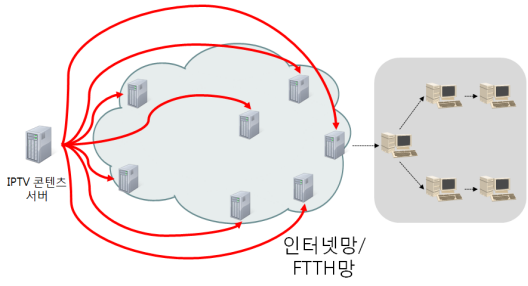

그림 5. 중계서버들의 유니캐스트 전송

3. IPTV 플랫폼을 적용한 서비스 시나리오

개인 또는 소규모 사업자가 제안하는 개방형 IPTV 플랫폼을 적용하여 서비스를 제공하는 경우 사용자가 원하는 콘텐츠를 시청하기 위한 자세한 과정은 다음과 같다.

1) 콘텐츠 사용자는 Web 포털을 접속한 후 사용자 인증 과정을 수행하면 사용자는 현재 서비스 중인 채널 정보를 EPG 서버를 통해 획득할 수 있다.
2) 사용자가 획득한 채널 정보를 이용하여 원하는 채널을 선택한 후 이를 Web 서버에 알리면 Web 서버는 DB 서버에서 저장된 채널 정보를 이용하여 사용자에게 현재 서비스를 제공 중인 콘텐츠 서버의 정보를 사용자 S/W에 알려주고 이를 이용하여 사용자 S/W는 콘텐츠 서버에 접속한다.
3) 콘텐츠 서버는 콘텐츠 사용자를 담당하는 중계 서버까지 콘텐츠를 분배한다. 이 경우 콘텐츠 분배를 위해 기본적으로는 유니캐스트 전송 방법이 사용되지만 중계 서버의 수 증가로 인해 유니캐스트 전송이 효율적이지 못한 경우에는 오버레이 멀티캐스트 전송 방법을 사용하여 콘텐츠 서버의 부하를 경감시킨다.
4) 중계 서버는 콘텐츠 서버로부터 수신 한 콘텐츠를 서비스 사용자에게 전송한다. 이 경우 역시 필요한 경우 유니캐스트 전송 방식 대신 오버레이 멀티캐스트 전송 방식을 사용할 수 있다.

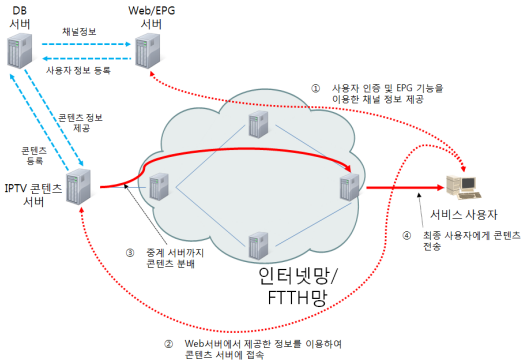

그림 6. IPTV 플랫폼의 서비스 제공 절차

[그림 6]은 콘텐츠 사용자가 원하는 콘텐츠를 시청하기 위한 절차를 도식화하고 있다. 콘텐츠 제공자는 위에서 언급한 절차와 더불어 사용자 관리 기능, 채널 및 콘텐츠 관리 기능을 포함하고 있으며 자세한 내용은 다음과 같다.

Web 서버는 사용자 인증 절차를 수행하고 만약 등록되지 않은 사용자의 경우 가입 절차를 통해 사용자 정보를 DB 서버에 등록한다. 콘텐츠 서버는 콘텐츠 등록 시 콘텐츠 및 채널의 세부 정보를 DB 서버에 등록하며 DB 서버는 Web 서버와 콘텐츠 서버의 요청에 의해 필요한 DB 정보를 제공하는 역할을 수행한다.

IV. 성능 시험

1. 시험 환경

제안하는 개방형 IPTV 플랫폼의 콘텐츠 전송시험을 통하여 전송 능력, 확장성 및 실제 환경에의 적용 여부를 평가하고 성능 개선을 위해 필요한 부분을 파악하기 위하여 성능 시험을 실시하였다. 성능 평가를 위한 시험은 동일 건물 내의 동일 LAN환경과 학내 네트워크를 경유하는 환경 및 인터넷을 환경에서 실시하였으며, 인터넷 환경의 경우는 시험여건으로 인해 전송된 콘텐츠의 품질시험과 채널 Zapping Time의 시험만을 수행하였다. [그림 7]은 동일 LAN 환경의 구성을 보여주고 있으며 [그림 8]은 학내 네트워크를 이용한 구성을 보이고 있다. 학내 네트워크는 다수의 스위치들로 구성되어 있으며 라우터를 통한 외부 인터넷을 경유하지 않고 통신이 되도록 구성되어 있다.

2. 시험 결과 및 분석

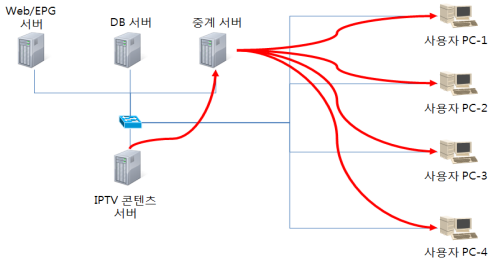

그림 7. 동일 건물 내 LAN 환경의 시험 구성도

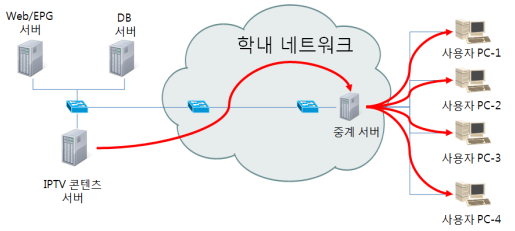

그림 8. 학내 네트워크를 이용한 시험 구성도

(1) 콘텐츠 품질 시험

제안 IPTV 플랫폼의 콘텐츠 전송 능력 및 실제 환경에의 적용 여부를 평가하기 위해 1편의 SD급 동영상과 1편의 HD급 동영상을 사용하여 전송된 콘텐츠의 품질을 시험하였으며 이때 사용된 콘텐츠의 세부내용은 [표 1]과 같다.

표 1. 시험 대상 콘텐츠의 세부내용

내용	스포츠 (축구 중계)	영화 (반지의 제왕)
구분	SD 급	HD 급
크기	974,372 Kbyte	8,235,012 Kbyte
상영시간	58분 38초	4시간 12분 26초

콘텐츠의 품질 시험은 성능 시험을 위한 3종류의 네트워크 구성 환경(동일 LAN환경, 학내 네트워크 경유 환경, 인터넷 환경)에서 위에서 언급한 SD급 동영상과 HD급 동영상 모두를 대상으로 60분 동안 5회 수행하였으며 사용자 PC에 설치된 동영상 플레이어에서 콘텐츠 제공 모듈에서 서비스 중인 콘텐츠를 선택하여 동영상을 재생하도록 하였다. 그림 9는 60분 동안 5회에 걸쳐 진행된 시험에서 콘텐츠 재생 시 이상 현상(화면의 일부가 찌그러지거나 잔상)이 발생하는 횟수를 보여주고 있다. 콘텐츠 재생 시 발생하는 이상 현상은 학내 네트워크 환경에서 HD급 동영상 재생 시 시험 기간 동안 약 5회 가량 발생하며, 인터넷 환경에서는 SD급과 HD급 동영상 모두 10회 이상 발생하였다. 그러나 이로 인해 콘텐츠의 재생이 수초동안 중단되거나 서비스 품질에 영향을 주는 현상은 발생하지 않았으며 이로 미루어 볼 때 인터넷 환경을 통한 서비스의 제공도 가능하리라 판단된다.

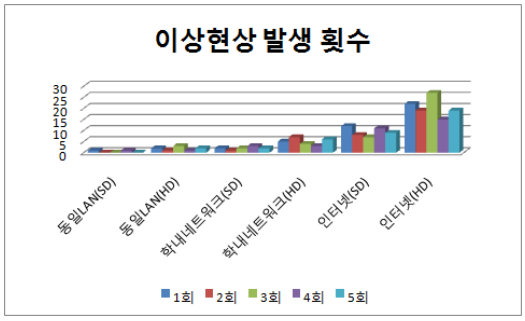

그림 9. 콘텐츠 재생 시 이상 현상 발생 횟수

(2) 채널 Zapping Time

채널 Zapping Time은 IPTV 서비스 제공 시 사용자가 원하는 채널을 보기 위해 채널 변경을 요청한 후 이를 재생할 때까지 소요되는 시간을 의미하며, IPTV 서비스의 품질에서 중요한 요소로 여겨지고 있다. 이를 위해 동일 LAN, 학내 네트워크 환경 및 인터넷 환경 등 3종류의 네트워크 환경에서 3개의 채널을 방송하면서 채널 변경 요청 후 실제 요청된 채널이 재생되기까지 소요되는 시간을 10회 측정하였으며 그 결과는 [그림 10]과 같다.

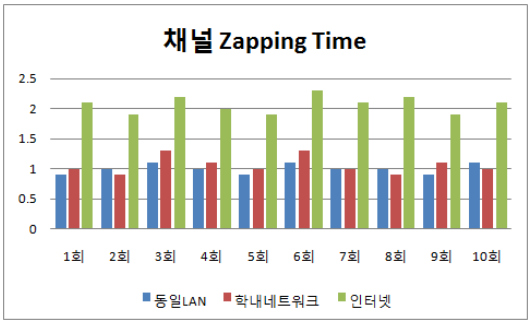

그림 10. 채널 Zapping Time

측정된 값에 의하면 동일 LAN 환경과 학내 네트워크 환경의 경우 약 1초 정도의 채널 Zapping Time으로 거의 차이가 존재하지 않으나(동일 LAN이 약 7%정도 나은 성능을 보임) 인터넷 환경에서 측정한 경우 평균 2초 이상을 보이고 있다. 이는 인터넷 환경의 경우, 채널 요청 명령이 서버에 도착하는데 소요되는 시간, 콘텐츠가 서버로부터 인터넷을 경유하여 사용자 PC에 전

송되는데 소요되는 전송 지연 시간 등이 동일 LAN 환경이나 학내 네트워크 환경에 비해 크기 때문에 나타나는 현상이다. 또한 이 값은 약 1초 이내로 측정되는 현재 국내 IPTV 3사의 채널 Zapping Time에 비해 큰 값이며 이는 IPTV 3사의 경우 서비스를 위해 IP 멀티캐스트 전송을 지원하는 별도의 초고속 네트워크를 구축하여 운영하고 있기 때문에 인터넷을 사용하는 제안 IPTV 플랫폼에 비해 작은 채널 Zapping Time으로 서비스를 제공할 수 있기 때문이다.

(3) 플랫폼의 최대 동시 사용자 수

IPTV 플랫폼에서 동시에 서비스를 제공할 수 있는 최대 사용자의 수는 플랫폼의 성능(확장성) 및 기능의 척도로 여겨진다. 이의 측정을 위해 1대의 중계 서버에서 유니캐스트 전송 방식과 오버레이 멀티캐스트 전송 방식을 이용하여 HD급 콘텐츠를 동시에 전송할 수 있는 최대 사용자 수를 측정하였다. 시험 여건에 의해 시험은 동일 LAN 환경과 학내 네트워크 환경에서만 수행되었으며 [표 2]는 동시에 서비스 가능한 최대 사용자수를 보여주고 있다.

표 2. 최대 동시 사용자 수

구분	동일 LAN	학내 네트워크
유니캐스트	9	9
오버레이 멀티캐스트	20 (∝)	20 (∝)

측정 결과에 의하면 중계 서버가 유니캐스트 전송방식을 사용할 경우, 동일 LAN이나 학내 네트워크 등 네트워크 환경에 무관하게 10명 이상의 사용자에게 서비스를 제공할 수 없는 결과를 보여 주었다. 그러나 오버레이 멀티캐스트 전송 방식을 사용한 경우, 20명 이상의 사용자에게 서비스를 제공할 수 있었으며 이론적으로 동시에 지원 가능한 최대 사용자 수는 무한대에 이른다. 따라서 오버레이 멀티캐스트 전송 방식과 유니캐스트 전송 방식을 동시에 지원하는 제안 IPTV 플랫폼은 기존 IPTV 플랫폼에 비해 최대 동시 사용자 수(확장성) 측면에서 장점을 가지고 있다고 판단된다.

V. 결론 및 향후과제

IPTV 서비스의 상용화로 인해 서비스 사용자들의 개방형, 개인형 서비스에 대한 요구는 점점 증가하고 있으나 IPTV 서비스 사업자들의 폐쇄형 플랫폼 기반의 서비스는 이를 가로막는 가장 큰 장애 요인으로 작용하고 있다. 이를 해결하기 위해 개인형, 개방형 등을 지원하기 위한 IPTV 플랫폼을 위한 연구가 다양하게 진행되고 있다. 본 논문은 서버의 프로세서 자원이나 네트워크 대역폭이 상대적으로 충분하지 못한 개인이나 소규모 사업자들이 개인형, 개방형 IPTV 플랫폼을 이용하여 다수의 사용자들에게 서비스를 적절히 지원하기 위한 IPTV 플랫폼을 제안하였다. 더불어 멀티캐스트 기능이 요구되는 IPTV 서비스를 지원하기 위해 제안 IPTV 플랫폼은 IP 멀티캐스트의 대안으로 오버레이 멀티캐스트 전송 방법을 사용하였으며 전송되는 콘텐츠 질의 향상을 위해 콘텐츠 전송 네트워크를 도입하였다. 또한 성능 시험을 통해 제안 IPTV 플랫폼이 실제 서비스를 적절히 지원할 수 있음을 보이고 있다.

향후 제안 IPTV 플랫폼을 이용하여 인터넷 환경에서 다수의 사용자에게 서비스를 제공하기 위해서는 개인형, 개방형 서비스를 위한 보다 다양한 부가 기능(객체 분할, 이미지 편집 등을 포함한 개인 방송 제작 시스템 등) 과 사용자 인터페이스 등이 추가 되어야 할 것으로 사료되며 이를 지원하기 위해 플랫폼의 콘텐츠 전송 기능 등에 지속적인 보완이 필요할 것으로 판단된다.

참 고 문 헌

[1] http://en.wikipedia.org/wiki/IPTV

[2] S. Deering, *Host Extensions for IP Multicasting*, RFC1112, 1989.

[3] Yang-hua, Chu Sanjay G. Rao, and Huk Zhang, "A Case for End System Multicast," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.20, No.3, pp.1456-1471, 2002.

[4] B. Zhang, S. Jamin, and L. Zhang, "Host

multicast: a framework for delivering multicast to end users," in proceeding of IEEE INFOCOM, Vol.3, pp.1366-1375, 2002.

[5] M. Lautent, C. Roberto, and H. David, "An Overlay Tree Building Control Protocol," in Proceeding of International workshop on Networked Group Communications, Vol.2233, pp.76-87, 2001.

[6] M. S. Kwon and F. Sonia, "Topology-Aware Overlay Multicast for Group Communications," in Proceeding of ACM NOSSDAV, pp.127-136, 2002.

[7] M. S. Kim, Yi Li, and Simon S. Lam, "Eliminating Bottlenecks in Overlay Multicast," in Proceedings of IFIP Networking, Vol.3462, pp.893-905, 2005.

[8] Rajkumar Buyya, Al-Mukaddim Khan Pathan, James Broberg, and Zahir Tari, "A Case of Peering of Content Delivery Networks," IEEE Distributed System Online, Vol.7, No.10, p.3, 2006.

[9] Michal Szymaniak, Guillaume Pierre, and Maarten Van Steen, "Latency-driven replica placement," in IEEE symposium on Application and Internet, Trento, Italy, pp.399-405, 2005(1).

[10] P. George Pallis and V. Athena, "Insight and Perspectives for CONTENT DELIVERY NETWORKS," Communications of the ACM, Vol.7, No.6, pp.68-74, 2006.

저 자 소 개

정 승 문(Seung-Moon Jeong) 정회원

- 1991년 2월 : 동신대학교 컴퓨터공학과(이학사)
- 1999년 2월 : 동신대학교 컴퓨터공학과(이학석사)
- 2004년 2월 : 동신대학교 컴퓨터공학과(이학박사)
- 2005년 2월 ~ 현재 : 동신대학교 교수

<관심분야> : 디지털 콘텐츠, 3D 애니메이션, 이미지 프로세싱, DRM, 유비쿼터스 컴퓨팅, VR

강 임 철(Im-Chul Kang) 정회원

- 1991년 2월 : 전남대학교 전산통계학과(이학사)
- 1997년 2월 : 전남대학교 경영학과(경영학석사)
- 2005년 2월 : 전남대학교 전자상거래협동과정(경영학박사)

<관심분야> : 전자상거래, 디지털콘텐츠, 3D 애니메이션, 가상현실

전 진 한(Jin-Han Jeon) 정회원

- 1994년 8월 : 전남대학교 전산학과(이학사)
- 2005년 2월 : 전남대학교 컴퓨터정보통신공학과(공학석사)
- 2008년 8월 : 전남대학교 컴퓨터정보통신공학과(공학박사)

<관심분야> : IPTV, 컴퓨터 네트워크, MANET