

HFC 인터넷 서비스망에서 음성데이터의 개선된 전송기법

정회원 주재한*, 김태훈**

The Design of Leakage Current Control System using ZigBee Communication

Jae han Ju*, Tae hoon Kim** *Regular Members*

요약

HFC망은 타 서비스망과 비교하여 상향대역이 협소한 단점을 가지고 있지만, UGS-AD와 RTPS의 개선된 보장 방법을 HFC망에 VoIP 데이터를 전송하는데 적용하여 CMTS와 CM구간에 음성데이터의 품질을 향상시킬 수 있음을 제시하였다.

성능분석 결과, VoCM에는 UGS-AD, MTA에는 RTPS를 적용한다면 실제 상용 HFC망에서 문제가 되는 협소한 상향대역의 에서의 음성데이터 전송을 원활히 수행 할 수 있음을 확인하였다.

따라서, 본 논문에서는 제시한 UGS-AD와 RTPS의 개선된 전송방안을 실제 HFC망에 적용 하였을 경우 CM과 CMTS간의 음성에 대해서는 명확한 보장을 기대 할 수 있고, 장비투자비용의 절감 및 고객의 클레임 제기를 최소화 할 수 있는 장점이 있다.

Key Words : HFC, UGS-AD, VoIP, QoS, CM, CMTS

ABSTRACT

Many HFC net compared to other service network and the limited upstream bandwidth, but it has drawbacks, UGS-AD and the RTPS to ensure the improved HFC net effect to transmit VoIP data between the CMTS and the CM on the voice quality of the data presented can be improved.

Performance analysis, VoCM the UGS-AD, MTA would apply in the real commercial RTPS mangeseo HFC is a problem of limited upstream bandwidth for data transmission in the voice can be performed smoothly was confirmed.

Therefore, this paper proposed an improved transmission of the RTPS and UGS-AD measures the actual HFC net effect hayeoteul between CM and CMTS to ensure clear expectations for voice can, and reduce equipment investment costs, and customers filed a claim This has the advantage of minimizing.

I. 서론

현재의 멀티미디어 서비스는 서로간의 뛰어난 호환성 및 유연한 확장성을 요구한다. 이에 음성통신은 1990년 초부터 IP(Internet Protocol)와 결합하여 VoIP(Voice over IP)를 탄생 시켰다.

고객이 요구하는 저가요금, 편이성, 확장성에 대

한 자연스러운 움직임이었다. 2009년 현재 VoIP는 인터넷을 비롯한 다양한 기간망에서 서비스 되고 있다.

IP와 결합된 음성통신은 현재 까지 주류를 이루던 일반전화망을 위협하고 있다. 서비스 초기 일반 아날로그 전화와 비교해서 품질이 다소 떨어졌지만, 현재는 코덱기술과 IP망의 멀티미디어 보장정책의

* 송호대학 보건의료기기과(jhju@songho.ac.kr), **(주)엔에스티
논문번호 : 09073-1201, 접수일자 : 2009년 12월 1일

강화로 품질의 차이는 거의 미미하다.

VoIP over HFC(Hybrid Fiber Coaxial)의 미래는 낙관적이지만, 증가하는 VoIP 트래픽을 예상한다면 현재 보다 차별화된 보장방법이 필요하다. 또한 HFC망에서 사용할 수 있는 다양한 단말기에 대해서 좀 더 최적화된 옵션을 적용 할 수 있어야 한다.

따라서, 본 논문에서는 데이터와 음성을 HFC망에서 동시에 서비스 할 경우, 음성에 대한 기준에 알려진 보장방법 및 QoS(Quality of Service)기술의 문제점을 분석하고, 좀 더 개선된 방법을 제시하고자 한다.

이를 위해서 II장에서는 HFC망에서 음성데이터의 개선된 보장방법에 필요한 데이터의 보장기술을 기술하고, III장에서는 기술된 내용을 토대로 성능분석을 실시하여 기존 보장 방법과의 비교분석을 하고, IV장에서는 개선된 보장 방법이 실제 상용 HFC 망에 적용 할 수 있는지 실험을 통하여 개선된 보장방법의 가능성을 확인한다. 끝으로 V장은 제안된 HFC망의 개선된 데이터 보장기술의 결론을 맺고자 한다.

II. HFC망에서 음성데이터 보장기술

2.1 HFC

HFC망은 기존에 시설한 케이블 TV 신호 전송용

선로를 데이터전송이 가능 하도록 개선한 접속 망의 한 형태이다.

그림 1은 기존 동축케이블로만 시설된 망 구성을 지선부분을 광케이블로 교체하고, 간선부분을 동축케이블로 설계하여, 광케이블과 동축케이블이 혼합적으로 구성된 망이다.

HFC망에서의 하향 데이터 전송은 HE(Head End)로 Fiber Node까지는 광파이버를 이용하여 전송하면 파이버노드는 수신한 광신호를 다시 전기신호로 바꾸어 동축케이블을 이용하여 각각의 가입자 맥내까지 전송함으로써 이루어진다. 상향 데이터 전송은 이와 반대로 이루어진다³⁾.

HFC망은 방송을 송출하는 서비스 주체 HE와 송출부, 전송부로 크게 나눌 수 있다. HE는 일반적으로 방송국 국사를 칭하며, 내부에 구성된 각종 방송 설비를 포함한다.

송출부는 방송 및 데이터를 송출하는 부분으로 HE의 한 분야인 광 송수신기를 나타낸다. 마지막으로 전송부는 전송로인 광케이블에 신호를 각 가입자로 전송하는 역할을 담당하며, ONU(Optical Node Unit)라는 장치가 전송부의 핵심이 된다.

그림 2와 같이 HFC망에서 하향 채널은 Point to Multipoint 방식으로서 HE에서 다수의 수신단말기로 연결되어 방송방식으로 통신을 하게 된다.

그런데 상향 채널은 HE에 다수의 송신단말기(케이블모뎀)가 연결된 Multipoint to Point 방식으로 상향

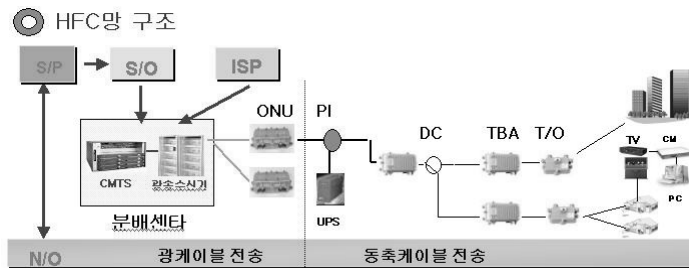


그림 1. HFC망 구성도

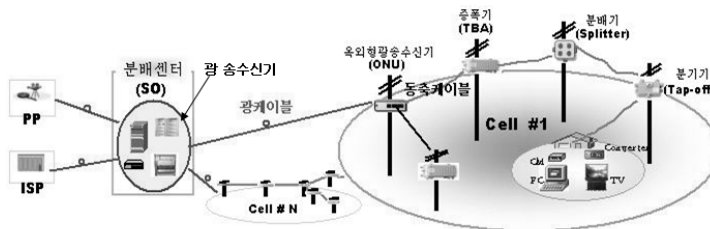


그림 2. HFC망 계통도

대역을 다수의 케이블 모뎀이 나누어 사용하게 된다.

2.1.1 HFC망의 접속제어방식

HFC망의 접속제어방식인 MAC(Media Access Control)는 채널을 공유하고 있는 단말기들 간에 서로 충돌이 없이 데이터 전송이 가능 하도록 조정하는 방식이다.

HFC망의 논리적인 망구조는 상향과 하향의 전송 주파수가 다른 특성 때문에 논리적으로 양방향 이중 버스 구조로 해석된다²⁾.

따라서 기존의 LAN(Local Area Network)에서 사용되는 매체 접속방식 및 충돌 제어 방지 기법들과 다른 HFC망만의 독특한 접속제어 방식이 요구된다.

이에 관련된 대표적인 표준기관으로는 IEEE 802.14와 MCNS(Multimedia Cable Network System)가 있는데 이들은 양방향 HFC 네트워크 구현을 위해 물리계층과 매체접속제어방식의 표준안을 구현하고 있다.

2.1.2 QoS

QoS는 사용자 또는 어플리케이션에 대해 서비스 수준을 차등화하여 한정된 자원에서 트래픽과 대역폭을 정책적으로 관리하는 제반기술 및 개념을 말한다.

QoS는 단순히 한정된 대역폭을 증가시켜 네트워크 체감 속도를 향상시키는 것이 아니고, 그 안에서 생성되는 트래픽을 분석하여 효과적으로 제어 및 관리하는 하는 기법이다.

인터넷이 상업화되는 과정에서 다양한 어플리케이션이 출현하게 되었다. 이러한 어플리케이션들은 대부분이 여러 트래픽 유형을 한꺼번에 사용하는 멀티미디어 서비스나 실시간 처리를 필요로 하는 인터랙티브 서비스가 대부분이다.

이들은 고속처리는 물론, 많은 대역폭을 필요로 한다. 하지만 네트워크 자원은 항상 여유롭지 못하며, 충분한 네트워크 자원을 제공하는 것은 많은 비용을 요구한다.

이러한 어려움을 극복하기 위해서는 네트워크 자원을 효율적으로 사용함으로써 어느 정도 해결 할 수 있으며, 이를 위해서는 다양한 QoS를 보장해 줄 수 있는 기술이 필요하게 된다.

초기 설계 당시부터 지금 까지 IP 네트워크는 일반적으로 QoS를 고려하지 않았다. 다른 네트워크와 같이 텍스트 위주 데이터의 효율적인 전송을 목표로 구축되어 왔다.

IP 네트워크의 QoS는 오직 데이터가 손상 및 손실 되지 않는다는 점만 요구 되었다. 그러나 최근 네트워크 기술의 발달은 IP 네트워크를 이용하여 실시간 음성데이터를 전송하는 것이 가능해 졌기 때문에 음성데이터의 지연과 지터를 관리하고, 이들의 특성을 분석하는 것이 매우 중요하게 되었다⁶⁾.

음성데이터, 일반 데이터 등에 대한 정책은 그 어플리케이션의 특성에 맞게 QoS 정책을 다르게 가져가야 한다. QoS 정책이란 실제 보장기능을 수행하는 장치에서 각각의 어플리케이션을 인지하여 그 특성에 맞게 적용된 설정에 따라 동작하도록 한다.

음성데이터는 다른 어플리케이션과 달리 Delay, Jitter에 매우 민감하여, IP망의 혼잡도가 증가할 때 음성데이터의 품질은 저하될 수밖에 없다는 것이고, IP망에서 음성데이터를 전송하기 위해서는 어떤 최적화된 보장 정책이 필요하다는 것을 알 수 있다.

III. HFC망의 음성 데이터 보장

HFC망에서 음성데이터를 고품질로 전송하기 위해서는 데이터와 음성의 구별된 전송이 필요하다.

음성은 데이터와 달리 민감한 트래픽이다. 따라서 일반 데이터는 순간 및 과다유출 현상이 있어도 재전송이 이루어지면서 잠깐의 지연이 발생하지만, 음성은 바로 품질이슈로 문제가 될 수 있다.

사용자들은 기존 사용하던 통신방식과 IP전화를 비교하게 되는데, 기존 음성전화통신은 회선교환방식을 사용하여 사용자당 고정된 회선을 확보하여 트래픽 과다유출 등의 문제는 절대 발생하지 않는다.

하지만 IP전화는 이와 다르게 공통점은 전송로에서 경쟁적으로 선점하는 방식의 IP전송 방식을 따르기 때문에 QoS에 대한 부분을 고려하지 않을 수 없다.

3.1 HFC망의 음성데이터 보장 방법

기존 음성데이터 보장 방법은 초기의 대역을 무작정 늘리는 방법 외 라우터 및 스위치에서 사용하는 일반적인 방법이 주로 사용되었다. 그러나 이 방법들은 HFC망의 특수한 전송형태에 적합하지 않았고, CMTS(Cable Modem Termination System)와 CM (Cable Modem) 사이에 해당하는 구간은 보장할 수 없는 단점이 있다. 이런 특수한 환경을 가진 HFC망은 일반적인 방법으로는 보장 할 수 없다.

상향대역에서 사용하는 주파수는 일반 생활잡음과 혼신가능성이 높은 4-42MHz대역의 주파수를 사용하므로 대역폭을 늘리거나, 변조방식의 기능을 높

표 1. HFC망의 하향 변조방식 및 전송속도

Modulation Format	Channel Bandwidth(MHz)	Symbol Rate (msym/sec)	RAW Data Rate(Mbps)	Nominal Data Rate(Mbps)
64QAM	6	5.056941	30.34	27
256QAM	6	5.360.537	42.88	38
64QAM	8	6.952	41.71	37
256QAM	8	6.952	55.62	50

표 2. HFC망 상향 변조방식 및 전송속도

Symbol Rate	Channel Bandwidth	QPSK RAW DATA Rate	QPSK Nominal DATA Rate	16QAM RAW DATA Rate	16QAM Nominal DATA Rate
160	0.20	0.32	0.3	0.64	0.6
320	0.40	0.64	0.6	1.28	1.2
640	0.80	1.28	1.2	2.56	2.3
1280	1.60	2.56	2.3	5.12	4.6
2560	3.20	5.12	4.6	10.24	9.0

일 경우 잡음에 매우 취약해 질 수 있기 때문이다.

표 1과 표 2는 HFC망에서 사용할 수 있는 변조 방식과 그에 해당하는 속도를 하향과 상향에 대해서 나타낸 것이다. 실제 상향대역은 하향대역보다 상당히 협소한 것을 알 수 있다. 그러므로 HFC망에서의 음성데이터 보장에 대한 기술은 상향대역에 집중 되어 있다고 할 수 있다.

HFC망의 1개의 상향포트는 1명의 가입자가 사용하는 것이 아니고, 적게는 20가입자, 많게는 100 가입자 이상이 사용하게 되는 경우도 있다.

표 2에서와 같이 현재 적용 가능한 변조방식과 대역폭을 적용해도 약 10Mbps를 상회하는 것을 알 수 있다. HFC망의 음성데이터 보장 정책은 상향대역을 중심으로 적용하여 보장하는 방법을 주로 고려해야 한다.

3.1.1 Static QoS

Static QoS은 QoS가 필요한 구간의 클라이언트와 서버간의 어드레스를 제어하여 적용하는 방법이다.

케이블모뎀에게 전달되는 Option-file에 해당 기능을 적용하여 실행하도록 한다. Option-File을 전달 받은 케이블모뎀은 이를 자신의 메모리에 적용하고, 다시 CMTS에게 최종 적용한 옵션들에 대한 승인을 받는다.

송/수신 IP address기반 QoS은 CM에게 전달되는 Option-File에 서버의 수신주소 또는 송신주소를 입력하여 제어하는 방식이다.

그림 3은 케이블 모뎀에게 전달되는 Option-File을 수정 할 수 있는 에디터를 캡처한 것이다.

Option-File에 특정 서버 및 네트워크의 어드레스를 적용하여, 이 어드레스로 어떤 IP 데이터가 감지 되면 적용된 QoS 정책이 구동되어 보장을 받게 된다¹⁰⁾.

송/수신포트 기반 QoS은 CM에게 전달되는 Option-File에 서버의 및 클라이언트의 송수신 포트를 이용하여 제어 하는 방식이다.

그림 4와 같이 이 방식은 역시 IP기반 통신이다

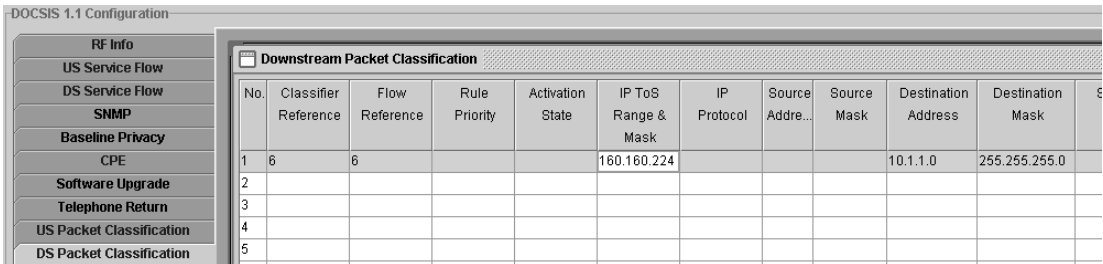


그림 3. 송수신 IP 기반 QoS 설정

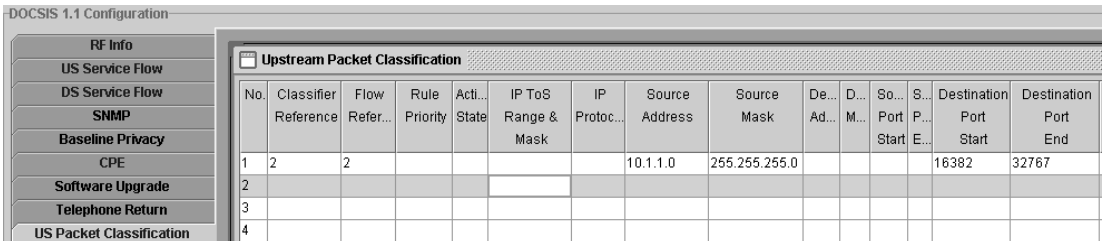


그림 4. 송수신 포트 기반 QoS

보내 송신자 또는 수신자의 IP address를 입력하고, 포트를 지정하게 된다.

IP address를 제어요소로 가지는 방법보다 좀 더 세밀한 제어가 필요하며, 하나의 호스트에 대해서 특정 서비스별로 제어가 가능하다.

3.1.2 Dynamic QoS

Static QoS와 달리 지정한 트래픽이 감지가 되면 임시적인 가상의 터널이 생성되고, 트래픽이 사라지면 터널이 없어지는 방식이다. 부족한 상향대역에서 유용한 방법으로 현재 많이 사용되고 있다.

UGS(Unsolicited Granted Service)는 특정한 실시간 트래픽 흐름을 위해 상향 전송 기회를 예약하는 방식이다. 이것은 실시간으로 서비스되는 고정된 데이터 형식을 지원하기 위하여 고안되었다.

PS(Polling Service)는 Voice over IP와 같은 실시간 트래픽 흐름을 위한 RTPS(Real-Time Polling Service)와 최소 비트율을 보장하는 비 실시간 트래픽 흐름을 위한 NRTPS(Non-Real-Time Polling Service)로 나누어진다.

RTPS 서비스 흐름은 망의 폭주 상태와 관계없이 주기적인 전송 기회를 할당 받는다. 그러나 비활성화 상태에서는 다른 서비스 흐름에 전송 예약을 넘겨준다는 점에서는 UGS와 다르다^[11].

UGS-AD(UGS-Activity Detection)는 UGS와 RTPS의 혼합형으로서 각각의 장점을 잘 응용하여 적용하는 방법으로 동작원리는 그림 5와 같이 나타난다.

CMTS는 성능이 허락하는 한 이론상 무한대의 케이블 모뎀을 받아 들일 수 있는데, UGS가 적용된 Option-File을 적용받은 모뎀을 받아들이는 경우 그 모뎀의 대수가 제한적 일 수밖에 없다. 그래서 일반적으로는 VoCM을 비롯한 단말기 자체적으로 내장시키는 경우가 대부분이다.

RTPS는 기능상 RTPS 기능이 적용된 Option-File을 보장을 받아야 하는 모뎀에게만 적용시키는

방법을 주로 사용하므로, 단말기 자체에 내장 시키는 방법보다는 Option-File로 모뎀을 제어하는 방식을 사용한다^[11].

현재 음성데이터를 처리하는 단말의 형태는 UGS를 주로 사용하고 있지만, 이 보장기법은 VoCM(Voice Over Cable Modem)만 사용가능하도록 개발 되었으며 다음과 같은 문제가 있다.

첫째, UGS는 VoCM에 기본적으로 내장되어 있다. 생산될 때부터 기본적으로 기능이 첨가되어 있어 운영자 및 사용자가 임의의 제어가 어렵다.

둘째, 라우터 및 스위치에서 사용하는 보장기법은 CM과 CMTS 구간에 적용하기는 어렵다. CM과 CMTS는 IP기반 통신이 아닌 QAM(Quadrature Amplitude Modulation)이라는 방식의 통신프로토콜을 사용하기 때문이다.

셋째, UGS를 VoCM이 아닌 타 단말기에 적용할 수는 있으나, 실제 음성데이터를 감지하는 방식에 어려움이 발생한다. 그 이유는 CMTS가 받아들이는 케이블 모뎀의 수가 제한적으로 적용되기 때문에 실제 서비스에 큰 영향을 끼치게 된다.

따라서 위에서 언급된 문제점에 대한 개선이 될 수 있다면, 더 다양한 음성데이터 단말기에서 사용할 수 있게 된다. UGS는 VoCM에만 적합하지만 RTPS는 단독형 MTA(Multimedia Terminal Adaptor), Wi-Fi Phone 등 다양한 형식의 음성데이터 단말기에 적용이 가능하다.

RTPS는 UGS와 달리 실제 음성통신이 사용하는 RTP 자체를 보장해주는 방법으로서 적용 할 수 있다. 케이블 모뎀에게 전달되는 Option-file에 설정을 하게 된다. 하지만 Option-File을 수동으로 제작하여 VoIP를 사용하는 가입자의 케이블모뎀에 선별적으로 적용해야 하는 단점이 있다.

가입자의 서비스 변경 및 해지 등의 전산처리에 의해 시스템이 다소 복잡해지는 경향이 있다.

CMTS와 CM의 경우 상향통신에 TDM(Time

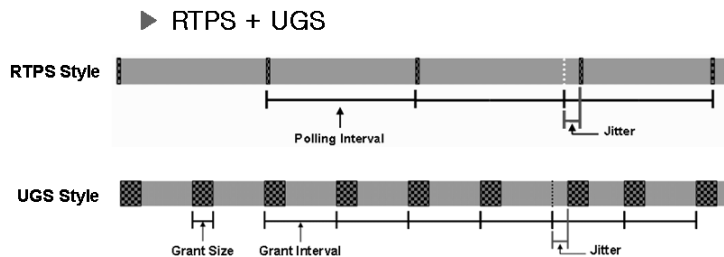


그림 5. UGS-AD 동작원리

Division Multiplex)기법을 사용하는 이때 CM은 CMTS에게 Time-slot이라는 시간단위의 전송채널을 할당받게 된다.

이런 방식으로 RTPS는 다음 Polling Interval에서 Voice 트래픽을 전달할 때 여유 Time-slot이 부족할 경우 지연이 발생할 수 있다.

위의 문제를 개선한 방법이 UGS와 RTPS의 혼합형태인 UGS-AD이다. UGS-AD는 데이터가 있는 동안에는 UGS처럼 주기적으로 Time-slot을 할당하고 데이터가 없는 동안에는 RTPS스타일로 Bandwidth Request 기회만을 보장 할 수 있도록 고려된 기법이다¹¹⁾.

3.2 기존 보장방법과의 비교분석

현재 다수의 국내 MSO/SO들이 사용하는 기법은 UGS와 송/수신 IP를 지정하는 Static방식을 많이 사용한다. UGS는 일부 특수한 서비스를 목적으로 일부 SO에서 사용하지만 일반적으로 Static QoS를 많이 사용하고 있는 편이다.

HFC망에 QoS 기법은 Option-File을 편집하여 적용하는 것이 가장 일반적인 방법이다. 그림 6과 같이 Option-File에 Service Flow Scheduling Type을 UGS로 설정하고 이 Option-file을 적용을 원하는 케이블 모델이 받아가게 하면 적용된다.

그 외 각종 파라미터들은 일반적으로 CMTS 및 케이블 모델 벤더에서 제공하는 매뉴얼에 명기 되어 있다¹³⁾.

그림 7과 같이 Option-File에 Service Flow Scheduling Type을 UGS-AD로 설정하고 이 Option-file을 적용을 원하는 케이블 모델이 받아가게 하면 적용된다.

UGS-AD의 파라미터는 벤더의 추천데이터를 적용하는 것도 중요 하지만 서비스를 시행하는 사업자의 환경이 모두 상이하므로 시범 서비스 적용 후 자신의 서비스망에 적합한 파라미터 추천값을 기준으로

G711, 232 bytes (including DOCSIS 11 bytes)
 # 160byte(G711)+72byte(IP,Ethernet,DOCSIS Head)=232byte
 # 20 ms interval, 2 ms jitter, 1 Grants per interval
 # 24.15 UGS-AD; 24.16 (31 or 1FF = 511)

그림 6. UGS 적용방법

G711, 232 bytes (including DOCSIS 11 bytes)
 # 160byte(G711)+72byte(IP,Ethernet,DOCSIS Head)=232byte
 # 50 ms normal polling interval, 20 ms Grants polling interval, 2 ms jitter, 1 Grants per interval
 # 24.15 UGS-AD; 24.16 (31 or 1FF = 511)

그림 7. UGS-AD 적용 방법

표 3. HFC QoS 기법 비교

	특징	고려사항
UGS	CM이 Bandwidth Request없이 service-flow에 대한 주기적인 grants를 제공하는 upstream scheduling-방식	모뎀이 online되어 있어 service-flow가 active되기 때문에 DOCSIS Configuration file을 이용한 UGS 적용은 권장되지 않음
UGS-AD	UGS와 RTPS 혼합 방식으로 Data가 있는 동안에는 UGS처럼 주기적으로 time-slot을 할당하고, Data가 없는 동안에는 RTP-Style로 Bandwidth Request 기회만 보장할 수 있도록 Unicast Bandwidth Request기회를 주는 방식	Packet이 있을 때에는 확실하게 데이터 전송을 보장 받을 수 있고, 데이터가 없는 경우에는 Bandwidth Request 기회만을 주기적으로 보장하므로, 확실한 품질 보장과 CMTS의 상향 대역폭의 효율적 이용 가능
RTPS	UGS와 유사하게 일정한 크기의 데이터를 주기적으로 전송할 수 있도록 하는 방식은 유사하지만, 차이점은 UGS와는 다르게 Time slot을 할당 받을 수 있도록 주기적인 Unicast Bandwidth Request기회를 주는 방식	UGS에 비해 대역폭 활용 측면에서 효율적인 방법 단, 다음 polling interval에서 Voice 트래픽을 전달할 때 여유slot이 부족할 경우 delay가 발생할 수 있음

20%내외로 조정하여 적용하는 것이 바람직하다¹³⁾.

3.3 개선된 보장방법의 구현

일반적으로 MSO/SO에서 사용하는 보장방법은 권장하는 옵션 및 단말기의 특성이 고려되지 않았다.

단순하게 타 서비스사업자의 사용환경을 그대로 모방해서 사용하거나 벤더 및 제조사의 일반적인 옵션을 적용하여 사용하고 있다. 또한 각 단말기 별로 가장 최적화된 보장 방법이 존재 할 것이며, 현재 보다 HFC망에서 음성데이터를 전송할 때 좀 더 개선된 보장 방법 구현 할 수 있다.

3.3.1 상향 대역폭 확충

HFC 인터넷 서비스 망은 상/하향 비대칭의 망으로서 여유로운 하향 대역에 비해서 매우 협소한 상향대역 가지고 있다.

인터넷이라는 서비스가 자체가 통상적인 트래픽 비율이 2:8(상향:하향) 형태를 이루고 있으므로, 이런 환경에 디자인 되었다고 볼 수 있으나, 멀티미디어 데이터의 증가와 양방향 고품질 통신의 보급으로 HFC 인터넷은 다소 어려움을 겪을 수도 있다.

표 4. 상향 포트 기준

Modulation	CH Width	Sampling (msec)	Actual US rate(kbps)	상향 포트별 실제 수용가능한 가입자 수VoIP(명)
QPSK	1.6Mhz	20	108.8	13(local 시험결과는 12명)
QPSK	3.2Mhz	20	108.8	33
16QAM	1.6Mhz	20	115.2	34
16QAM	3.2Mhz	20	115.2	72

※ CMTS상향포트 기준(UGS-AD 적용시)

그러므로 현재 지원하는 규격에 맞는 옵션으로 최대한 상향대역폭을 확충하는 것이 가장 중요하다고 할 수 있다.

표 4와 같이 상향의 변조방식을 16QAM을 사용하면 상향 포트 당 약 12Mbps의 상향 속도를 보장할 수 있다. 그러므로 어떤 보장방법을 사용하기 전에 가능한 현재 기술적으로 구현이 가능한 12Mbps 정도의 상향 대역을 확보하는 것이 중요하다고 할 수 있다.

3.3.2 서비스 그룹의 가입자 수 제한

HFC 인터넷의 가입자 그룹은 Cell이라는 단위로 가입자를 산정하고, 서비스하고 있다. 일반적으로 Cell은 한 개의 마을 또는 동 단위의 그룹을 지정한다. 또한 Cell은 상향 Cell과 하향 Cell로 구분되어 있는데, 1개의 하향 Cell은 4개의 상향 Cell과 결합되어 일반적으로 서비스된다.

HFC망 인터넷 서비스의 핵심역할을 하고 있는 CMTS의 상향/하향 포트 구성이 실제 4:1로 구현되어 있다.

표 5는 Cisco System Korea의 관련 자료에서 인용한 그림으로 하향 포트 당 200가입자를 서비스할 때 가장 이상적인 구현이라고 표현하고 있다^[11].

표 5에서와 같이 하향 포트 당 서비스가 가입자 200을 이상적으로 표현하고 있지만 실제 서비스 환경에서는 200이란 수치를 명확하게 맞추기는 매우 어

표 5. 포트별 가입자 수용 기준

하향조건	Voice 서비스 보급률(상향 포트별)	피크시 Voice 트래픽(G.7.11, 1DS:4US)	하향 포트별 추가 발생 트래픽율
2560QAM, 6MHz (40Mbps/38Mbps)	2%	87.2kbps×1×4=348.8kbps	0.9%
	10%	87.2kbps×5×4=1.744Mbps	4.5%
	20%	87.2kbps×10×4=3.488Mbps	9.1%
	50%	87.2kbps×25×4=6.54Mbps	22.9%

※ CMTS 상, 하향 포트별 가입자 수용기준 조정
 - 상향포트별 50/하향 200 가입자 가정
 - G.7.11 Traffic Size(288×8/20msec)=115.2kbps:상향/87.2kbps:하향)
 - 5.12Mbps- at 3.2MHz/10.24Mbps-16-QAM at 3.2 MHz
 - 하향:상향 Port:1DS:4 US(1 Port Spare)

렵다. Cell마다 거주인구가 틀릴 것이고, 가입/해지 등의 가입자 이동이 있을 수도 있다. 이런 변수를 가만하여 Cell 당 하향 포트 당 200가입자를 유지하도록 노력하는 것이 중요하다^[11].

3.3.3 개선된 보장방법 변경방안

현재 많이 사용하고 있는 UGS는 케이블 모뎀이 켜져 있는 한 서비스 플로우가 구동되기 때문에 Option-File의 형태로 케이블모뎀에 적용하게 되면 상향 대역을 비효율적으로 사용하는 단점이 있기 때문에 단말기에 내장 시켜 단말기 자체적으로 동작하도록 하는 방법을 많이 사용한다.

하지만 이 방법은 운영자가 단말기를 수동으로 제어해야 하는 경우 문제가 발생하며, 타 서비스와 연동하는 부분 및 확장성에 문제가 있고, 기능 업데이트를 위해서는 단말기 자체를 바꾸어야 하는 어려움이 단점이 있다.

다른 방법으로는 Option-File을 통해서 케이블모뎀에 전달하여 적용하는 방식도 있다. UGS 보다 개선된 방법인 UGS-AD를 적용하기 위한 방법은 그림 8과 같다.

기존 UGS로 설정된 Service Flow Scheduling Type을 UGS-AD로 변경한다.

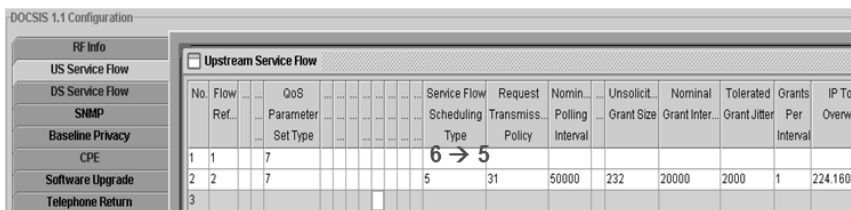


그림 8. UGS를 UGS-AD로 변경하는 방법

그림 8과 같이 모뎀에게 전달되는 Option-File의 Service Flow Scheduling Type을 직접 변경하는 방법이다. UGS는 “6”이며 UGS-AD는 “5”이다.

이 옵션을 변경하여 CM에 적용시키면 개선된 보장 방법을 사용할 수 있다. 하지만 UGS-AD도 실제 VoCM과 같은 일체형 장비에 사용하는 것이 적합하고, MTA 및 IP Phone은 HFC와 직접 연결할 수 없으므로, UGS-AD의 AD(Activity Detection)에 추가적인 옵션이 필요하게 된다.

그래서 현재는 UGS-AD를 적용한 VoCM이 현재 보급되고 있으며, UGS-AD를 Option-file 형태로 적용하던 사업자도 VoCM에 자체적으로 적용하는 방법을 따르고 있다.

UGS-AD가 VoCM에 유리한 것은 아날로그 전화기를 직접 VoCM 본체에 연결하기 때문에 음성패킷이 감지되면 VoCM은 CMTS에게 음성신호 송출을 알리게 되고, CMTS는 보장을 하기위한 터널을 형성한다.

하지만 MTA 등과 같은 비 HFC 접속형 단말기는 반드시 일반 케이블 모뎀을 연결해야 하는데, MTA와 연결된 케이블 모뎀은 반드시 UGS-AD가 적용된 Option-File을 적용 받아야 하며 음성패킷이 감지되면 터널링을 형성할 수 있다. 그래서 이런 번거로움 때문에 단독형 MTA인 경우는 RTPS를 적용하는 것이 좀더 개선된 방법이라고 할 수 있다.

RTPS는 UGS-AD와 같이 Option-File로 전달할 수 있으나, UGS-AD처럼 단말기 자체에 내장하기는 어렵다. 그래서 RTPS는 Option-File로 케이블 모뎀에 전달하여 보장하는 것이 일반적이다.

RTPS를 적용하는 방법은 그림 9에 명시되어 있는 것처럼 Service Flow Scheduling Type을 “4”로 설정하게 되면 RTPS 보장 방법을 적용할 수 있다.

RTPS는 UGS-AD와 틀려서 AD의 방법이 아니고 고정형 방식이다. MTA가 연결된 케이블 모뎀에 RTPS가 적용된 Option-File을 전달하게 되면 케이블 모뎀은 활성화 되면서 CMTS와 특별한 교섭을 하게 되는데, CMTS는 RTPS Option-File이 적용된 케이블모뎀으로부터 오는 음성데이터에 대해서 기타, 다른 파라미터 값에 따라 다른 패킷보다 우선적으로 처리하거나 지연을 최소화 하는 방법을 사용한다. 그래서 RTPS는 모든 케이블 모뎀에 적용하기 보다는 VoIP 단말기를 연결한 케이블 모뎀에게만 적용하는 것이 효율적이라고 할 수 있다.

결론적으로 VoCM과 같은 특수단말기에는 UGS 보다는 UGS-AD를 사용하여 보장하되 Option-file 이 형태로 VoCM에 전달하기 보다는 VoCM을 구동하는 소프트웨어에 자체적으로 내장하여 구동하는 방법이 개선된 보장 방법이고, MTA, DECT/Wi-Fi Phone과 같은 HFC 비 접속형 단말기에는 연결된 케이블 모뎀에 RTPS를 설정한 Option-File을 적용하여 음성데이터를 보장하는 것이 개선된 방법이라고 할 수 있다.

IV. 성능 분석

실제 HFC상용망에서 음성데이터의 품질보장을 위한 모델을 적용하기 위해 그림 10과 같이 시험장비를 구성하였다.

VoIP 측정 프로그램은 (주)프라이머리넷의 측정서버와 관련 소프트웨어를 사용하였다.

통화품질시험 방법은 먼저 상향 대역폭의 폭주를 위해서 부하생성 PC에서 FTP서버와 파일전송을 수행한다. 이렇게 되면 CM 2대와 VoCM 1대가 연결된 상향의 대역폭은 거의 여유가 없게 된다.

Upstream Service Flow		Downstream Service Flow		Payload Header Suppression		SNMP V3 Notification Receiver		
Telephone Return		Miscellaneous		Upstream Packet Classification		Downstream Packet Classification		
RF Info		Class of Service		Vendor Info		SNMP		
Baseline Privacy		CPE		Software Upgrad				
Upstream Service Flow								
Timeout for Active QoS Parameters	Timeout for Admitted QoS Parameters	Max Concatenated Burst	Service Flow Scheduling Type	Request Transmiss... Policy	Nominal Polling Interval	Tolerated Poll Jitter	Unsolicited Grant Size	Nominal Grant Interv...
		10000	2					
			4	463	20000	2000		

그림 9. RTPS 적용 방법

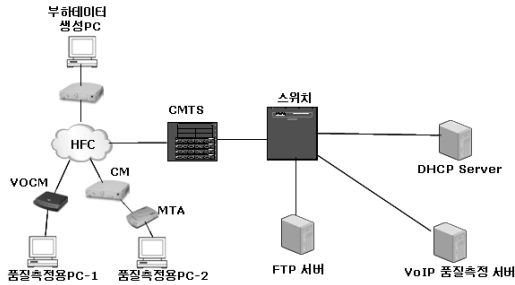


그림 10. VoIP데이터 품질 측정 망 구성도

실험에 적용된 상향대역폭은 변조방식 QPSK에 채널대역폭 1.6MHz를 적용하여 1.2Mbps이다.

먼저 CM에 개선된 보장방법을 비롯한 어떤 보장정책도 적용하지 않은 Option-File을 CM에게 할당한다. 이때 VoCM과 MTA에 연결된 품질 측정 PC에서 VoIP 품질측정 서버와 측정을 하여 음성데이터가 어떤 영향을 받게 되는 지 측정한다.

다음으로 VoCM에 UGS-AD 기능을 활성화 시키고, MTA가 연결된 CM에는 RTPS가 적용된 Option -File을 적용하여 품질측정을 실시한다. 이때 음성데이터가 어떤 영향을 받게 되는지 측정한다.

통화품질 시험데이터의 결과 값을 이해하기 위해 측정 파라미터의 의미 및 기능에 대한 설명은 표 6을 참조한다.

표 6. VoIP 품질 측정 항목

번호	측정 항목
01	음성코덱지정(G.711(64K), G.729(8K))
02	One Way Delay Time에 대한 측정
03	RTT와 여기에 대한 Loss율
04	지터(Jitter): 최초 송신한 패킷의 속도와 다음 패킷간 속도의 편차
05	R-Value: 음성 종합 품질점수(지연시간, 패킷손실율 등을 기준으로 계산되며 100에 가까울수록 고품질)
06	MOS: 소비자 만족지수와 같은 것으로 통화품질의 만족값(1~5로 구성되며 5에 가까울수록 고품질)

4.1 개선된 보장방안이 적용되지 않았을 때

시험 방법에서 설명한 바와 같이 부하생성 PC에서 FTP서버와 데이터 교환을 지속적으로 수행하여 1.2Mbps로 설정된 상향대역을 과점유하여 정상적인 통신이 어렵도록 설정하고, VoCM과 MTA에 연결된 측정 PC에서 품질측정 서버와 통화 품질을 측정하였다.

그림 11은 VoCM에 연결된 PC에서 측정한 결과이다. 보는 바와 같이 상향대역에 폭주가 발생하였을 때 음성데이터의 품질이 현격히 저하되는 것을 알 수 있다. 패킷로스율, MOS, Rvalue의 값이 현저하게 낮다. 이정도의 품질이면 정상적인 통화는 불가능 할 것이다.

그림 12는 MTA에 연결된 품질 측정 PC에 대한

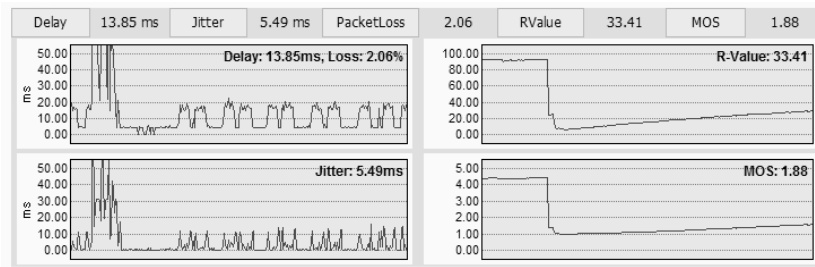


그림 11. 개선된 보장방안 미적용시 VoCM 측정결과

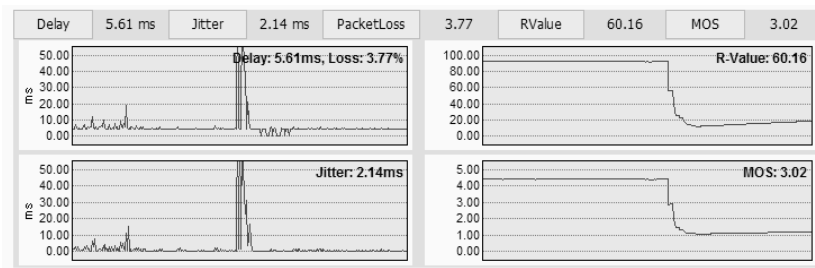


그림 12. 개선된 보장방안 미적용 시 MTA 측정 결과

측정 결과이다. MTA의 경우는 상향대역을 조금 여유 있게 설정하여 실험을 하였다.

그림 12에서 보는 바와 같이 MTA의 경우 상향대역의 부하를 조금 낮게 설정하여 테스트 하였다. 패킷로스 및 MOS 수치는 상향대역의 여유가 거의 없는 상태의 VoCM 결과보다는 조금 더 좋은 상태를 나타나고 있다.

하지만 음성데이터는 일반 데이터와 틀려서 사용자가 육감적으로 바로 느끼는 데이터이므로 MTA의 결과값이 조금 더 좋다고 할지라도 실제 사용자가 느끼는 통화품질은 거의 동일하다고 할 수 있기 때문에, 통화품질을 개선 할 수 있는 방법으로는 대역 폭만 늘리는 것은 한계가 있는 것을 알 수 있다.

4.2 개선된 보장방안이 적용되었을 때

개선된 보장방안을 적용하여 다시 실험을 실시하였다. 마찬가지로 상향대역에 부하생성 PC와 FTP 서버 간 데이터를 발생시켜, 1.2Mbps로 설정된 상향대역을 거의 점유하도록 한 후 실험을 하였다.

실험 방법은 VoCM에 UGS-AD 기능을 활성화시키고, MTA가 연결된 CM에는 RTPS가 적용된 Option-File을 할당 하였다. 이 상태를 지속시키고, VoCM과 MTA에 연결된 품질측정 PC에서 음성데이터 품질 측정을 하였다.

그림 13은 UGS-AD 기능을 활성화 시킨 VoCM

에 연결된 측정 PC의 결과 값이다. 패킷로스가 없고, MOS 값이 5에 가까워 매우 좋은 품질을 나타내고 있다.

실제 상용 HFC망에서 상향데이터의 폭주는 실제 발생하고 있으며, 이런 경우 VoCM에 UGS-AD 기능을 활성화시키는 개선된 보장 방법으로 음성데이터의 품질을 향상시킬 수 있다. 다음은 개선된 보장방안을 적용 후 MTA의 측정 결과이다.

그림 14는 RTPS를 적용 후 MTA에 연결된 품질 측정 서버에서 측정한 결과이다. UGS-AD를 적용한 VoCM의 결과와 마찬가지로 패킷로스 및 MOS이 값이 매우 정상적으로 측정 되었다.

상용 HFC망에서 MTA의 경우는 VoCM과 다른 프로토콜을 사용하고, 구성형태도 틀리지만 음성데이터를 전송한다는 관점에서는 동일하다고 할 수 있다.

위와 같이 VoCM에는 UGS-AD, MTA에는 RTPS를 적용한다면 실제 상용 HFC망에서 문제가 되는 협소한 상향대역의 에서의 음성데이터 전송을 원활히 수행 할 수 있음을 확인하였다.

V. 결 론

HFC 인터넷 서비스망에서 음성데이터 보장을 위해서 가장 중요한 요소는 4가지로 정의 할 수 있다.

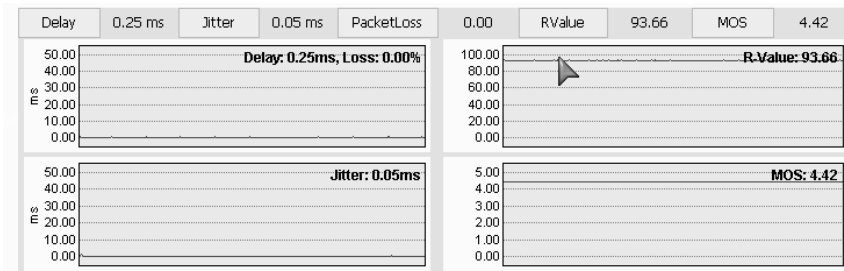


그림 13. UGS-AD를 적용 시 VoCM 결과

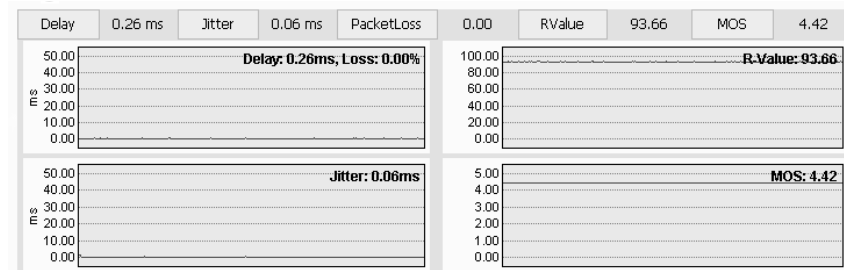


그림 14. RTPS를 적용 시 MTA 결과

첫째, 다양한 VoIP단말장치를 수용 하는데 문제가 없어야 한다. 둘째, 기본적인 HFC망의 최소대역폭이 보장되어야 한다. 셋째, VoCM과 같이 일체형 장비에는 UGS-AD라는 개선된 보장방법을 적용하는데, Option-file을 사용하는 것이 아닌 VoCM 자체에 적용하여 상향대역을 효율적으로 사용하는 기법을 사용해야 한다. 넷째, MTA 및 IP Phone 등과 같은 단독형 VoIP단말기에는 RTPS가 적용된 Option-File을 전달하는 방식으로 사용해야 한다.

현재 HFC망은 타 서비스망과 비교하여 상향대역이 협소한 단점을 가지고 있지만, 이렇게 UGS-AD와 RTPS 개선된 보장 방법을 HFC망에 VoIP 데이터를 전송하는데 적용하여 CMTS와 CM구간에 음성데이터의 품질을 향상시킬 수 있음을 본 논문은 제시한다.

따라서, 본 논문에서 제시한 개선된 전송방안을 실제 HFC망에 적용 하였을 경우 CM과 CMTS간의 음성에 대해서는 명확한 보장을 기대 할 수 있다.

지금까지 HFC 인터넷 서비스 사업자들은 음성품질 보장을 위해, 포트 당 가입자 수를 제한하거나, 신규투자를 감행하여 품질을 유지하려고 노력 하였다. 이 방법은 근본적인 해결책이 될 수 없으며, 가입자 증가에 따라서 비례적으로 회선대역폭을 증설해야하는 부담감이 존재한다.

따라서, 본 논문에서 제시하는 개선된 보장방법을 사용한다면 장비투자비용의 절감 및 고객의 클레임 제기를 최소화 할 수 있는 장점이 있다.

VoIP 서비스를 가입한 고객들은 HFC 인터넷 서비스 사업자와 약관에 명시된 방법대로 서비스에 대한 SLA(Service Level Agreement)를 맺게 되는데, 이를 가시적인 효과로 나타내기 위해서는 SLA를 수치화 하여 측정 할 수 있는 시스템을 설치하게 된다.

SLA시스템을 사용하여 VoIP음성 품질에 대한 측정을 수행할 때, 가장 기본이 되는 CM과 CMTS 간의 보장이 지원되어야만 그 결과값을 신뢰 할 수 있다. 개선된 보장방법을 적용하면 HFC 인터넷 서비스 사업자의 음성 품질 향상과 고객과의 SLA 신뢰도 향상을 기대 할 수 있다.

참 고 문 헌

[1] 이수연, 안정희, “CATV망에서 멀티미디어 QoS 제공을 위한 MAC 프로토콜”,ITFIND, 2002. 1.
 [2] 김학용, “QoS 기술의 이해”, 코어세스 통신기술

연구 소, 2003.

[3] 우장훈, “HFC망에서 VoIP 품질보장기법 연구”, 세종대 정보통신대학원, 2005.
 [4] 조성봉, “HFC망에서의 VoIP QoS 기준 설정에 관한 연구”, 세종대 정보통신대학원, 2003
 [5] 고재범, “HFC망에서의 TPS 제공방안”, 세종대 정보통신대학원, 2005.
 [6] 김형균, “VoIP의 QoS 문제 해결을 위한 최적의 네트워크 망 설계와 운영에 관한 연구”, 경희대학교 경영대학원, 2002.
 [7] Cisco systems, “Catalyst6509기반QoS 적용 방법”
 [9] Cisco Systems, “Cisco uBR 7200/10K System Overview”
 [10] Cisco Systems, “CMTS VoIP Service”
 [11] Cisco Systems, “VoIP QoS Overview”
 [12] Cisco Systems, “C7600/C6500 QoS 적용 방법”
 [13] Cisco Systems, “PCMM(Packet Cable Multi-Media)”

주 재 한 (Jae-han Ju)

정회원



1989년 2월 조선대학교 전자공학과 학사
 1991년 2월 조선대학교 전자공학과 석사
 1999년 2월 조선대학교 전자공학과 공학박사
 2000년 3월~현재 송호대학 보건의료기과 부교수

<관심분야> CDMA, RFID/USN, Zigbee, 임베디드 시스템

김 태 훈 (Tae-Hoon Kim)

정회원



2000년 2월 조선대학교 컴퓨터공학과 학사
 2009년 2월 송실대학교 정보통신학과 석사
 2000년~2003년 삼보컴퓨터 기술연구소 연구원
 2003년~2005년 (주)씨이클롭스 기술연구소 선임연구원

2006년~2007년 밸크리텍(주) 기술연구소 책임연구원
 2008년~현재 송호대학 겸임교수
 2009년~현재 (주)엔에스티 부설연구소 연구소장
 <관심분야> 차세대 무선네트워크 시스템, RFID/ USN, Bluetooth, Zigbee, 정보통신시스템