

ITU-T SG17에서의 IPTV 및 멀티캐스트 보안 표준화 동향*

윤미연¹, 정현철², 원유재³

요 약

IPTV 서비스는 인터넷 기반의 TV서비스를 말하는 것으로, 부가서비스로서 온라인게임, 전자상거래, 인터넷 전화를 제공하는 융복합형 신규 서비스이다. 인터넷 환경에서 TV를 서비스를 제공하기 위한 관련 표준화가 ITU-T IPTV-GSI에서 활발히 이루어지고 있으며, 보안 분야에서는 IPTV 보안 요구사항, 안전한 트랜스코더블 기법, IPTV에서의 키관리 기법 등의 표준화가 진행 중에 있다.

또한 IPTV 서비스에서의 실시간 방송을 위한 주요 핵심 통신기술인 멀티캐스트에 대한 보안 기술 표준화 또한 진행 중에 있다. 중계 기반 멀티캐스트 전송 규격인 X.603.1이 2007년 2월에 표준으로 제정되었고, 이에 대한 보안 규격으로서 현재 ‘중계기반 멀티캐스트 보안 규격’이 ISO/IEC와 공동으로 표준화가 진행 중이며, ‘멀티캐스트 보안 요구사항 및 프레임워크’가 ITU-T SG17/Q9 응용서비스 보안분과에서 진행 중에 있다. 멀티캐스트 보안 관련 기술 표준화는 2010년 경에 완료될 것으로 보이며, 표준제정시 IPTV에서 전송기술로 X.603.1을 사용자 보안규격으로서 적용될 것으로 전망된다.

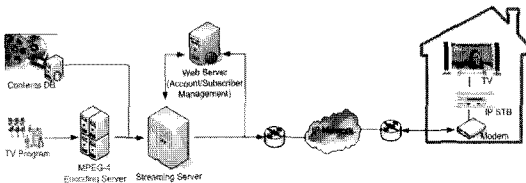
1. 서 론

최근 들어 사람들은 하나의 시스템으로 여러 가지 기능을 제공하는 융합 기술에 관심이 커지고 있다. 통신에서는 BcN (Broadband Convergence Network)이 등장하여 패킷과 음성, 영상, 유선과 무선의 융합 서비스, 통신과 방송의 융합 서비스를 사용자에게 제공하고 있다.

IPTV 서비스는 IP망을 통해 방송이나 동영상 콘텐츠, 정보 등을 TV와 이동 단말에 제공하는 통신/방송

융합 서비스이다. [그림 1]은 IPTV 서비스의 개요를 간단하게 보여주고 있다. 우선, 콘텐츠 제공자가 제공하는 HD급의 TV 콘텐츠를 MPEG 인코딩 서버에서 압축하여 스트리밍 서버에게 제공하고, 사용자의 요청에 따라서 압축 동영상 스트림이 IP 네트워크를 통해서 가입자에게 전달하게 되면, 가입자 측에서 모뎀과 IP 셋탑 박스를 통해서 이를 원래의 HD급의 동영상을 복원해서 고화질의 TV서비스를 보여준다.

IPTV 서비스는 양방향(Interactive) 서비스가 가능하고 개인화된 서비스를 제공해 줄 수 있다는 점에서 기존의 방송 서비스와 차별성을 가지고 있다. IPTV 서비스가 대중들이 많이 이용하는 서비스가 되기 위해서는 안정적인 품질의 서비스 제공, 다양한 콘텐츠 확보, 새로운 법/제도의 정비와 같은 해결해야 할 몇 가지 이슈들이 있지만, 무궁무진한 IPTV 서비스의 잠재력에 대해서는 의문의 여지가 없고 파급 효과는 IT 산업계 전반에 걸쳐서 커다란 변화를 줄 것이다.



(그림 1) IPTV 서비스의 개요

본 연구는 한국정보통신기술협회의 IT표준화활동강화사업의 일환으로 수행하였음. [2008-P1-28-08J45, 인터넷 인프라 보안 표준 개발]

* 한국정보보호진흥원 응용기술팀 선임연구원 (myyoon@kisa.or.kr)

** 한국정보보호진흥원 응용기술팀 팀장 (hcjung@kisa.or.kr)

*** 한국정보보호진흥원 IT기반보호단 단장 (yjwon@kisa.or.kr)

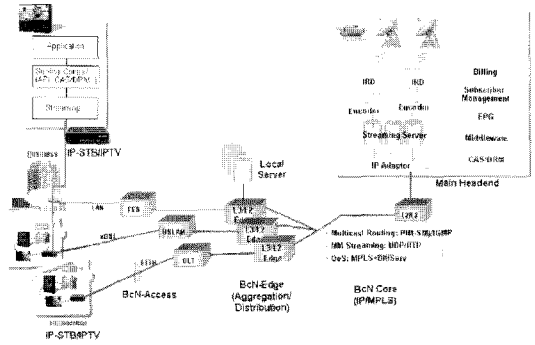
초고속 인터넷의 확산과 디지털화된 방송 프로그램 제작 환경의 도래 등으로 인하여 기존 TV의 기능이 다양하게 변화하고 있으며, 이와 관련하여 다양한 기술이 빠르게 발전하고 있으며 IPTV는 이러한 기술 중 하나이다. IPTV는 IP 기반의 통신망을 통하여 전달되는 다양한 콘텐츠를 기존의 TV 기술을 이용하여 제공받을 수 있는 서비스 또는 기술을 의미한다. 기존의 TV에 MPEG-2 및 MPEG-4 기술로 압축된 디지털 정보를 전송하며, 전용모뎀과 셋탑박스를 연결하면 인터넷 검색, 영화 감상, 홈뱅킹 및 예약 서비스 등 다양한 부가 서비스의 활용이 TV를 통하여서도 가능하기 때문에 IPTV는 단일 인프라의 통합융합 환경에서 음성(Voice), 데이터(Data), 및 방송(Broadcasting) 서비스가 가능한 TPS(Triple Play Service)를 실현시킬 수 있는 킬러 어플리케이션으로 여겨지고 있다. 이에 해의는 물론 국내에서도 KT나 하나로텔레콤 등 통신사업자들을 중심으로 서비스가 가시화되고 있다.

IPTV는 멀티캐스팅(multicast)이라는 새로운 기술을 기반으로 한다. 이 중 IP 멀티캐스트란 TCP/IP에서 동일한 데이터를 동시에 다수의 상대에게 송신하는 멀티캐스트로서 클래스 D3)라는 IP주소체계를 사용하여 녹화된 다양한 영상 프로그램을 엠본(MBone)을 통해 IP 멀티캐스트 방식에 의해 전송하는 것을 의미한다. 반면, 유니캐스트(unicast)방식은 이용자가 기존의 인터넷 동영상 스트리밍 서비스와 데이터 서비스를 요구할 경우에만 각 개인에게 별도의 전송대역을 할당함으로써 정보가 제공된다. 따라서 다수의 접속자가 정보를 요청할 경우 네트워크나 서버에 부하가 걸리게 되므로 사실상 방송서비스가 불가능해진다. 즉, 멀티캐스팅과 유니캐스팅의 가장 두드러진 차이점은 전송망의 효율성에 있다. 멀티캐스트 기술은 이 같은 병목현상을 해결하고 상대적으로 네트워크에 부담을 주지 않기 때문에 안정감 있는 고품질의 영상서비스를 제공할 수 있는 것이다.

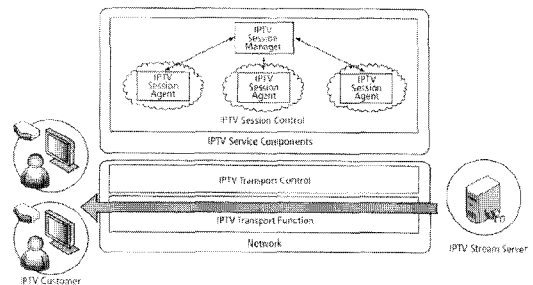
II. IPTV 및 멀티캐스트 기술 동향

2.1 IPTV 기술 동향

IPTV 기술은 헤드엔드, 네트워크, 단말 기술로 나눌 수 있다. [그림 2]에서와 같은 서비스 구조에서 제공되는 모든 기능은 가입자 단말과 헤드엔드 간에 이루어진다. 즉, 콘텐츠의 발견, 사용자 및 콘텐츠 접속 권한 인



(그림 2) IPTV 서비스 구조⁵⁾



(그림 3) 오버레이 네트워크를 위한 IPTV control 구조⁹⁾

증, 콘텐츠 보호, 코덱 등의 기능은 헤드엔드와 단말간에 이루어진다. 중간의 인터넷망은 전달망의 기능으로서 멀티캐스트 전송 기술을 활용할 수 있으며, 스트리밍의 품질을 보장하는 역할을 담당한다.

헤드엔드 기술은 방송콘텐츠를 수신하고 분배하는 베이스밴드, 수신된 영상신호의 압축 및 다중화, 그리고 실시간 채널에 대한 암호화 및 VoD 콘텐츠의 시청 권한을 제어하는 콘텐츠 보호 등을 포함한다. 그리고 네트워크에는 헤드엔드에서의 콘텐츠 전달을 위한 멀티캐스트/유니캐스트, QoS 기술이 제공되며, 단말에서는 가입자에게 고품질을 제공하기 위한 영상 코덱 기술과 양방향 데이터 서비스 제공을 위한 미들웨어 기술이 필요하다.

특히, 네트워크 전달 기술에서 IPTV에서 오버레이 네트워크 기술을 활용할 수 있다. [그림 3]은 IPTV에서 오버레이 네트워크를 위한 IPTV Control의 구조를 나타낸다.

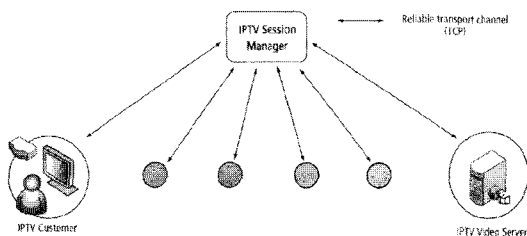
오버레이 네트워크에서 하나 또는 여러개의 채널을 구성하는 것을 오버레이 세션이라고 한다. 오버레이 세션이란 IPTV 멀티캐스트 그룹과 다르게 IPTV control point가 관리하는 그룹을 말한다. 그리고 오버레이 세션은 IPTV 서브에서 하나의 IPTV방송채널 또는 하나

의 CoD등을 오버레이 세션이라고 한다. 각각의 오버레이 세션은 세션 ID로 정의하며, 세션ID는 IPTV control point 내의 IPTV 세션 매니저가 관리한다. IPTV 세션 매니저는 데이터 전송에 관여하지않고, 오직 IPTV 서비스 플로우에 대한 조절 및유지를 담당한다. 하나의 세션 매니저는 하나 또는 여러 세션을 동시에 조절한다.

IPTV 세션 에이전트는 세션 매니저의 요구에 따라서 오버레이 멀티캐스트의 트리 또는 오버레이 경로를 구성하고, 실질적인 데이터의 전달을 담당한다. IPTV 세션 에이전트는 데이터 경로를 설정하기 위한 제어 채널과 데이터 전달 경로로 데이터를 전달하는 데이터 채널로 구성된다. IPTV 세션 에이전트의 제어 채널의 주요 기능은 세션에 가입하고, 그룹 또는 오버레이 전송을 위한 경로를 설정하는 것이다.

IPTV 세션 매니저는 오버레이 서비스를 위해서 경로를 설정해서 하나의 세션을 만든다. 그리고 각각의 IPTV 세션 에이전트에게 다음 전달할 IPTV 세션 에이전트 혹은 IPTV 이용자의 단말에게 세션 IP, IP 주소, 포트 등의 정보를 전달한다.

[그림 4]와 같이 제어채널은 각각의 IPTV 세션 에이전트들과 IPTV 세션 매니저와 일대일로연결이 된다 그리고 TCP와 같은 신뢰적인 전송프로토콜을 사용한다. 데이터 채널은 IPTV서버부터 IPTV 단말까지 데이터를 전달하는 역할을 담당한다 IPTV 세션 에이전트의 제어 채널을 통해 구축된 경로를 통해서 데이터를 전송한다. 경로가 설정된 IPTV 세션 에이전트 사이에서 터널링이 이루어진다. 이 터널링은 TCP 또는 UDP로 다양하게 설정할 수 있다. 그리고 IPTV 비디오 서버 또는 IPTV 이용자와 IPTV 세션 에이전트 사이에는 적절한 프로토콜을 사용해서 데이터를 전송한다. IPTV 오버레이 멀티캐스트 네트워크는 IPTV 어플리케이션 서비스를 위한 analyze ,tradeoff, generate option 등의 관리 능력을 가진다. 추가적으로, 일부 서비스 제어 능력은 정책 관



(그림 4) 오버레이 네트워크를 위한 IPTV 세션 에이전트 제어채널⁽⁹⁾

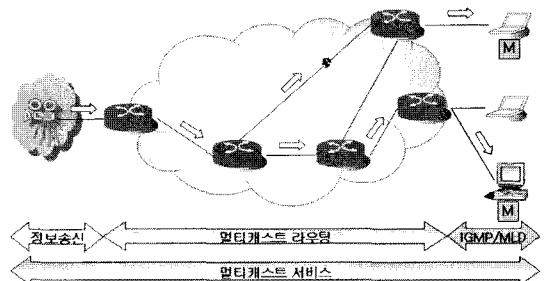
리, 구성, 서비스 요소 모니터링을 포함한다. 오버레이 처리 요소들은 사용자 요구 사항과 정보를 위한 서비스 처리를 수행한다. 이에 따라서 멀티캐스트서비스를 효과적으로 제공하기 위해 오버레이 멀티캐스트 메커니즘을 적용하는 것이 효과적일 수 있다.

2.2 멀티캐스트 기술 동향

인터넷에서 멀티캐스팅을 지원하는 컴퓨터간의 가상 네트워크를 엠본(MBone)이라고 한다. 엠본은 한 개의 인터넷 주소로 특정 그룹에 참여하는 모든 사람에게 동일한 데이터를 전달한다. 그러므로 많은 사람들이 한꺼번에 특정 서버에 접속하여 대용량 멀티미디어 정보를 전송받을 때 겪게 되는 정보체중 현상을 크게 해소할 수 있다. [그림 5]는 멀티캐스트 서비스의 세 가지 구간에 대한 설명이다.

IP 멀티캐스팅에서는 호스트가 멀티캐스트 그룹에 참여하거나 탈퇴할 수 있고, IGMP(Internet Group Management Protocol)이 포함되어 있어 그룹 멤버십 정보를 관리할 수 있다. 즉, 멀티캐스트 전송방식은 데이터 중복전송으로 인한 네트워크 자원낭비를 막고, 그 정보를 필요로 하지 않는 곳에는 부담을 주지 않으면서 실시간 공동 작업을 효율적으로 보장하는 전송기법이다.

멀티캐스트 서비스는 세 가지 구간으로 나누어지는데 이는 IGMP /MLD(Internet Group Management Protocol/Multicast Listener Discovery) 구간, 멀티캐스트 라우팅 구간 및 멀티캐스트 정보 송신 구간이다. IGMP /MLD 구간에서는 단말이 특정 멀티캐스트 정보를 수신하고자 할 때 연결된 라우터로 정보를 요구하고 라우터는 멀티캐스트 정보가 있으면 단말한테 전달해준다. 멀티캐스트 정보 송신 구간에서는 멀티캐스트 송신 단말이 멀티캐스트 정보를 IP망으로 송신한다.



(그림 5) 멀티캐스트 서비스의 세가지 구간

멀티캐스트 송신 단말이 연결된 라우터와 멀티캐스트 수신 단말이 연결된 라우터가 동일하면 라우터는 멀티캐스트 정보를 바로 보낼 수 있다. 그러나 멀티캐스트 정보는 대체로 IP망내 서로 다른 라우터에서 송신 및 수신이 되고 있다. 멀티캐스트 라우팅 기능을 이용하여 멀티캐스트 정보 수신 단말이 요구한 정보를 검색하여 수신 단말이 요구한 정보를 제공해야 한다.

오버레이 멀티캐스트기법에서는 각 호스트가 그룹관리 및 라우팅 기능 모두 수행한다. 이를 위해서 각 호스트는 호스트간의 가상 네트워크를 구성하는 ‘Self-Organization’기능과 전송을 위한 네트워크 설정 기능- ‘Self-Configuration’ -을 갖추고 있어야 한다. 이를 위해서 제어위상과 전송위상을 가지고 있다. 이는 실제 IP계층에서의 라우팅 기능을 응용계층에서 수행하기 때문에 가상적인 위상이 필요하게 된다. 제어위상은 호스트간의 그룹관리를 위해 필요한 위상이다. 그룹의 가입 및 탈퇴 또는 호스트 실패 등의 멀티캐스트 통신을 위한 기본 제어 메커니즘을 위해 형성된 위상이다. 전송위상은 가상적으로 호스트간의 라우팅 경로가 구성된 것이다. 따라서, 제어위상은 궁극적으로 전송위상을 위한 기본 위상이라고 볼 수 있다.

제안된 오버레이 멀티캐스트기법은 크게 트리우선 방식, 메시우선 방식 그리고 기타 방식으로 구성된다. 트리우선 방식은 제어위상과 전송위상 모두 호스트간의 구성된 트리를 통해서 수행되는 방식을 의미한다. 메시우선 방식은 제어위상으로서 풍부한 메시지를 구성하고, 그 위에서 전송을 위한 트리를 생성하는 방식이다. 기타 방식은 두 가지 형태를 벗어난 형태로서, 최단 거리 또는 지연시간이 아닌, 콘텐츠 정보를 이용한 멀티캐스트 방식 또는 확장성 있는 그룹관리를 위한 멀티캐스트 방식이 존재하지 않는 방식 등이 있다.

멀티캐스트 전송 정보들은 유니캐스트 통신에 비해서 그룹 접근 제어의 효율성이 떨어지고, 유니캐스트 통신보다 많은 통신 링크를 경유하기 때문에 신분 위장(Masquerading), 서비스 부인 공격(Denial of Service),

재전송 공격(Malicious Replay), 송신 사실 부인(Repudiation) 등의 많은 공격을 받을 수 있다. 예를 들면, 접근제어·사용자 인증 기능이 없는 멀티캐스트 서비스에서는 임의의 사용자가 멤버로 가입하여 서비스를 무단으로 제공받을 수 있다. 또한 허위 join-request 메시지를 발송하여 불필요한 패킷을 전달시키거나 다수의 join-request 메시지 발송을 통한 DoS 공격을 수행할 수도 있다. 허위 join-request 메시지에 의한 멀티캐스트 트리 구성 버퍼의 오버플로우를 유발시킨다면 중요 네트워크 장비의 장애를 초래할 수도 있다. 임의의 사용자는 다수의 가입 멤버에게 메시지를 복사하여 전송할 수 있으므로 손쉽게 DoS 공격을 발생시킬 수 있으며, 한 지점의 멀티캐스트 네트워크 노드의 장애로 전체 멀티캐스트 서비스에 장애를 줄 수 있는 취약점이 있다.

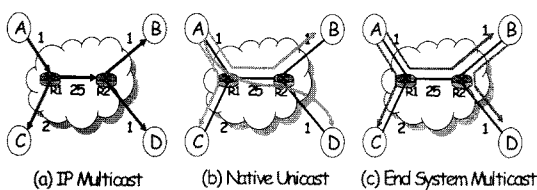
멀티캐스트의 응용서비스 중 IP-TV의 경우, 권한 없는 사용자가 스니핑을 통해 멀티캐스트 주소 및 콘텐츠 관련 정보를 확보하고 유료 콘텐츠를 불법으로 수신하거나, 멤버 탈퇴 후에도 이전의 연결정보를 재사용하여 계속적으로 콘텐츠를 수신할 수 있는 취약점을 가지고 있다. 유료 주식정보 분석 서비스의 경우, 비 권한자의 정보수신 외에도 제공되는 주식정보의 위·변조, DoS 공격으로 인한 서비스 장애 등의 위협을 가지고 있다.

이러한 보안 위협으로부터 안전성을 확보하기 위한 방안은 암호 시스템을 사용하여 전송되는 정보들에 대하여 제3자가 볼 수 없게 하는 기밀성, 전자 서명과 같은 기술을 사용하여 메시지 위·변조 방지와 멤버 인증을 하는 무결성 및 인증성, 접근 제어 목록 등을 이용하여 정당한 멤버만이 멀티캐스트 데이터에 접근할 수 있게 하는 접근 제어, 송수신자의 데이터 전송 사실을 부인하지 못하게 하는 부인 봉쇄 같은 요구사항들을 만족시키는 것이다. 이러한 요구사항을 만족시켜 안전한 멀티캐스트 전송이 가능하도록 하는 기술을 멀티캐스트 보안 기술이라고 통칭하며, 인증기술과 그룹 키 관리 기술 등이 포함된다.

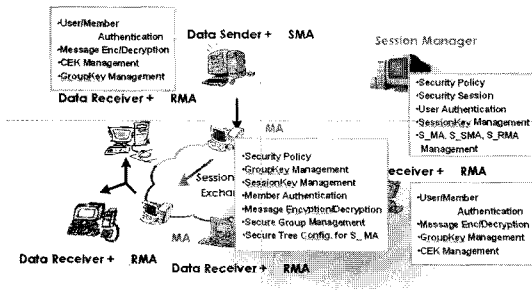
Ⅲ. IPTV 및 멀티캐스트 보안 국제표준화 동향

3.1 IPTV 보안 국제표준화 동향

ITU-T는 2006년 3월에 논의를 시작하기로 하여 IPTV FG(Focus Group)을 결성하였으며, 현재는 IPTV-GSI로서 IPTV 표준화가 활발히 진행되고 있다. IPTV



(그림 6) 멀티캐스트 기법



(그림 8) RMCP 보안 프로토콜 개요

송신 또는 중계 MA는 X.603.1과 같이 클라이언트가 될 수 없으며 신뢰성을 보장되는 서버가 되어야 한다.

세션에 가입시 사용자 인증 과정을 통하여 인증된 사용자만이 서비스를 제공받을 수 있도록 하며, RMCP 트리 구성시 중간에 허가되지 않은 노드가 트리에 가입되지 않도록 멤버십 인증 및 제어메시지의 암호화를 통하여 보안성을 제공한다. 보안성을 제공하기 위해 SM은 SMA, DMA간에 사용할 멀티캐스트 보안 관련 보안 협상이 완료되면 SM은 MA를 대상으로 사용자 인증을 수행하며, 인증된 MA는 트리 가입을 시도한다. RMCP 트리 가입시 멤버십 인증을 수행하여 다시 한번 세션에 인증된 사용자임을 확인한다. 이때 RMCP 트리 구성시, 교환되는 메시지는 모두 암호화되어 전달함으로써 안전하게 트리가 구성되도록 한다.

RMCP 트리의 구성이 완료되면 데이터의 암호화를 통하여 데이터를 전달하게 된다. 이때 대용량의 실시간 데이터일 경우, RMCP 트리상의 MA간의 전달시 암호화 오버헤드를 줄이기 위하여 콘텐츠 암호화키를 이용하여 암호화되는 데이터의 사이즈를 줄여 효율적으로 안전하게 데이터를 전달하도록 하였다. [그림 8]은 RMCP 트리상의 보안성을 제공하기 위한 개요를 나타낸다.

IETF에서는 2000년부터 MSEC(Multimedia Security Working Group)을 구성하여 멀티캐스트를 지원하는 그룹의 구성원과 안전성을 위한 보안을 연구하고 있으며 표준화를 위한 문서를 작성 및 평가하고 있다.

MSEC은 IRTF의 Secure Multicast(SMUG)와 Reliable Multicast(RMRG), Multicast Transport(RMT), IP Security(IPsec), Policy 등 많은 IETF의 WG과 함께 표준화를 진행하고 있다.

MSEC은 데이터의 암호화와 그룹 키 관리, 보안 정책 그리고 암호 알고리즘 등으로 구성되어 있다. MSEC

은 우선 보안 고려 사항을 정의하고 이에 적합한 보안 구조를 모색하여 그림과 같이 데이터의 변환과 그룹 키 관리 구조(GKM), 정책구조 그리고 인증을 위한 알고리즘(TESLA) 등으로 세분화하고 각각의 연구를 수행하고 있다.

데이터 보안은 A/MESP(Application/Transport Multicast ESP)를 통한 멀티캐스트 패킷의 암호화나 인증 데이터의 생성을 의미하며 GKM(Group Key Management)은 GSAKMP(Group Secure Association Key Management Protocol)와 GDOI(Group DOI)로 구성된다. 정책 구조의 토큰은 접근 토큰(Access token)에 대하여 정의하고 있고 인증이나 키관리를 위한 TESLA(Timed Efficient Stream Loss-tolerant Authentication), LKH(Logical Key Hierarchy), OFT(One-way Function Tree) 등의 알고리즘이 있다.

IV. 결 론

IPTV서비스는 현재의 IT분야에서의 뜨거운 감자로서 많은 관심과 연구가 되고 있는 상황이다. VoD 및 재방송 등 케이블 방송 형태의 1단계 서비스가 이미 활성화 되었고, 향후 양방향 서비스 및 게임, VoIP 등 여러 부가서비스 및 실시간 방송이 제공될 것으로 전망된다. 이에 따라 안전한 서비스 제공을 위한 IPTV 보안 기술의 개발 및 국제표준화에 박차를 가해야 할 것이며, 우리나라가 IPTV 보안 기술 표준화의 선도적 역할 수 있도록 산·학·연에서의 많은 관심과 노력을 기울여야 할 것이다.

참고문헌

- [1] 윤미연, X.603.1|16512-2/Draft Amendment.1 : RMCP-2 security extensions, ITU-T, 2008.4.
- [2] 염홍열, X.iptvsec-1 : Functional Requirements and Architecture for IPTV Security Aspects, ITU-T, 2008.6.
- [3] 윤미연, X.mcsec-1 : requirements and framework for multicast security, ITU-T, 2008.4.
- [4] IT Standard Weekly, IPTV 보안 표준화 동향, 2008-19호, 2008.5.12.
- [5] IPTV 서비스 기술 현황 및 단계별 전망, 주간기술동향, 통권 1286호, 2007.3.7.

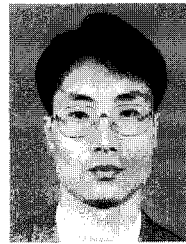
- [6] IPTV 기술 및 표준화 동향, 권영환 외, 텔레콤 제 22권 제1호
- [7] IPTV 서비스 추진동향 및 전망, 김민정 외, 전자통신동향분석 제21권 제2호
- [8] IPTV 콘텐츠 보호 기술의 비교 - CAS와 DRM 중심으로, 한국콘텐츠학회논문지, 1598-4877, 제6권8호, pp.157-164, 2006
- [9] IPTV를 위한 오버레이 네트워크 구조, OSIA Standards & Technology Review; 제27권; 제1호
- [10] IPTV에서의 양방향 방송 미들웨어 와 표준화 동향, OSIA Standards & Technology Review; 제 27권; 제1호
- [11] 실시간 IPTV 서비스를 위한 수신 제한 기술, 서론 한국통신학회지 (정보와통신) 제24권 제2호, 13~24쪽

〈著者紹介〉



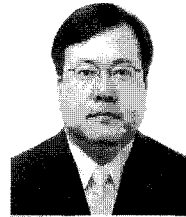
윤미연 (Miyeon Yoon)

2002년 2월 : 숭실대학원 컴퓨터공학 석사
 2005년 8월 : 숭실대학원 컴퓨터통신 박사
 2005년 6월~현재 : 한국정보보호진흥원 선임연구원
 <관심분야> 멀티캐스트, IPTV, USN, IPv6, 정보보호



정현철 (hyuncheol Jeong)

1996년 2월 : 서울시립대학교 전산통계학과 학사
 1999년 8월 : 광운대학교 전산학과 이학 석사
 1996년 7월~ 현재 : 한국정보보호진흥원 응용기술팀 팀장
 <관심분야> IPTV, 붓넷, VoIP 보안, 침해사고대응



원유재 (Yoojae Won)

1998년 8월 : 충남대학교 전산학과 박사
 1987년~2001년 : 한국전자통신연구원 팀장
 2001년~2004년 : 안랩유비웨어연구소장
 2004년~현재 : 한국정보보호진흥원 IT기반보호단 단장
 <관심분야> IPTV, VoIP 보안, 무선랜 보안, 멀티캐스트