

## 핸드오버 시 이동 단말기에서 다중 세션 지원을 위한 자원 할당 방안

이 문 호\*, 이 종 찬\*\*

### A Resource Allocation Method for Supporting Multiple Sessions in a Mobile Terminal during Handover

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

#### 요 약

초고속 전송 속도와 ALL-IP 기술을 기반으로 다양한 이종 접속망과 연동할 LTE-Advanced 망은 다중 모드의 이동단말기와 결합하여 U-cloud Streaming, LBS, 모바일 스마트 TV 와 같이 보다 혁신적이고 매력적인 이동 멀티미디어 응용의 구현을 가능케 할 것이다. 이러한 이동 멀티미디어 서비스를 제공하려면 이동 단말기가 서비스 품질 요구사항이 상이한 다수의 세션을 동시에 지원해야 한다. 특히 핸드오버 시 지연 및 손실에 의해 서비스 지속성에 악영향을 줄 가능성이 있으므로, 다중 세션들의 QoS를 유지하기 위한 효율적인 자원 예약 및 할당 방안이 필요하다. 본 논문은 세션 우선순위와 세션 자원 할당에 근거하여 다중 세션을 효과적으로 수용하기 위한 핸드오버 시의 자원 할당 방법을 제안한다. 제안된 기법의 성능을 핸드오버 세션 강제절단률을 척도로 하여 시뮬레이션에 의해 분석한다.

▶ 키워드 : 핸드오버, LTE-Advanced, 다중세션, 자원할당

#### Abstract

LTE-Advanced network will form the high-speed IP backbone in collaboration with heterogeneous radio access networks for dynamic optimized resource utilization. In order to implement more innovative and attractive services such as U-Cloud streaming, LBS and mobile smart TV, a mobile terminal needs to support multiple sessions simultaneously. Efficient resource allocation schemes are necessary to maintain QoS of multiple sessions because service continuity

• 제1저자 : 이문호 교신저자 : 이종찬

• 투고일 : 2012. 02. 08, 심사일 : 2012. 03. 22, 게재확정일 : 2012. 04. 07.

\* 청운대학교 멀티미디어학과(Dept. of Multimedia Science, Chungwoon University)

\*\* 국립군산대학교 컴퓨터정보공학과(Dept. of Computer Information Engineering, Kunsan National University)

may be defected by delay and information loss during handover. This paper proposes a resource allocation scheme to accommodate multiple sessions in a mobile terminal on handover period based on session priority mechanism. Simulation is focused on the forced termination probability of handover sessions. Simulation results show that our proposed method provides a better performance than the conventional method.

▶ Keyword : handover, LTE-Advanced, multiple session, resource allocation

## I. 서 론

WCDMA 망이 R6까지 발전하면서 하향 14.4Mbps, 상향 5.8 Mbps의 고속 데이터 서비스를 지원할 수 있게 되었지만, 2G 또는 3G 시스템이 제공하는 서비스의 단순 확장이 아닌 U-cloud Streaming, LBS, 모바일 스마트 TV 및 사물통신과 같이 보다 혁신적이고 매력적인 멀티미디어 서비스를 안정된 품질로 제공할 수 있는 4세대 이동통신 시스템으로 진화하기 위해서는 망의 구조와 성능을 향상시켜야 할 필요성이 제기되었다[1-2]. 이에 따라 ITU는 4G 이동통신 기술을 IMT-Advanced로 규정하고, 저속 이동 시 1Gbps, 고속 이동 시 100Mbps의 초고속 전송률, 망 융합(Network Convergence), 끊임없는 연결(Ubiquitous & Seamless Connection) 등을 특징으로 정의하고 있으며, 현재 위의 요건을 충족시키는 기술로서 3GPP의 LTE(Long Term Evolution)-Advanced 기술에 주목하고 있다[3-5].

LTE-Advanced 시스템은 초고속의 데이터 전송속도와 지역적으로 넓은 영역이 지원되는 최적의 서비스를 제공하기 위하여, WPAN, WLAN, HiperLAN 등 광대역 무선 LAN 뿐만 아니라 2G 혹은 3G 등의 다양한 접속 망들과 서로 융합하여 서비스를 제공하며, hot-spot 영역 위주로 초고속 데이터 통신을 지원하고, hot-spot 영역 외의 지역에는 기존의 시스템과의 연동을 통해 어느 지역에서든 하나의 이동 단말기(Mobile Terminal; 이하 MT)로 최적의 서비스를 제공함을 목표로 한다[6-7]. 이와 같이 다양한 유/무선 통신 시스템들이 IP 기반의 백본 망에 연결되어 있는 이종망 구조에서는 MT의 이동으로 인한 핸드오버 시, 이종망 내부의 접속망 유형에 관계없이 매끄럽게 핸드오버를 하여 서비스 지속성을 보장해야 한다[8-10].

LTE-Advanced에서는 MT에서 다중멀티미디어 서비스가 가능해야 함을 전제로 하고 있다. 이들 서비스는 서로 다른 자원 요구량, QoS 조건 등을 요구하므로 핸드오버 시 끊

임없는 연결에 의한 서비스 지속성을 지원하려면 세션 설정이 독립적으로도 이루어질 수 있어야 한다. 따라서 MT에 동시에 다양한 응용 서비스를 제공할 수 있게 함으로써 음성, 영상, 데이터 서비스 등 자원 할당 요구사항이 서로 다른 서비스들이 서비스 지속성을 가지고 공존할 수 있게 할 필요가 있다. 즉 낮은 부하를 가진 셀로부터 높은 부하를 가진 셀 영역으로 이동할 경우에도 MT의 다중 세션이 요구하는 각각의 QoS(Quality of Service)를 보장할 수 있어야 한다.

Yanhui 등은 다중 세션들의 QoS 요건에 따른 무선 자원 배분의 공정성을 유지하면서도 총 전송률(through-put)을 극대화하기 위한 자원 할당 및 스케줄링 알고리즘을 제안하였다[11]. 위 방식은 무선 자원의 공정성에 중점을 둔 반면에 각 서비스의 자원 점유 특성을 도외시키고 있다. 이에 따라 실시간-비실시간 서비스의 분포 비율이 유사할 경우에는 최적의 성능을 유지할 수 있지만, 현실적으로 서비스 분포 비율의 변동 폭은 상황에 따라 증감할 수 있으므로, 안정성을 중시하는 실제 상용 시스템에 적용하기에는 문제가 있다. 본 연구에서는 핸드오버를 요구하는 MT의 다중 세션들에게 일정한 수준의 QoS 보장하기 위하여, 각 세션 단위의 수락 제어 및 자원 할당에 수반되는 세션 간 우선순위 결정, 클래스별 자원 할당 방안 등을 제시한다. 이를 바탕으로 하여, 실시간성 트래픽의 지연 및 지연 변이 QoS를 만족시키면서 비실시간성 트래픽의 전송률(throughput)을 극대화하기 위한 자원할당 방안인 CRD (Classified Resource Distribution) 기법을 제안한다.

## II. 기반 구조

### 2.1 시스템 구조

그림 1과 같이 WiFi, WiBro, 2G, LTE 등 다양한 무선 망으로 구성되는 융합 무선망에서는 MT에서 다중 멀티미디어 통신을 지원하기 위하여 망 하부계층의 QoS 특성을

RRC(Radio Resource Control) 계층에서 각각 개별적으로 지정한다면 프로토콜 제어 구조가 복잡해진다. 따라서 상위 응용계층에서 해당 응용 서비스 QoS 프로파일을 확인하면 이를 종단간 세션 설정의 파라미터로 적용하는 방식이 필수적이다. 이와 같은 세션 설정은 종단간 세션 설정이지만, 하층 구조에서는 다양한 이종망에 걸쳐서 통신이 일어날 수 있으므로 종단간 세션 결정 시 하부 망의 특성에 맞는 QoS 지원을 적용한다. 예를 들면, RRC 계층이 MT의 상태를 확인하면 현재의 부하 상태, 다른 성능 요소 및 정책에 관한 정보를 MT에게 전송하고, 데이터의 신규 경로 설정 시, QoS 매핑 및 조정을 수행한다. 그 과정이 진행되는 동안 다수의 망 세그먼트를 경유하고, QoS 매핑과 시그널링이 요구될 때 마다 망과 망의 종단 라우터 그리고 MT와 액세스 라우터 사이에 이루어진다.

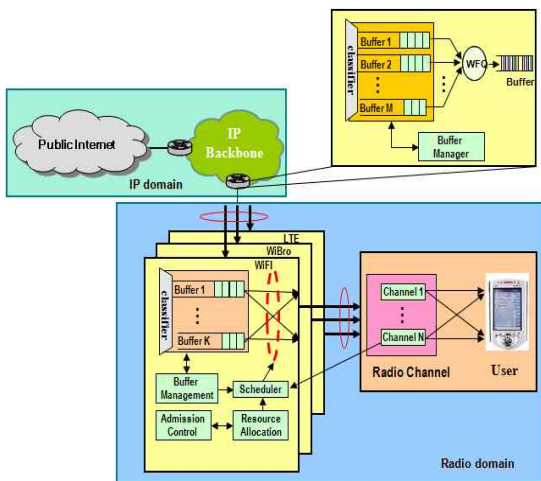


그림 1. 세션의 흐름과 전송 과정  
Fig. 1. Session flow and transmission procedure.

## 2.2 다중 세션 지원

사용자의 신규 서비스 요구에 따라 서비스 중인 세션과 신규 세션을 구분하기 위하여 식별자를 생성한다. 이를 위하여 패킷 서비스가 시작되면 패킷 서비스와 관련된 태스크가 활성화되면서 수신되기를 기다린다. 응용 서비스를 호출 할 때 마다 세션을 식별할 수 있는 연결 식별자인 CSID(Call/Session ID)가 생성 관리된다. 또한 서비스에 적합한 SDP(Session Description Protocol)의 생성을 요구하고 RRC는 무선 자원(Radio Bearer, 이하 RB라 칭함) 할당을 요구하는 메시지를 AP(Access Point)로 전달한다.

네트워크에서의 연결을 식별할 수 있는 식별자인 NID(Network ID)를 해당 CSID와 연관하여 관리한다. 결국 여러 개의 세션이 설정되면 CSID와 NID가 여러 개 순차적으로

생성되면서 관리된다. 마지막으로 이러한 식별자가 실질적으로 전달된 무선 자원 채널의 번호인 RB 번호와 연관되어 관리되며 MT에서 서비스 중인 각각의 세션을 구분하여 효율적인 처리를 가능하게 한다. 이와 같은 식별자는 프로토콜의 각 계층별 식별자로 사용되고 이러한 식별자를 연계하여 복수 개의 세션을 구분할 수 있다. 즉 복수 개의 SDP를 설정할 때, CSID, NID 그리고 RB 번호가 사용되어 복수 개의 SDP가 구분될 수 있도록 설정되고, 이를 통하여 데이터 서비스 시 응용 계층과 IP 계층 사이에서는 CSID가 사용되고, IP계층과 PDCP 계층 사이에서는 NID가 사용되며, PDCP 계층과 RLC 계층 사이에서는 RB 번호가 사용되어 복수 개의 서비스 데이터가 대응되는 세션을 통해 전달될 수 있도록 구분된다. 따라서 MT에서 내부적으로 복수 개의 세션이 설정되어 동시에 여러 가지의 멀티미디어 서비스가 실현될 수 있다. 즉 한 개의 세션이 설정될 때마다 SDP가 생성되면서 무선 자원(RB 할당)이 할당되고, 이들은 상이한 성능 파라미터를 갖게 되어 요구 사항이 다른 서비스들이 각각 할당된 무선 자원을 통하여 가능하게 된다. 그림 2에 다중 세션 설정과정을 보인다.

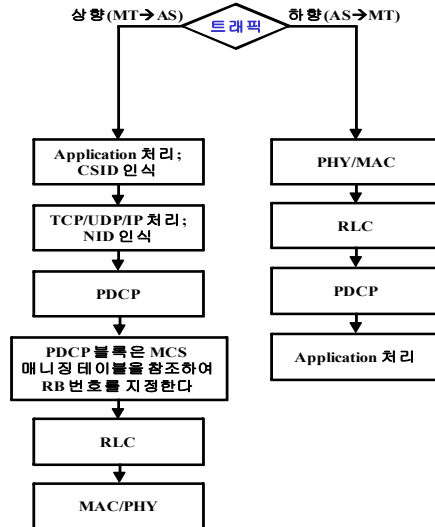


그림 2. MT의 다중 세션 설정 과정  
Fig. 2. Multiple session establishment in a mobile terminal

MT에서 서비스 중인 세션을 구분하기 위하여 식별자를 생성하고 사용자로부터 데이터 송수신의 요구가 있을 경우, 그 서비스에 대응되는 식별자를 통해 구분함으로써 서비스를 수행한다. 이를 위하여 [표 1]과 같이 MCS(Multiple Call/Session) 테이블에 생성된 식별자를 저장하고 관리한다. 제 1 식별자는 각 세션 연결을 식별할 수 있는 CSID, 제

2 식별자는 RAN에서 할당하는 RB 번호 그리고 제 3 식별자는 네트워크에서 연결을 식별할 수 있는 NID로서 MCS 테이블에 저장된다.

표 1. MCS 관리 테이블  
Table 1 MCS Management table

MTID	IP	CSID	RB Number	NID
MT20030930	123.345.78.90	CSID-1	RB-1	NID-1
MT20030930	123.345.78.90	CSID-2	RB-2	NID-2
MT20030930	123.345.78.90	CSID-3	RB-3	NID-3

### III. 기능별 다중 세션 처리 방법

#### 3.1 다중 세션 처리를 위한 클래스 분류

이동 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서는 다양한 특성을 갖는 트래픽을 동시에 전송해야 한다. 이를 위해서는 트래픽을 그 QoS에 맞추어 이를 보장할 수 있는 전송 서비스를 망에서 제공해야 한다. 그러나 세션별 트래픽 특성은 응용 서비스에 따라 달라질 수 있고 응용이 다른 세션마다 상이한 지연 및 손실 요구 사항을 가질 수 있으며, 망은 모든 세션 별로 개별적으로 요구 사항을 맞추어야 한다. 이러한 방법은 망이 각각의 세션에 대하여 다른 서비스를 제공해야 하는 복잡성을 수반하므로 구현이 어렵다. 본 연구에서는 전송 지연과 패킷 손실의 영향에 따라 [표 2와 같이 서비스를 4가지 클래스로 정의하고 요구 세션을 해당하는 클래스에 할당한다. 따라서 각 서비스 요구 시에 그 클래스가 결정되고, 이에 따라 각각의 우선순위가 순차적으로 결정된다. 실시간 특성을 갖는 서비스에 전송의 우선권을 부여하기 위하여 LL>LH>HL>HH의 순으로 우선순위를 정한다.

표 2. 클래스 분류  
Table 2. Type of classes

클래스 분류	특성	종류	순위
LL (LowDelay, LowLoss)	지연에 민감하며 손실에도 취약한 실시간 서비스	911서비스, 위치 인식 서비스, 고음질 오디오, 대화식 게임	1
LH (LowDelay, HighLoss)	지연에 민감하나 손실에 대해서는 덜 취약한 실시간 서비스	Stream Audio/Video, Conversational Voice/Video	2
HL (HighDelay, LowLoss)	지연에 덜 민감하나 손실에는 취약한 비실시간 서비스	웹 브라우징, E-mail, FTP	3
HH (HighDelay, HighLoss)	지연에 민감하지 않고 손실에도 덜 취약한 서비스	Background 서비스 (E-mail통지, Fax 등)	4

자원을 효율적으로 관리하기 위하여 서비스 형태에 따라 상이한 관리 방법을 사용한다. 클래스LL 서비스는 설정 시 할당된 고정된 무선 자원을 전 서비스 시간에 걸쳐서 변화 없이 사용한다. 그러나 클래스 LH의 경우는, 최소 비트 전송률 (Minimum Bit Rate; 이하 MiBR)과 최대 비트 전송률 (Maximum Bit Rate; 이하 MaBR)을 동시에 지정함으로써 망의 전송 상태에 대한 기지국의 정보에 따라 MiBR과 MaBR 사이에서 전송률을 조정할 수 있다. LH 클래스는 지연에 비하여 패킷 손실에 민감하므로 이에 대한 보장 여부가 전체 QoS를 결정하는 관건이 된다.

#### 3.2 다중 세션을 위한 자원 운용 구조

자원 할당은 무선구간에서의 멀티미디어 서비스가 부각되면서 그 중요도가 커지고 있는 QoS 보장 기술이다. 즉 하나의 공용채널을 여러 종류의 서비스와 여러 가입자가 동시에 공유하면서 발생하는 각 서비스별, 가입자별 QoS를 만족시켜야 하는 문제점을 해결할 수 있는 기술로 볼 수 있다. 현재의 기술적 이슈는 실시간 및 비실시간 패킷 데이터가 혼재한 상황에서 실시간 트래픽의 지연 및 지연 번이 QoS를 만족시키면서 비실시간 트래픽의 최소 오류를 갖는 전송률 (throughput)을 최대로 하는 것이다. 시간 지연에 민감하지 않은 데이터 서비스라 할지라도 서비스 가격을 낮추고, 소비자의 만족도를 증가시키기 위해서는 일정 수준 이하의 시간 지연은 각 사용자가 요구하는 QoS에 포함되어야 한다. 이를 위하여 무선구간(radio access bearer service)에서의 전송 지연 요구사항은 효과적인 세션 수락 제어 및 부하 제어 방법과 병행하여 이루어져야 하며, 손실률에 대한 요구사항은 재전송 및 큐잉을 통한 서비스 제어가 필요하다.



그림 3. 다중 세션을 위한 자원 할당 구조  
Fig. 3. Resource allocation for multiple session

그림 3에 다중 세션을 위한 자원 운용 구조를 보인다. 본 구조는 빈번한 핸드오버를 효율적으로 수용하기 위한 구조에 중점을 두어 설계하였으며 수락 제어 및 부하제어와 밀접한 관계를 갖는다. 각 기지국에 할당된 총 자원의 영역은 5개의 채널- LL-C, LH-C, HL-C, HH-C, SH-C -로 분류된다. 이는 수락 제어 및 자원 할당의 측면에서 비실시간성 패킷(여

기서는 HL, HH)에 비하여 실시간성 패킷(여기서 LL과 LH)에 우선권을 주어 할당한다. 각 클래스는 일정량의 예약된 자원을 가진다. 우선순위를 갖는 실시간성 클래스를 서비스하기 위하여 비실시간 클래스에 일시적으로 큰 버퍼를 할당하여 혼잡을 해결하려 한다면 지연을 초래하게 된다. 버퍼의 크기를 무한대로 만들어 혼잡을 제거하려 한다면 패킷은 영원히 지연된다.

따라서 자원이 부족할 지라도 일정량의 비실시간성 데이터를 주기적으로 전송하고, 자원이 충분할 때, 버퍼에 쌓인 비실시간성 데이터에 대해 짧은 시간에 많은 자원을 할당하여 전송하는 방법을 사용한다. 비실시간 클래스의 경우, 일정 자원을 보장해 주지 않으면, 핸드오버 시, 전송되지 못한 채로 버퍼에 쌓인 많은 패킷의 손실 가능성으로 인하여, 포워딩(forwarding) 또는 재전송이 불가피하게 요구되며 이는 결국 시스템 부하를 초래한다. 따라서 일정량의 비실시간성 데이터가 주기적으로 서비스될 수 있도록 최소한의 자원을 보장함으로써 이러한 문제를 해결할 수 있다.

자원 할당의 기본 구조는 다음과 같다. 각 클래스를 위하여 예약된 자원의 양은 4개의 클래스가 동일하다. 부하제어 등을 통하여 동적으로 각 클래스에 예약된 자원을 조정할 수 있으며 자원을 0으로 설정하면 그 클래스에 예약되는 자원이 없게 된다. 각 클래스는 공유 자원을 점유할 수 있다. 공유 자원 점유의 우선순위는 클래스 LL>LH>HL>HH의 우선순위를 가지며 상위의 우선순위를 가진 클래스는 하위의 우선순위를 가진 클래스가 점유한 공유 자원을 부하제어의 결과에 따라 회수하여 점유할 수 있다.

### 3.3 다중 세션 간 우선순위 결정

사용자의 서비스 요구가 기지국에 수신되면 사용자의 연결 요구에 대한 인증을 수행한다. 인증을 받은 경우, 무선 자원의 할당을 요구하고 무선 자원의 점유가 수락되면 네트워크 자원의 예약 및 설정을 수행한다. 네트워크 자원의 설정이 수락된 경우, 전달되는 패킷을 처리하기 위한 트래픽처리 모드로 전환된다. 이후 서비스 수행 중에 핸드오버가 발생하면 상기의 과정을 반복적으로 수행하여 수락을 받음으로써, 무선 및 유선 자원을 점유한 후 연속적인 서비스를 수행한다. 수락 제어, 자원 할당 및 핸드오버 등 각각의 알고리즘에 적합한 처리(각각의 독립된 제어 또는 연관된 제어)를 수행하기 위하여, 각 서비스 요구 시에 서비스 클래스가 결정되고, 그에 따라 해당 서비스에 알맞은 3 가지의 우선순위 - 클래스 간 우선순위, 클래스 내의 우선순위 그리고 MT내 우선 순위 - 가 아래와 같이 순차적으로 결정되며 이에 따라 [표 3]의 QoS

우선순위 테이블이 갱신된다.

표 3. 세션 간 QoS 우선순위 테이블  
Table 3. QoS priority between sessions.

CSID	클래스	우선순위		
		클래스 간	클래스 내	MT 내
CS001	1	1	1	1
CS002	3	3	1	4
CS002	1	1	2	2
CS003	2	2	1	3

클래스 내 우선순위 : 동일한 클래스에 속하는 세션 간의 우선순위를 결정한다. 우선순위는 서비스 지속시간의 크기에 근거하여 결정한다

클래스 간 우선순위: 세션이 속한 클래스 간의 우선순위를 [표 3]에 근거하여 결정한다.

MT 내 우선순위: 클래스 내 우선순위와 클래스 간 우선순위에 근거하여, 세션의 MT 내 우선순위를 결정한다.

## IV. 다중 세션을 위한 CRD 방식

CRD 방식에서는 MT가 핸드오버를 요구하면, 3.3의 세션 우선순위결정 방법에 근거하여 세션 간 서비스 우선순위를 결정한다. 결정된 MT 내 세션 우선순위에 따라, 순서대로 자원 할당 요구 절차를 수행한다. 다음과 같이 각 클래스 마다 그 특성을 기반으로 신규 세션 및 핸드오버 세션의 처리 방안을 달리한다. 그림 4에 핸드오버 시 세션을 위한 자원할당 방법을 보인다.

### HH 클래스

신규 세션의 경우, 해당 예약 자원이 가용하면 MiBR을 할당한다. 예약 자원이 없으면 블록킹된다.

핸드오버 세션의 경우, HH-C의 가용자원이 있다면 MiBR을 할당한다. 가용자원이 없으면 HH 큐에 입력되어 대기한다.

여분의 자원이 있는 경우에 전송이 가능하다.

### HL 클래스

신규 세션의 경우, HL-C의 가용자원 상태에 따라 MiBR과 MaBR을 할당한다. HL-C의 자원이 없으면 블록킹된다.

핸드오버 세션의 경우, HL-C의 가용자원 상태에 따라 MiBR과 MaBR을 할당한다. HL-C의 자원이 없으면 HL-C 큐에서 우선순위를 할당받고, SH-C의 자원의 점유를 시도한

다.

SH-C의 자원이 있다면, MiBR을 할당한다. 자원이 없으면 SH-C 큐에 대기한다.

동시에 두 개의 큐에서 대기하며, 가용한 자원이 발생하면 MaBR을 점유한다.

LH 클래스

신규 세션의 경우, LH-C의 자원 가용상태에 따라 MiBR과 MaBR을 할당한다. LH-C의 자원이 없으면, 핸드오버는 강제 절단된다.

핸드오버 세션의 경우, LH-C의 자원 가용상태에 따라 MiBR과 MaBR을 할당한다. LH-C의 자원이 없으면, SH-C→HH-C→HL-C의 자원의 점유를 시도한다. 자원을 점유하지 못하면 강제 절단된다.

SH-C에서는 HL과 HH에 점유된 자원을 회수하여 사용할 수 있지만, HL-C와 HH-C는 가용한 자원만 점유할 수 있다.

LL 클래스

신규 세션의 경우, 고정된 전송률인 MaBR을 할당한다. LL-C의 자원이 없으면, 블록킹된다.

핸드오버 세션의 경우, LL-C에 자원이 가용하면 MaBR을 할당한다. 가용하지 않다면 SH-C→HH-C→HL-C의 가용 자원의 점유를 시도한다.

각각의 채널 자원이 HL과 HH 클래스에 점유되어 있을 지라도, 핸드오버 세션은 부하제어를 통하여 자원을 회수하여 점유한다.

```

Define
ResourceAllocation ()
while (1)
Prioritize which session within MT should be serviced;
if (HH class) then
if (a handover session) then // 핸드오버 세션이 HH를 요구
if (there are available resources in HH-C) then
Admit the handover session;
Allocate the resources; // MiBR을 할당;
else
Buffer the session in a HH queue and wait the order;
end if
else // 신규 세션이 HH를 요구
if (there are available resources in HH-C) then
Admit the new session;
Allocate the resources; // MiBR을 할당;

```

```

else
Block the session request;
end if
end if
else if (HL class) then
if (a handover session) then // 핸드오버 세션이 HL를 요구
if (there are available resources in HL-C) then
Admit the handover session;
Allocate the resources according to the amount of
available resources; // MiBR 또는 MaBR을 할당
else
Buffer the session in a HL queue and wait the order;
if (there are available resources in SH-C) then
Admit the session;
Allocate the resources; // MiBR을 할당;
else
Buffer the session in a HL queue and wait the order;
end if
end if
else // 신규 세션이 HL를 요구
if (there are available resources in HL-C) then
Admit the new session;
Allocate the resources according to the amount of available
resources; // MiBR 또는 MaBR을 할당
else
Block the session request;
end if
end if
else if (LH class) then
if (a handover session) then // 핸드오버 세션이 LH를 요구
if (there are available resources in LH-C) then
Admit the handover session;
Allocate the resources according to the amount of available
resources; // MiBR 또는 MaBR을 할당
else if (there are available resources in SH-C)
Admit the handover session and allocate the resources;
// MiBR을 할당
else if (there are available resources in HH-C)
Admit the handover session and allocate the resources;
// MiBR을 할당
else if (there are available resources in HL-C)
Admit the handover session and allocate the resources;
// MiBR을 할당
else
Drop the session
end if
else // 신규 세션이 LH를 요구
if (there are available resources in LH-C) then
Admit the new session;
Allocate the resources according to the amount of available
resources; // MiBR 또는 MaBR을 할당

```

```

else
Block the session request;
end if
end if
else if (LL class) then
if (a handover session) then // 핸드오버 세션이 LL을 요구
if (there are available resources in LL-C) then
Admit the handover session;
Allocate the resources; // MaBR을 할당
else if (there are any resources available or occupied by HL or HH in SH-C)
Admit the handover session and allocate the resources;
// MaBR을 할당
else if (there are any resources available or occupied by HL in HL-C)
Admit the handover session and allocate the resources;
// MaBR을 할당
else if (here are any resources available or occupied by HH in HH-C)
Admit the handover session and allocate the resources;
// MaBR을 할당
else
Drop the session;
end if
else // 신규 세션이 LL을 요구
if (there are available resources in LL-C) then
Admit the new session;
Allocate the resources // MaBR을 할당
else
Block the session request;
end if
end if
end if
    
```

그림 4. 핸드오버 시 다중 세션을 위한 자원 관리 방법  
 Fig. 4. Resource allocation for multiple sessions on handover

### V. 시뮬레이션과 성능 분석

MT의 이동 경로와 이동 속도는 도로 구조에 의해 영향을 받으며 방향의 변화 및 속도의 변화는 MT의 이동 패턴을 지배한다. MT의 유형에 따라 고속의 MT와 저속의 MT로 분류하였고 저속 MT족 보행자는 전체의 60%를 차지하며 그들 중 50%가 정지 상태에 있고 나머지 50%가 보행상태에 있는 것으로 분류하고 고속 이동 MT는 전체의 40%에 달하는 것으로 가정한다. 경로손실에 의한 평균 신호 감쇠는 전파 거리의 3.5 배에 비례하고 shadowing은 6dB의 표준 편차를 갖는 log-normal 분포를 따른다. 수신 신호 세기가 -16dB 이하이면 수신 신호의 오류로 판단하여 평균 수신 신호 세기의 계산에서 제외한다. 멀티미디어 세션에 대한 영향을 분석하기

위하여 세션 지속 시간, 전송률, 서비스 종류에 근거하여 [표 4]에 보인 바와 같은 여섯 가지의 서비스를 고려하였다.

표 4. 멀티미디어 서비스의 분류  
 Table 4. Classification of mobile multimedia services

서비스	전송률	전송 지연	손실률(%)
고음질 음성	32K	150ms	0.5
화상 회의	64~384 K	150ms	1.0
VoD	10~20 M	150ms	1.0
WWW	< 2 M	20s	0
FTP	64~384 K	4s	0
Background 서비스	< 20 M	10s	0.2

접속 망 사이에서 발생하는 ISHO를 위하여 4 개의 접속 망 지역이 중첩적으로 구성되고, 사용자는 중첩 구조의 망 지역에서 협약된 수준의 서비스를 제공받을 수 있다고 가정한다. 그림 5는 시뮬레이션 프로그램의 내부 구조를 보인다. 사용자는 알고리즘의 수행결과에 근거하여 선정된 주파수 대역을 점유한다. 신규 세션 및 핸드오버 요구를 위한 프리미티브(primitive)를 위하여 메시지 큐가 사용되고, RM-DB(Resource Manager-DataBase)는 접속 망의 자원 및 부하 등의 현재 상태 정보를 저장하고, 주파수 선택 감시기에 연결된다.

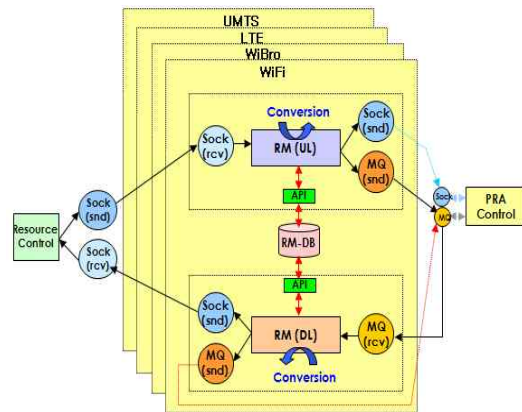


그림 5. 시뮬레이션 시나리오  
 Fig. 5. Simulation scenario

본 연구 결과의 성능을 평가하기 위하여, 핸드오버 시 핸드오버 셀에서의 자원 부족으로 인한 핸드오버 강제절단률(forced termination probability; 이하 FP)을 평가한다. 이를 위하여 CRD 방식과 ERD(Equal Resource Distribution) 방식 그리고 [11]에서 제안된 방법 (이하,

Yanhui라 칭한다)과 비교·분석한다. Yanhui의 방식에서는 사용자 각각의 QoS 요구사항에 근거하여, 무선 자원을 분배를 위한 적응 무선 자원 할당과 패킷 스케줄링을 조합하는 방법을 제시하고 있다. 그리고 ERD 방식은 모든 서비스에 대해 전송률을 동일하게 차감하는 방식이다.

그림 6은 CRD에서의 LL 클래스의 핸드오버 강제절단률을 Yanhui의 방식 및 ERD 방식과 비교한다. 기존 방법을 적용할 경우, 핸드오버 절단률이 현저히 증가함을 알 수 있다. 이에 비하여 CRD는 트래픽 부하 0.04이상에서는 기존 핸드오버 방식에 비하여 자원 부족으로 인한 강제절단률이 현저히 감소함으로써 사용자 수를 극대화할 수 있음이 확인된다. 이는 LL 클래스의 경우, 부하제어를 통하여 SH, HH, HL 클래스가 점유한 자원까지도 회수하여 점유할 수 있으므로, 핸드오버로 인한 자원 점유 상태 변화에 능동적으로 대처할 수 있기 때문으로 판단된다.

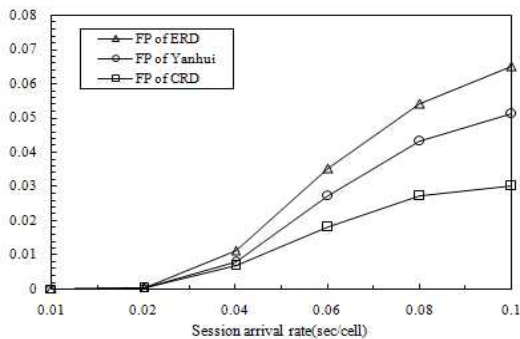


그림 6. LL 클래스의 핸드오버 강제절단률  
Fig. 6. Forced termination of handover for LL class

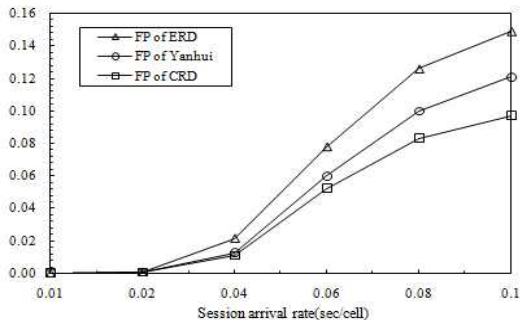


그림 7. LH 클래스의 핸드오버 강제절단률  
Fig. 7. Forced termination of handover for LH class

그림 7은 LH 클래스의 핸드오버 강제절단률을 보인다. CRD의 경우에, SH-C에서는 HL 클래스와 HH 클래스에 의하여 점유된 자원을 회수하여 사용 가능하고, HL-C과 HH-C에서는 가용한 자원을 점유할 수 있으므로, 사용자가

증가할수록 사용자가 분산되는 효과를 가진다. 이를 통하여 Yanhui의 방법, SRA에 비하여 핸드오버 강제절단률의 증가 폭이 감소함을 알 수 있다.

그림 8은 HL 클래스의 핸드오버 강제절단률을 보인다. CRD는 0.08 이상에서는 Yanhui 방식에 비하여 핸드오버 강제절단률이 증가함을 알 수 있다. 이는 LL과 LH 클래스에 비하여 자원 점유에 대한 우선순위가 낮아서 트래픽이 증가할수록 자원 할당에 실패하기 때문이다. 그러나 부하 0.08이하에서는 Yanhui에 비하여 우수한 성능을 보인다. HL-C와 SH-C의 사용으로 인하여, 규정 기준 하에서 동적 자원 할당이 가능하므로 MiBR 로 전송률을 줄여서 핸드오버하고, 후에 가용 자원이 발생하면 전송량을 증가시켜 전송 가능하므로 핸드오버 강제절단률을 감소시킬 수 있다.

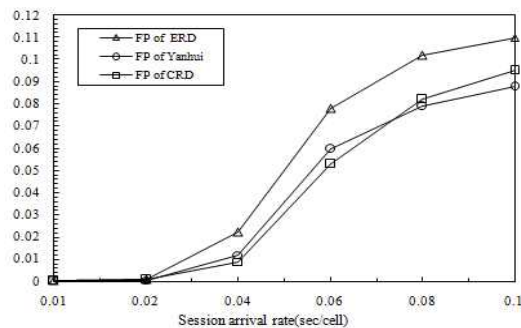


그림 8. HL 클래스의 핸드오버 강제절단률  
Fig. 8. Forced termination of handover for HL class

그림 9는 HH 클래스의 핸드오버 강제절단률을 보인다. CRD의 HH 클래스는 가장 낮은 우선순위를 가지므로, 부하 0.06 이상에서는 Yanhui에 비하여 성능이 저하됨을 알 수 있다. 그러나 HH 클래스는 전송률이 다른 클래스에 비하여 적고, 최대한의 지연을 허용함으로써 일시적인 무선 자원의 공백은 무시할 수 있기 때문에, 공평한 자원 분배를 수행하는 ERD와는 거의 동일한 수준의 성능을 유지함을 알 수 있다.

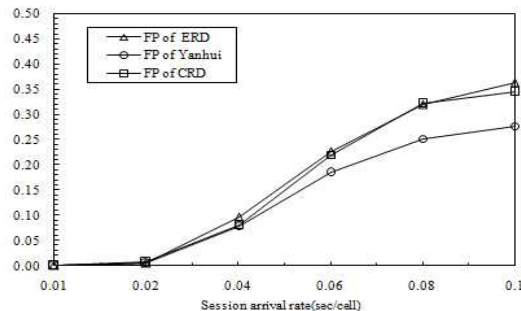


그림 9. HH 클래스의 핸드오버 강제절단률  
Fig. 9. Forced termination of handover for HH class

## VI. 결 론

LTE-Advanced는 초고속의 데이터 전송속도와 지역적으로 넓은 영역이 지원되는 최적의 서비스를 제공하기 위하여, WPAN, WLAN, HiperLAN 등 광대역 무선 LAN 뿐만 아니라 2G 혹은 3G 등의 다양한 접속 망들과의 연동을 통해 어느 지역에서도 최적의 서비스를 제공함을 목표로 한다. 이러한 목표를 달성하기 위해서는 이종망 내부의 접속망 유형과 무관하게 매끄러운 핸드오버에 의하여 서비스 지속성을 보장해야 한다. 또한 낮은 부하의 셀에서 높은 부하의 셀 영역으로 이동할 경우에도 음성, 영상, 데이터 서비스 등 자원 할당 요구사항이 서로 다른 서비스들의 지속성을 보장할 수 있어야 한다. 본 연구에서는 핸드오버를 요구하는 MT에게 각 세션 단위로 수락제어 및 자원 할당을 수행하기 위한 세션 간 우선 순위 결정, 그리고 클래스별 자원 할당 방안 등을 제시하였다. 제안된 방법의 성능을 평가하기 위하여 핸드오버 강제절단률을 척도로 규정하여 성능을 분석하였다. 시뮬레이션에 의하면 기존의 방법들에 비하여 성능이 우수함이 확인되었다. 단지 사용자수가 증가하면 비실시간성 서비스인 HL 및 HH 클래스의 성능이 다소 저하되므로 실제 시스템을 설계할 때 이들에 대한 파라미터를 적절하게 선정하기 위한 연구가 필요하다.

## 참고문헌

- [1] S. Frattasi and H. Fathi, "Defining 4G Technology from the User's Perspective", *IEEE Network*, Vol. 20, Issue 1, pp. 35-41, Jan.-Feb. 2006.
- [2] S. Buljore, H. Harada, S. Filin, P. Houze, K. Tsagkaris, O. Holland, K. Nolte, T. Farnham, and V. Ivanov, "Architecture and Enablers for Optimized Radio Resource Usage in Heterogeneous Wireless Access Networks. The IEEE 1900.4 Working Group," *IEEE Communication Magazine*, Vol. 47, No. 1, pp. 122-129, Jan. 2009.
- [3] H. Choi and D. Cho, "Takeover: A New Vertical Handover Concept for Next-Generation Heterogeneous Networks", *IEEE Transaction on Vehicular Technology*, Vol. 4, pp. 2225-2229, Jun. 2005.
- [4] K. Ayyappan and R. Kumar, "QoS Based Vertical Handoff Scheme for Heterogeneous Wireless Networks," *International Journal of Research and Reviews in Computer Science*, Vol. 1, No. 1, pp. 1-6, 2010.
- [5] Z. Abichar, and J.M. Chang, "WiMAX vs. LTE: Who Will Lead the Broadband Mobile Internet," *IEEE IT Professional*, Vol. 12, No. 3, pp. 26-32, May 2010.
- [6] A.H. Khan, M.A. Qadeer, J.A. Ansari, and S. Waheed, "4G as a Next Generation Wireless Network," *International Conference on Future Computer and Communication*, pp. 334-338, Apr. 2009.
- [7] J. Liu, R. Love, K. Stewart, and M.E. Buckley, "Design and Analysis of LTE Physical Downlink Control Channel," *Proceedings of IEEE Vehicular Technology Conference*, pp. 1-5, Spring 2009.
- [8] D. Lee and J. Lee, "Handover Control Method Using Resource Reservation in Mobile Multimedia Networks," *IEICE Transaction on Communications*, Vol. 92-B, No. 8, pp. 2684-2697, Aug. 2009.
- [9] J.C. Lee and M.H. 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, Aug. 2010.
- [10] H.J. Moon, J.K. Lee, K.C. Jung, J.C. Lee, S.J. Park and S.Y. Shin, "A Study of QoS Mapping based on SLA in B3G Networks," *Journal of the Korea Society of Computer and Information*, Vol. 16, No. 3, pp. 157-165, Mar. 2011.
- [11] L. Yanhui, W. Chunming, Y. Changchuan, and Y. Guangxin, "Downlink Scheduling and Radio Resource Allocation in Adaptive OFDMA Wireless Communication Systems for

User-Individual QoS," International Journal of Electrical and Electronics Engineering, Vol. 3, No. 2, pp. 97-101, 2009.

## 저 자 소 개



### 이 문 호

1977: 서울대학교 공학사  
1993: 숭실대학교 공학석사  
1996: 숭실대학교 공학박사  
1997 - 현재: 청운대학교 멀티미디어학과 교수  
관심분야: 무선멀티미디어, 통신방송융합, 센서네트워크  
E-mail : mhlee@chungwoon.ac.kr



### 이 종 찬

1996: 숭실대학교 공학석사  
2000: 숭실대학교 공학박사  
2000-2005년 ETRI 선임연구원  
2005-현재: 국립군산대학교 컴퓨터정보공학과 부교수  
관심분야: 이동멀티미디어, 센서네트워크, 무선원격제어  
E-mail : chan2000@kunsan.ac.kr