

# 서비스 품질이 보장되는 홈 네트워크 스트리밍 전송을 위한 UPnP 기반의 QoSAgent에 대한 연구

정회원 이 현 룡\*, 준회원 문 성 태\*, 종신회원 김 중 원\*, 정회원 신 동 윤\*\*

## UPnP-based QoSAgent for QoS-guaranteed Streaming Service in Home Networks

Hyun ryong Lee\* *Regular Member*, Sung tae Moon\* *Associate Member*,  
Jong won Kim\* *Lifelong Member*, Dong yun Shin\*\* *Regular Member*

### 요 약

다양한 A/V 기기 및 홈 네트워크 보급으로 말미암아, 현재의 홈 네트워크는 향후 엔터테인먼트 네트워크로 발전할 것으로 예상된다. 또한 홈 네트워크 내에서 접할 미디어 콘텐츠의 요구 대역폭 및 사용량 또한 증가될 것으로 예상된다. 액세스 네트워크의 초고속화 및 홈 기반 네트워크의 고속화가 진행되고 있지만, 미디어 콘텐츠의 고용량화 및 콘텐츠 양의 증가로 말미암아 홈 기반 네트워크의 고속화만으로는 홈 네트워크 내에서의 품질이 보장되는 미디어 콘텐츠의 공유를 보장하는데 어려움이 있다. 또한 홈 엔터테인먼트 네트워크 내에서의 네트워크 트래픽 뿐 아니라, 화상 회의 및 전화 등과 같은 애플리케이션의 발달로 인하여 외부 인터넷과의 통신으로 인해 발생하는 트래픽이 예상된다. 미디어 콘텐츠의 특성상 실시간의 전송을 요구하는 것이 대부분이기 때문에, 사용자들이 원하는 미디어 콘텐츠를 원하는 장소 및 기기로 품질이 보장되는 상태로 전송하는 것은 가장 기본적이면서도 핵심적인 요구사항이다. 현재 홈 엔터테인먼트 네트워크를 위해 많은 미들웨어들이 제시되고 있지만, 이들 미들웨어 프로토콜들은 기본적인 수준의 기기 발견 및 제어의 기능만을 제공하고 있으며, 품질이 보장되는 미디어 콘텐츠의 공유 지원을 위해 제시되는 미들웨어 또한 사용자들이 원하는 수준의 서비스를 제공하기에는 아직 많은 한계점들을 가지고 있다. 따라서 본 연구에서는 UPnP에 기초하여 홈 네트워크 내에서 품질이 보장되는 미디어 콘텐츠의 전송을 위한 방법을 제시한다. 제안된 방법은 홈 네트워크 표준 미들웨어 프로토콜인 UPnP와 호환이 되며, UPnP의 추가적인 기능으로 UPnP와 함께 이용될 수 있다. 본 연구에서는 제안된 방법의 검증을 위해서 VideoLAN이라는 프로그램을 사용한다. 제안된 방법의 기능을 지원할 수 있도록 VideoLAN을 수정하였고, 다양한 시나리오 환경에서 그 기능을 검증한다.

**Key Words** : Home Networking, UPnP, Quality of Service, Streaming Service, QoS agent

### ABSTRACT

As the various A/V devices and home networks are delivered to users, home networks are changing to an entertainment network. It is expected that the required network bandwidth and the amount of usage of media content in home entertainment networks will be increased. Although the access networks and home networks becoming a high speed network, there remains the problems for QoS-guaranteed media content transfer in home networks. Also, in the home network, there can be network traffic caused by applications like video conferencing,

\* 광주과학기술원 정보통신공학과 네트워크미디어 연구실 (jongwon@gist.ac.kr)

\*\* 삼성전자 DSC Device Solution Group, Seoul (yun7521@samsung.com)

논문번호 : KICS2006-01-028, 접수일자 : 2006년 1월 16일, 최종논문접수일자 : 2006년 4월 19일

video telephone, and VoIP(voice over IP) as well as inner network traffic of home network. Since media content transfer requires the real-time delivery, it is very important and basic requirement that is to transfer media content to A/V device user wants while keeping the media quality. Even though there are many middleware protocol for home networking, they provide basic device discovery and control or simple functions for QoS-guaranteed media content transfer that are not enough to provide QoS-guaranteed media transfer service that user wants. Thus, in this paper, we propose the technique based on UPnP(universal plug and play) protocol for QoS-guaranteed media content transfer in the home network. The proposed technique is compatible with UPnP and can be used with UPnP as additional functions. In this paper, we utilize VideoLAN application to verify the proposed technique. We add the additional modules that support the proposed technique's function to VideoLAN and we verify the its functions through various test scenarios.

## I. 서론

네트워킹 기술들이 집 안에서 일상적인 목적으로 사용되는 여러 기기들에 적용되고 이러한 기기들이 연결됨에 따라 홈 네트워크가 형성되고 있다<sup>1)</sup>. 홈 네트워크는 크게 데이터 네트워크, 엔터테인먼트 네트워크, 오토메이션/제어 네트워크로 유형화할 수 있다. 데이터 네트워크는 현재 가장 일반적인 형태로써 인터넷 접속, 파일 공유, 멀티게임, 주변기기와 호환이 가능한 PC간의 네트워크이다. 엔터테인먼트 네트워크는 음악 및 비디오 다운로드 및 가정 내 네트워크 기기간 공유, DVD, CD-ROM 등 디지털 저장 장치 공유 등 비디오와 오디오를 사용자들이 편리하고 쉽게 이용하도록 하는 네트워크이다. 오토메이션/제어 네트워크는 전기, 가스, 수도, 보안 등의 자동검침이나 에너지 사용최적화를 위해 사용되는 네트워크이다.

현재까지 오토메이션/제어 네트워크와 데이터 네트워크가 홈 네트워크의 많은 부분을 차지하였지만, 향후 사용자에게 제공될 홈 네트워크는 사용자들이 집 어디서나 다양한 콘텐츠를 즐길 수 있는 엔터테인먼트 네트워크가 될 것으로 예상된다<sup>2), 3)</sup>. 홈 엔터테인먼트 네트워크 지원을 위해 UPnP<sup>4)</sup>, HAVi<sup>5)</sup>, Jini<sup>6)</sup> 등과 같은 미들웨어 프로토콜이 제시되고 있다. 이러한 미들웨어 프로토콜들은 홈 네트워크 내에서의 콘텐츠를 제공하는 기기의 발견 및 제어 등의 기능을 통해, 사용자들이 원하는 위치에서 원하는 미디어 콘텐츠를 즐길 수 있도록 한다. 많은 업체들이 이와 같은 미들웨어 프로토콜의 표준화 작업에 경쟁적으로 참여하는 동시에 제정된 표준에 기초하여 제품을 출시함으로써 홈 네트워크 시장에서 유리한 위치를 선점하고자 노력하고 있다. 이러한 미들웨어 프로토콜의 제안 및 이에 기초한 제품들의 제작, 보급은 각 가정 내에 오디오, 비디오 등과 같은 풍부한 미디어 콘텐츠를 제공할 것이

다. 이뿐 아니라 홈 엔터테인먼트 네트워크 관련 표준화의 과도한 경쟁으로 인한 호환성 문제를 해결하고 세계 홈 엔터테인먼트 네트워크 상용화를 선도해 나갈 새로운 호환성 기술 가이드라인을 위해 DLNA(digital living network alliances)가 형성되었다<sup>7)</sup>. DLNA에서 제작, 발표하는 호환성 기술 가이드라인(DLNA networked device interoperability guidelines)은 가전제품, PC, 무선기기 간의 유무선 홈 네트워크를 통해 서로 다른 브랜드와 제품 간 콘텐츠를 공유할 수 있는 설계 원칙을 제공하는 것으로, 가이드라인에 따라 설계된 제품들은 음악, 사진, 비디오 등의 미디어 콘텐츠를 홈 네트워크를 통해 서로 공유할 수 있게 된다. DLNA의 호환성 기술 가이드라인을 통한 노력은 서로 다른 표준으로 인한 호환성 문제를 해결하고, 홈 엔터테인먼트 네트워크 보급 및 이용 활성화에 큰 영향력을 미칠 것으로 예상된다.

홈 엔터테인먼트 네트워크로의 발전과 맞물려 향후 사용자들이 홈 네트워크 내에서 접할 미디어 콘텐츠의 용량 및 요구 대역폭 또한 증가될 것으로 예상된다. 액세스 네트워크의 초고속화 및 홈 기반 네트워크의 고속화가 진행되고 있지만, 미디어 콘텐츠의 고용량화 및 콘텐츠 양의 증가로 말미암아 홈 기반 네트워크의 고속화만으로는 홈 네트워크 내에서의 품질이 보장되는 미디어 콘텐츠의 공유를 보장하는데 어려움이 있다. 또한 홈 엔터테인먼트 네트워크 내에서의 네트워크 트래픽 뿐 아니라, 화상회의 등과 같은 인터넷 기반 애플리케이션의 발달로 인하여 외부 인터넷과의 통신으로 인해 발생하는 트래픽이 예상된다. 홈 엔터테인먼트 네트워크가 제공하는 미디어 콘텐츠의 특성상 실시간의 전송을 요구하는 것이 대부분이기 때문에, 사용자들이 원하는 미디어 콘텐츠를 원하는 장소 및 기기로 품질이 보장되는 상태로 전송하는 것은 가장 기본적이면서도 핵심적인 요구사항이다. 현재 홈 엔터테인먼트

네트워크를 위해 많은 미들웨어들이 제시되고 있지만 이들 미들웨어 프로토콜들은 기본적인 수준의 기기 발견 및 제어의 기능만을 제공하고 있으며, 품질이 보장되는 미디어 콘텐츠의 공유 지원을 위해 제시되는 미들웨어 또한 사용자들이 원하는 수준의 서비스를 제공하기에는 아직 많은 한계점들을 가지고 있다. 따라서 기존 미들웨어 프로토콜의 한계점을 효과적으로 해결하며 이들과도 호환이 될 수 있는 서비스를 위한 연구가 요구된다.

본 연구는 홈 네트워크를 위해 제시된 미들웨어 프로토콜 중에서 가장 영향력이 클 것으로 예상되는 UPnP 미들웨어 프로토콜에 기초하여 진행하였다. UPnP의 표준화에 참여하는 유수한 업체들과 UPnP 포럼에 가입한 기관들, 또한 세계 홈 엔터테인먼트 네트워크 보급에 큰 영향을 미칠 것으로 예상되는 DLNA에서 기기의 발견 및 제어를 위해 UPnP를 택한 것을 고려할 때, 다른 미들웨어 프로토콜보다 홈 엔터테인먼트 네트워크에 UPnP가 가질 영향력은 다른 것들보다 클 것이라고 판단된다. 본 연구는 홈 네트워크 내에서 품질이 보장되는 미디어 콘텐츠의 전송을 위해 제시된 UPnP QoS 아키텍처<sup>[9]</sup>가 가지는 한계점을 살펴보고, 이러한 한계점들을 효과적으로 해결하며 사용자들에게 품질이 보장되는 미디어 콘텐츠의 전송을 지원하기 위한 방안을 제시한다. 본 연구에서 홈 네트워크 내의 미디어 콘텐츠 전송에 관여하는 모든 기기는 UPnP QoS 아키텍처를 따른다고 가정한다.

## II. UPnP QoS 아키텍처에 대한 설명 및 네트워크 적응형 멀티미디어 전송 지원에 관한 한계점

### 2.1 UPnP QoS 아키텍처

UPnP 포럼은 주소 획득, 기기의 발견 및 제어 등과 같은 UPnP 네트워킹에 요구되는 기본적인 기능들을 UDA (UPnP device architecture)<sup>[15]</sup>를 통해 정의를 하며, UPnP 포럼 내에 구성된 각 워킹 그룹들은 UDA에 기초하여 자신들의 목적에 맞는 기능들을 정의하는 표준 문서를 제작, 배포함으로써 그 활동을 이루어간다. UPnP 워킹 그룹 중 하나인 UPnP QoS 워킹 그룹의 목적은 UPnP 네트워크에서 미디어 전송시 요구되는 QoS의 요구를 지원하는 것이며, UPnP QoS 아키텍처 및 각 세부 서비스에 대한 기능을 정의한다. 현재 UPnP QoS v1.0에 대한 논의는 완료되어 표준 문서가 배포되었고,

UPnP QoS v2.0는 최종 검토 단계를 거치고 있으며, v3.0에 대한 논의는 활발히 진행 중에 있다. 본 연구에서는 UPnP QoS v1.0을 중심으로 다루었다.

UPnP QoS 아키텍처는 UPnP AV 워킹그룹에서 정의한 UPnP AV 아키텍처<sup>[9]</sup>와 함께 홈 네트워크 내에서 미디어 콘텐츠의 품질이 보장되는 전송을 지원하기 위해 제안되었다. UPnP AV 아키텍처는 MediaServer<sup>[10]</sup>, MediaRenderer<sup>[11]</sup>, ControlPoint의 정의를 통해 홈 네트워크 내에서의 기기 간 미디어 콘텐츠의 전송을 지원한다. MediaServer는 미디어 콘텐츠 제공자이며, MediaRenderer는 미디어 플레이어이다. ControlPoint는 이들 기기의 발견 및 제어를 통해 사용자가 원하는 미디어 콘텐츠의 전송을 제어하는 제어자이다. UPnP AV 아키텍처는 기기 간의 단순한 미디어 콘텐츠의 전송만을 지원하고 있어, 품질이 보장되는 미디어 콘텐츠의 전송을 위해서는 별도의 지원이 필요했고 이 때문에 UPnP QoS 아키텍처가 제안되었다.

UPnP QoS 아키텍처에서는 QoSPolicyHolder<sup>[14]</sup>, QoSManager<sup>[13]</sup>, QoSDevice<sup>[12]</sup>의 세 가지 서비스를 정의하고 있다. QoSPolicyHolder는 홈 네트워크 트래픽을 관리하는 관리자로부터의 요청에 기초하여 요청된 트래픽에 적용될 정책 값을 반환하며, QoSManager는 트래픽의 QoS 보장을 위해 필요한 정책 값들을 QoSPolicyHolder에 요청하고, 할당된 정책 값에 기초하여 각 QoSDevice의 자원을 할당, 해제에 관여한다. QoSDevice는 보통 MediaServer, MediaRenderer 및 미디어 전송에 관여하는 모든 기기에 적용이 되며, QoSManager의 요청에 기초하여 트래픽 전송에 필요한 네트워크 자원을 할당하고 자신이 관리하는 장치의 상태 정보를 반환하는 역할을 한다. 그림 1은 이러한 UPnP QoS 아키텍처를 구성하는 서비스 및 이들 간의 통신을 나타낸다.

UPnP QoS 아키텍처에서 ControlPoint는 Media Server와 MediaRenderer 및 전송될 콘텐츠를 발견한 후, QoSManager에게 전송될 트래픽 스트림을 위한 QoS 준비 작업을 요청한다. QoS 준비 작업은 QoSManager의 RequestTrafficQoS를 호출함으로써 시작된다. 이 때, ControlPoint는 전송될 트래픽의 특성을 포함한 정보를 QoSManager에 넘겨준다. QoSManager는 이 정보에 기초하여, QoSPolicy Holder로부터 트래픽의 QoS 준비 작업에 필요한 정책 값을 얻는다. 만약 홈 네트워크에 QoSPolicy Holer가 없거나 두개 이상 존재할 경우, QoS Manager는 기본(default) 정책 값을 사용하게 된다.

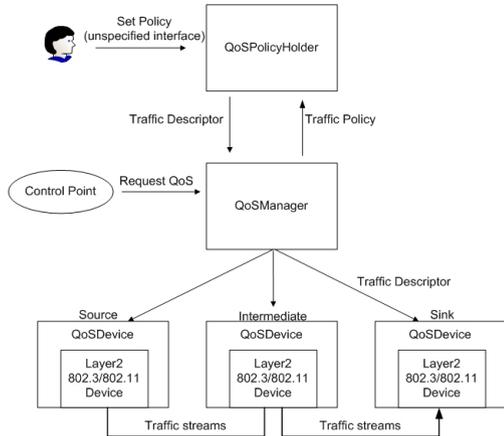


그림 4. UPnP QoS 아키텍처의 구조도

QoSManager는 QoSPolicyHolder의 GetTrafficPolicy를 통하여 QoS 준비 작업에 요구되는 정책 값들을 가져온다. QoSManager는 QoSDevice의 GetPath Information를 통해 미디어 콘텐츠 전송에 관여하는 기기들의 발견 후, GetQoSDeviceCapabilities를 통해 기기들이 지원하는 Layer 2의 네트워킹 기술들, 최대 네트워크 대역폭 등과 같은 기기들이 제공할 수 있는 QoS 지원 수준을 파악한다. QoSManager은 ControlPoint에 의해 요청된 트래픽의 특성과 QoSPolicyHolder로부터 넘겨 받은 정책 값 그리고 미디어 콘텐츠 전송에 관여하는 기기들의 성능에 기초하여 QoS 준비 작업을 위해 적용할 정책의 수준을 결정한다. QoSManager는 QoSDevice의 SetupTrafficQoS를 이용하여 QoS 준비를 위해 필요한 네트워크 자원을 할당한다. 트래픽 전송을 위한 QoS 준비 작업을 위해 필요한 자원을 할당한 후, QoSManager는 QoS 준비 작업을 요청한 ControlPoint에 QoS 준비 작업에 대한 결과에 함께 제어권을 넘겨준다. QoS 준비 작업에 문제가 발생했다면 QoSManager는 ControlPoint에 QoS 준비 작업의 실패를 알린다. 정상적으로 트래픽 전송을 위한 QoS 준비 작업이 완료되면, ControlPoint는 사용자가 요청한 미디어 콘텐츠의 전송을 시작한다. 이와 같은 과정을 통해 UPnP QoS 아키텍처는 홈 네트워크 내에서 품질이 보장되는 미디어 콘텐츠의 전송을 제공하고자 한다.

## 2.2 UPnP QoS 아키텍처의 한계점

UPnP QoS 아키텍처는 트래픽 스트림의 QoS 준비 작업을 위해 특정 양의 네트워크 대역폭을 할당하고 네트워크가 감당할 수 있는 대역폭 이상의 할

당을 억제함으로써 품질이 보장되는 미디어 콘텐츠의 전송을 지원하고자 한다. 기본적으로 품질이 보장되는 미디어 콘텐츠의 전송을 위해서는 전송을 위해 할당된 네트워크 자원과 할당 후 실제 미디어 콘텐츠 전송을 위해 사용되는 네트워크 자원 양의 정보를 요구한다. 하지만 UPnP QoS 아키텍처에서는 네트워크의 동적인 변화를 모니터링 할 수 있는 방안을 제시하지 않기 때문에, UPnP QoS 아키텍처를 따르지 않는 애플리케이션들을 포함한 실제 애플리케이션들에 의해서 사용되는 네트워크 자원 상황을 확인할 수 없게 된다. 현재 이러한 UPnP QoS 아키텍처 v1.0의 한계점과 관련하여 UPnP QoS 아키텍처 v2.0에서는 네트워크의 상황을 동적으로 모니터링 할 수 있는 Rotameter 서비스가 정의되었다. 하지만 UPnP QoS 아키텍처 v2.0에서는 동적인 네트워크의 상황을 모니터링 할 수 있는 방안에 대해서 제시하였지만, 획득한 네트워크 정보의 활용 방안에 대해서는 언급하고 있지 않다. 본 연구에서는 UPnP QoS 아키텍처의 한계점을 해결하며, UPnP QoS 아키텍처에서 제시하지 못하는 수집된 네트워크 변동 정보를 효율적으로 활용하는 방안을 제시한다. 이를 위해 QoSAgent라는 모듈을 디자인하고 구현한다. QoSAgent는 수집된 네트워크 변동 정보의 효율적인 활용을 위해 네트워크의 동적인 변동에 적응적인 프레임 dropping 방법을 활용한다. 본 연구에서 제안하는 QoSAgent는 UPnP QoS 아키텍처와 연동이 되며, 품질이 보장되는 네트워크에 적응적인 미디어 콘텐츠 전송 서비스를 제공할 것으로 기대된다.

## III. UPnP QoS 서비스에 기반한 네트워크 적응형 멀티미디어 전송을 위한 QoS Agent 디자인

### 3.1 QoS Agent의 구조

본 연구는 홈 네트워크 내에서 UPnP QoS 아키텍처와 연동이 가능하며, UPnP QoS 아키텍처의 한계점을 극복하고 품질이 보장되는 미디어 콘텐츠 전송 서비스를 제공하기 위한 것이다. 본 연구에서는 미디어 콘텐츠의 전송 방안으로 스트리밍 서비스를 이용한다.

그림 2는 본 연구에서 제안하는 QoSAgent의 컴포넌트들과 UPnP 프로토콜과의 관계를 보여준다. 본 연구에서 제안하는 QoSAgent는 QoSAdapter, DAC(dynamic admission controller), StatusMonitor

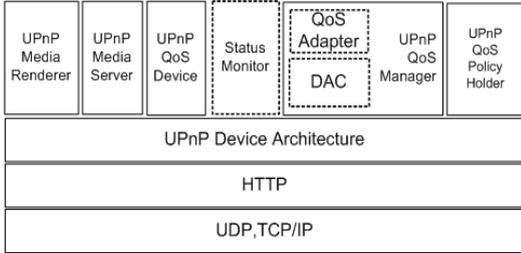


그림 5. QoSAgent 컴포넌트와 UPnP 프로토콜과의 관계도

의 세 가지 컴포넌트들로 구성이 된다. QoSAdapter는 네트워크 자원 정보에 기초하여 가능한 서비스의 수준을 결정하며, DAC는 QoSAdapter에게 네트워크 자원 변동 정보와 함께 네트워크 자원 변동에 따른 적응적인 서비스를 요청한다. StatusMonitor는 미디어 스트리밍 서비스가 제공되는 동안 관련 기기의 네트워크 상황을 모니터링하고, 미디어 스트리밍 서비스에 영향을 미칠 정도의 자원 변동을 감지하면 QoSAdapter에 적응적인 서비스를 요청한다. 본 연구에서 사용하는 미디어 콘텐츠의 적응적인 방법에 대해서는 추후 언급할 것이다.

### 3.2 QoS Agent의 세부 동작

그림 3은 QoSAgent와 함께 네트워크 자원 변동에 적응적인 스트리밍 서비스를 제공하기 위한 ControlPoint의 동작을 나타낸다. UPnP 프로토콜에서 ControlPoint는 QoSManager에 미디어 스트리밍 서비스를 위한 QoS 준비 작업을 요청한다. 이 때

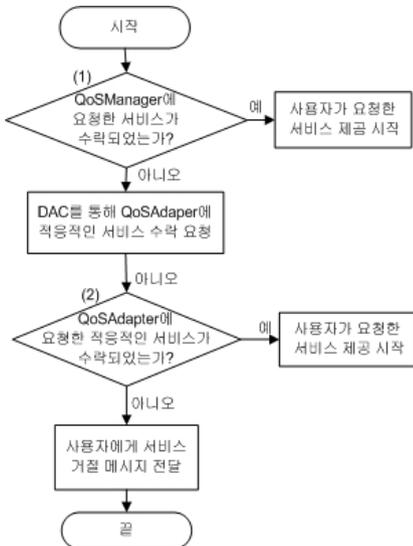


그림 6. 적응적인 스트리밍 서비스 제공을 위한 Control Point의 동작 과정

미디어 스트리밍에 관여하는 기기 및 네트워크가 충분한 자원을 가지고 있으면, QoSManager는 해당 기기의 자원을 미디어 스트리밍 서비스를 위해 할당하게 된다. 그러나 충분한 자원이 없다면 QoS Manager는 ControlPoint에게 미디어 스트리밍 서비스를 위한 QoS 준비 작업이 실패했다는 메시지를 반환한다. 본 연구에서는 QoSManager의 QoS 준비 작업 실패 메시지를 ControlPoint가 수신했을 때 사용자의 미디어 스트리밍 서비스 요청을 바로 거절하기보다 현재 가능한 자원에 기초하여 적응적인 서비스의 가능 여부를 판단한 후 서비스의 수락, 거절 여부를 결정한다. 그림 3의 (1)에서는 미디어 스트리밍 서비스를 위한 QoS 준비 작업 실패 메시지를 QoSManager으로부터 수신했을 때, DAC를 통해 QoSAdapter에게 적응적인 서비스를 요청한다. 그림 3의 (2)에서는 QoSAdapter에 요청한 적응적인 서비스가 수락되었을 경우, ControlPoint는 사용자가 요청한 미디어 스트리밍 서비스를 적응적인 방법으로 제공한다. QoSAdapter에 요청한 적응적인 서비스가 거절되었을 때, ControlPoint는 미디어 스트리밍 서비스를 위한 QoS 준비 작업 실패 메시지를 사용자에게 전달한다.

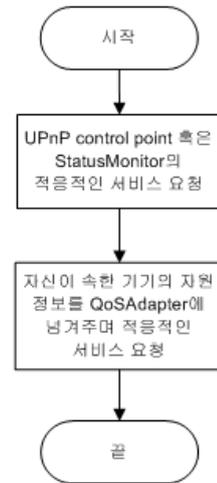


그림 7. 적응적인 서비스를 요청하는 DAC의 과정

그림 4는 DAC의 역할을 과정으로 나타낸 것이다. DAC는 QoSAdapter에게 적응적인 서비스를 요구하는 것이다. 이 때, DAC는 자신이 속한 기기의 자원 정보를 적응적인 서비스 요구와 함께 QoS Adapter에게 넘겨준다. 기기의 자원 정보를 얻기 위해 DAC는 StatusMonitor의 기능을 이용한다.

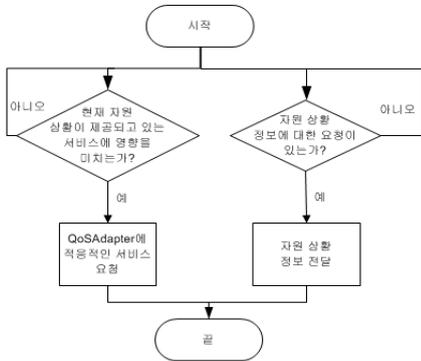


그림 8. 자원 상황을 체크하고 적응적인 서비스를 요청하는 StatusMonitor의 과정.

그림 5는 StatusMonitor의 역할을 보여준다. DAC 혹은 QoSAdapter로부터 기기의 자원 정보를 요구받았을 때, StatusMonitor는 해당 기기의 자원 정보를 반환한다. StatusMonitor는 기기의 자원 정보를 얻기 위해서 QoSDevice의 GetQoSCapabilities, GetQoSState 등과 같이 해당 기기의 자원 지원 능력 및 현재 자원 상황 정보를 반환하는 기능을 제공한다. 또한 사용자가 요청한 미디어 스트리밍 서비스가 제공되고 있을 동안에, StatusMonitor는 자신이 속한 기기의 자원 상황을 모니터링한다. 이때, 모니터링한 자원 상황이 제공되고 있는 미디어 스트리밍 서비스의 품질에 영향을 준다고 판단을 하면 StatusMonitor는 QoSAdapter에게 현재 자원 상황 넘겨주며, 적응적인 서비스를 요청하게 된다. 본 연구에서는 모니터링한 자원 상황이 제공되고 있는 미디어 스트리밍 서비스에 영향을 미치는지를 판단하는 기준으로 네트워크 대역폭을 이용한다.

그림 6은 QoSAdapter의 역할을 보여준다. QoS Adapter는 적응적인 서비스 요청을 수락했을 때, 이 들로부터 넘겨받은 자원 상황 정보에 기초하여 현재 제공 가능한 적응적인 서비스의 수준을 결정하게 된다. 적응적인 서비스가 불가능할 경우 현재 제공되고 있는 미디어 스트리밍 서비스에는 아무런 변화가 없이 현재 상태가 지속된다. 적응적인 서비스가 가능한 경우에는 결정된 적응적인 서비스의 수준에 맞게 관련 기기의 자원을 재할당한 후, 적응적인 서비스를 제공한다. 그림 6의 (1)과정은 QoSAdapter가 요청받은 적응적인 서비스의 가능 여부를 판단하는 과정이다. 적응적인 서비스의 가능 여부의 판단에 관여하는 항목은 현재 사용가능한 자원 상황 정보, 제공되고 있는 미디어 콘텐츠의 정보 등이 있다.

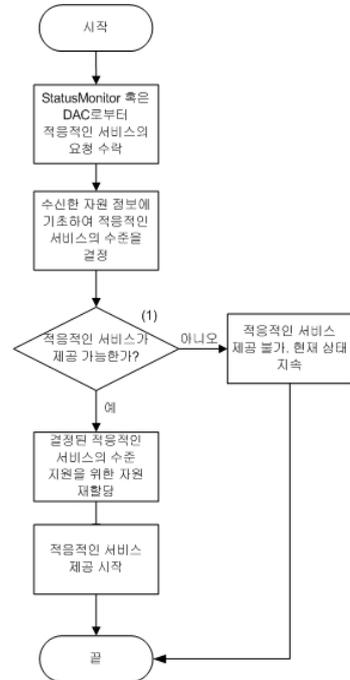


그림 9. QoSAdapter의 동작

결론적으로 본 연구에서 제안하는 QoSAgent는 위에서 설명된 각 세부 컴포넌트들의 유기적인 결합을 통하여서, 홈 네트워크 내에서 네트워크 자원 변동에 적응적인 방법을 통하여 품질이 보장되는 미디어 콘텐츠의 전송 서비스를 지원한다.

#### IV. QoSAgent 적용 시나리오

이번 절에서는 앞서 설명한 QoSAgent의 적용 시나리오를 통해 QoSAgent의 실제적용 가능성에 대해 자세히 살펴보고자 한다.

홈 네트워크 내에는 MeidaServer와 MediaRenderer, ControlPoint의 기능을 지원하는 장치가 존재하며, MediaServer는 QoSAdapter, StatusMonitor, DAC를 MediaRenderer는 DAC, StatusMonitor를 지원한다.

시나리오 1: 사용자 A는 거실에 있는 셋탑 박스의 저장 장치에 어제 녹화/저장해 놓은 축구 경기 장면을 안방에 있는 TV를 통해 보기를 원한다. 여기서 거실에 있는 셋탑 박스는 MediaServer의 기능을, 안방의 TV는 MediaRenderer와 ControlPoint 기능을 지원한다. 사용자 A는 안방 TV를 통해, 거실에 있는 셋탑 박스를 발견하고 셋탑 박스에 저장된 미디어 콘텐츠의 정보를 획득하며, 자신이 시청하기 원하는 미디어 콘텐츠를 선택 후 셋탑 박스에 미디어

어 스트리밍 서비스를 요청한다. 안방에 있는 TV의 ControlPoint가 사용자의 미디어 스트리밍 서비스를 요청받았을 때, ControlPoint는 셋탑 박스에 있는 QoSManager에게 미디어 스트리밍 서비스를 위한 QoS 준비 작업을 요청하게 된다. 사용자 A가 미디어 스트리밍 서비스를 요청할 때에는 미디어 스트리밍 서비스에 영향을 주는 별 다른 서비스가 없어, QoSManager를 통해 미디어 스트리밍 서비스를 위한 자원을 할당하고 요청한 서비스가 제공된다. 사용자 A가 축구 경기를 보고 있을 때, 사용자 B는 자신의 방에서 PC를 통해 속제를 하면서 동시에 셋탑 박스에 미리 저장해 놓은 게임 방송 콘텐츠를 보고자 한다. 사용자 B가 사용하는 PC는 Media Renderer와 ControlPoint의 기능을 지원한다. 사용자 B의 PC는 미디어 스트리밍 서비스를 위해 QoS 준비 작업을 셋탑 박스에 있는 QoSManager에게 요청한다. 이 때, 셋탑 박스의 QoSManager는 사용자 B가 요청한 미디어 스트리밍 서비스를 지원하기 위한 충분한 네트워크 자원이 없다고 판단한다.

시나리오 1-1: 사용자 A가 요청한 미디어 스트리밍 서비스의 우선순위가 사용자 B가 요청한 미디어 콘텐츠 전송의 우선순위보다 높을 경우, 사용자 B가 요청한 미디어 스트리밍 서비스는 적응적인 방법을 통해 제공된다. 사용자 A,B의 미디어 스트리밍 서비스를 모두 지원하기 위한 네트워크 자원이 충분하지 않을 때 미디어 스트리밍 서비스를 요청한 사용자 B PC의 ControlPoint는 사용자 B가 요청한 미디어 스트리밍 전송을 위한 QoS 준비 작업 실패 메시지를 셋탑 박스의 QoSManager로부터 수신한다. 이때 사용자 B가 요청한 미디어 스트리밍

서비스를 적응적인 방법을 통해 제공하기 위해서, 사용자 B가 사용하는 PC의 ControlPoint는 사용자 B의 PC에 있는 DAC를 통해 셋탑 박스에 있는 QoSAdapter에게 적응적인 서비스를 요청한다. 사용자 B PC의 DAC로부터 적응적인 서비스 요청을 받고, 셋탑 박스의 QoSAdapter는 셋탑 박스가 사용자 B가 요청한 미디어 스트리밍 서비스를 위해 지원할 수 있는 네트워크 자원의 양을 파악한다. 파악된 네트워크 자원 양에 기초하여, 셋탑 박스의 QoSAdapter는 사용자 B가 요청한 미디어 스트리밍 서비스에 적용할 적응적인 서비스의 수준을 결정하며, 결정된 적응적인 서비스의 수준을 지원하는데 필요한 자원을 자원 할당한 후 사용자 B는 자신의 PC를 통해 적응적인 방법으로 제공되는 미디어 콘텐츠를 즐기게 된다. 이 때 셋탑 박스에 존재하는 MediaServer는 QoSAgent에 의해 결정된 적응적인 서비스의 수준에 맞게 스트리밍 서비스를 제공할 수 있다고 가정한다. 그림 7은 시나리오 1-1의 과정을 보여준다. 그림 7에서 Set\_Proxy\_PLAY()는 적응적인 서비스 제공을 위해 MediaServer에 추가적으로 정의된 기능이다.

시나리오 1-2: 사용자 B가 요청한 미디어 스트리밍 서비스의 우선순위가 사용자 A가 요청한 미디어 스트리밍 서비스의 우선순위보다 높을 경우, 앞서 사용자 A에게 제공되던 미디어 스트리밍 서비스는 적응적인 서비스를 통해 제공되며 사용자 B가 요청한 미디어 스트리밍 서비스는 원래의 미디어 콘텐츠의 요구 네트워크 대역폭을 그대로 이용하며 제공되게 된다. 이 때, 사용자 B가 요청한 미디어 스트리밍 서비스를 위한 QoS 준비 작업은 앞서 언급

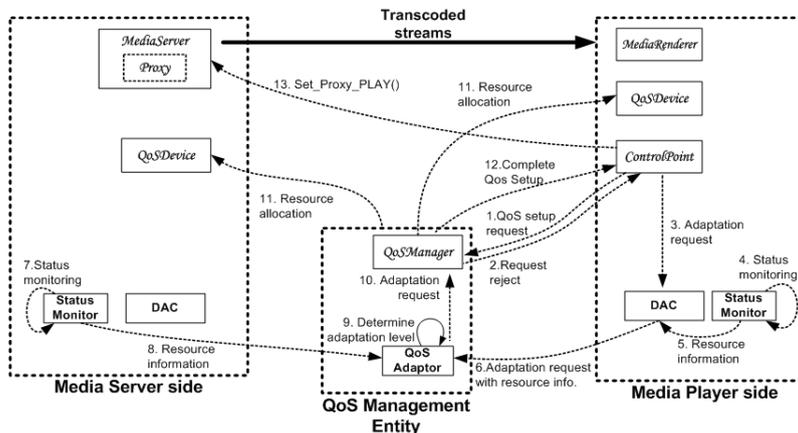


그림 10. 새로운 요청의 적응적인 서비스 제공을 위한 과정

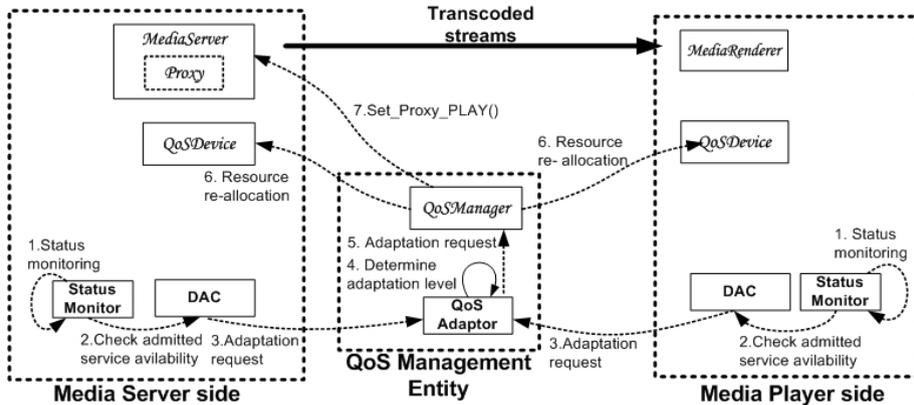


그림 8. 제공 중인 미디어 콘텐츠의 적응적인 서비스 제공을 위한 과정

한 데로 진행이 되며, 사용자 A에게 제공되던 미디어 콘텐츠의 적응적인 서비스를 위한 작업이 이루어지게 된다. 셋탑 박스의 QoSAdapter는 사용자 B가 요청한 미디어 스트리밍 서비스를 위해 요구되는 네트워크 자원을 할당하고 남은 네트워크 자원을 파악한 후, 남은 네트워크 자원 양에 기초하여 사용자 A에게 제공되고 있는 미디어 스트리밍의 적응적인 서비스의 수준을 결정하게 된다. QoS Adapter의 사용자 A에 제공되는 미디어 스트리밍 서비스의 적응적인 서비스의 수준 결정 후, QoS Adapter는 셋탑 박스의 QoSManager의 기능을 이용하여 결정된 적응적인 서비스의 수준을 지원하기 위한 자원을 재 할당한다. 자원 재 할당 후 셋탑 박스의 QoSAdapter는 사용자 A에게 제공되는 미디어 스트리밍 서비스의 적응적인 서비스를 요청한다. 그림 8은 시나리오 1-2에서 사용자 A 측에서 일어나는 과정을 보여준다.

시나리오 2: 사용자 A는 유선 네트워크를 통해 홈 네트워크에 연결된 노트북을 통해 자신의 서재에서 거실에 있는 셋탑 박스에 저장된 프로그래밍 강좌 동영상을 보기를 원한다. 사용자 A가 사용하는 노트북은 MediaRenderer, ControlPoint의 기능을, 셋탑 박스는 MediaServer의 기능을 지원한다. 사용자 A는 앞서 설명된 방법으로 자신이 원하는 미디어 콘텐츠를 발견하고 미디어 스트리밍 서비스를 요청한다. 사용자 A의 노트북에 있는 Control Point는 셋탑 박스에 있는 QoSManger에게 미디어 스트리밍 서비스를 위한 QoS 준비 작업을 요청하며, QoSManager의 QoS 준비 작업을 완료한 후 셋탑 박스의 MediaServer는 사용자 A가 요청했던 미디어 스트리밍 서비스를 제공한다. 사용자 A가 자

신의 노트북으로 셋탑 박스에 요청했던 미디어 콘텐츠를 시청하기 시작할 때부터 종료될 때까지, 사용자 A의 노트북에 있는 StatusMonitor는 사용자 A 노트북의 네트워크 자원 상태를 모니터링한다. 자신의 노트북으로 셋탑 박스로부터 미디어 콘텐츠를 수신하며 시청하던 사용자 A는 홈 네트워크 외부에 있는 FTP 서버에 접속하여 파일을 다운 받고자 한다. 이 때 사용자 A가 외부 FTP 서버에 접속하여 파일을 다운받는 작업은 외부 FTP 서버가 UPnP QoS 아키텍처를 따르지 않으므로, 사용자 A의 노트북의 자원을 FTP 파일 전송을 위해 할당하지 않는다. 사용자 A가 FTP 서버에서 파일을 다운받기 시작한 후, 사용자 A의 노트북에 있는 Status Monitor는 사용자 A의 노트북의 네트워크 자원 양이 사용자 A가 앞서 요청한 미디어 스트리밍 서비스의 품질이 보장되는 전송을 충분히 지원하지 못하다는 것을 감지하게 된다. 네트워크 자원 상황 변동을 감지한 사용자 A 노트북의 StatusMonitor는 DAC를 통해 셋탑 박스의 QoSAdapter에게 네트워크 자원 상황 변동을 알리며 적응적인 서비스를 요청한다. 사용자 A 노트북의 StatusMonitor의 적응적인 서비스의 요청을 받은 셋탑 박스의 QoSAdapter는 시나리오 1-2에서 설명한 방법과 같은 방법으로 적응적인 서비스를 제공한다. 그림 8은 시나리오 2의 과정을 보여준다.

## V. QoSAgent의 구현 및 검증 결과

### 5.1 구현 환경 및 방법

본 연구에서 제안한 QoSAgent의 기능을 검증하기 위해서 VideoLAN<sup>[16]</sup> v0.8 오픈 소스를 이용하

였다. VideoLAN은 MPEG-1, MPEG-2, MPEG-4, DivX 파일 같은 멀티미디어 스트리밍을 제공하는 소프트웨어이다. QoSAgent의 기능을 검증하기 위해서 본 연구에서 제안한 QoSAgent의 기능을 VideoLAN에 추가하였다. 단, 본 연구에서 기반한 UPnP AV 아키텍처, UPnP QoS 아키텍처의 서비스들은 구현 하지 않았고 QoSAgent의 기능의 검증을 위해 필요하다고 판단된 QoSAgent의 기능들만을 구현하였다. 따라서 UPnP AV 아키텍처와 UPnP QoS 아키텍처의 서비스들을 통해 제공받을 수 있는 QoS 준비 작업은 본 구현에서 제외되었다. 그리고 VideoLAN에 추가된 QoSAgent 중 StatusMonitor는 본 연구에서 제안한 UPnP QoS 아키텍처 기반의 방법이 아닌 별도의 방법을 통해 자신이 속한 기기의 네트워크 자원 상황을 모니터링 하도록 하였다. 추후 UPnP QoS 아키텍처의 실제 서비스를 이용한다면 보다 정확하고 편리한 구현이 될 것으로 예상된다.

그림 9는 구현된 QoSAgent의 기능을 검증하기 위해 구성된 테스트 베드이다. 구현된 QoSAgent의 기능을 검증하기 위해 삼성에서 개발한 AVGW (AV Gateway)를 PC 라우터와 QoSAdapter의 기능

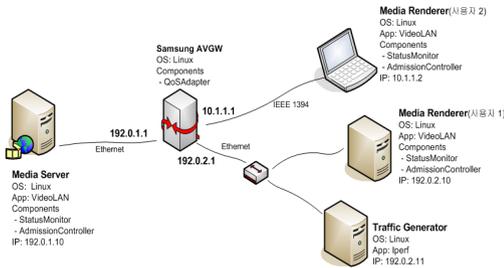


그림 12. QoSAgent의 기능을 검증하기 위한 테스트 베드

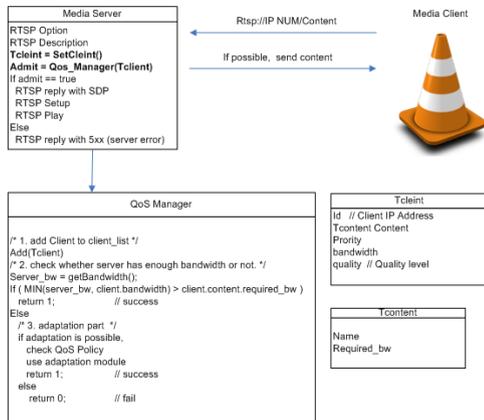


그림 13. 적응적인 서비스를 제공하는 QoS Agent의 내부 동작

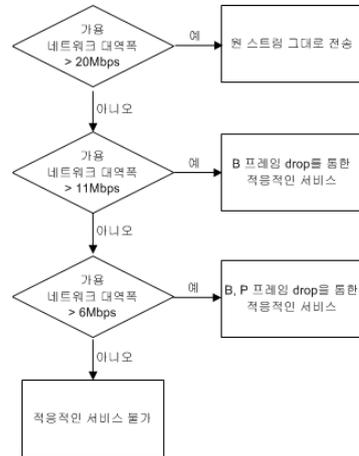


그림 14. 적응적인 서비스의 수준 결정

을 하도록 구성하였다. AVGW는 삼성에서 개발한 기기으로써, 태내에서 기본적인 라우팅 기능과 미디어 컨버팅 기능을 지원하는 장비이다. 그림 10은 구현된 QoSAgent의 내부적인 동작을 나타내며, 그림 11은 본 구현에서 적응적인 서비스를 위해 분류한 서비스 적응의 단계를 보여준다. 구현의 검증을 위해 미디어 콘텐츠는 I, P, B로 구성되는 MPEG-2의 형태를 가지며, 향후 홈 네트워크에 널리 사용될 것으로 예상되는 약 20Mbps의 대역폭이 요구되는 HD-quality 스트림에 기초하여 이루어졌다.

### 5.2 구현된 QoS Agent의 기능 검증

구현된 QoSAgent의 기능을 검증하기 위해서 세 가지의 테스트 환경에서 테스트를 진행하였다. MediaServer 및 MediaRenderer의 네트워크 자원 정보를 얻기 위해서 리눅스 시스템의 pcap 라이브러리를 사용하였다. 각 기기간의 최대 지원 가능 물리적 대역폭은 100Mbps가 되도록 테스트 베드를 구성하였다. 구현된 QoSAgent는 앞서 언급한 프레임 dropping의 방법을 통해 적응적인 미디어 스트리밍 서비스를 제공한다. 그림 11에서는 적응적인 서비스의 단계를 2 단계로 구분하였지만, 본 구현 및 실험에서는 B 프레임 dropping의 방법만을 사용하였다. 따라서 적응적인 방법을 통해 서비스를 제공할 경우 요구되는 네트워크 대역폭은 약 11Mbps가 된다. 테스트 환경을 만들기 위해 Iperf<sup>[18]</sup> 툴을 이용하여 네트워크 트래픽을 생성하였다. 또한 본 구현의 테스트에서는 네트워크 대역폭의 이용도가 90%이상일 경우 많은 패킷 손실과 지연 시간의 증가의 문제가 발생함을 감안하여, 실제 지원 가능

대역폭 100Mb/s 중 90Mb/s만을 응용을 위해 사용하고 나머지 10Mb/s는 사용하지 않고 네트워크 응용의 안정적인 실행을 위해 남겨두는 것을 원칙으로 하였다.

다음으로 그림 9에 기초하여 세 가지의 테스트 환경을 살펴보고, 각 테스트를 통해 검증한 QoS Agent의 기능을 살펴보자. 첫 번째 테스트 환경으로써, 사용자 1이 미디어 스트리밍 서비스를 Media Server에 요청을 하였다. 이 때, 사용자 1은 자신이 요청한 미디어 스트리밍 서비스를 위한 충분한 네트워크 대역폭을 가지고 있지 않다. 즉, 사용자 1이 사용하는 MediaRenderer 기기는 25Mb/s 이하의 가용한 네트워크 대역폭을 지원할 수 있었다. 이러한 테스트 환경을 만들기 위해 Iperf를 통해 Traffic Generator와 사용자 1 사이에 약 75Mb/s의 네트워크 트래픽을 생성하였다. MediaServer에서 동작하는 DAC는 사용자 1로부터 스트리밍 요청을 받았을 때, 사용자 1이 사용하는 MediaRenderer의 네트워크 자원 정보와 자신이 속한 MediaServer의 네트워크 자원 정보를 QoSAdapter에 보내 사용자 1이 요청한 스트리밍 서비스의 가능 여부를 판단하였다. QoSAdapter는 요청한 스트리밍 서비스를 제공받기에 부족한 네트워크 자원을 보유한 사용자 1의 상황을 인식하여, 사용자 1이 요청한 미디어 스트리밍 서비스에 적응적인 서비스가 필요하다고 판단하고 MediaServer가 적응적인 서비스를 통해 미디어 스트리밍 서비스를 제공하도록 하였다. 이때 실제 가용 대역폭은 25Mb/s이며, 적응적인 방법을 사용하지 않고 원래의 미디어를 그대로 전송한다면 MediaRenderer측에 남는 가용 네트워크 대역폭은 5Mb/s가 되어 앞서 정의한 원칙에 위반되게 된다. 하지만 적응적인 방법을 통해 스트리밍 서비스를 제공할 경우 20Mb/s가 아닌 10Mb/s의 네트워크 대역폭을 요구하기 때문에 적응적인 스트리밍 서비스 제공시 MediaRenderer측의 가용한 네트워크 대역폭은 15Mb/s가 되어 무리없이 스트리밍 서비스를 제공할 수 있게 되었다. 또한 Iperf를 통해 85Mb/s의 네트워크 트래픽을 주었을 때는, 적응적인 방법을 통해서 스트리밍 서비스를 제공해도 MediaRenderer의 가용 네트워크 대역폭이 5Mb/s가 되기 때문에 이 같은 경우에는 스트리밍 서비스가 제공되지 않았다. 첫 번째 테스트에서의 테스트를 통하여 QoS Agent는 지원 가능한 네트워크 대역폭 정보에 기초하여 적응적인 미디어 스트리밍 서비스를 제공할 수 있다는 것과 간단한 수락제어 기능을 제공함을

확인할 수 있었다.

두 번째 테스트 환경에서는, 사용자 1이 MediaServer로부터 미디어 스트리밍 서비스를 받고 있는 도중 Iperf를 통해 생성된 네트워크 트래픽을 통해 사용자 1이 사용하는 MediaRenderer 기기의 가용 네트워크 대역폭이 감소되었다. Traffic Generator와 사용자 1 사이에 약 75Mb/s의 네트워크 트래픽을 생성하여 이러한 테스트 환경을 만들었다. 사용자 1이 사용하는 MediaRenderer에서 동작하는 StatusMonitor가 이러한 네트워크 대역폭의 변화를 감지하고 QoSAdapter에게 적응적인 서비스를 요청하였다. 사용자 1측의 적응적인 서비스 요청을 수신한 QoSAdapter는 가능한 적응적인 서비스의 수준을 결정하고, MediaServer로 하여금 결정된 결과에 기초하여 적응적인 서비스를 통해 스트리밍 서비스를 제공하도록 하였다. QoSAdapter의 동작에 통해 MediaServer가 적응적인 서비스를 제공하는 것을 확인할 수 있었다. 또한 Iperf를 통해 생성된 네트워크 트래픽을 제거하였을 경우 원래의 품질로 스트리밍 서비스를 제공함을 확인할 수 있었다. 두 번째 테스트를 통해서 구현된 QoSAgent는 네트워크 대역폭의 변동에 따라 적응적인 미디어 스트리밍 서비스를 제공하는 것을 확인할 수 있었다.

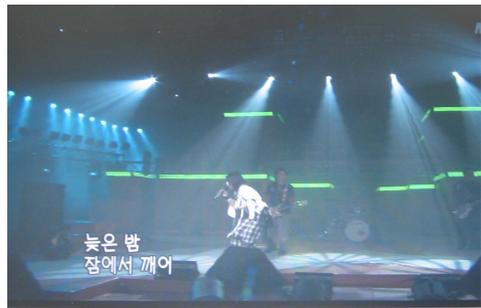


그림 15. QoSAdapter를 통한 적응적인 서비스를 사용한 경우

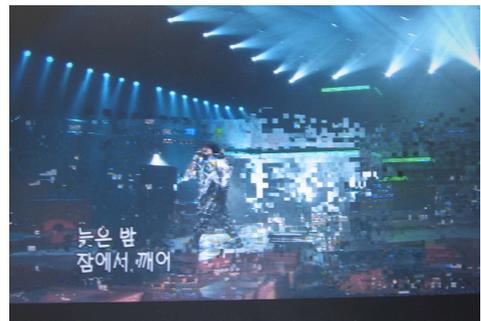


그림 16. 적응적인 서비스가 사용되지 않은 경우

세 번째 테스트 환경에서는 사용자 1과 사용자 2가 모두 미디어 스트리밍 서비스를 제공받고 있다. 이 때 Iperf를 통해 Traffic Generator와 Media Server 사이에 55Mb/s의 네트워크 트래픽을 생성하였다. MediaServer는 사용자 1, 2의 미디어 스트리밍 서비스를 모두 제공하며 앞서 언급한 10Mb/s의 가용 네트워크 대역폭을 항상 보장한다는 원칙을 지킬 수 없게 되었다. QoSAdapter는 MediaServer 측에 10Mb/s의 가용 네트워크 대역폭을 보장하기 위해 제공되고 있는 미디어 스트리밍 중 어느 미디어 스트리밍에 적응적인 서비스가 필요함을 판단한다. IP 주소에 기반한 우선 순위에 기초하여 QoSAdapter의 적응적인 서비스의 적용 대상 결정 후, QoSAdapter는 MediaServer로 하여금 두 개의 미디어 스트리밍 서비스 중 하나를 적응적인 서비스를 통해 제공하도록 하였다. 하지만 Iperf를 통해 생성된 네트워크 트래픽의 양이 75Mb/s가 되었을 때, QoSAdapter는 적응적인 방법을 통해서도 MediaServer 측에 10Mb/s의 가용 네트워크 대역폭의 보장이 불가능함을 알고 우선 순위가 낮은 미디어 스트리밍 서비스를 중단하였다. 이 테스트로부터 구현된 QoSAgent가 우선 순위 기반의 차별화된 서비스를 제공할 수 있음을 검증할 수 있었다.

그림 12, 13은 두 그림은 미디어 콘텐츠 전송 중 네트워크 자원이 부족해졌을 때, QoSAgent를 통해 적응적인 서비스가 적용된 경우와 그렇지 않은 결과를 보여준다. 그림 12는 QoSAgent를 통한 적응적인 서비스의 적용을, 그림 13은 적응적인 서비스가 적용되지 않고 네트워크 자원이 부족한 상태로 서비스가 지속된 상태를 보여준다. 그림 12와 그림 13의 비교를 통해 QoSAgent를 통한 적응적인 서비스가 적용되지 않았을 때보다, 적응적인 서비스가 적용되었을 때의 품질이 좋다는 것을 확인할 수 있다.

## VI. 결론

향후 도래할 홈 엔터테인먼트 네트워크에서의 고품질 멀티미디어 서비스를 위한 기술로서, 본 연구에서는 UPnP 미들웨어 기초한 홈 네트워크의 자원 변동 상황에 적응적인 서비스를 제공하는 기술에 대하여 살펴보았다. 홈 네트워크에서의 네트워크 자원 변동 상황에 적응적인 서비스를 위해 UPnP에 기초하여 제안한 QoSAgent는, 시나리오와 구현의 결과를 통해 기존에 제안된 UPnP의 한계점을 효율적으로 해결하며 품질이 보장되는 고품질의 멀티미

디어 서비스를 제공할 수 있음을 검증할 수 있었다.

UPnP에 기초하는 QoSAgent의 궁극적인 목표는 사용자들이 홈 네트워크의 어느 위치에서 어느 기기를 사용하더라도 불편 없이 품질이 보장되는 미디어 콘텐츠 전송 서비스를 받도록 하는 것이다. 따라서 QoSAgent와 관련된 향후 연구의 방향은 본 연구의 결과에 기초하여 기기의 이동성 등 무선 네트워크에서 품질이 보장되는 미디어 콘텐츠 전송을 위해 요구되는 사항들을 지원하기 위해 QoSAgent의 기능을 확장하는 것이다. QoSAgent의 기능은 홈 네트워크 내에서 사용자가 미디어 콘텐츠 전송을 받는 기기와 함께 이동을 해도 또는 미디어 콘텐츠를 전송 받는 기기를 변경해도, 사용자는 그러한 변화를 느끼지 못할 정도의 품질이 보장되는 미디어 콘텐츠 전송을 지원하기 위해 확장될 것이다.

## 참고 문헌

- [1] D.Bansal, J.Q.Bao, and W.C.Lee, "QoS-enabled residential gateway architecture," *IEEE communications magazine*, vol. 41, April 2003.
- [2] 박용우, "Home networking technology trends and market forecast," 2004년 홈 네트워크 솔루션 및 전시회, 2004.
- [3] 이동환, "홈 네트워크 산업 현황 조사 연구 결과 보고" 2005 홈 네트워크 산업 현황과 전망 세미나, 2005.
- [4] UPnP (Universal plug and play), <http://www.upnp.org/>.
- [5] Home audio video interoperability, <http://www.havi.org/>.
- [6] Jini technology, <http://www.jini.org/>.
- [7] DLNA(Digital living network alliance), <http://www.dlna.org/>.
- [8] D.Hlasny, J.Manbeck, N.Gadiruju, and S.Palm, "UPnP QoS Architecture 0.931," *UPnP forum*, December 2004.
- [9] J.Ritchie and T.Kuehnel, "UPnP AV Architecture 0.92," *UPnP forum*, May 2003.
- [10] J.Ritchie, "UPnP Media Server Device Template Version 1.01," *UPnP forum*, June 2002.
- [11] J.Ritchie, "UPnP Media Renderer Device Template Version 1.01," *UPnP forum*, June 2002.

- [12] N.Gadiruju and R.Bopardikar, "UPnP QoS Device Service Template Version 1.01," *UPnP forum*, December 2004.
- [13] R. Bopardikar, "UPnP QoSManager Service Template Version 1.01," *UPnP forum*, December 2004.
- [14] R.A.Bardini, "UPnP QoSPolicyHoler Service Template Version 1.01," *UPnP forum*, December 2004.
- [15] UPnP forum, "UPnP Device Architecture 1.0," *UPnP forum*, December 2003.
- [16] VideoLAN, <http://www.videolan.org/>.
- [17] H.Schulzrinne, A.Rao, and R.Lanphier, "Real Time Streaming Protocol," *IETF Request for Comments 2326*, April 1998.
- [18] Iperf, <http://dast.nlanr.net/Projects/Iperf/>.

이 현 룡 (HyunRyong Lee)

정회원



2003년 6월 전남대학교 정보통신공학부 졸업  
 2005년 2월 광주과학기술원 정보통신공학과 석사 졸업  
 2005년 3월~현재 광주과학기술원 정보통신공학과 박사과정

<관심분야> Home Network, UPnP, P2P overlay network

문 성 태 (SungTae Moon)

준회원



2005년 3월 전남대학교 컴퓨터정보학부 학사 졸업  
 2005년 3월~현재 광주과학기술원 정보통신공학과 석사과정  
 <관심분야> Wireless media streaming and transport error control

김 종 원 (JongWon Kim)

중신회원



1987년 서울대학교 제어계측공학과 학사  
 1989년 서울대학교 제어계측공학과 석사  
 1994년 서울대학교 제어계측공학과 박사  
 1994년 3월~1999년 7월 공주대학교 전자공학과 조교수

1997년 8월~2001년 7월 University of Southern California 연구 조교수  
 1999년 12월~2000년 7월 Technology Consultant for VProtect Systems Inc.  
 2000년 7월~2001년 6월 Technology Consultant for Southern California Division of InterVideo Inc.  
 2001년 9월~현재 광주과학기술원 정보통신공학과 부교수

<관심분야> Networked Media Systems and Protocols focusing "Reliable and Flexible Delivery for Integrated Media over Wired/Wireless Networks" (네트워크미디어: <http://netmedia.gist.ac.kr>)

신 동 윤 (DongYun Shin)

정회원



1998년 광운대학교 전자통신공학과 학사  
 2000년 광운대학교 전자통신공학과 석사  
 2000년 7월~2005년 2월 삼성종합기술원 Communication & Networking Lab.

2005년 2월~현재 삼성전자 DSC Device Solution Group 근무

<관심분야> Ubiquitous Home Network, Mobile IPv6, Network QoS