

Supporting Quality of Experience based on Service Level Agreement for Heterogeneous Networks

Moon-Ho Lee*, Jong-Chan Lee **

Abstract

In this paper we propose a novel QoE control scheme based on Service Level Agreement (SLA) which enables to guarantee the user perceived service quality of various high-quality mobile multimedia services such as mobile video streaming and real-time network games to a certain level. For this purpose, a SLA control structure is adopted to provision QoE, and a novel resource management scheme gets coupled with this control structure. Simulation results show that our proposed scheme can decrease the average delay and increase the total throughput by adjusting SLA.

▶ Keyword : SLA, QoE, Resource Management, QoS, End-to-End QoS

I. Introduction

차세대 이동통신 시스템은 All-IP 기반의 다중 망을 중심으로 다양한 유/무선 통신 시스템들이 통합적으로 고속의 이동성과 고품질의 멀티미디어 서비스를 제공해야 한다. 이 기종 망이 계층적으로 혼재되어 있는 환경 하에서 이동 단말기(Mobile Terminal; 이하 MT)가 고품질, 다중 서비스를 제공받기 위해서는 끊임없는 핸드오버의 지원과 동적인 서비스 품질(QoS; quality of Service; 이하 QoS) 보장이 필수적이다. 이러한 목적을 달성하기 위하여 가입자는 망 운영자의 운영 정책, 사용자 선호도 그리고 접속 망의 상태에 따라 접속 망에 선택적으로 접속하고 사업자는 최적의 통합 자원 관리 및 이동성 관리 체계를 구축함으로써, 무선 자원의 효과적 사용과 이종 접속 망(access network)의 트래픽 분배를 통한 수용 능력의 증대 방안을 제공할 필요가 있다[1]. 따라서 MT이 다중 무선 통신 시스템들이 계층적으로 혼재되어 있는 환경을 이동하면서 끊임없는 서비스(seamless service)를 제공받으려면 계층적 이종 시스템간의 핸드오버에 대한 지원이 필요하다. 그리고 이러한 계층적 이종 시스템 간 핸드오버를 이루기 위해서는 Service

Level Agreement (SLA)의 QoS 정보에 근거하여 사용자의 Quality of Experience (QoE)를 보장할 수 있는 QoE 운영 구조를 제공해야 한다. 따라서 다양한 이종의 유무선 통신 시스템이 융합된 망에서 QoS를 지원한다는 것은 일차적으로 전송망에서 만족할 만한 QoS를 지원해야 한다는 것을 의미하며 나아가 사용자 관점에서 체험하는 종단(end-to-end) QoS, 즉 QoE를 지원해야 한다는 것을 의미한다[2-6].

QoS는 전달 망에서 대역폭과 지연시간을 사용자가 원하는 수준으로 제공하는 것으로서 사용자에게까지 이를 전달하기 위해서는 서비스 수준의 QoE가 보장되어야 한다. 즉, 사용자는 단순히 정해진 시간에 정해진 양의 데이터가 전달 망에서 전송되는 것 이외에도 각 사용자는 서비스의 품질에 대하여 서로 다른 요구사항을 가질 수 있으므로 최종적으로 만족하는 수준의 서비스 품질인 QoE를 보장할 수 있어야 한다[7-11].

본 연구에서는 이를 효율적으로 지원하기 위하여 응용의 특성에 따라 각 시스템의 특성에 적합한 SLA 기반의 구조화된 QoE 제공 방안을 제시한다. 이를 위하여 서비스 이용자의 QoE를 만족시킬 목적으로 서비스 품질 저하에 따라 전송 QoS 요소

• First Author: Moon-Ho Lee, Corresponding Author: Jong-Chan Lee

*Moon-Ho Lee (mhlee@chungwoon.ac.kr), Dept. of Multimedia Science, Chungwoon University

**Jong-Chan Lee(chan2000@kunsan.ac.kr), Dept. of Computer Information Engineering, Kunsan National University

• Received: 2016. 05. 17, Revised: 2016. 06. 07, Accepted: 2016. 07. 26.

를 제어할 수 있는 서비스 품질 및 전송 QoS 연동 제어 시스템을 제안하고 SLA와 QoE 연동 구조를 바탕으로 사용자의 체감 품질을 확보하기 위한 무선 자원 할당 방법을 제안하였다.

II장에서는 본 연구에서 적용한 시스템 및 망 구조를 기술하고, III장에서는 SLA와 QoE의 연동 구조 및 자원 할당 방안에 대해 기술한다. IV장에서는 시뮬레이션을 통해 성능을 평가하고 V장에서는 본 논문의 결론과 향후 연구 방향에 대하여 논의한다.

II. System Structure

그림 1은 사용자와 서비스 공급자간의 SLA 협약에 근거한 QoE 제어 매커니즘이 구축된 융합망 구조를 보인다. 융합 망 구조에서는 중단 간 QoS를 제공하기 위해서는 응용의 특성에 따라 소스 및 대응 MT이 접속하는 접속 망에서의 QoS 제공 (radio domain)과 IP 백본 망에서의 QoS 제공(IP domain), 그리고 이들 간의 연동(IP-radio inter-working domain)을 고려해야 한다.

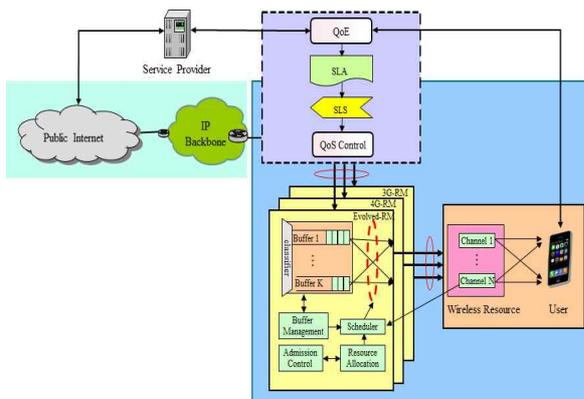


Fig. 1. Converged network Structure

특정 망으로 이동 시, 사용자는 망 용량, 토폴로지, 그리고 각종 정책이 서로 다른 서비스 시스템과 접속할 수도 있으며, 채널 특성(대역폭, 손실, 지연), QoS 지원 능력이 서로 다른 무선 접속 기술을 적용할 수 있고, 멀티미디어 세션을 유지하기 위하여 서로 다른 컴퓨팅 파워, 디스플레이 능력, 그리고 통신 대역폭을 보유한 MT로 서비스를 전환할 수 있다. 또한 사용자는 서로 다른 서비스 요구 사항 지원과 하위 계층 지원을 위하여 MT에 가장 최적의 응용 변환도 고려할 수 있다. 이와 같은 모든 요소들은 중단 간 QoS 서비스 제공을 복잡하게 하고 서비스 조정 능력을 제한할 수도 있다[1].

융합 망(converged network)의 경우 다양한 이종 망을 수용하고 있으므로 이종 망 하부계층의 QoS 특성을 상위계층에서 하나하나 지정할 경우에는 구조가 복잡해진다. 따라서 본 연구에서는 상위 응용계층에서 해당 응용 서비스 SLA의 QoS 프

로파일을 확인하면 이를 중단 간 세션 설정의 파라미터로 적용한다. 이와 같은 세션 설정은 중단 간 세션 설정이지만, 하층구조에서는 다양한 이종 망에 거쳐서 통신이 일어날 수 있으므로 중단 간 세션 결정 시 하부 망의 특성에 맞는 QoE 지원을 적용한다. 예를 들면, MT의 상태를 확인하면 현재의 부하 상태와 정책에 관한 정보를 MT에게 전송하고 QoE 매핑 및 조절을 수행한다. QoS 매핑과 시그널링 처리가 필요할 때마다 망과 망의 중단 라우터 그리고 MT와 액세스 라우터 사이에서 QoE 지원 과정이 수행된다.

III. QoE Control

본 논문에서는 Service Level Specifications (SLS)에 의하여 주어진 QoS 수준의 유지뿐만 아니라, 서비스 수준의 저하에 대처하기 위한, SLA에 기반을 둔 QoE 운영 구조를 제안한다. SLA가 사용자와의 계약에 의하여 생성될 때, 각 접속 망에서 자원을 제공하거나 할당하기 위하여 제공되는 한 개 이상의 SLS가 생성된다. QoE 파라미터가 SLS로 전송되어 QoS가 설정되고, 이를 통하여 아래와 같이 사용자의 QoE 수준이 각 이종의 망에서 제공된다.

- SLA에 의하여 협약된 통신 QoS를 제어한다. 효과적인 QoE 제어를 위하여 SLA 기반 QoE 제어 기능을 사용하며, 이를 통하여 무선 구간에서의 QoS 제공 방안은 물론 유무선 연동 시에 QoS를 효율적으로 제공한다.
- QoS 관리를 위하여 사용자의 세션 제어 기능을 수행한다. 세션 제어 기능은 MT의 서비스 처리 기능으로 세션 발생에서부터 해제까지의 기능뿐만 아니라 핸드오버에 관한 전반적인 제어를 담당한다.
- QoS 제어를 위하여 망 및 셀의 상태, 가용 자원 그리고 세션 상태에 대한 모니터링을 지속적으로 실시한다. 이러한 모니터링 기능은 망의 변동 상황에 능동적으로 대처할 수 있도록 하며 변동 상황에 대한 정보를 기반으로 관련 제어 기능에 대한 수행 여부를 결정한다.

QoE는 궁극적으로 최종 사용자인 사람에 의해 인식 및 평가 되고, 사람마다 주관적인 기준 및 다른 취향을 가질 수 있다. QoE의 핵심 문제는 하부 망 계층이 아닌 중단 사용자간의 통신 문제이다. 따라서 QoE 제공 방안도 QoS 이슈를 포함하여 응용 서비스 및 사용자의 QoS 특성 등을 토대로 이루어져야 한다. 시스템 마다 시스템 능력에 따라 응용 서비스의 다양한 QoS 분류가 가능하다. 따라서 중단 간 QoS 기술은 중단 사용자 및 서비스 사업자(ASP) 중심으로 QoS 제공 및 제어를 추구하고 ASP는 사용자의 QoS 요구사항을 토대로 망 사업자와 자원 사용에 대한 협상을 수행한다.

이종 망상에서 멀티미디어 서비스의 QoS는 유저에 따라 다

르고 (즉 유저마다 요구 사항이 다르다), 시스템에 따라 다르며 (즉 특정 시스템에서 수용 가능한 응용과 그 능력이 다르다), 서비스 자체에 따라 다르다 (즉 서비스 자체의 특성을 가장 잘 반영할 수 있는 접속 망이 있다). 따라서 QoE를 지원하기 위해서는 먼저 최종 사용자가 요구하고 인지하는 QoE에 대한 정의 및 분석을 필요로 한다. 분석된 사용자 및 응용 서비스의 QoS 요구 사항을 토대로, ASP는 망 사업자와의 협상을 통해 구체적인 QoS 제공 계획을 세워 사용자의 세션 처리 요구에 대응한다.

1. QoE-SLA 협약 구조

서비스 수준과 사용자 만족도의 관계를 나타낸다. 서비스 수준이란 특정 서비스에 대한 요구충족의 등급으로 사용자가 어느 정도의 QoS를 요구하느냐에 대한 정의이다. 이는 QoS 관점 중에 요구 QoS (customer's requirement)와 제안 QoS (QoS offered by provider) 하고 관련이 있다. 즉 사용자 만족도에 의한 통신 서비스 지정이다. 어떤 사용자는 통신 서비스에 대한 최상의 서비스를 요구하지만 다른 사용자는 그 보다 낮은 하위의 서비스 제공에 만족할 수 있다는 것이다. 이는 서비스 제공자가 제공하는 다양한 서비스에 대해 사용자가 서비스 수준을 지정하는 것이다. 예를 들어 JPEG video 전송에 대한 프레임 rate (FPS)인 30 프레임 전송에 high quality를 만족할 수 있지만 일부 사용자는 그 보다 낮은 15 프레임 전송에 서비스를 만족할 수 있다. 따라서 특정 서비스에 대해 서비스 제공자가 여러 수준으로 서비스 질을 다양화하고 이에 맞는 과금 체계를 사용자에게 제시해야 한다. 그러나 사용자가 느끼는 비디오 품질의 급격한 저하 (즉, 높은 비트율로 인코딩된 비디오를 시청하다가 갑자기 낮은 비트율로 인코딩된 비디오를 시청하는 경우)가 발생할 경우, QoE를 보장하기 위하여 협약된 서비스 수준까지 서비스 품질을 증가시켜야 한다.

망에서의 QoS도 중요하지만 사용자에게까지 이를 전달하기 위해서는 서비스 수준의 QoE가 보장되어야 한다. 사용자가 요구하는 품질을 제공하기 위해서 추상화된 품질 정보를 입력 받아 이를 하위 전달 망에게 수치화 하여 전달한다면 사용자는 품질을 제공 받을 수 있다. 또한 망에서 제공하는 QoS 제공 메커니즘과 연동이 가능해야 한다. 사용자가 원하는 품질을 정확히 QoS 관리 시스템에게 전달하고 망에서는 이를 지원하여 사용자가 요구하는 품질의 서비스가 제공될 수 있다.

SLA 기반에 의한 통신 서비스 제공은 사용자 기준의 서비스 결정을 위한 것이며 이를 위하여 서비스 제공자는 서비스 제공에 앞서 QoE를 분석하여 이에 맞는 전달 망에서의 QoS 수준을 정해야 한다. 또한 SLA를 통하여 제공되는 서비스들에 대해 지속적인 QoS 관리를 통하여 사용자의 QoS 만족을 유지하도록 한다. SLA 기반 QoE 관리방안은 서비스 이용자와 서비스 제공자 사이에서 이루어지는 협약으로 서비스 제공자는 협약된 사항을 근거로 사용자에게 통신 서비스를 제공하게 된다. 서비스 제공자는 협의된 서비스 수준을 유지하기 위한 QoS 방안을

제공하며 이는 정책수준에서 시스템 수준까지의 세부방안을 포괄한다. 융합 망 기반에서 IP 멀티미디어 서비스를 제공하기 위하여 SLA 기반 QoS 제공은 상위의 서비스 정책 수립에서부터 하위 PDU (Packet Data Unit)를 조절하는 계층적 QoS 관리 방안이 된다.

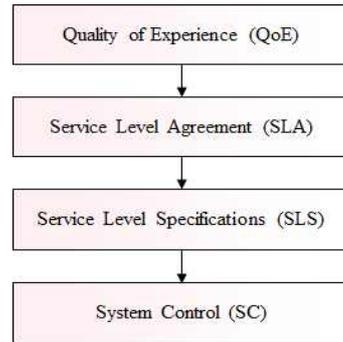


Fig. 2. QoE-SLA procedure

그림 2는 SLA를 통한 QoS 관리 서비스 모델을 나타내고 있다. SLA 기반 QoS 수준이 정해지면 정해진 서비스에 대한 SLS QoS 클래스의 파라미터가 결정된다. 따라서 협약된 QoS 서비스 수준에 대한 QoS 파라미터에 의하여 각 시스템 파라미터들에 대한 관리를 통하여 망 서비스에 대한 QoS 수준을 맞춘다.

그림 3은 서비스 제공자의 SLA 수준과 QoE에 대한 관계를 나타내고 있다. 서비스 사용자가 특정 SLA 수준으로 협약을 맺게 되면, QoE는 협약된 SLA의 수준에서 최상위 만족도를 나타내는 Excellent(5)를 제공해야 하는 것을 원칙으로 한다. 또한 서비스 유지에 대한 QoE 기준을 Fair 수준으로 서비스 사용자와 협약을 맺게 되면 제공자는 이러한 서비스 수준유지를 위하여 하위 기술을 제공하여야 한다. 예를 들어 사용자가 비디오 스트리밍 서비스에 대해 서비스 수준 2로 서비스 협약을 맺었다면 서비스 제공자는 서비스 수준 2의 QoE 수준을 Fair(3) 이상으로 유지하여야 한다.

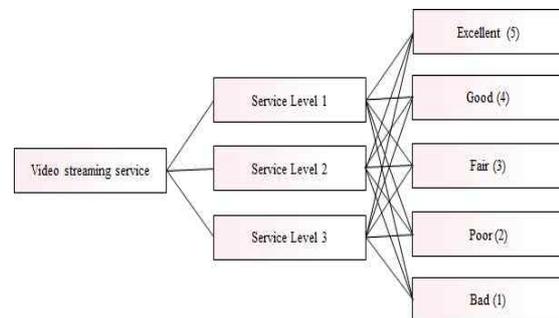


Fig. 3. Correlation of QoE with SLA

SLS에서는 SLA에서 정해진 서비스 제공을 위한 각 QoS spec과 파라미터에 대한 범위들이 지정된다. SLA에 의하여 서비스 제공자와 사용자가 특정 서비스에 대해 협약을 하게 되면

SLS에 의하여 SLA에서 지정된 서비스의 지원 QoS spec과 파라미터를 선택한다. 지정 서비스를 위한 지원 QoS spec과 파라미터의 범위 및 세부사항이 정해지면 그것에 따라 제공 서비스를 한다. 따라서 SLS를 통하여 지정 서비스의 QoS를 위한 정성적 및 정량적인 세부 QoS 파라미터를 하위 QoS 관리 모듈에 전달한다.

2. 자원 관리 방안

각 사용자의 QoS의 수준 변동을 산정하기 위하여, 각 셀의 사용자에게 대하여 식 (1)이 성립한다. n 은 사용자의 수, s 는 서비스의 수를 나타낸다. 즉 l_{ns} 는 n 번째 사용자의 s 번 서비스의 SLA 수준을 나타낸다.

$$L = \begin{bmatrix} l_{11} & l_{12} & l_{13} & \cdots & l_{1s} \\ l_{21} & l_{22} & l_{23} & \cdots & l_{2s} \\ l_{31} & l_{32} & l_{33} & \cdots & l_{3s} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{n1} & l_{n2} & l_{n3} & \cdots & l_{ns} \end{bmatrix} \quad (1)$$

각 사용자의 QoE의 수준은 식 (2)이 성립한다. 여기서 e 은 협상된 QoE수준, θ 는 현재 측정된 QoE 수준을 나타낸다. $\Phi_{ns}^{e\theta}$ 은 협상된 QoE 수준과 현재 QoE 수준의 차이를 반영한다.

$$\Phi = \begin{bmatrix} \Phi_{11}^{e\theta} & \Phi_{12}^{e\theta} & \Phi_{13}^{e\theta} & \cdots & \Phi_{1s}^{e\theta} \\ \Phi_{21}^{e\theta} & \Phi_{22}^{e\theta} & \Phi_{23}^{e\theta} & \cdots & \Phi_{2s}^{e\theta} \\ \Phi_{31}^{e\theta} & \Phi_{32}^{e\theta} & \Phi_{33}^{e\theta} & \cdots & \Phi_{3s}^{e\theta} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ \Phi_{n1}^{e\theta} & \Phi_{n2}^{e\theta} & \Phi_{n3}^{e\theta} & \cdots & \Phi_{ns}^{e\theta} \end{bmatrix} \quad (2)$$

사용자 k 의 QoE 수준 Φ 의 저하가 일정시간 계속될 때, 협약된 수준으로 QoE를 조정해야 한다. 서비스의 지연, 손실 그리고 지터 등을 지속적으로 모니터링 함으로써 협약된 SLA의 QoE 기준 값 이하로 저하되면 그 값이 지속적으로 변동하는 값인 지 판단한 후 QoE 확보 방안을 실시한다. 실시간으로 분석되는 정보를 분석하여 QoE 수준 유무와 저하된 수순을 결정한다. 아래와 같은 절차를 바탕으로 QoE 수준 저하 여부를 결정한다.

A. 해당 응용 서비스의 트래픽 특성에 따라, 어느 파라미터를 주 결정 기준(main criteria)으로 할지를 결정한다.

- 서비스가 비실시간이면 손실을 주 기준 요소로 사용한다.
- 서비스가 실시간이면 지연과 지터를 기준 요소로 사용한다.
- 실시간과 비실시간 특성을 동시에 갖는다면 손실, 지연, 지터를 모두 고려한다.

B. QoE 수준 조정 여부를 결정하기 위하여 각 결정 요소

에 대한 하한 기준 값과 상한 기준 값을 결정한다. 이는 QoE가 협약된 수준 이하로 저하될 지라고, 시스템 내에서 수용 가능한 기준치를 다시 설정하여 불필요한 QoS 조정을 억제하기 위함이다.

C. 각 결정 요소의 값이 일시적으로 변동된 값인 지, 지속적으로 변동하는 값인 지를 판단한다.

즉, 해당 응용 서비스의 트래픽 특성에 따라, 어느 파라미터를 결정 기준으로 할지 여부를 결정하고, 보고된 정보가 파라미터의 기준 값을 초과하면, 그 값이 지속적으로 변동하는 값인 지 판단한 후, QoE 수준 조정 여부를 결정한다.

식 (3)과 같이 QoE 저하 수준을 정규화하여 가중치를 생성한다. 각 서비스에 자원을 균등하게 할당하기 위하여 정규화를 수행한다. QoE 수준이 극히 저하된 서비스에 부족한 자원 및 전력을 집중하면 자원 사용의 낭비 및 불균형 문제가 발생하므로, 자원관리 관점에서 대부분의 서비스에 QoE 수준이 하락하고 있다면 동일하게 하락폭을 감수해야 하고, 전체적으로 서비스 수준이 높으면 동일하게 향상시켜야 한다. 여기서 γ 는 용량 확대 지수이다. γ 의 증가는 서비스 수준을 낮춤으로써 사용자 요구의 최적화보다는 사용자 수용 용량 증대를 우선한다는 것을 의미한다. w_m 는 QoE 수준의 가중치를 의미한다.

$$w_m = \frac{(e_m - \theta_m)^{\frac{1}{\sqrt{\gamma}}}}{\sum_{j=1}^N (e_j - \theta_j)} \quad m \in \{1, 2, \dots, N\} \quad (3)$$

QoE 수준과 가중치 지수를 산출한 후에 분류된 집합 내에서 자원할당 지수를 계산한다. 매 초마다 자원할당 지수는 식 (4)에 의하여 산출된다. 여기서 p_{ns} 는 n 번째 사용자의 s 번째 서비스의 자원할당 지수를 나타낸다. 따라서 매트릭스의 각 열은 n -번째 사용자에게 대한 자원 할당 지수를 표현하는 집합을 나타낸다.

$$P = \begin{bmatrix} l_{11}w_1 & l_{12}w_2 & l_{13}w_3 & \cdots & l_{1s}w_s \\ l_{21}w_1 & l_{22}w_2 & l_{23}w_3 & \cdots & l_{2s}w_s \\ l_{31}w_1 & l_{32}w_2 & l_{33}w_3 & \cdots & l_{3s}w_s \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ l_{n1}w_1 & l_{n2}w_2 & l_{n3}w_3 & \cdots & l_{ns}w_s \end{bmatrix} \quad (4)$$

자원할당을 수행하기 위하여 자원예약 수행 기준 값인 e_i , θ_i , QoE 최대 허용 지수 ζ 을 둔다. 자원할당은 현재 상태에서 QoE 수준이 저하된 서비스에 적절한 자원을 우선 분배하는 것을 목적으로 한다. R_{ns} 는 식 (5)와 같이 세 가지 경우의 자원 할당 상태를 갖는다. e_i 이 θ_i 가 동일하다면 SLA에 의하여 협약된 자원 r_{ns}^{SLA} 를 할당한다. 또한 θ_i 가 e_i 보다 작고, ζ 보다 크다면 시간 간격 $[t_{i-1}, t_i]$ 에서 할당받은 자원 r_{ns}^{PRE} 과 동일한

양의 자원을 할당한다. 그리고 θ_i 이 e_i 보다 작고, ζ 보다도 작다면 $r_{ns}^{PRE} * p_{ns}$ 을 할당한다. 이 과정은 주기적으로 반복하며 자원의 할당 및 해제를 수행한다.

$$R_{ns} = \begin{cases} r_{ns}^{SLA} & \text{if } e_i \leq \theta_i \\ r_{ns}^{PRE} & \text{if } e_i > \theta_i \geq \zeta \\ r_{ns}^{PRE} * p_{ns} & \text{if } e_i > \zeta > \theta_i \end{cases} \quad (5)$$

IV. Simulation and Analysis

그림 4는 시뮬레이션 시나리오를 위한 내부 구조를 보인다 [12]. 평가 시스템은 4개의 계층 셀로 구성되며, 각 셀에 대해 자원 관리자는 MT의 서비스 제어에 관여한다. MT는 중첩 구조의 망 지역에서 SLA에 의하여 협약한 서비스 수준을 지정망을 통하여 제공받을 수 있다. 또한 융합 망에서 서비스 변경에 대한 SLA 제어가 제공된다. RM-DB(Resource Management - Database)는 각 융합 망의 자원 및 부하 등의 상태 정보를 저장하고 있으며, 메시지 큐 및 소켓은 상태 정보를 입력하기 위한 프리미티브에 의해 사용된다. 각 모니터는 모니터링 시스템에서 수집한 상황 정보를 바탕으로 현재 MT와 망의 상태를 분석함으로써 이를 근거로 한 QoS 및 자원 관리를 가능하게 한다.

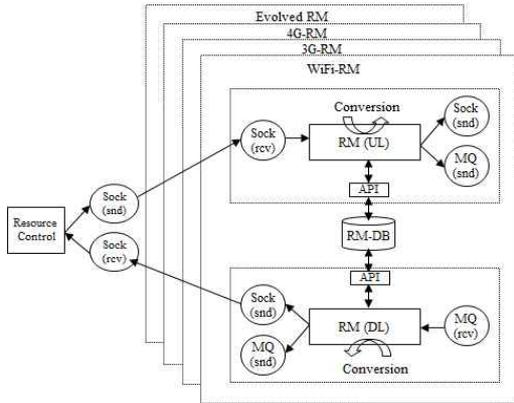


Fig. 4 Simulation Scenario

그림 5와 6에 사용자가 만족하는 서비스 품질인 QoE의 확보 가능 여부를 확인하기 위하여 전송 지연 및 데이터 처리량의 성능을 보인다. 제안된 방법이 적용되는 전달 망에서는 I서비스가 원하는 대역폭을 할당함으로써 데이터 전송 지연 시간이 감소하고 시스템의 데이터 처리량이 증가하며 결과적으로 사용자의 품질 요구에 맞는 콘텐츠(Content Quality)를 제공하고 사용자가 인지하는(Perceived) QoS를 제공할 수 있다.

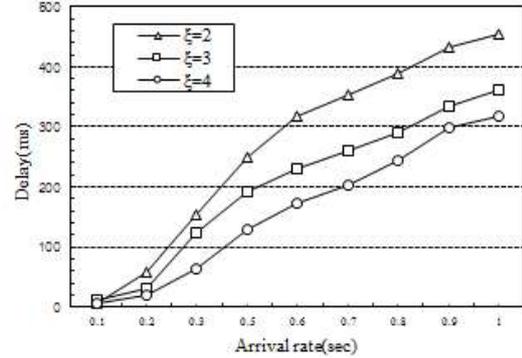


Fig. 5 Comparison of transmission delay

그림 5는 제안 방안의 평균 지연을 ζ 의 변화에 따라 비교한 결과이다. ζ 가 증가할수록 전송 지연이 현저히 감소함을 알 수 있다. ζ 가 작으면 작을수록 감소된 무선 자원의 할당을 허용함과 동시에 낮은 QoE를 허용함으로써 지연의 증가할 수 있다. ζ 가 증가하면 할수록 QoE 허용 수준이 증가함으로써 지연이 감소할 수 있지만 더 많은 무선자원을 각 서비스에 할당해야 하므로 추가로 망에서 수용할 수 있는 사용자의 수가 감소할 수 있다.

그림 6은 ζ 의 변화에 따른 총 데이터 처리량을 보인다. ζ 가 증가할수록 데이터 처리량이 증가함을 알 수 있다. 이는 QoE 허용 수준이 증가함으로써 자원 할당량이 증가하고 이를 통하여 각 서비스의 데이터 처리량이 증가할 뿐만 아니라 QoS를 지속적으로 지원하기 때문이다.

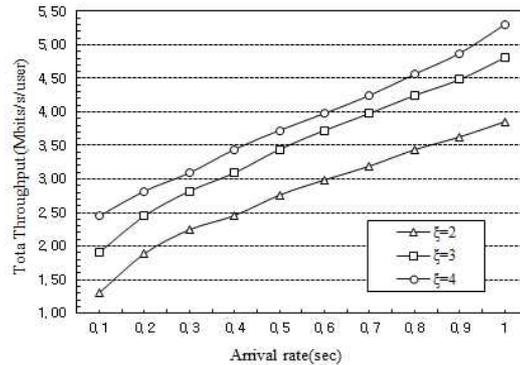


Fig. 6 Comparison of total throughput

V. Conclusions

MT가 이종 망간의 이동 시에도 끊임없는 서비스를 제공받기 위해서는 종단 간 협상 정보에 근거하여 사용자의 QoE를 보장할 수 있는 QoE 운영 구조가 필수적으로 요구된다. 본 논문에서는 SLA 기반 QoE 제어 방안을 제시한다. 이를 위하여 SLA와 QoE 연동 구조를 제안하고 이를 기반으로 하여 자원 할당 방법을 제안하였다. 제안된 방법의 성능을 분석하기 위하여 시뮬레이션

수행하였고 멀티미디어 서비스의 전송지연 및 총 처리율을 척도로 하여 성능을 평가하였다. 향후 본 논문에서 제안된 SLA와 QoE의 연동을 고도화하기 위한 세부적인 연구가 필요하다.

REFERENCES

- [1] J. Lee, G. Lee, "An End-to-End QoS Control Method for Heterogeneous Networks," Korea Academy-Industrial Cooperation Society, Vol. 10, No. 10, pp. 2715-2720, Oct. 2009.
- [2] D. Ros, E. Cerqueira, A. Neto, A. Riker, R. Immich, et al., "A QoE Handover Architecture for Converged Heterogeneous Wireless Networks," *Wireless Networks*, Vol. 19, No. 8, pp. 2005-2020, Nov. 2013.
- [3] K. Piamrat, A. Ksentini, C. Viho, and J. Bonnin, "QoE-aware Vertical Handover in Wireless Heterogeneous Networks," *Proceedings of Wireless Communications and Mobile Computing Conference*, pp. 95-100, Jul. 2011.
- [4] K. Piamrat, A. Ksentini, C. Viho, and J. Bonnin, "QoE based Network Selection for Multimedia Users in IEEE 802.11 Wireless Networks," *Proceedings of IEEE Conference on Local Computer Networks*, pp. 388-394, Oct. 2008.
- [5] S. Thakolsri, S. Khan, E. Steinbach, and W. Kellerer, "QoE-driven Cross Layer Optimization for High Speed Downlink Packet Access," *Journal of Communications*, Vol. 4, No. 9, pp. 669-680, Oct. 2009.
- [6] G. Gómez, and J. Lorca, "Towards a QoE-Driven Resource Control in LTE and LTE-A Networks," *Journal of Computer Networks and Communications*, January 2013.
- [7] M. Alreshoodi, J. Woods, "Survey on QoE/QoS Correlation Models for Multimedia Services", *International Journal of Distributed and Parallel Systems*, Vol.4, No.3, May 2013.
- [8] H. Du, C. Guo, and Y. Liu, "Research on Relationships between QoE and QoS based on BP Neural Network," *Proceedings of IEEE International Conference on Network Infrastructure and Digital Content*, pp. 312-315, Nov. 2009.
- [9] D. Suh, I. Jang, and S. Pack, "QoE-enhanced Adaptation Algorithm over DASH for Multimedia Streaming," *Proceedings of International Conference on Information Networking*, Feb. 2014.
- [10] Y. Xu, Y. Zhou, and D.-M. Chiu, "Analytical QoE Models for Bit-rate Switching in Dynamic Adaptive Streaming Systems," *IEEE Transactions on Mobile Computing*, Vol. 13, No. 12, pp. 1-15, Dec. 2014.
- [11] N. Bouten, J. Famaey, S. Latre, R. Huysegems, B. Vleeschauwer, W. Leekwijck, and F. Turck, "QoE Optimization Through In-network Quality Adaptation for HTTP Adaptive Streaming," *Proceedings of International Conference and Workshop on Systems Virtualization Management*, pp. 22-26, Oct. 2012.
- [12] J. Lee and M. Lee, "A QoS Provisioning Based on Load Balancing for Hand-over in OFDMA System," *Korea Society of Computer Information*, Vol. 18, No. 2, pp. 59-68, Feb. 2013.

Author



Jong-Chan Lee received the M.S. and Ph.D. degrees in computer science and engineering from Soongsil University, Korea, in 1996 and 2000 respectively. He was a senior member of engineering staff in Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI) From 2000 to 2005. Since 2005, he has worked in the Department of Computer Information Engineering, Kunsan National University. His current research interests are in the areas of resource management for mobile multimedia networks.

Moon



Moon-Ho Lee received his B.E. degree in electronics from Seoul National University, Korea in 1977, M.S. and Ph.D. degrees in computer science and engineering from Soongsil University, Korea in 1993 and 1996 respectively. He was a research engineer in Electronics and Telecommunications Research Institute (ETRI) from 1979 to 1984. Since 1997, he has been a member of faculty in the Department of Multimedia Science, Chungwoon University. His current research areas are resource management and QoS provisioning for mobile multimedia.