

Resource Allocation to Support QoE of Handovers in Overlaid Macro-Femto Networks

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

Abstract

This paper proposes a novel resource allocation scheme which enables to guarantee the quality of experience (QoE) for handovers from femtocell to macrocell and vice versa, and between femtocells in the overlaid macro-femto networks. The proposed scheme guarantees QoE to a certain extent during handover by utilizing a fixed amount of radio resource reserved in advance for the dedicated use to support QoE. We take both the type of the handover and the temporal sensitiveness characteristics of user services into consideration in order to support QoE. Performance of our scheme is analyzed by simulation with respect to the outage probability and total throughput.

▶ Keyword : Overlaid cell, QoE, Handover, Realtime/Non-real-time service, Resource allocation.

I. Introduction

현재 활발하게 연구되고 있는 5G 이동통신망에서는 단순한 형태의 서버/클라이언트 구조의 데이터 서비스 외에 멀티미디어 온라인 게임, 원격 운전 제어, 사물통신(Machine To Machine) 및 디바이스 간 직접통신 등 지연에 민감한 실시간 서비스가 증대될 것으로 예상되고 있다. 미래의 유선 및 이동통신망이 이러한 수요에 부응하려면, 사용자인 클라이언트와 정보 제공자인 서버 간의 단순한 데이터 전달이 아니라 송수신 데이터의 특성을 정확히 파악하여 이를 바탕으로 전달 망에서 효과적으로 처리함으로써 전송지연을 줄이고 사용자가 요구하는 최적의 서비스를 보장할 수 있어야 한다. 이러한 목적을 달성하기 위한 방안의 하나로써 Quality of Experience (QoE) 구현 방안이 중요한 문제로 부각되고 있다.

특히 기존의 매크로셀 및 마이크로셀 분할 구조 만으로는 초고속의 멀티미디어 서비스를 수용하기 어렵기 때문에 펌토셀

(femtocell)의 기지국인 FAP(Femtocell Access Point)을 이용하여 실내외의 소규모 영역을 포함하는 이중망을 구성함으로써 용량 증대 및 망의 확장이 가능할 것으로 판단되고 있다. 그림 1은 매크로셀과 펌토셀이 중첩된 망 구조를 보인다[1]. 이와 같은 중첩 구조에서는 3종류의 핸드오버 - 매크로셀로부터 펌토셀로의 핸드오버, 펌토셀로부터 매크로셀로의 핸드오버, 펌토셀간의 핸드오버 - 가 수행된다. 중첩 망에서 이동 단말기 (Mobile Terminal, 이하 MT)의 이동으로 인한 핸드오버 시에 멀티미디어 서비스의 QoE 를 지원하여 서비스 연속성을 보장하기 위해서는 계층화된 셀 내의 자원 할당 패턴을 분석하여 각 셀 별로 자원의 분배를 최적화할 수 있어야 한다[2-6]. 특히 멀티미디어 서비스의 고속화에 따라 관리할 무선자원이 증가하므로 이에 적합한 자원 분배 기술을 적용하여야 한다 [7-11].

• 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. 10. 14, Revised: 2016. 11. 28, Accepted: 2016. 12. 08.

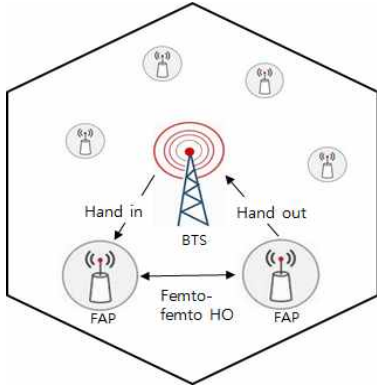


Fig. 1. Handover Scenario in overlaid macro-femtocell networks

기존에 연구되어 온 매크로-펨토 중첩셀 환경에서는 핸드오버 시에 QoE를 지원하기 위한 연구가 부족한 실정이다. 신규 및 핸드오버 요구를 동일하게 취급하여 자원을 할당할 수 있지만, 핸드오버 후에도 QoE를 보장하기 위해서는 일정량의 무선 자원을 QoE 지원용으로 전용할 필요가 있다. 본 논문에서는 매크로-펨토 중첩셀 환경에서 무선 자원의 일정량을 QoE를 위한 공유자원으로 할당함으로써 핸드오버 시에 서비스의 QoE를 보장하는 방안을 제시한다. 특히 핸드오버 종류와, 실시간 서비스 및 비실시간 서비스의 특성에 따라 서로 다른 자원할당 방법을 제안한다. 매크로셀에서 펨토셀로의 핸드오버, 그리고 펨토셀 간의 핸드오버에서는 서비스 특성과 QoE에 따라서 자원의 양을 동적으로 할당하는 자원할당 방법을 제시한다. 즉, 고품질 음성이나 동영상, 대화형 게임, 3D 영상 등의 실시간 서비스는 지연에 민감하므로 엄격한 QoE 수준의 지원이 필요한 반면, Web과 FTP 데이터 등의 비실시간 서비스는 상대적으로 지연에 둔감하므로 유연한 QoE 수준을 제공함으로써 패킷 손실에 유연하게 대처할 수 있다. 또한 매크로셀에서 펨토셀로의 핸드오버는 낮은 QoE 만 제공하는 매크로셀로부터 높은 QoE를 제공할 수 있는 펨토셀 영역으로 이동하도록 유도하여 망 전반에 걸쳐 적절한 부하 및 QoE 수준이 유지되도록 한다.

2장에서는 본 논문이 제안하는 방안의 기반 개념에 대하여 기술하고 3장에서는 제안하는 핸드오버 시의 QoE 보장 방안을 제시한다. 4장에서는 시뮬레이션에 의한 성능 평가 결과를 분석한다. 5장에서는 결론과 향후 연구 방향을 제시한다.

II. Preliminaries

1. Radio Resource Management

중첩 셀(overlaid cell)은 매크로셀 내에 펨토셀이 위치하는 계층적 구조이며 본 연구에서는 그림 2와 같이 매크로셀과 펨토셀에 각각 R_{ma} 와 R_{fe} 를 분배하고, 공유자원인 R_{qoe} 에게 일정량의 자원을 분배한다. 여기서 R_{ma} 는 매크로셀 전용자원,

R_{fe} 는 펨토셀 전용자원, 그리고 R_{qoe} 는 매크로셀과 펨토셀의 공유자원으로 특정 조건에 근거하여 펨토셀 또는 매크로셀로부터의 핸드오버 요구 시에 QoE를 보장하기 위하여 할당된다.

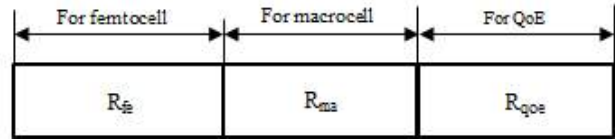


Fig. 2. Resource Allocation Strategy

2. Determining the level of QoE

본 연구에서는 서비스 유지를 위한 QoE 수준으로서 MOS(Mean Opinion Score)를 적용하고 MOS의 각 수준은 지연 기준치로 정의된다.

$$mos_f \leq mos_{qoe} \leq mos_e \quad (1)$$

$$qoe^{td} + qoe^{pd} \leq mos_f \quad (2)$$

QoE 성립 조건은 식 (1-2)와 같다. 여기서 mos_e 은 MOS가 Excellent(5), mos_f 은 MOS가 Fair(3), mos_{qoe} 은 협약된 MOS 수준을 의미한다. qoe^{td} 는 전송지연, qoe^{pd} 는 처리지연을 의미한다. 식 (1)은 지연 수준이 Fair(3)을 만족시켜야 함을 의미하고, 식 (2)는 전송지연과 처리지연의 합이 mos_f 보다 작아야 함을 의미한다. 실시간 서비스의 경우 협상된 전송지연 수준 mos_e 를 지원해야하고, 비실시간 서비스의 경우 원칙적으로 전송지연 수준은 mos_e 를 지원하지만 허용 가능 전송지연 수준 mos_f 까지 허용한다.

3. Relation between Radio Allocation and Delay

실시간 서비스와 비실시간 서비스의 지연 특성에 근거하여 각기 다르게 설정한다. 식 (3)은 실시간 서비스의 지연 제약 조건을 나타낸다. 여기서 d_k^{exert} 는 실시간 서비스 k 가 수행 중에 발생하는 전송지연 수준, d_k^{qoert} 는 실시간 서비스 k 의 사용자 요구 QoE 수준, 그리고 $d_k^{serlert}$ 는 실시간 서비스의 특성에 기인하여 시스템에서 정의된 전송지연 수준으로서, 여기에서는 최소 전송지연수준을 의미한다.

$$d_k^{exert} < d_k^{qoert} < d_k^{serlert} \quad (3)$$

d_k^{qoert} 가 적용된 사용자요구전송률 ζ_k^{qoert} 을 고려한다. 식 (4)와 같이 ζ_k^{qoert} 는 허용가능 최소전송률 ζ_k^{rtmin} 보다 크고, 허용가능 최대전송률 ζ_k^{rtmax} 보다 작다고 정의한다.

$$\zeta_k^{rtmin} < \zeta_k^{qoert} < \zeta_k^{rtmax} \quad (4)$$

식 (5)는 비실시간 서비스의 지연 제약 조건을 나타낸다. 여기

서 $d_k^{exe|nrt}$ 는 비실시간 서비스 k 가 수행 중에 발생하는 전송 지연 수준, $d_k^{qoe|nrt}$ 는 비실시간 서비스 k 의 사용자 요구 QoE 수준, 그리고 $d_k^{ser|nrt}$ 는 비실시간 서비스의 특성에 기인하여 시스템에서 정의된 전송지연 수준으로서, 여기에서는 비실시간 서비스 k 의 허용 가능한 최대전송지연수준을 의미한다.

$$d_k^{qoe|nrt} < d_k^{exe|nrt} < d_k^{ser|nrt} \quad (5)$$

식 (6)와 같이 $\zeta_k^{qoe|nrt}$ 은 $\zeta_k^{rt|min}$ 보다 크며, $\zeta_k^{rt|max}$ 보다 작다고 정의한다.

$$\zeta_k^{rt|min} < \zeta_k^{qoe|nrt} < \zeta_k^{rt|max} \quad (6)$$

III. The Proposed QoE Mechanism

본 연구에서는 세 가지 유형의 핸드오버를 고려한다.

- ① 웹토셀에서 매크로셀로의 핸드오버: MT가 서비스 받던 웹토셀 지역을 이탈하여 매크로셀 지역으로 이동할 때 발생하는 핸드오버로서 제한 없이 수행한다. 매크로셀에서는 계약된 QoE 수준을 보장해야 한다. 이를 위하여 R_{ma} , R_{qoe} 를 점유한다.
- ② 매크로셀에서 웹토셀로의 핸드오버: 매크로셀에서 QoE를 보장할 수 없을 경우 선별적으로 수행한다. QoE 수준을 보장받지 못하는 서비스를 웹토셀로 절체시킴으로써 매크로셀의 부하를 조절할 수 있으므로 매크로셀 서비스의 안정적인 운용이 가능하다. 또한 해당 서비스를 웹토셀로 절체하여 QoE를 지원함으로써 서비스 연속성을 보장할 수 있다. 이를 위하여 R_{fe} 와 R_{ho} 의 점유를 시도한다.
- ③ 웹토셀간의 핸드오버: 웹토셀에서 서비스 수행중인 MT가 인접 웹토셀로 이동할 때 발생하는 핸드오버이다. 목적 웹토셀에서 핸드오버 요구를 수용하지 못할 경우에 매크로셀로 2차 핸드오버를 수행하여 서비스 연속성을 보장한다. 이를 위하여 R_{fe} , R_{qoe} 그리고 R_{ma} 의 점유를 시도한다.

1. Handover from Femtocell to Macrocell

매크로셀로의 핸드오버가 결정된 후에는 아래와 같이 자원 할당을 시도한다.

- ① R_{ma} 의 점유를 시도하고, R_{ma} 의 자원으로 QoE 수준을 만족할 수 없다면 R_{qoe} 를 점유한다.
- ② 실시간 서비스의 경우 mos_e 수준에 적합한 자원을 할당한다.
- ③ 비실시간 서비스의 경우 mos_f 수준에 적합한 자원을 할당한다.

1.1 실시간 서비스를 위한 자원 할당

실시간 서비스는 전송지연시간에 절대적으로 민감하므로 핸드오버 시에 QoE를 유지하기 위하여 식 (7)이 성립해야 한다. 여기서, sc 은 사용자에게 할당된 가용 부채널의 수, b_i 은 각 부채널의 전송가능 비트율을 의미한다. $d_k^{qoe|nrt}$ 는 mos_e 수준에 해당한다.

$$\sum_{i=1}^{sc} b_i = \zeta_k^{qoe|nrt} \quad (7)$$

$$\text{subject to } d_k^{exe|nrt} < d_k^{qoe|nrt}$$

서비스 k 가 핸드오버할 매크로셀에서 식 (8)과 같이 QoE 수준을 보장할 수 있다면 R_{ma} 의 자원을 할당한다. 여기서 b_k^{ma} 는 매크로셀의 서비스가 R_{ma} 으로 부터 획득할 수 있는 전송률의 합을 의미한다.

$$b_k^{ma} \geq \zeta_k^{qoe|nrt} \quad \text{subject to } d_k^{exe|nrt} < d_k^{qoe|nrt} \quad (8)$$

식 (8)이 성립하지 않는다면 식 (9)와 같이 전송지연을 해소하기 위하여 R_{qoe} 의 자원을 추가 할당한다. 여기서 b_k^{qoe} 는 서비스가 R_{qoe} 으로 부터 획득할 수 있는 전송률의 합을 의미한다.

$$b_k^{qoe} + b_k^{ma} \geq \zeta_k^{qoe|nrt} \quad \text{subject to } d_k^{exe|nrt} < d_k^{qoe|nrt} \quad (9)$$

1.2 비실시간 서비스를 위한 자원 할당

비실시간 서비스는 실시간 서비스에 비하여 전송지연시간에 민감하지 않지만 허용 가능한 전송지연시간은 유지해야 하므로 식 (10)이 성립해야 한다. 여기서, $d_k^{qoe|nrt}$ 는 mos_e 와 mos_f 사이의 수준을 의미한다.

$$\sum_{i=1}^{sc} b_i = \zeta_k^{qoe|nrt} \quad (10)$$

$$\text{subject to } d_k^{exe|nrt} \leq d_k^{ser|nrt}$$

목적 매크로셀에서 핸드오버한 서비스 k 의 QoE 수준을 보장할 수 있다면 R_{ma} 의 자원을 할당한다.

$$b_k^{ma} \geq \zeta_k^{qoe|nrt} \quad \text{subject to } d_k^{exe|nrt} < d_k^{qoe|nrt} \quad (11)$$

식 (11)이 성립하지 않는다면 식 (12)와 같이 전송지연을 해소하기 위하여 R_{qoe} 의 자원을 추가 할당한다.

$$b_k^{qoe} + b_k^{ma} \geq \zeta_k^{qoe|nrt} \quad \text{subject to } d_k^{exe|nrt} < d_k^{qoe|nrt} \quad (12)$$

식 (12)이 성립하지 않는다면 식 (13)과 같이 일시적으로 허용가능 최대전송지연까지 수용한다.

$$b_k^{qoe} + b_k^{ma} \geq \zeta_k^{qoe|nrt} \quad \text{subject to } d_k^{exe|nrt} < d_k^{ser|nrt} \quad (13)$$

2. Handover from Macrocell to Femtocell

매크로셀에서 웹토셀로의 핸드오버는 아래의 조건 1을 포함하여 2개 이상의 조건이 부합할 경우에 허용한다. 두 조건 이

상일 경우 핸드오버를 허용함으로써 시스템 내 QoE 보장 비율의 확대를 목적으로 한다.

- ① 조건 1: 펌토셀의 QoE 수준이 기준치 이상일 경우
- ② 조건 2: 매크로셀 사용자의 R_{qoe} 을 점유율이 기준치 이상일 경우
- ③ 조건 3: 핸드오버를 요구하는 실시간 서비스의 QoE 수준이 mos_e 이하인 경우
- ④ 조건 4: 핸드오버를 요구하는 비실시간 서비스인 경우 QoE 수준이 mos_f 이하인 경우

2.1 실시간 서비스를 위한 자원 할당

비실시간 서비스는 상위의 조건 1, 조건 2 또는/그리고 조건 3 해당할 경우에 핸드오버가 수락된다. 핸드오버할 펌토셀에서 식 (14)와 같이 QoE 수준을 보장할 수 있다면 R_{fe} 의 자원을 할당한다. 여기서 b_k^{fe} 는 서비스가 R_{qoe} 으로 부터 획득 가능한 전송률의 합을 의미한다.

$$b_k^{fe} \geq \zeta_k^{qoe|rt} \text{ subject to } d_k^{exe|rt} < d_k^{qoe|rt} \quad (14)$$

식 (14)이 성립하지 않는다면 식 (15)와 같이 전송지연을 해소하기 위하여 R_{qoe} 의 자원을 추가 할당한다.

$$b_k^{qoe} + b_k^{fe} \geq \zeta_k^{qoe|rt} \text{ subject to } d_k^{exe|rt} < d_k^{qoe|rt} \quad (15)$$

2.2 비실시간 서비스를 위한 자원 할당

비실시간 서비스는 상위의 조건 1, 조건 2 또는/그리고 조건 4에 해당할 경우에만 핸드오버가 수락된다. R_{fe} 만을 점유할 수 있고 R_{qoe} 를 점유할 수 없다.

핸드오버할 펌토셀에서 식 (16)과 같이 QoE 수준을 보장할 수 있다면 R_{fe} 의 자원을 할당한다.

$$b_k^{fe} \geq \zeta_k^{qoe|nrt} \text{ subject to } d_k^{exe|nrt} < d_k^{qoe|nrt} \quad (16)$$

식 (16)이 성립하지 않는다면 식 (17)과 같이 일시적으로 허용가능 최대전송지연까지 수용한다.

$$b_k^{fe} \geq \zeta_k^{qoe|nrt} \text{ subject to } d_k^{exe|nrt} < d_k^{ser|nrt} \quad (17)$$

3. Handover between Femtocells

펌토셀 간의 핸드오버는 펌토셀로의 핸드오버를 1순위로 하고 QoE 수준을 보장하지 못하면 매크로셀로의 핸드오버를 시도한다. 핸드오버가 결정된 후에는 아래와 같은 절차로 자원할당을 시도한다.

- R_{ma} 의 점유를 시도하고, R_{ma} 의 자원으로 QoE 수준을 만족할 수 없다면 R_{qoe} 를 점유한다.
- 실시간 서비스의 경우 mos_e 수준에 적합한 자원을 할당한다.

- 비실시간 서비스의 경우 mos_f 수준에 적합한 자원을 할당한다.

3.1 실시간 서비스를 위한 자원 할당

실시간 서비스는 펌토셀로의 핸드오버 시에 QoE를 유지하기 위하여 식 (18)이 성립해야 한다.

$$\sum_{i=1}^{sc} b_i = \zeta_k^{qoe|rt} \quad (18)$$

$$\text{subject to } d_k^{exe|rt} \leq d_k^{qoe|rt}$$

핸드오버할 펌토셀에서 식 (19)와 같이 QoE 수준을 보장할 수 있다면 R_{fe} 의 자원을 할당한다.

$$b_k^{fe} \geq \zeta_k^{qoe|rt} \text{ subject to } d_k^{exe|rt} < d_k^{qoe|rt} \quad (19)$$

식 (19)이 성립하지 않는다면 매크로셀로의 절체를 시도한다. 식 (20)와 같이 R_{ma} 의 자원을 할당한다.

$$b_k^{ma} \geq \zeta_k^{qoe|rt} \text{ subject to } d_k^{exe|rt} < d_k^{qoe|rt} \quad (20)$$

식 (20)가 성립하지 않는다면 식 (21)과 같이 R_{qoe} 의 자원을 추가 할당한다.

$$b_k^{qoe} + b_k^{ma} \geq \zeta_k^{qoe|rt} \text{ subject to } d_k^{exe|rt} < d_k^{qoe|rt} \quad (21)$$

3.2 비실시간 서비스를 위한 자원 할당

비실시간 서비스는 허용 가능한 전송지연시간은 유지해야하므로 식 (22)이 성립해야 한다.

$$\sum_{i=1}^{sc} b_i = \zeta_k^{qoe|nrt} \quad (22)$$

$$\text{subject to } d_k^{exe|nrt} \leq d_k^{ser|nrt}$$

핸드오버한 서비스 k 의 QoE 수준을 보장할 수 있다면 R_{fe} 의 자원을 할당한다.

$$b_k^{ma} \geq \zeta_k^{qoe|nrt} \text{ subject to } d_k^{exe|nrt} < d_k^{qoe|nrt} \quad (23)$$

식 (23)이 성립하지 않는다면 매크로셀로의 절체를 시도한다. 식 (24)와 같이 R_{ma} 의 자원을 할당한다.

$$b_k^{ma} \geq \zeta_k^{qoe|nrt} \text{ subject to } d_k^{exe|nrt} < d_k^{qoe|nrt} \quad (24)$$

식 (24)이 성립하지 않는다면 식 (25)와 같이 R_{qoe} 의 자원을 추가 할당한다.

$$b_k^{qoe} + b_k^{ma} \geq \zeta_k^{qoe|nrt} \text{ subject to } d_k^{exe|nrt} < d_k^{qoe|nrt} \quad (25)$$

IV. Performance Evaluation

제안된 방법의 성능 평가를 위해 각 매크로셀에 n 개의 펌토

셀이 균일하게 분포되고 재사용도가 1인 매크로셀 및 펌토셀 중첩 LTE-Advanced 망을 고려하였다. MT의 서비스 요구는 셀 내에서 고르게 발생하며, 멀티미디어 서비스의 발생은 포아송 분포를 따른다. 시스템 차원의 주요 시뮬레이션에 OFDMA-based 3GPP LTE-Advanced system [12]과 3GPP LTE Ericsson model [13]의 시스템 수준 파라미터와 채널 구조가 적용된다. 본 연구에서 적용한 시뮬레이션 파라미터를 표 1에 보인다.

Table 1. Simulation Parameters [14-16]

Item	Parameter (Value)
Frequency Bandwidth	Carrier Frequency : 2.3GHz
	Effective Frequency: 8.75MHz
BS Tx	BS Tx power: 43dBm
	BS Max EIRP: 60dBm
Channel Model	<ul style="list-style-type: none"> Path-loss Model <ul style="list-style-type: none"> - Urban Macro Type - path-loss exponent: 4
	<ul style="list-style-type: none"> Shadowing Model <ul style="list-style-type: none"> - WINNER Channel Model II - 8dB
	<ul style="list-style-type: none"> Fading Model <ul style="list-style-type: none"> - ITU-R M.1225 pedestrian B - 5dB
SINR	Exponential: 3dB

그림 3은 매크로셀에 n 개의 펌토셀이 중첩된 환경에서 제안된 방법을 성능을 평가하기 위한 시뮬레이션 시나리오를 보이고 있다[16-18]. 본 시뮬레이션 구조는 네트워크 시뮬레이터인 NS-2를 기반으로 구축되었으며 Tcl 스크립트 코드와 C++을 사용하였다. 메시지 큐는 신규 세션 및 핸드오버 요구를 처리하는 프리미티브(primitive)를 위해 사용되고, RM-DB는 접속 망의 자원과 부하 등의 현재 상태 정보를 저장하며, 제안된 알고리즘과 연결된다.

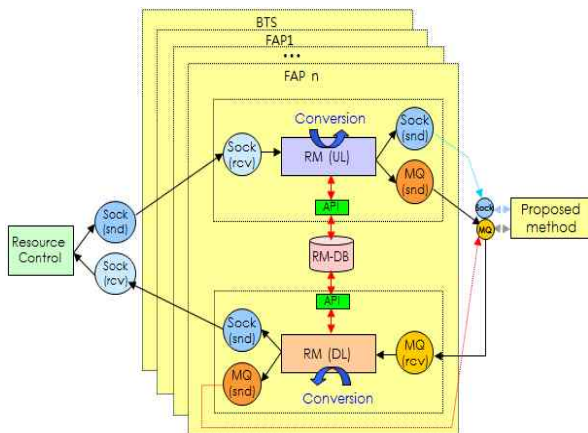


Fig. 3. Simulation Scenario

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

멀티미디어 서비스는 전송률, 전송 지연, 지속 시간 등에 있어서 다양한 특성을 보유하므로 제안된 방법이 멀티미디어 서비스에 대해 끼치는 영향을 분석하기 위하여 표 2에 보인 바와 같은 여러 유형의 실시간 및 비실시간 서비스를 고려하였다[16-18].

본 연구에서 제안한 방법의 성능을 평가하기 위하여, Piamrat의 방식[19] 그리고 Liu의 방식[20] 과 비교·분석한다. Piamrat의 방식[19]에서는 각 셀에서 지원 가능한 QoE 상태에 근거하여 최적의 셀을 선정하고 핸드오버를 수행하는 방법을 제안하였다. 그러나 이 방법은 사용자의 서비스 특성을 반영하지 않으므로 데이터 처리율 등에서 한계를 보인다. Liu의 방식[20]에서는 멀티미디어 서비스의 QoE를 보장할 목적으로 MIH에 근거하여 이중 셀간 핸드오버를 수행하는 방법을 제안하였다. 이 방법도 사용자의 서비스 특성을 정확히 반영하지 못하므로 Outage 확률 등의 성능 향상에 한계를 보인다.

그림 4은 셀 내 서비스의 증가에 따른 Outage 확률의 비교 결과이다. Outage 확률은 핸드오버한 서비스의 QoE가 Fair(3) 이하인 서비스의 비율로서 계산하였다. 제안된 방법이 Piamrat의 방식[19]과 Liu의 방식[20]에 비하여 Outage 확률을 향상시켰다. 이는 무선 자원의 일정량을 QoE를 위한 공유자원으로 할당하고 이를 통하여 핸드오버 시에 서비스의 QoE를 보장하기 때문이다. 또한 매크로셀에서 QoE를 보장할 수 없을 경우 해당 서비스를 중첩 셀로 절체하여 QoE를 지원함으로써 Outage 확률을 향상시켰다.

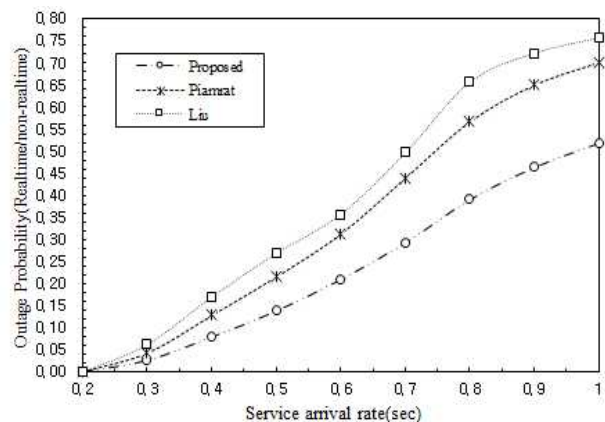


Fig. 4. Outage Probability

그림 5는 MT의 서비스 요구 증가에 따른 데이터 처리량의 변화를 보인다. 부하 0.6이상에서는 Piamrat의 방식[19]와 Liu의 방식[20]에 비하여 데이터 처리량이 증가된다. 이것은 실시간/비실시간 서비스의 지연 특성을 기반으로 QoE 공유자원을 할당할 수 있어서 항상 최대한의 가용 자원을 확보할 수 있기 때문인 것으로 판단된다. 또한 QoE 수준을 보장받지 못하는 서비스를 펌토셀로 절체시킴으로써 매크로셀의 부하를 조절할 수 있으므로 매크로셀 자원의 효율적인 운용이 가능하다. 더불어 비실시간 서비스의 경우 일시적으로 허용가능한 범위 이내의 최대전송지연까지 수용함으로써 최대한 무선자원을 점유가능하게 한다.

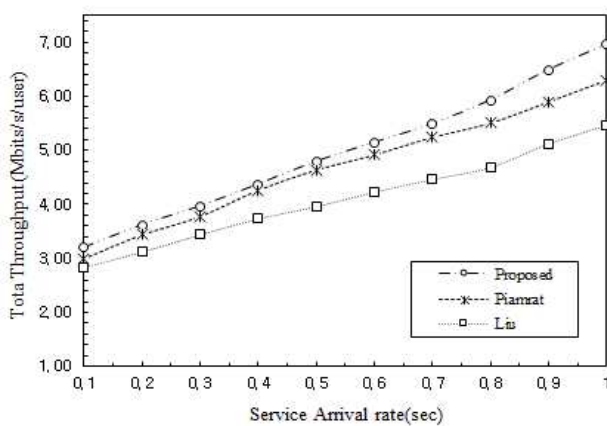


Fig. 5. Total Throughput

V. Conclusions

본 논문에서는 펌토셀에서 매크로셀로의 핸드오버, 매크로셀에서 펌토셀로의 핸드오버, 펌토셀간의 핸드오버 시의 QoE를 보장하기 위한 자원할당 방법을 제안하였다. 제안된 방안에서는 각각의 핸드오버 유형 별로 적합한 자원 분배 방법을 사용하고 실시간 및 비실시간 서비스의 지연 특성에 기반을 두어 QoE를 보장한다. 제안된 방안의 성능 평가를 위해 outage 확률, 총 처리량을 성능 척도로 하여 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 결과에 의하면 제안된 방안은 기존의 방안들에 비해 우수한 성능을 가지는 것으로 확인되었다. 향후 본 연구를 5G 시스템에 적용하기 위하여 접속 망 및 코어 망과의 연계를 고려한 QoE 방법의 연구가 필요하다.

REFERENCES

- [1] S. Deswal, A. Singhrova, "A Review of Handover Schemes in Overlaid Macro-femto Cellular Networks," The 2014 International Conference on Wireless Networks, 2014
- [2] Amevi Acakpovi, Henry Sewordor, Koudjo M.Koumadi, "Performance Analysis Of Femtocell in an Indoor Cellular Network," IJCNWC, vol. 3, no. 2250-3501, June 2013.
- [3] A. Singhrova, N. Prakash, "Vertical handoff decision algorithm for improved quality of service in heterogeneous wireless networks," IET Communications, vol. 6, no. 2, pp. 211-223, 2012.
- [4] Azita Laily Yusof, Siti Sabariah Salihin, Norsuzila Ya'acob, and Mohd Tarmizi Ali, "Performance Analysis of Handover Strategy in Femtocell Network," Journal of Communications vol. 8, no. 11, Nov. 2013.
- [5] D. Xenakis, N. Passas, L. Merakos, and C. Verikoukis, "Mobility Management for Femtocells in LTE-Advanced: Key Aspects and Survey of Handover Decision Algorithms," IEEE Communications Surveys & Tutorials, No. 99, pp. 1-28, July 2013.
- [6] X. Chu, Y. Wu, D. Lopez-Perez, and X. Tao, "On Providing Downlink Services in Collocated Spectrum-Sharing Macro and Femto Networks," IEEE Transactions on Wireless Communications, vol. 10, no. 12, pp. 4306-4315, December 2011.
- [7] J. Li, H. Shi, H. Ju, and Jie Zheng, "Queue-Aware Resource Allocation Scheme in Hybrid Macrocell-Femtocell Networks," IEEE 87th Vehicular Technology Conference (VTC Fall), pp. 1-5, 2013.
- [8] M. Rosdi, A. Yusof, M. T. Ali, N. Ya'acob, M. Ismail, M. A. Zainali, M. S. NasroAli and B. A. Bakar, "Fairness of radio resource partitioning for macrocell and femtocell networks," IEEE Symposium on Wireless Technology and Applications (ISWTA), pp. 22-25, Sep. 2013.
- [9] M. C. Erturk, H. Aki, I. Guvenc and H. Arslan, "Fair and QoS-Oriented Spectrum Splitting in Macrocell-Femtocell Networks," IEEE GLOBECOM 2010, pp. 1-6, 2010.
- [10] C. L. Wickramasinghe and C. B. Wavegedara, "A Dynamic Resource Management Scheme for Two-Tier LTE Femtocell Networks," IEEE 8th International Conference on Industrial and Information Systems(ICIIS), 18-20, Aug. 2013
- [11] B. Niu and V. W. S. Wong, "The Design of Resource Management Mechanism with Hybrid Access in a Macro-Femto System," IEEE Global

- Communications Conference (GLOBECOM) - Wireless Networking Symposium, 4679-4685, 2013.
- [12] 3GPP TR R1-050255, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Downlink Transmission Scheme," April 2005.
- [13] 3GPP TS 36.211 v8.4.0, "Evolved Universal Terrestrial Radio Access (E-UTRA); Physical Channel and Modulation," Sep. 2008.
- [14] J. Lee and M. Lee, "Sub-channel Allocation Based on Multi-level Priority in OFDMA Systems," *KSII Transactions on Internet and Information Systems*, Vol. 7, No.8, pp. 1876-1889, August 2013.
- [15] P. Kyosti et al., "WINNER II Channel Models," *IST-WINNER II D1.1.2*, November 2007.
- [16] J. Lee and M. Lee, "Resource Allocation Scheme for Macro-Femtocell Overlaid LTE-Advanced Networks," *Korea Society of Computer Information*, Vol. 19, No. 12, pp. 81-89, December 2014.
- [17] 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 and Information*, Vol. 18 No. 2, pp. 59-68, Feb. 2013.
- [18] J. Lee and M. Lee, "Interrelation Based Resource Allocation Scheme for Mobile Multimedia Networks," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 15 No. 8, pp. 79-87, Oct. 2010.
- [19] K. Piamrat, A. Ksentini, C. Viho, and J. Bonnin, "QoE-aware Vertical Handover in Wireless Heterogeneous Networks," *IEEE International Wireless Communications and Mobile Computing Conference*, pp. 95-100, July 2011.
- [20] L. Liu, L. Sun, and E. Ifeachor, "A QoE-driven Vertical Handover Algorithm Based on Media Independent Handover Framework," *IEEE International Conference on Wireless and Mobile Computing, Networking and Communications*, pp. 51-58, Dec. 2015.

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.