

Traffic and Resource Management for Provisioning QoE in Mobile Communication Networks

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

Abstract

This paper proposes a novel traffic and resource management scheme based on Service Level Agreement (SLA) which allows to guarantee the quality of experience (QoE) for various high-quality mobile multimedia service users to a certain level. For this purpose, QoE-SLA coupling structure is considered and a novel scheme is suggested to suppress the processing delay of the mobile terminal and to decrease the transfer delay in the transmission network. According to simulation results, our proposed scheme can increase the total throughput and decrease the average delay by adjusting SLA.

▶ Keyword : QoE, SLA, traffic and resource management, delay, throughput.

I. Introduction

5 세대 이동통신시스템은 인터넷과 웹 기반의 다중 망 (multi-network)을 중심으로 다양한 유무선 통신 시스템을 통합하여 고품질의 멀티미디어 서비스를 제공할 것이며 특히 이동 멀티미디어 트래픽이 2020년에는 2010년에 대비하여 1,000배 이상으로 증가할 것으로 예상되고 있다[1]. 현재 사용자는 웹 브라우징이나 메시지 서비스 혹은 인터넷 포털 사이트 (internet portal site) 기반의 멀티미디어 서비스를 주로 이용하지만 향후에는 단순한 형태의 서버/클라이언트 구조의 데이터 서비스 외에 사물통신(Machine To Machine) 및 디바이스 간 직접통신, 원격 운전 제어 그리고 멀티미디어 온라인 게임 등 지연에 민감한 실시간 서비스가 증대될 것으로 예상되고 있다. 이에 따라 미래의 유선 및 이동통신망은 사용자인 클라이언트와 정보 제공자인 서버 사이에서의 단순한 데이터 전달이 아니라 송수신 데이터의 특성을 정확히 파악하여 이를 바탕으로 전달 망에서 효과적으로 처리함으로써 전송 지연 시간을 줄이고 사용자가 요구하는 최적의 서비스를 보장할 수 있어야 하며

이러한 목표를 달성함에 있어서 QoE(Quality of Experience) 제공 방안이 중요한 문제로 부상하였다[2-3].

대용량, 고품질의 멀티미디어 서비스 사용자를 만족시키는 보다 정교한 서비스를 제공하기 위해서는 서비스 제공자가 사용자에게 제공하는 통신 서비스의 기술적 협약 기준인 SLA(Service Level Agreement)에 부속된 QoS(Quality of Service) 정보에 근거하여 사용자의 QoE를 보장하는 운영 구조를 제공해야 한다. 즉 다양한 유무선 시스템이 융합되어 구성된 망에서 QoS를 지원하려면 우선적으로 전송망에서 만족할만한 수준의 QoS를 지원해야 하며 더 나아가 사용자 관점에서 체험하는 종단 간 QoS, 즉 QoE를 지원해야 한다. 다양한 유무선 시스템이 IP 기반의 백본(backbone) 망에 연결되어 있는 구조에서 QoE를 제공하기 위해서는 응용의 특성에 따라 이동단말기(Mobile Terminal; 이하 MT) 및 대응 MT가 접속하는 접속 망에서의 QoS 제공이 동시에 이루어져야 한다[4-6].

이동통신 망에서의 QoE를 제공하기 위해서는 MT 내부, 그리고 전달 망에서 QoS 제공을 최적화할 수 있는 방안을 모색하여야 한다. 접속 망에서는 IP(Internet Protocol) 계층에서 원

• 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), School of Computer Information and Communication Engineering, Kunsan National University

• Received: 2016. 09. 09, Revised: 2016. 10. 11, Accepted: 2016. 11. 16.

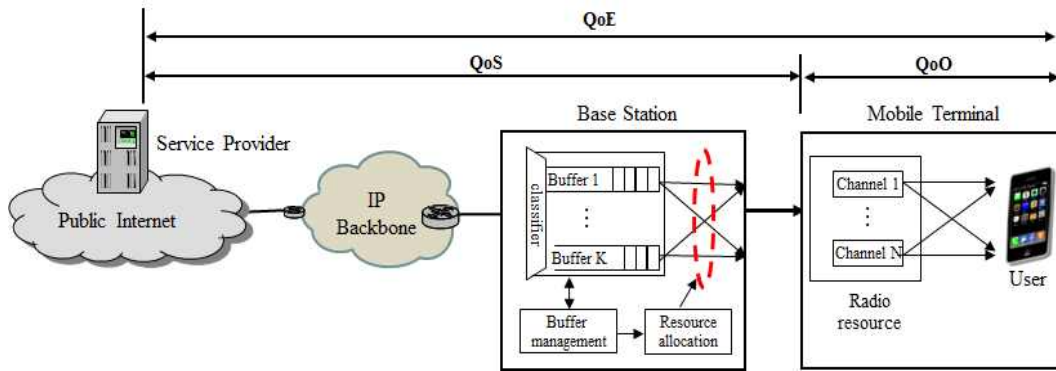


Fig. 1 Relation of QoE, QoS and QoO

하는 무선자원을 예약하여 지연시간을 최소화하고 전송계층 및 응용계층은 전달 망에서 확보된 자원을 활용하여 사용자에게 최대의 망 성능을 제공해야 한다. 전송계층에서는 최적의 프로토콜 조정을 수행함으로써 할당된 자원을 반영하여 전송계층의 효율을 극대화해야 하며 응용계층에서는 수신된 데이터를 자신의 서비스에 적합하게 가공하여 사용자에게 전달해야 한다. 이때 MT의 하드웨어 및 소프트웨어 처리 성능에 따라 재생 시간 변이가 발생하고 이에 기인한 지연 때문에 접속 망에서 확보된 귀중한 무선 자원이 낭비될 수 있다. 따라서 응용계층에서 발생하는 처리지연(processing delay)을 최소화함으로써 접속 망에서 확보된 QoS를 효율적으로 유지할 수 있어야 한다 [7-9].

본 연구에서는 서비스의 특성과 SLA를 기반으로 하여 QoE를 지원하기 위한 트래픽 및 자원관리 방안을 제시한다. 제안되는 방안은 1 단계로 접속 망에서 전송지연을 기반으로 자원 할당을 수행하고, 다음 단계로 MT에서의 처리 지연을 억제함으로써 접속 망으로부터 전달된 데이터를 효율적으로 사용자에게 전달할 수 있게 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. II장에서는 본 연구에서 적용한 시스템 구조를 서술하고, III장에서는 SLA와 QoE의 연동 구조 그리고 트래픽 및 자원 관리 방안을 제시한다. IV장에서는 시뮬레이션에 의하여 성능을 평가하고 V장에서는 결론과 향후 연구 방향에 대하여 기술한다.

II. System Structure

이동통신망에서 종단 간 QoS를 제공하려면 응용의 특성에 따라 MT 및 접속 망에서의 QoS 제공(라디오 영역)과 IP 백본 망에서의 QoS 제공(IP 영역), 그리고 이들 망 사이의 연동이 고려되어야 한다. QoS란 망에서 효율적인 자원할당을 통해 사용자가 원하는 수준의 대역폭과 지연시간을 제공하는 것이지만 망에서 자원할당을 효과적으로 지원하더라도 전송계층과 응용계층이사용자에게 전달하는 과정에서 품질이 유지되지 않을 경

우에는 사용자 관점의 QoS은 보장되지 않는다. 기존 서비스에서는 단순히 일정 시간에 규정된 양의 데이터를 망에서 성공적으로 전송하는 것을 목표로 했으나 사용자 입장에서는 QoS에 대한 보다 다양한 유형의 요구사항이 존재할 수 있다. 사용자 관점에서 최종적으로 만족할 만한 수준으로 인식되는 서비스 품질이란 기존의 QoS가 아닌 QoE로 이해되어야 한다.

그림 1과 같이 패킷이 송신자로부터 수신자에게 전달되려면 여러 단계를 거치게 된다. 전달 망에서는 전송지연(transmission delay)과 전파 지연(propagation delay)이 발생하고, 종단에서는 MT의 성능에 기인하는 처리지연(processing delay)이 발생한다. 사용자의 품질 요구에 맞는 콘텐츠를 제공하기 위하여 망에서는 전송지연을 최소화하여 최적의 QoS를 제공하고 MT의 전송계층과 응용계층에서 QoO(Quality of Others) 품질 저하가 최소가 되도록 처리지연을 최소화해야 한다. 본 연구에서는 지연을 QoE의 성능 파라미터로 하여 사용자의 품질 요구에 맞는 서비스를 제공하기 위한 트래픽 및 자원 관리 방안을 제안한다.

III. Proposed QoE Mechanism

1. QoE-SLA Coupling Structure

QoE는 궁극적으로 최종 사용자인 사람에 의하여 인지 및 평가되므로, 개인 별로 주관적인 기준을 가질 수 있다. QoE의 핵심 관건은 하부 망 계층 보다는 종단 사용자간의 통신 문제이므로 QoE 제공 방안도 QoS 요소 뿐 만 아니라 응용서비스와 사용자의 특성 등을 기반으로 이루어져야 한다. 시스템 별로 시스템 능력에 근거하여 응용 서비스에 대해 다양한 QoS 분류가 가능하다. 또한 종단 간 QoS 기술은 종단 사용자 및 응용 서비스 사업자 중심으로 QoS의 제공과 제어를 수행하며 응용 서비스 사업자는 사용자 QoS 요구사항을 기반으로 하여 망 사업자와 망 자원사용에 대한 협상을 수행한다.

망에서의 QoS도 중요하지만 사용자에게까지 이를 실질적으

로 전달하려면 서비스 수준의 QoE가 보장되어야 한다. 서비스 제공자 입장에서는 SLA 기준의 서비스 제공이지만 최종적으로는 사용자 기준의 서비스 수준을 보장해야 하므로 서비스 제공자는 QoE를 분석하여 이에 맞게 전달 망에서의 QoS 수준을 결정하여야 한다. 또한 SLA 기반에 의하여 제제공되는 서비스들에 대해 지속적으로 QoS를 관리하여 사용자가 만족을 체감하도록 한다.

그림 2는 서비스 제공자의 SLA 수준과 QoE에 대한 관계를 표시하고 있다. 서비스 사용자가 특정한 SLA 수준으로 협약하면 QoE 기준은 협약된 SLA의 수준에서 최상위 만족도인 Excellent(5)를 제공하는 것이다. 또한 서비스 유지에 대한 QoE 기준을 Fair(3)으로 협약을 맺게 되면 서비스 수준유지를 위한 하위 기술이 제공되어야 한다. 예컨대 비디오 스트리밍 서비스에 대해 사용자가 서비스 수준 2로 서비스 협약을 체결한 경우에는 서비스 제공자는 서비스 수준 2의 QoE 수준을 Fair(3) 이상으로 유지하여야 한다.

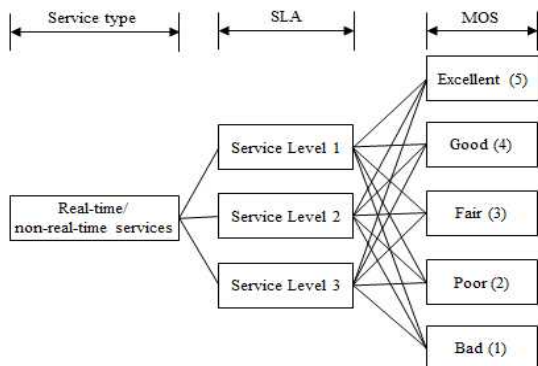


Fig. 2 Correlation of QoE with SLA

SLA에 의해 협의된 서비스에 대해 QoS 규격(specification)과 이에 해당하는 성능 파라미터를 매핑한다. 사용자가 화상 전화 서비스를 이용한다고 가정하고 QoS 사양으로 H.264을 기반으로 망 서비스를 받는다면 QoS 파라미터와 QoS 범위를 선택할 수 있다. 따라서 전체적으로 세부 서비스 규격이 결정되면 협약된 QoS 수준을 유지한다. 본 연구에서는 오류나 보안에 대한 대응 방안 등은 제외한다.

Table 1. QoE coverage

Video telephone	
QoS specification	H.264
SLA parameters	
Loss	3 %
Maximum bit rate	384kbps
Average bit rate	64kbps
Guaranteed bit rate	28.8kbps
Priority	Real time level
Traffic class	Video + audio
Delay	100ms
Jitter	30ms
Security	Needed

2. Determining QoE Level

음성이나 동영상, 3D 영상, 대화형(interactive) 게임 등의 실시간 전송이 요구되는 데이터들은 지연에 민감하므로 이를 고려해야 하고, 웹(web) 및 FTP 데이터와 같은 비실시간성 데이터는 비교적 지연에 둔감하지만 지연의 최대 허용한도 내에서 보장되어야 한다. 본 연구에서는 QoE 수준을 확보하기 위하여 각 요구 서비스의 전송지연과 처리지연을 줄임으로써 QoE 수준을 보장하는 방안을 제시한다. QoE 수준을 확보하기 위하여 식 (1)의 SLA 수준에 따른 성능 파라미터를 정의한다. 여기서 QoE_{max} 은 최대 QoE, QoS_{max} 은 최대 QoS, QoO_{max} 은 최대 QoO를 의미한다.

$$QoE_{max} \cong f(QoS_{max}, QoO_{max}) \quad (1)$$

허용 가능한 QoE를 확보하기 위하여 아래의 세 가지 조건의 성립이 필요하다.

- ① 허용된 최대한의 무선 자원을 할당한다.
- ② 협약된 QoS 수준의 허용한도 내에서 전송지연을 최소화한다.
- ③ 응용 계층에서 발생하는 처리지연을 최소화한다.

$$\arg \max [QoE] = \arg \min [QoS^D + QoO^D] \quad (2)$$

식 (2)이 성립하기 위한 제약 조건은 식 (3-4)와 같다. 여기서 QoE^E 은 MOS가 Excellent(5), QoE^F 은 MOS가 Fair(3), QoE_{LM} 은 협약된 SLA에 해당하는 MOS 수준을 의미한다. QoS^D 는 QoS 구간에서 발생하는 전송지연, QoO^D 는 QoO 구간에서 발생하는 처리지연, QoE^{DF} 는 허용 가능한 지연을 의미한다. 조건 식 (3)은 협약된 SLA 수준에서 MOS 수준은 Fair(3)을 만족시켜야 함을 의미하고, 조건 식 (4)는 모든 서 전송지연과 처리지연의 합이 협약된 SLA 수준의 QoE^F 보다 작아야 함을 의미한다.

$$QoE^E \leq QoE_{LM} \leq QoE^F \quad (3)$$

$$QoS^D + QoO^D \leq QoE^F \quad (4)$$

실시간 서비스의 경우 협상된 전송지연 수준 QoE^E 를 지원해야하고, 비실시간 서비스의 경우 원칙적으로 전송지연 수준은 QoE^E 를 지원하지만 허용 가능 전송지연 수준 QoE^F 까지 허용한다.

3. QoO Management - Processing Delay

그림 3과 같이 MT의 분류기(classifier)는 각 요구 서비스의 수신 데이터를 버퍼링 후에 우선순위에 따라 응용계층에서 응용에 적합하게 가공하여 사용자에게 전달한다. 사용자 서비스는 버퍼에 버퍼링된다. 각 사용자의 서비스는 버퍼 별 가중치와 지연 가중치를 가진다. 버퍼에 저장된 패킷들은 각각 허용될 수

있는 최대 지연(Maximum Delay)이 규정되어 있으며, 이 때 까지 전송되지 못하면 처리지연이 발생한다. 과도한 처리지연으로 인한 오버플로(overflow)는 고려하지 않는다. 즉 오버플로로 패킷이 폐기되고 이로 인하여 재전송이 발생하면 결국 처리지연이 발생하므로 이는 처리지연 문제로 귀결된다.

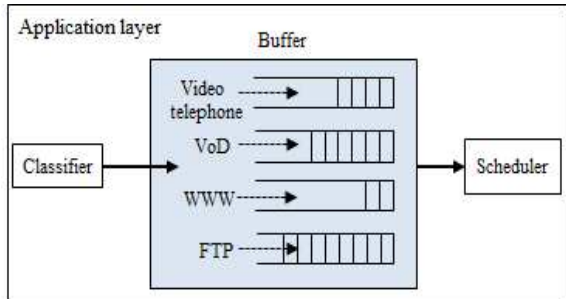


Fig. 3 Buffer Mechanism of MT

각 서비스의 처리지연 우선순위를 결정하기 위하여 3 가지의 처리지연 우선순위 - 서비스 종류 간 우선순위, 동일 서비스 간 우선순위, 처리지연 우선순위를 근거로 하여 최종 서비스 우선순위가 결정된다. 최상위 우선순위를 받은 서비스는 처리지연을 해소하기 위하여 재생을 시작한다.

- ① 서비스 종류 간 우선순위: 사용자 서비스가 속한 서비스 유형(실시간/비실시간 서비스) 간의 우선순위를 결정한다.
- ② 동일 유형의 서비스 간 우선순위 : 동일한 서비스 유형에 속하는 서비스 간의 우선순위를 결정한다. 동일한 유형의 서비스들은 우선순위가 동일하므로 추가적 기준에서의 우선순위 결정이 필요하다. 이 우선순위는 서비스 지속시간에 근거하여 결정한다. 여기서 서비스 연속성을 보장하기 위해서 서비스 지속시간이 크면 클수록 높은 우선순위가 부여된다.
- ③ 지연 우선순위: 사용자 서비스의 처리지연이 지연 기준치(서비스 마다 각각의 처리지연 기준치를 갖는다)의 85% 이상일 경우, 지연 우선순위를 부여받는다. 85% 이하일 경우는 지연 우선순위를 부여받지 못한다. 허용 한도까지 지연을 허용하지만, 기준치를 초과할 경우에는 최상위의 우선순위를 부여하여 재생을 시작한다.

그림 4에 서비스의 처리지연 우선순위 결정 방법을 보인다. 각 서비스의 부류와 서비스 지속시간, 그리고 처리지연에 따라 서비스 우선순위가 결정된다.

Algorithm 1 * Determination of Service Priority*

Define
 j : Service
 k_j : Class of service
 QoO^D : Processing delay of service
 n : Number of Services
 T_j : Delay limit reference at the minimum transmission rate
 ServicePriority()

```

while ( $j \leq n$ )
  if ( $k_j == \text{Real-time service}$ ) then
    Assign class priority 1 ;
    Assign priority within services;
    if ( $QoO^D > T_j$ ) then
      Assign delay priority;
    end if
  else if ( $k_j == \text{Non-real-time service}$ ) then
    Assign class priority 2 ;
    Assign priority within services;
    if ( $QoO^D > T_j$ ) then
      Assign delay priority;
    end if
  end if
   $j = j + 1$ ;
end if
Determine Service priority within MT
end;
```

Fig. 4 Determination of Service Priority

4. QoS Management - Transmission Delay

실시간 서비스에는 무선 자원 할당에 있어서 비실시간 서비스에 비하여 더 높은 우선순위가 부여된다. 이는 실시간 서비스가 비실시간 서비스에 비하여 전송지연에 민감하기 때문이다. 실시간 서비스에 할당된 자원은 서비스가 종료될 때까지 선점된다. 다만 실시간 서비스의 전송량이 감소하면 일시적으로 일부 자원이 해제되고 비실시간 서비스가 그 자원을 점유한다. 일시적으로 실시간 서비스의 요구에 따라 비실시간 서비스가 자원을 반환하면 비실시간 서비스의 전송량이 감소하고 반환된 자원은 실시간 서비스가 점유한다. 다만 비실시간 서비스의 허용 가능한 전송지연을 초과할 경우, 무선자원을 할당하여 지연의 허용치를 유지해야 한다.

각 사용자의 전송지연 변동을 계산하기 위하여, 각 셀의 사용자에게 대하여 식 (5)을 적용할 수 있다. n 은 사용자의 수, s 는 서비스의 수를 나타낸다. 또한 e 은 협상된 전송지연 수준, θ 는 현재 측정된 전송지연을 나타낸다. $td_{ns}^{e\theta}$ 은 협상된 전송지연 수준과 현재 전송지연 시간의 차이를 반영한다.

$$T = \begin{bmatrix} td_{11}^{e\theta} & td_{12}^{e\theta} & td_{13}^{e\theta} & \dots & td_{1s}^{e\theta} \\ td_{21}^{e\theta} & td_{22}^{e\theta} & td_{23}^{e\theta} & \dots & td_{2s}^{e\theta} \\ td_{31}^{e\theta} & td_{32}^{e\theta} & td_{33}^{e\theta} & \dots & td_{3s}^{e\theta} \\ \vdots & \vdots & \vdots & \ddots & \vdots \\ td_{n1}^{e\theta} & td_{n2}^{e\theta} & td_{n3}^{e\theta} & \dots & td_{ns}^{e\theta} \end{bmatrix} \quad (5)$$

전송지연 수준 Φ 의 저하가 일정시간 동안 지속될 때, 협약된 수준으로 전송지연을 조정해야 한다. 서비스의 전송지연이 SLA의 QoS 기준 값 이하로 저하되면 QoS 확보 방안을 실시한다.

4.1 Resource Allocation for Realtime Services

실시간 서비스는 전송지연 시간에 절대적으로 민감하므로 QoE를 유지하기 위하여 식 (6)이 성립해야 한다. b_k 는 사용자의 요구 전송율, C 은 사용자에게 할당된 채널의 수, c_i 은 각 부채널에서 전송 가능한 비트율을 의미한다. $td_{ns}^{e\theta}$ 는 협상된 전송지연 수준과 현재 전송지연 수준의 차이를 나타내는데, 실시간 서비스의 경우 e 은 협상된 전송지연 수준으로서 QoE^E 를 의미한다.

$$\sum_{i=1}^C c_i = b_k \quad (6)$$

subject to $t_{ns}^{e\theta} \geq 0$

서비스가 서비스 수행도중에 전송지연 수준을 초과한다면 ($t_{ns}^{e\theta} < 0$), 전송지연을 해소하기 위하여 자원을 추가 할당한다. 여기서 c^{i+1} 는 채널이득 수준이 최대인 부채널을 의미한다.

$$\begin{aligned} & \text{while } t_{ns}^{e\theta} < 0 \text{ do} \\ & \quad c^{i+1} = \arg \max_{i=\{1, \dots, C\}} (c_i) \\ & \text{end while} \end{aligned}$$

멀티미디어 서비스는 데이터 발생율이 가변적이므로 항상 극단적인 지연이 발생할 가능성이 내재한다. 따라서 전송지연이 발생할 경우, 자원을 추가 할당함으로써 전송지연 문제를 해결한다.

4.2 Resource Allocation for Nonrealtime Service

실시간 서비스에 비하여 비실시간 서비스는 전송지연 시간에 민감하지 않지만, 과도한 전송지연으로 인한 데이터의 손실 및 이로 인한 재전송이 발생할 수 있으므로 허용 가능한 전송지연 시간은 유지해야 한다. 여기서, b_k^{\min} 은 허용 가능한 최소 전송율, $td_{ns}^{e\theta}$ 는 협상된 전송지연 수준과 현재 전송지연 수준의 차이, 비실시간 서비스의 경우 e 은 협상된 전송지연 수준으로서 QoE^E 또는 QoE^F 를 의미한다.

$$\sum_{i=1}^N c_i = b_k^{\min} \quad (7)$$

subject to $t_{ns}^{e\theta} \geq 0$ or $QoE^F \geq \theta$

서비스 k 가 전송지연 기준치를 초과한다면($t_{ns}^{e\theta} < 0$), 지연을 해소하기 위하여 채널이득 수준이 최대인 부채널을 추가 할당한다.

$$\begin{aligned} & \text{while } t_{ns}^{e\theta} < 0 \text{ or } QoE^F < \theta \text{ do} \\ & \quad c^{i+1} = \arg \max_{i=\{1, \dots, C\}} (c_i) \\ & \text{end while} \end{aligned}$$

IV. Simulation and Analysis

MT의 이동 속도와 이동 경로는 도로 구조에 의해 영향을 받으며 이러한 속도 변화 및 방향 변화가 MT의 이동 패턴을 지배한다. MT의 이동 속도에 따라 저속 MT와 고속 MT로 분류하였고 저속 MT, 즉 보행자는 전체의 60%를 차지하며 그들 중 50%가 보행중인 상태에 있고 나머지 50%가 정지 상태인 것으로 분류하고 고속 MT는 전체의 40%에 달하는 것으로 가정하였다. 수신 신호 세기 관련 시뮬레이션 파라미터는 다음과 같다[10]. 경로 손실에 기인하는 평균 신호 감쇠는 전파 거리의 3.5 배에 비례하고 shadowing은 6dB의 표준편차를 갖는 log-normal 분포를 따른다. 또한 수신 신호 세기가 -16dB 이하일 경우에는 수신 신호의 오류로 판단하여 평균 수신 신호 세기의 계산에서 제외한다. 서비스 시도는 셀 내에서 균일하게 발생하며, 서비스의 발생은 포아송 분포를 따른다. 멀티미디어 서비스는 그 유형에 따라 다양한 전송률, 전송 지연, 지속 시간 등이 요구된다. 멀티미디어 서비스 유형에 따른 제안된 방법의 영향 분석을 위하여 표 2과 같이 각각 실시간과 비실시간 서비스를 고려하였다[11].

Table 2. Classification of Multimedia Services

Multimedia services		Data rate	Trans. delay	Duration time
Real-time services	High quality voice	32K	150ms	0.5
	Video telephone	64~384K	150ms	1.0
	VoD	10~20M	150ms	1.0
Non-real-time services	WWW	< 2M	20s	0
	FTP	64~384K	4s	0
	Background service	< 20M	10s	0.2

본 연구에서 제안 방법의 성능을 평가하기 위하여 종단간 데이터 전송 시에 발생하는 지연(전송지연과 처리지연) 그리고 오류 없이 송/수신되는 데이터 량, 즉 총 처리량(total throughput)을 성능 척도로 하여, Li의 방식[12] 그리고 Mushtaq의 방식[13]과 비교·분석한다.

그림 5는 본 연구에서 제안한 방안의 평균 지연을 서비스 도착률 변화에 따라 비교한 결과이다. 서비스의 수가 증가함에 따라 제안된 방법의 지연이 감소함을 알 수 있다. 이에 반하여 기존 방법은 처리지연과 전송지연의 연관관계를 고려치 않기 때문에, 지연 성능의 향상에 근본적인 한계가 있고, 이에 따라 지연의 증가폭이 두드러진다. 그러나 제안된 방식을 적용할 경우, 도착률 0.5이상에서 현저하게 지연이 감소됨을 알 수 있다. 그 이유는 서비스 지연이 점차적으로 증가할 경우 QoE 저하를 최소화하기 위하여 MT 및 접속 망상에서의 지연의 감소를 시도

함으로써 허용 가능한 지연 한도에서 서비스를 수행할 수 있다.

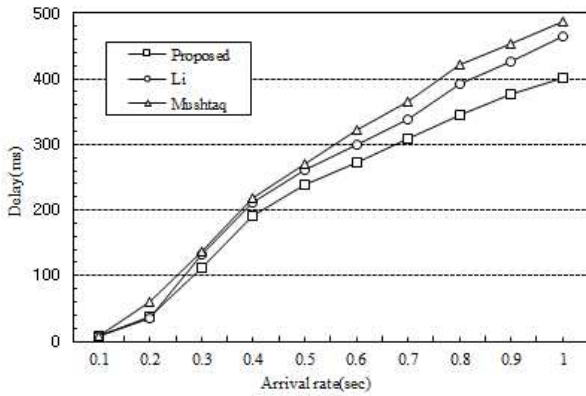


Fig. 5 Comparison of transmission delay

그림 6은 MT의 서비스 요구 증가에 따른 데이터 처리량을 비교한 결과이다. 부하 0.6 이상에서는 Li[12]과 Mushtaq[13]에 비하여 우수한 데이터 처리량의 증가를 보인다. 이는 전송지연 한계를 기반으로 무선자원을 단계적으로 할당할 수 있으므로 할당 가능자원의 양을 최적으로 유지할 수 있기 때문이다. 또한 서비스 트래픽의 특성을 기반으로 적응적으로 최대 전송지연을 허용함으로써 패킷의 처리율이 증가한다. 또한 MT에서 처리지연의 한계를 극복하기 위하여 실시간 서비스의 경우 협약된 지연수준을 보장하며 비실시간 서비스의 경우 허용 가능한 처리지연 한도에서 서비스를 수용할 수 있으므로 기존 방법에 비해 데이터 처리율이 증가함을 알 수 있다.

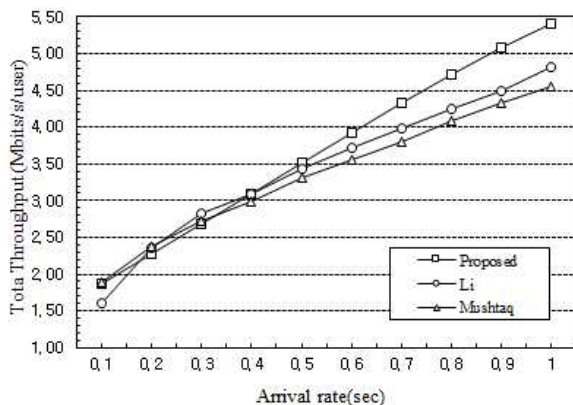


Fig. 6 Comparison of total throughput

V. Conclusions

5G 이동통신망에서는 고속 접속에 의한 고품질의 서비스 융합과 다양한 망간의 접속 및 융합이 예상되며 이러한 환경 하에서 사용자가 원하는 수준의 서비스를 제공하려면 SLA에 기

반을 두어 사용자의 QoE를 보장할 수 있는 방안이 필수적으로 요구된다. 본 연구에서는 SLA와 QoE 연동 구조를 제시하고 이를 기반으로 하여 처리지연 및 전송지연을 억제함으로써 QoE를 보장하는 트래픽 및 자원관리 방안을 제안하였다. 제안된 방법의 성능을 평가하기 위하여 멀티미디어 서비스의 전송지연 및 총 처리율을 기준으로 시뮬레이션에 의하여 성능을 분석하였다. 끝으로 본 연구에서 제안한 SLA와 QoE의 연동 방안을 고도화하는 상세한 연구가 필요하다.

REFERENCES

- [1] J. Moon, N. Park, S. Lee, and Y. Kim "Convergence of Wired Wireless Network Technologies for 5G Networks," *Electronics and Telecommunications Trends*, Vol. 28, No. 6, pp. 1-12, Dec. 2013.
- [2] D. Ros, rio, 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] J. Jang and D. Kwon "5G Mobile Communication Technology," *Electronics and Telecommunications Trends*, Vol. 30, No. 5, pp. 109-117, Oct. 2015.
- [4] D. Ros, rio, 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.
- [5] Gerardo Gómez,1 Javier Lorca, "Towards a QoE-Driven Resource Control in LTE and LTE-A Networks," *Journal of Computer Networks and Communications*, 2013.
- [6] M. Alreshoodi, J. Woods, "Survey on QoE-QoS Correlation Models for Multimedia Services," *International Journal of Distributed and Parallel Systems*, Vol.4, No.3, pp. 53-72, May 2013.
- [7] Y. Xu, Elayoubi, and et al., "Impact of flow-level dynamics on QoE of video streaming in wireless networks," *Proceedings of IEEE INFOCOM*, pp. 2715-2723, Apr. 2013.
- [8] 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.
- [9] 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. 2013.

- [10] J. Lee and M. Lee, "A QoS Provisioning Based on Load Balancing for Hand-over in OFDMA System," *Journal of the Korea Society of Computer Information*, Vol. 18, No. 2, pp. 59-68, Feb. 2013.
- [11] J. Lee and M. Lee, "Resource Allocation Scheme for Macro-Femtocell Overlaid LTE-Advanced Networks," *Journal of the Korea Society of Computer Information*, Vol. 19, No. 12, pp. 81-89, Dec. 2014.
- [12] F. Li, Y. Zhang, M. Song, X. Si, "A QoE-based Resource Scheduling Scheme In Multiservice LTE-Advanced System with Inter-band Carrier Aggregation," *10th International Conference on Communications and Networking in China*, pp. 550-555, Aug. 2015.
- [13] M. Mushtaq, A. Mellouk, "QoE Power-Efficient Multimedia Delivery Method for LTE-A," *IEEE Systems Journal*, Vol. 10, No. 2, pp. 749-760, Aug. 2016.

Author



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.



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