

주 제

차세대 이동통신 망 기술: QoS 기술 중심으로

군산대학교 이종찬, 이동춘

차례

I. 서론

II. Seamless Service 지원 기술

III. Seamless Mobility를 지원하기 위한 기술

IV. 결론

I. 서론

ITU-R의 WP8F의 Vision 그룹에서는 “보다 빠른 데이터 전송속도의 지원”과 “다양한 유·무선 접속(Access) 시스템과의 융합(Convergence)”을 차세대 이동통신의 주요 목표로 하고 있다. 저속 이동 시에 셀 당 최대 1Gbps, 고속 이동 시에 셀 당 최대 100Mbps의 전송 속도를 지원할 수 있도록 시스템 요구 사항을 규정하고 있으며, 이를 바탕으로 융합망(Convergence Networks)상에서 고속 대용량의 융합 서비스(Convergence Service)의 지원을 정의하고 있다. 높은 데이터 전송속도와 지역적으로 넓은 영역이 지원되는 최적의 서비스를 받기 위하여, 기존의 WPAN, WLAN, HiperLAN 뿐만 아니라 3G 등의 다양한 접속 망(Access Network)들을 서로 융합하여 서비스를 제공하며, 이를 위하여 Hot-spot 영역 위주로 고속 데이터 통신을 지원하고, Hot-spot 영역 외의 지역에는 기존의 시스템과의 연동을 통해

어느 지역에서든 하나의 이동 단말기(Mobile Terminal)로 최적의 서비스를 제공할 필요가 있다. 따라서 차세대 이동통신 시스템은 All-IP 기반의 멀티 네트워크를 중심으로 다양한 유/무선 통신 시스템들이 통합하여 고속의 이동성 및 글로벌 Roaming을 제공하고, 고품질의 멀티미디어 서비스를 제공하여 유비쿼터스 서비스를 실현할 수 있을 것으로 예상된다[1-5].

이동 단말기가 이기종의 네트워크가 계층적으로 혼재되어 있는 환경하에서 High Quality, Multi-Service”를 제공받기 위하여 끊김 없는(Seamless) 시스템간 핸드오버(ISHO; Inter-system Handover)에 대한 지원과 동적인 QoS 보장이 필수적이다. 이를 위하여 이를 위하여 가입자는 망 운영자의 운영 정책, 사용자의 Preferences 그리고 접속 망의 상태에 따라 접속 망에 선택적으로 접속하고 사업자는 최적의 통합 자원 관리(Resource Management) 및 이동성 관리(Mobility Management) 체계를 구축함

으로서, 무선 자원의 효과적 사용과 이중 액세스 네트워크의 트래픽 분배를 통한 수용 능력의 증대 방법을 제공할 필요가 있다. 따라서 본 고에서는 이기종 (Heterogeneous) 의 액세스 네트워크로 구성되는 융합 망 환경에서 Seamless Service 및 Seamless Mobility를 효율적으로 지원하기 위한 QoS 제공 기술을 살펴보고, 추후의 연구 방향에 대하여 논한다.

II. Seamless Service 지원 기술

두 개의 서로 다른 관점으로 접근하여, 주요 Issue와 해결 방안에 대하여 논한다. 각 주제는 그 자체로서 중요한 연구 분야들을 가지고 있으며, 이에 대해서는 깊이 언급하지 않는다. 본 고의 주요 이슈에 대한 해결 방안은, 현재 연구 및 개발 중인 것으로 추후 다른 방안이 검토될 수 있음을 밝혀둔다.

2.1 SLA 기반 QoS 제공 방안

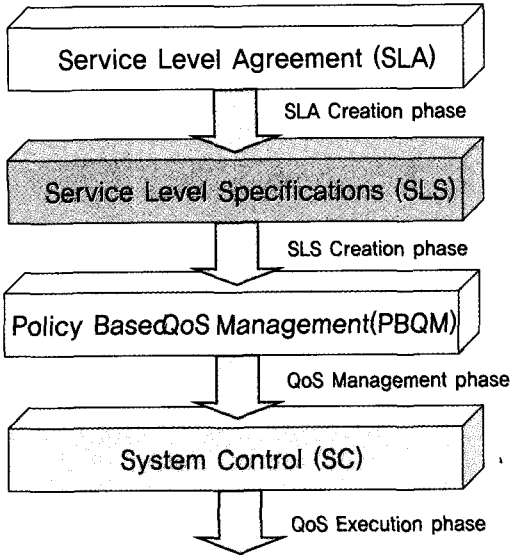
SLA 기반 QoS 관리방안은 사용자 (User)와 ASP

(Application Service Provider)사이에서 이루어지는 협약으로 ASP는 협약된 사항을 근거로 사용자에게 서비스를 제공하게 된다. ASP는 협의된 서비스 수준 (Service Level)을 유지하기 위한 QoS 방안을 제공하며 이는 정책 수준에서 시스템 수준까지의 세부방안을 포괄하여 다룬다. 차세대 이동통신의 융합 망에서 IP 멀티미디어 서비스를 제공하기 위하여, SLA 기반 QoS 제공은 상위의 서비스 정책 수립에서부터 하위 PDU (Packet Data Unit) 트래픽을 조절하는 계층적 QoS 관리 방안에 근거한다(6-8). (그림 1)은 SLA를 통한 QoS 관리 서비스 모델을 나타낸다.

SLA 기반의 서비스 제공은 사용자 기준의 서비스 결정을 위한 것이며 이를 위하여 ASP는 사용자의 요구 서비스를 분석하여 이에 맞는 QoS 수준을 설정한다. 또한, SLA를 통하여 제공되는 서비스는 지속적인 QoS 관리를 통하여 사용자의 QoS 수준을 유지하도록 한다. 일반적으로 SLA 기반 서비스 정책을 세 가지 사항 즉, 서비스 목록, 서비스 수준, 사용기준 파라미터를 기준으로 제공한다. SLS(Service Level Specifications)는 SLA에서 정해진 서비스 제공을 위한 각 QoS 명세 (Specification)과 파라미터를 사용

〈표 1〉 주요 이슈와 해결 방안 요약

구 분	주요 이슈	해결 방안
Seamless Service		
SLA (Service Level Agreement) 기반 QoS 관리 방안	차세대 이동통신 망에 어떻게 SLA를 적용할 것인가?	SLA와 Policy 시스템과의 융합
Policy 기반의 QoS 관리 방안	Policy 구조를 접속 망까지 확장하는 방법은?	PEP (Policy Enforcement Point)를 융합 망의 기지국 또는 제어국에 위치시켜 각 접속 망을 제어
이기종 망간의 QoS 연동	이기종 망간의 핸드오버 시, 서비스 연속성 (Service Continuity)를 어떻게 보장할 것인가?	Upward/downward 핸드오버에 따른 동적 QoS 제공 및 재협상 (Renegotiation) 방안 제공
Seamless Mobility		
시스템간 핸드오버(Inter-system Handover)	핸드오버 셀의 발견 및 선택 방안은?	Cell Discovery, Cell Selection 방법을 사용
무손실 핸드오버(Lossless Handover)	시스템간 핸드오버 시에 이전 셀에 남겨진 패킷의 처리는?	멀티캐스팅, 버퍼링&포워딩 방법을 사용
고속 핸드오버(Fast Handover)	이동 단말기의 고속화에 따른 빈번한 핸드오버의 처리 방법은?	핸드오버 신호 간소화 기술, 위치 예측을 통한 pre-processing 기술 등을 사용



(그림 1) QoS 관리를 위한 서비스 모델

한다. SLA에 의하여 ASP와 사용자가 특정 서비스에 관한 협약을 맺으면 SLS에 의하여 SLA에서 지정된 서비스의 지원 QoS 명세와 파라미터를 선택한다. 지정 서비스를 위한 지원 QoS 명세와 파라미터의 범위 및 세부사항이 정해지면 이에 근거하여 제공 서비스를 제어한다. 따라서 SLS를 통하여 지정 서비스의 QoS를 위한 정성적 그리고 정량적인 세부 QoS 파라미터를 하위 PB-QM (Policy Based-QoS Management)에 전달한다.

〈표 2〉는 각각 음성 서비스와 영상 서비스를 위한 지원 QoS 명세를 나타낸다.

〈표 2〉 영상 서비스의 QoS 명세

영상 서비스 클래스	QoS 명세
Video telephone	H.263, H.320
Video conference	H.261
Video CD	MPEG-1
Digital TV, DVD	MPEG-2
Internet broadcasting	MPEG-4

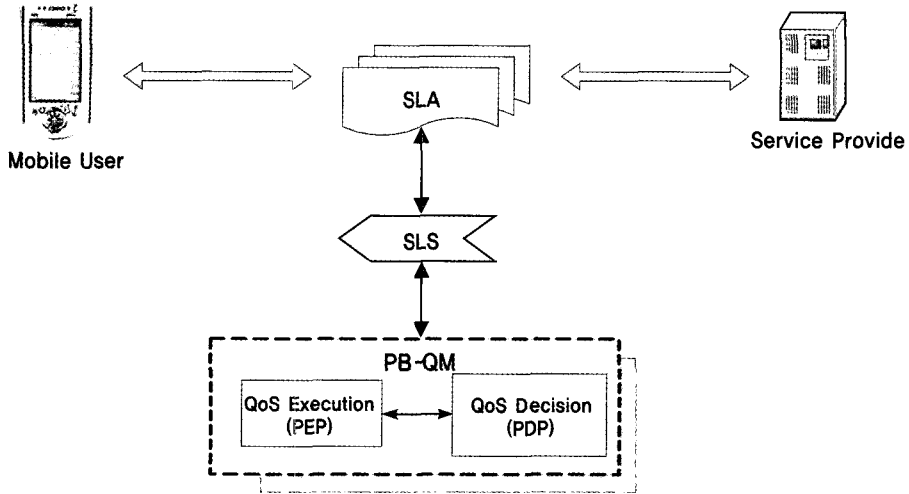
SLS는 QoS 명세에 대한 QoS 클래스 기술과 파라미터에 대한 범위를 지정한다. 각 QoS 명세의 QoS 파라미터를 Mapping 하면 최종적으로 서비스 전송 범위들이 선택된다. 따라서 망 관리 체계에서 ASP는 사용자에 대한 QoS 명세와 이에 대한 QoS 파라미터를 정의한다. 표 3은 QoS 명세에 대한 QoS 파라미터를 나타낸다. SLA에 의해 협약된 서비스에 대해 QoS 명세와 각 파라미터가 Mapping된다.

예를 들어, 이동 서비스 가입자가 QoS 명세 H.263 기반으로 video telephone 서비스를 받는다면, 이에 해당하는 QoS mapping과 QoS 범위를 선택한다. 따라서 전체적으로 세부 서비스 명세가 정해지면 PBQM의 QoS 보장 정책을 통하여 SLS Mapping에서 정해진 QoS 수준을 서비스 종료 시까지 유지할 수 있다. 보안이나 오류에 대한 대응 방안 등은 서비스 이용을 위한 보안 메커니즘이나 복구 방안들을 사전에 체계적으로 구축한다.

〈표 3〉 SLS 파라미터

Video telephone	
QoS 명세	H.263
SLS 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
MITF, MITR, MITBF	Needed
Customer	#USID -> External file
Provider	ASP, ISP or Network provider

PB-QM 은 SLA에서 협약된 전송을 위하여 시스템 수준- 각 망의 기지국, 또는 제어국의 기능 모듈-을 제어하는데, 이를 통하여 SLS의 QoS 수준을 자원 관리 정책 (Resource Management Policy)에 근거하



(그림 2) Policy 기반의 PB-QM

여 세션 연결동안 유지하는 기능 (즉, Policy 기반의 QoS 관리)을 수행한다. (그림 2)는 융합 망에서의 SLA와 PB-QM 과의 관계를 보이고 있다. PB-QM 의 PDP (Policy Decision Point)는 설정된 서비스를 지원하기 위하여 하위의 시스템 수준을 제어한다.

차세대 이동통신의 융합 망에서는 서비스 사용자에게 유연한 서비스를 제공하기 위하여, 동적 서비스 수준 (Dynamic Service Level)과 시스템간 핸드오버를 고려하여 동적 SLA (Dynamic SLA)를 적용해야 한다. 변경된 QoS 수준은 PDP의 제어 하에 PEP에 적용된다.

- 사용자가 특정 서비스 수준에 대해서만 서비스를 받는 것이 아니라 네트워크의 사정에 따라 여러 가지 서비스 수준을 제공받는 동적 서비스 수준 정책을 사용한다. 동적 서비스 수준을 통해서 네트워크 사정이 좋을 때에 높은 수준의 서비스를 제공받으며 네트워크 상황이 나빠지면 하위 서비스 수준의 서비스를 제공받는 것이다. 예를 들어, 사용자가 서비스 수준 1에서 3 사이의 동적 서비

스 수준을 선택하였다면 사용자는 네트워크 상황이 좋을 경우 서비스 수준 1의 High Quality의 서비스를 제공 받을 수 있으며 네트워크 사정이 좋지 않을 경우 서비스 수준 3의 Acceptable Quality의 QoS를 보장 받는다. 물론 SLA를 통하여 서비스 사용자는 각 서비스에 대해 세부적인 고려사항 필요 없이 상위 포괄적인 서비스 정책에 의하여 전체적인 서비스 수준이 PEP에 적용된다.

- 처음 서비스 계약을 맺더라도 필요 시에 유동적으로 서비스 재협상을 통하여 서비스 변경할 수 있는 동적 SLA 방식을 사용한다. 따라서 동적 SLA 방식을 통하여 사용자가 원하는 서비스를 언제든지 동적으로 맞추어 줄 수 있지만 SLA 체계를 구축하는 과정이 복잡하다.

2.2 Policy 기반 QoS 제공 방안

3GPP R5에서는 종단간 QoS를 보장하기 위해 All-

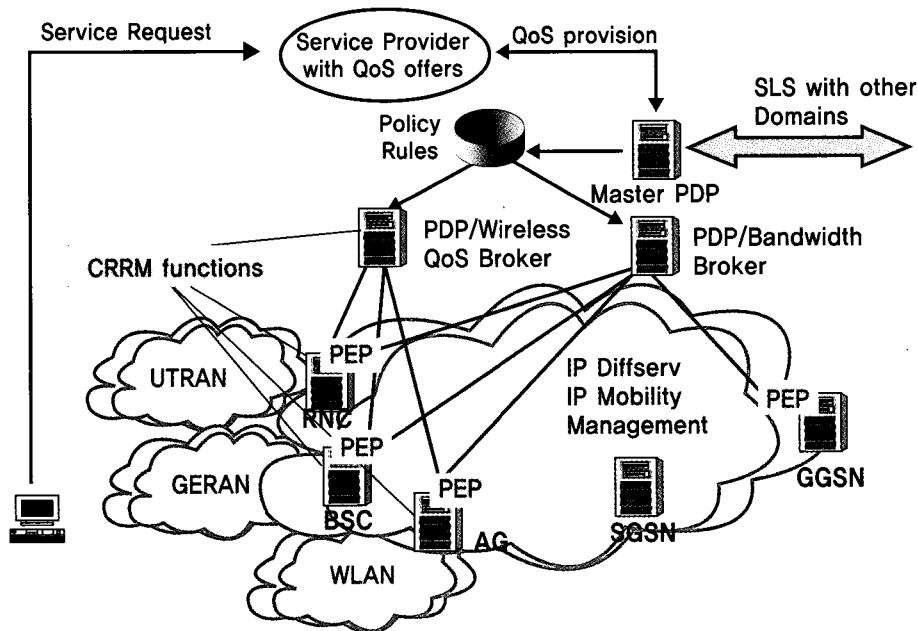
IP 구조에 정책 기반 망 관리 기법인 PBNM (Policy-based Network Management)을 적용할 것을 권고하였고, R6에서는 GGSN (Gateway GPRS Support Node)으로부터 접속 망 부분까지 확장을 제시하고 있다. 정책 기반 망 관리는 통신망에서 제공하는 QoS 와 자원 제어를 위한 정보를 제공하고, 이를 효율적으로 관리하는 데 목적이 있다.

정책 규칙 (Policy Rule)을 정하고 실시간으로 망의 상태를 모니터링하여 새로운 요구 사항이 발생하면 정책을 적용한다. 정책에 해당하는 망의 상태를 감시하고 이를 PDP로 보고하여, 이에 대해 PDP로부터 받은 정책을 해석하여 대상 시스템에 정책을 적용하는 PEP 와 PEP로 받은 정책 요청에 대하여 적합한 정책을 결정하기 위하여 요청 받은 정보를 통해 상태를 분석하고, 정책 저장소에서 필요한 정보를 찾

아 정책을 결정하는 PDP, 정책 조건과 정책 규칙 그리고 관련된 정책 데이터들을 저장하는 데이터 저장소인 PR (Policy Repository), 정책을 새로이 정의 및 변경 삭제할 수 있는 PMT (Policy Management Tool)로 구성된다[9-11].

(그림 3)에서 융합 망에서 Seamless Service를 지원하기 위하여 PB-QM 의 정책은 아래와 같이 요약할 수 있다.

- 세션 정책 (Session Policy); 효과적인 QoS 관리를 위하여 PB-QM 은 사용자의 세션 제어 정책을 수행한다. 세션 제어 정책은 이동 가입자의 서비스 요구를 처리하는 기능으로서, 하부 정책으로 세션 수락 정책 및 세션 해제 정책, 그리고 수락된 세션을 서비스할 최적의 액세스 망을 선



(그림 3) 융합 망에서 QoS 구조- IST EVEREST Project

택하는 셀 선택 정책으로 구성된다.

- QoS 정책 (QoS Policy); QoS SLA에 의하여 협약된 전송 QoS를 제어한다. QoS 정책은 PB-QM 이 제공하는 주요한 기능이며 효과적인 QoS 제어를 위하여, 하부 정책 (Sub-policy)인 유무선 QoS 연동 정책, 이종망간의 QoS 연동 정책, QoE (Quality of Experience) 정책 등을 포함한다. 그림 3의 PDP는 세션 제어를 통한 QoE 관리를 위하여 DiffServ와 같은 트래픽 제어 기술을 사용한다.
- 핸드오버 정책 (Handover Policy); 핸드오버에 관한 전반적인 제어를 담당한다. 하부 정책으로는, ISHO수행 여부를 결정하는 수행 정책, 그리고 실제 ISHO 제어 절차를 수행하는 제어 정책 등이 포함된다.

상위의 정책으로 효율적으로 수행하기 위하여 다음의 기능을 필요로 한다.

- 정보 수집 (Information Gathering) 및 정보 분석 (Information Evaluation); PB-QM 은 세션 정책, QoS 정책 그리고 핸드오버 정책을 수행하기 위하여 이동 가입자의 상태, 그리고 자원 및 세션에 대한 모니터링을 지속적으로 실시한다. 이러한 모니터링 기능은 PB-QM 이 네트워크의 변동 상황에 능동적으로 대처할 수 있도록 하며 변동 상황에 대한 정보를 기반으로 제어기능 수행에 대한 결정을 한다.
- 신뢰성 있는 QoS 제공하기 위해서는 오류 및 사고에 대한 복구 기능과 융합 망에서 특히 보안문제에 대한 기능이 강화되어야 한다. 사용자의 권한에 대한 접근 제어뿐만 아니라 시스템 오용에 대해 체계적인 기술을 지원한다.

2.3 이종 망 간의 QoS 연동 방안

다양한 유/무선 통신 시스템들이 IP 백본 망에 연결되어 있는 융합 망 구조에서 통합 단말기의 이동으로 인한 핸드오버뿐만 아니라 수행중인 서비스의 협약된 서비스 품질 (QoS)의 저하 (Degradation)가 일정시간 계속될 때, 융합 망 내부의 이질 접속 망에 관계없이 매끄럽게 핸드오버를 하여 서비스 연속성을 보장해야 한다. 이러한 융합 망의 서비스 성공 여부는 QoS의 지원이 필수적이라 할 수 있다. 단 융합 망의 특성에 따라 QoS 적용을 달리해야 하는 이질 망의 특성을 고려해야 한다. 이를 효율적으로 지원하기 위하여, 이동 단말기의 서비스의 현 상태를 주기적으로 분석하여, 이동 단말기의 특성, 응용의 특성, 각 망의 상태에 따라 강제적으로 핸드오버 할 이기종 시스템과 그 시스템에 알맞은 QoS를 결정하고 이를 근거로 핸드오버를 수행한다. 따라서 시스템간의 강제 핸드오버 (Forced inter-system handover)시 QoS를 보장하기 위하여 서비스의 지연, 손실 그리고 지터(jitter) 등을 지속적으로 모니터링 함으로써 협약된 SLA의 QoS 기준 값 이하로 저하되면 인접한 이기종 시스템으로 절체하는 방법이 필요하다. 즉, 모니터링에 의하여 보고된 정보가 파라미터의 기준 값을 초과하면, 그 값이 지속적으로 변동하는 값인 지 판단한 후, 강제 시스템간 핸드오버 여부를 결정한다 [12-13].

상위의 이기종 시스템간 핸드오버 상황에서 가장 중요한 것은 Seamless QoS의 제공이다. 즉, 이미 제공받고 있는 QoS가 이기종 시스템에 접속되어도 사용자의 QoS 요구에 부합되는 서비스를 제공하기 위한 QoS 파라미터로 정확하게 Mapping이 이루어져야 한다. 일반적으로 시스템이 다르면 사용되는 QoS 파라미터에도 차이가 있을 수 있으므로 사용자의 QoE (Quality of Experience)를 만족시키기가 어

려울 수 있다.

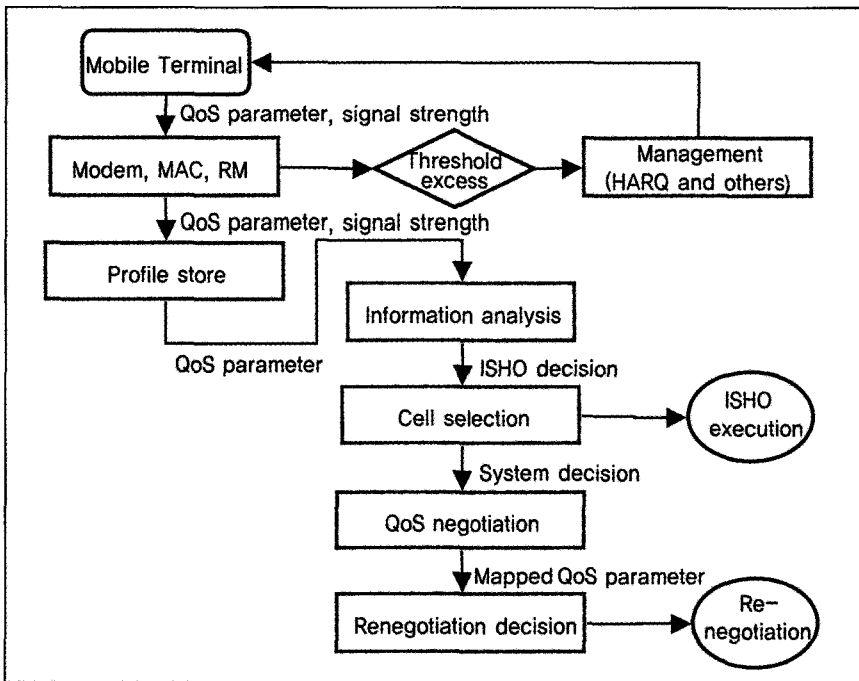
예를 들어, UMTS에서 WLAN으로의 핸드오버가 발생할 경우, 낮은 전송률을 가진 시스템에서 높은 전송률을 가진 시스템으로의 핸드오버 이므로 Seamless QoS를 제공하는데 어려움이 없으나, Upward Vertical 핸드오버가 발생할 경우 UMTS의 자원 부족으로 트래픽은 Dropping될 수도 있다. 이 문제를 해결하기 위한 방안으로 아래의 두 가지 방안을 고려할 수 있다.

- 접속 망으로 유입되는 데이터의 양 자체를 줄인다.
- 동적 SLA를 사용한 재협상을 수행한다.

적합한 QoS로 서비스하기 위해서 사용자가 원하는 정보의 중요도에 따라, 트래픽을 분류해서 데이터를 전송하는 비디오 압축 및 스트리밍 기술 (즉, Foveation Method), 최악의 경우, 고 전송률로 제공해야 하는 비디오 트래픽 영상 부분을 버리고 음성 데이터 만을 전송하는 방식을 고려할 수 있다. 후자의 경우, SLA QoS 파라미터를 바탕으로 기존에 서비스중인 이기종 시스템과 선정된 이종 시스템, 그리고 응용 서비스의 이전 SLA의 파라미터와 선정된 SLA QoS파라미터를 비교 분석하여 재협상 여부를 결정하는 기능을 수행한다. 아래와 같은 분석 결과가 생성되면 재협상을 명령한다.

전자의 경우, 고용량의 멀티미디어를 사용자가 만

A. 선정된 이종 시스템에서 이전 (Old) 시스템의



(그림 4) 강제 시스템간 핸드오버 결정

- QoS를 보장할 수 없을 때 재협상을 수행한다.
- B. 선정된 이중 시스템에서 QoS를 향상 시키기를 원할 때 재협상을 수행한다.
- C. 두 시스템 간에 협약된 QoS가 동일하거나, 선정된 이중 시스템의 QoS 범위가 이전 시스템의 QoS 값을 포함한다면 재협상을 수행하지 않고, 시스템간 핸드오버 결과를 ASP에게 보고하고 재협상 절차를 대신한다.

(그림 3)에 협약된 SLA QoS 파라미터의 값이 일정 시간 동안 기준 값 이하로 저하되면 수행하는 강제 시스템간 핸드오버 처리 절차 도를 보인다.

III. Seamless Mobility를 지원하기 위한 기술

3.1 시스템 간 핸드오버 (Inter-system Handover)

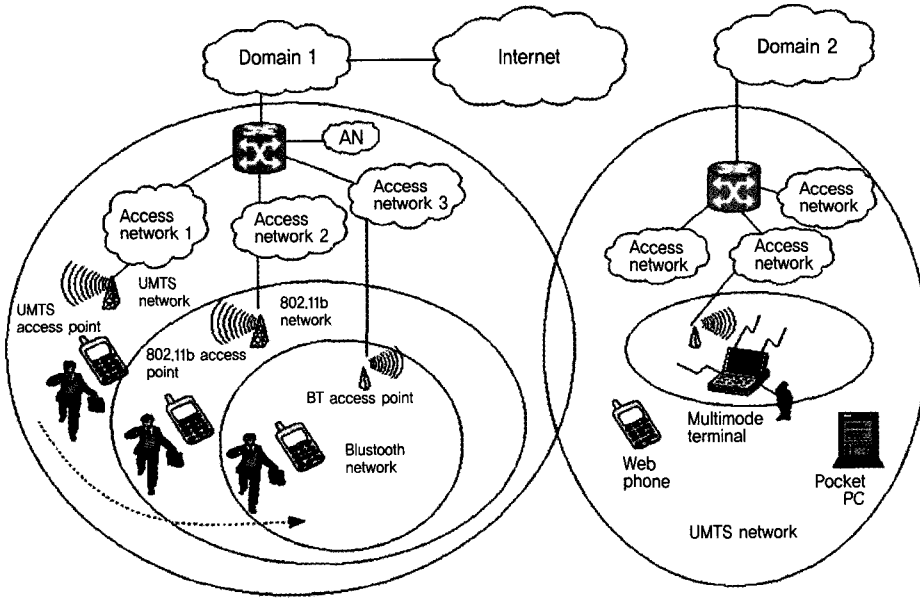
차세대 이동통신 시스템의 개발 목표 중 하나는 다양한 환경의 유/무선 환경과 접속 기술을 공통된 인프라에서 이용하기 위한 유비쿼터스 IP-based 시스템 개발이다. 이를 위해 이중 기술 방식과 이기종 대역의 주파수를 갖는 계층적 무선 망들간 핸드오버를 지원하는 것이 필요하다. 즉, 차세대 이동통신 시스템 하나만이 독립적으로 존재하는 것이 아닌 기존의 802.11 WLAN이나 Bluetooth등을 기반으로 하는 WPAN (Wireless Personal Area) 뿐만 아니라 2G 혹은 3G 이동통신 시스템과의 원활한 연계와 연동을 목표로 하고 있다. 이는 4G 이동통신 시스템을 새롭게 전 지역을 커버할 수 있도록 설치하는 것이 아닌 Hot-Spot 영역 위주로 고속 데이터 통신이 필요한 지역엔 4G 이동통신 시스템을, 그렇지 못한 곳에는

기존의 시스템과의 연동을 통해 어느 지역 어디에서든 하나의 단말기로 최적의 서비스를 제공하기 위한 것이다. 이를 위하여 하위의 기술이 고려된다.

- 다중 모드 (Multi-mode) 및 다중 밴드 (Multi-band)를 지원하는 단말기 개발
- 서로 다른 통신 시스템간의 계층 구조에 대한 연구 [16]
- 이기종 시스템 간을 이동하면서 Seamless 서비스를 받기 위한 시스템간 핸드오버에 대한 지원

(그림 5)에서 사용자는 UMTS 네트워크에서 802.11b 네트워크 인프라가 있는 곳으로 이동하면 802.11b 서비스를 받다가 Bluetooth 인프라 영역으로 이동하면 Bluetooth 서비스를 받게 되며, 반대 방향으로도 마찬가지이다. 물론 이를 위해서는 현재로선 Bluetooth, 802.11b, UMTS 모두를 지원할 수 있는 다중 모드 단말기가 필요하다. 현재 W-CDMA와 GSM/GPRS와의 듀얼 모드 단말기 및 두 시스템 간의 핸드오버는 이미 실용화되었고, 향후 개방형 단일 하드웨어 플랫폼에 객체지향 응용 소프트웨어의 다운로드를 통하여 단말기 구조자체의 유연성을 제공함으로써 무선 망 통합에 의한 광역 Roaming을 가능하게 하는 SDR (Software Defined Radio) 기술이 그 역할을 대치할 것이다.

앞서 언급했듯이 이기종 시스템뿐만 아니라 동일 시스템 내에서 트래픽 수요가 많은 Hot-spot 영역에 용량 (Capacity)을 증가시키기 위하여, 광역 셀 (Macro Cell)안에 소형/초소형 셀 (Micro/Pico Cell)을 추가하는 계층 셀 구조를 사용한다. 소형/초소형 셀에서 광역 셀로 이동하는 경우 광역 셀로 핸드오버가 이루어져야 하지만, 광역 셀 내의 소형/초소형 셀 내에서는 단말기가 광역 셀과 소형/초소형 셀 중 어느 셀에서 서비스를 받을 것인지를 선택하는



(그림 5) 계층적 구조를 갖는 차세대 이동통신 시스템

것은 전체 시스템 성능에 많은 영향을 미친다. 따라서 단말이 다중 무선 통신 시스템들이 계층적으로 혼재되어 있는 환경을 이동하면서 Seamless Service를 지원하기 위하여 계층적 이종 시스템간의 핸드오버에 대한 지원이 필요하며 이러한 계층적 이종 시스템간 핸드오버를 이루기 위해서는 사용자의 QoS를 보장할 수 있는 최적의 접속 망 선택 방법을 제공해야 한다. 다중 모드 단말기(Multi-mode Terminal)는 목적 액세스 네트워크를 선택해야 하지만, 모든 액세스 네트워크는 각각의 시스템 특성 및 역할을 가지고 있으므로 특정한 시간, 특정한 장소에서 특정한 서비스를 수행하기 위한 최적의 액세스 네트워크를 선택하는 것은 복잡한 문제로서, 망 운영자의 운영 정책, 사용자의 preferences 그리고 접속 망의 상태에 근거하여 최적의 셀을 선정해야 한다. <표 4>에 대략적인 셀 선택 정보를 보인다.

<표 4> 셀 선택 정보

분 류		셀 선택 파라미터
정적 정보	Device-side	인증 정보
		Running application 정보
		각 Application의 QoS 요구 사항
		각 Application의 통신 비용
	User-side	이동 단말기의 이동 속도 능력
동적 정보	User-side	사용자 장치 선호도
		각 Application에 대한 사용자 선호 QoS level
		사용자의 현 위치 정보(Serving cell & adjacent cells)
		사용자의 현 QoS 파라미터 정보
		현 셀과 인접 셀의 Cell load 정보
	현 셀과 인접 셀의 가용 자원 정보	

3.2 무 손실 핸드오버 (Lossless Handover)

이동 단말기가 동종/이종 셀 간 이동으로 핸드오버를 일으킬 때 사용자가 원하는 QoS (무손실 핸드오버라 칭한다)를 만족시켜야 한다. 왜냐하면, 멀티

미디어 서비스는 음성 서비스와는 달리 매우 짧은 시간의 중단으로 인한 패킷의 손실과 전달 지연은 사용자 정보에 치명적인 손실을 초래할 수 있기 때문이다. 따라서 고속의 이동 중에도 정지 상태와 동일한 초고속의 멀티미디어 통신이 가능해야 함을 전제로 한다. 따라서 유선 망과 대등한 QoS를 보장하기 위하여 무 손실 핸드오버가 보장되어야 한다. 빈번한 핸드오버는 패킷 손실 및 지연을 발생시키고, 이로 인하여 서비스의 전송 속도가 감소하고 일시 중단되는 결과를 초래한다.

특히 사용자의 서비스가 TCP를 기반으로 한다면, 단 하나의 패킷이라도 전송이 지연되거나 손실이 발생하는 경우 Slow Start와 Fast Recovery가 발생하고 이에 따라 패킷 전송량이 줄어들게 되므로, 사용자 입장에서 매우 큰 성능저하를 겪게 된다. 따라서 핸드오버 발생 시, 패킷 손실이나 전송지연을 없애거나 그렇지 않다면 최소한으로 줄여야만 사용자에게 중단 없는 (Seamless) 서비스를 제공할 수 있다. 기존의 3G 환경에서는 수분에 한번씩 핸드오버가 일어난다. 따라서 핸드오버 시 이전 셀(Old Cell)에 남겨진 데이터가 목적 셀로 이관되지 못하더라도 QoS에 미치는 영향이 미비했다. 반면에 이동 단말기의 이동 속도에 따라 수십 초, 수초에 한번씩 핸드오버를 일으키는 피코 셀 환경에서는 수초마다 남겨진 패킷이 발생할 수 있으며, 이를 기존과 같이 무시한다면 핸드오버 시 수신하지 못하고 이전 셀에 남겨진 패킷은 QoS에 많은 영향을 미치게 된다.

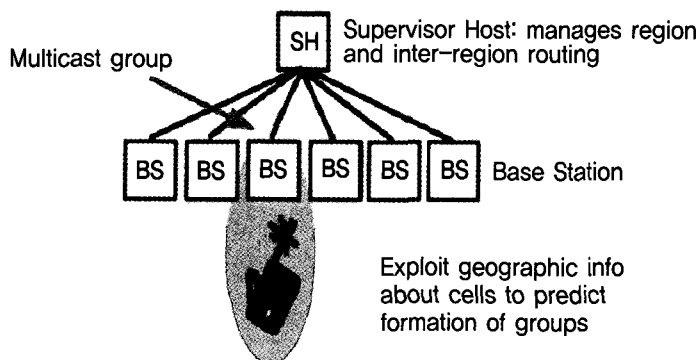
이를 억제하기 위한 요소 기술로서, 자원 예약(Resource Reservation), 멀티캐스트/브로드캐스트, QoS 조정(Adaptation) 그리고 버퍼링/터널링(Buffering/Tunneling) 등이 있다.

가. 멀티캐스팅 알고리즘 (Multicasting Algorithms) [17]
핸드오버로 인한 패킷 손실이나 전송 지연을 억제

하는 대표적인 방법이다. WWW나 FTP 서비스를 위하여, 코어 망의 서버에 접속하면 패킷은 코어 망(Core Networks)의 서버로부터, 기지국으로 전달되고 기지국에서 적절한 스케줄링 정책이나 기타 전송 정책에 따라 단말기에 전송된다. 하지만 단말기가 인접 셀로 핸드오버를 요구하면, 서버에서 핸드오버 셀로 전송되어 버퍼에 저장된 패킷과 핸드오버 과정 중에 기지국으로 전송된 패킷은 단말기에게 전송되지 못하고 패킷 손실로 처리된다. 이 때 손실된 패킷의 재전송으로 인한 성능 저하뿐만 아니라 TCP기반의 어플리케이션의 경우, 패킷 전송 지연으로 인하여 승인 신호(Acknowledgement)를 보내지 못하면 코어 망 서버는 혼잡(Congestion)으로 인한 패킷 손실로 간주하고 Sending Window Size를 0 또는 1/2로 줄인다. 그리고 핸드오버가 완료된 후 코어 망 서버로부터 전송된 패킷이 목적 셀의 단말기에게 전송되더라도, 이전 셀로 전송된 패킷을 수신하지 못했으므로 Duplicated Ack.을 보내게 되고, 이를 받은 코어 망 서버는 패킷 손실에 따른 Fast Recovery를 수행하고 Sending Window Size를 이전 Window Size의 절반 + 3으로 줄이게 된다. 그리고 Slow Start나 Fast Recovery로 상태가 변경되면 서버에서 단말기로 오는 패킷이 감소하고, 이로 인해서 성능이 급격히 감소하는 결과를 초래한다.

상위의 문제를 해결하기 위하여, 그림 6과 같이 단말기의 이동 방향이나 위치에 근거하여 현 셀뿐만 아니라 핸드오버 가능성이 있는 셀에게 패킷을 전달한다면 핸드오버 시에도 손실 없이 패킷을 수신할 수 있으며, 재전송에 따른 성능저하도 발생하지 않는다. 그러나 중복된 패킷의 전송으로 인한 오버헤드가 발생하며, 멀티캐스트로 전송할 기지국의 그룹 설정 문제가 발생한다. 이에 대한 알고리즘으로 Wireless ATM에서 많이 연구되어온 Virtual Connection Tree 알고리즘 등이 있다 [18].

3.3 고속 핸드오버 (Fast Handover)



(그림 6) 패킷 손실을 방지하기 위한 멀티캐스트 전송

나. 버퍼링과 포워딩 (Buffering & Forwarding)

멀티캐스팅 알고리즘은 핸드오버에 의한 패킷 손실을 감소시키지만 동일한 패킷을 핸드오버 셀뿐만 아니라 인접 셀에도 전송하므로, 핸드오버를 요구하는 단말기가 증가하면 다수의 기지국에서 버퍼 오버플로우 (Buffer Overflow)가 일어날 확률이 증가하고 핸드오버와 관계없는 기지국도 오버헤드를 부담해야 하는 문제점이 있다.

따라서 핸드오버에 의한 패킷 손실을 최소화하기 위한 다른 방안으로 Buffering & Forwarding이라는 알고리즘이 제안되었다. 단말기가 목적 셀로 이동하여 핸드오버가 일어나면, 이전 셀은 목적 셀에 현재 셀에서 단말기로 전송하기 위해 버퍼에 저장되어 있는 패킷들을 목적 셀에 포워딩 시킨다.

단말기가 핸드오버 과정을 진행하는 동안 목적 셀에 포워딩 된 패킷은 버퍼에 계속 저장 (Buffering) 되고 단말기가 핸드오버 과정을 완료하면 버퍼링 되었던 패킷을 단말기에게 전송한다. 이와 같은 알고리즘을 통해서 Multicasting에 의한 오버헤드와 버퍼 오버플로우 문제는 해결할 수 있지만 포워딩 과정에 의한 패킷 전송 지연문제는 여전히 남게 된다.

차세대 이동통신 시스템은 고속의 이동 중에도 정지 상태와 동일한 초고속의 멀티미디어 통신이 가능해야 할 것을 전제로 하고 있다. 이런 초고속의 멀티미디어 서비스를 수용하기 위해서는 셀의 크기를 더욱 줄여서 무선 자원의 재사용성을 증대 시켜야 한다. 즉 주파수 사용의 효율성을 위해 셀 반경 (마이크로 셀의 경우 반경

100m, 피코 셀의 경우 반경 30m로 추정됨)이 더욱 작아져야 한다. 이런 환경에서 문제가 되는 점은 셀의 반경이 더욱 더 작아지고 이동 단말기가 고속화됨에 따라 빈번한 핸드오버가 발생하게 되어 망의 부하가 급격히 증가하기 때문에 고속의 이동 단말기를 위한 보다 빠른 이동성 처리가 요구된다는 것이다. 따라서 잦은 핸드오버로 인한 전체 시스템에서 과부하 (Overhead Traffic)와 성능 저하 등의 이동성 관리 기능에 대한 문제점을 고려해야 한다. 따라서 차세대 이동통신 시스템은 마이크로/피코 셀 환경에서 고속으로 이동하는 단말기가 끊임 없는 서비스를 받을 수 있도록 지원하기 위해서는 그림 7과 같이 고속 핸드오버 (Fast Handover)를 지원하기 위한 기술이 필요하다 [19].

기존의 3G에 비하여 셀 반경이 더욱 작아지는 차세대 이동통신 시스템에서는 핸드오버의 수가 증가하고 핸드오버 간 시간 반경이 줄어들며 이동 단말기의 이동 속도에 따라, 수십 초, 수 초에 한번씩 핸드오버를 일으킨다. 즉 핸드오버 수행시간 (Handover Processing Time)이 더 작아진다. 이에 따라, 이전 기지국과 신호 감쇠 때문에 통신할 수 없는 상황임에도 핸드오버를 완료하지 못하는 상황이 발생하게 되

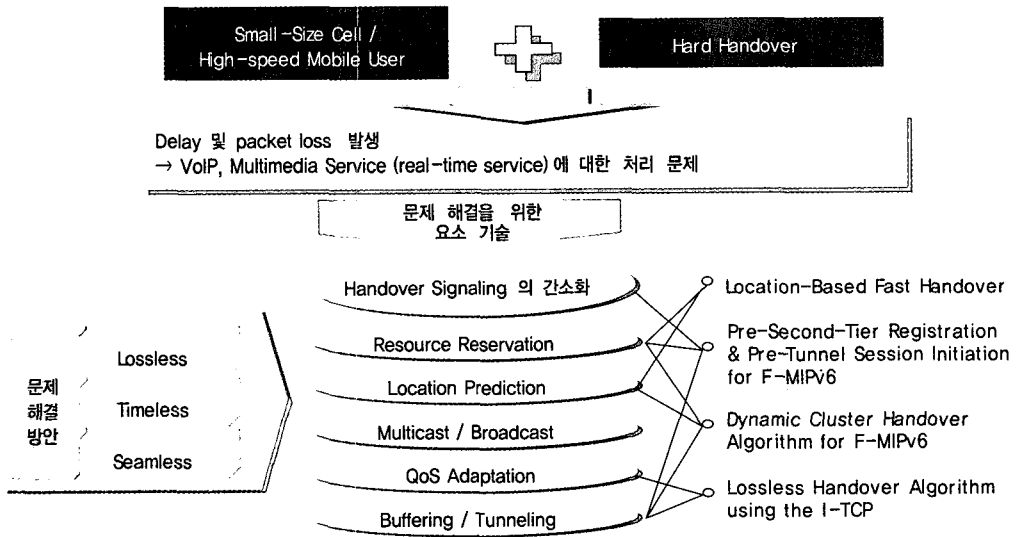
고 핸드오버가 실패할 수도 있다. 부연하면, 이동 통신망이 최근 진보로 인한 셀 반경의 축소로 마이크로 셀에서 피코 셀 환경으로 변하고 있는 시점에서 기존의 핸드오버 방식으로 처리 시, 작은 피코 셀 환경에서 이동 단말기가 고속으로 이동할 때, 핸드오버 지연 (Handover Delay)에 의하여 연결 서비스가 절단되는 문제점을 보완하기 위하여 무시간 핸드오버 (Timeless Handover)가 보장되어야 한다. 이를 구현하기 위한 요소 기술로는 핸드오버 신호 (Handover Signaling) 절차 간소화 기술, 위치 예측 (Location Prediction) 기술 등이 있다.

고속 핸드오버는 기본적으로 핸드오버 과정의 신속한 처리를 의미하지만, 실제적으로는 핸드오버 시 서비스 중단을 인지할 수 없도록 하는 것을 목표로 하고 있다. 따라서 핸드오버 과정의 빠른 수행뿐만 아니라 IP 영역에서의 이동이 일어난다면, Mobile IP 핸드오버 과정을 포함한 핸드오버 과정의 신속한 수행과 사용자의 서비스 중단이나 성능 저하를 느낄

수 없도록 하는 모든 종류의 알고리즘을 포함해야 한다 [20].

IV. 결 론

본 고에서는 차세대 이동통신 시스템에서 필요성이 대두되고 있는 QoS 기술을 살펴보고 QoS 지원 방안에 대하여 논하였다. 차세대 이동통신의 서비스 특징은 3G 서비스에 비하여 보다 높은 전송 속도와 서비스 융합 기술에 따른 High Quality, Multi-Service로 요약할 수 있다. 이를 시스템에서 지원하기 위한 기반 기술로서 SLA에 근거한 QoS 지원 기술, Policy에 근거한 QoS 지원 기술, 그리고 이기종 망간의 QoS 연동 기술을 논하였다. 또한 이동성 보장을 위한 요소 기술로서 계층적 이기종 시스템간 핸드오버, 무손실 핸드오버 그리고 고속 핸드오버 등을 논하였다. 상위의 기술들이 차세대 이동통신 시스템



(그림 7) 고속 핸드오버

기술 요구에 어떻게 적용될 지는 확신할 수 없는 상황이지만, 향후의 차세대 이동통신망에서는 이기종 시스템과 연계되어 서비스될 것이 확실 시 되므로 끊임 없는 서비스 제공이라는 기술적인 문제는 차세대 이동통신 시스템에서 반드시 해결해야 할 과제이며 이를 해결해야 할 노력이 유무선 통합 관점에서 논의되어야 한다.

[참고 문헌]

- [1] Werner mohr and Walter Konhauser, "Access Network Evolution Beyond Third Generation Mobile Communications," IEEE Comm Magazine, pp. 122-133, December 2000.
- [2] Mahbulul Alam, Ramjee Prasad and John R. Farserotu, "Quality of Service Among IP-Based Heterogeneous Networks," IEEE Personal communications, pp. 18-24, December 2001.
- [3] Theodore B. Zahariadis, Konstantinos G. Vaxevanakis, Christos P. Tsantilas, Nikolaos A. Zervos and Nikos A. Nikolaou, "Global Roaming in Next-Generation Networks," IEEE Communications Magazine, pp. 145-151, February 2002.
- [4] Gang Wu, Mitsuhiro Mizuno and Paul J.M. Havinga, "MIRAI Architecture for Heterogeneous Network," IEEE Comm. Magazine, pp. 126-134, February 2002.
- [5] Giovanni Cortese, Roberto Fiutem, Piergiorgio Cremonese, Salvatore D' Antonio, Marcello Esposito, Simon Pietro Romano and Ada Diaconescu, "End-User Services in Premium IP Networks," IEEE Comm. Magazine, pp. 54-60, January 2003.
- [6] Marilly, E., Martinot, O., Papini, H. and Goderis, D., "Service Level Agreements: a Main Challenge for Next Generation Networks," IEEE ECUMN 2002, pp. 297-304, April 2002.
- [7] Eric Bouillet, Debasis Mitra and K. G. Ramakrishnan "The Structure and Management of Service Level Agreements in Networks," IEEE Journal on Selected Areas in Comm. Vol. 20, no. 4, pp. 691-699, May 2002.
- [8] Ludwig, H., Keller, A., Dan, A. and King, R., "A Service Level Agreement Language for Dynamic Electronic Services," IEEE International Workshop, pp. 25-32, June 2002.
- [9] 3rd Generation Partnership Project, "Technical Specification Group Services and System Aspects; Dynamic Policy Control Enhancements for end-to-end QoS," TR 23.917, v.1.2.0, January 2004, <http://www.3gpp.org>
- [10] 3rd Generation Partnership project, "Technical Specification Group Services and System Aspects; End-to-end Quality of Service (QoS) concept and architecture," TS 23.207 v.6.3.0, June 2004. <http://www.3gpp.org>
- [11] 3rd Generation Partnership Project, "Technical Specification Group Services and System Aspects; Policy control over Go interface," TS 29.207, v.6.0.0, June 2004. <http://www.3gpp.org>
- [12] Victor Marzues, Rui L. Aguiar, Carlos Garcis, Jose Ignacio Moreno, Christophe Beaujean, Eric Melin and Marco Liebsch, "An IP-Based QoS Architecture for 4G Operator Scenarios," IEEE Wireless Comm., pp. 54-62, June 2003.

- [13] Suk Yu Hui and Kai Hau Yeung, "Challenges in the Migration to 4G Mobile Systems," *IEEE Comm. Magazine*, pp. 54-59, December 2003.
- [14] U. Varshney and R. Jain, "Issues in Emerging 4G Wireless Networks," *IEEE Computer*, No. 6, June 2001.
- [15] A. Misra, S. Das, A. Dutta, A. McAuley, and S. K. Das, "IDMP-Based Fast Handoffs and Paging in IP-Based 4G Mobile Networks," *IEEE Communication Magazine*, March 2002.
- [16] C. Hartmann and O. Schlegelmilch, "Hierarchical Cell Structures with Adaptive Radio Resource Management," *Proceedings of the IEEE Vehicular Technology Conference 2000 Fall*, Sep. 2000.
- [17] B. S. Kim and K. J. Han, "Multicast Handoff Agent Scheme for Micro-Mobility in All-IP Wireless Network," *Electronics Letters* 6th, Vol 38, No. 12, Jun. 2002.
- [18] A. Acampora and J. S. Reddy, "Lossless Handoff in Microcellular Networks for Wireless Internet Access," *IEEE International Symposium on Personal, Indoor, and Mobile Radio Communication 2000*, Sep. 2000.
- [19] H. Choi and N. Moayeri, "A Fast Handoff Scheme for Packet Data Service in the cdma2000 System," *GLOBECOMM '01*, Vol. 3, Nov. 2001.
- [20] J. H. Lee, T. H. Jung, S. U. Yoon, S. K. Youm, and C. H. Kang, "An Adaptive Resource Allocation Mechanism Including Fast and Reliable Handoff in IP-Based 3G Wireless Networks," *IEEE Personal Communications*, Dec. 2000.



이종찬

1994년 국립군산대학교 컴퓨터학과 졸업
 1996년 숭실대학교 컴퓨터학과 석사
 2000년 숭실대학교 컴퓨터학과 박사
 2000년 ~ 2005년 전자통신연구원 선임 연구원
 2005년 ~ 현재 국립군산대학교 컴퓨터정보학과
 조교수

관심분야 : 차세대 이동통신, 임베디드 시스템, 센서 네트워크



이동춘

2000년 연세대학교 컴퓨터학과 박사
 1989년 ~ 현재 : 호원대학교 컴퓨터학부 정교수
 관심분야 : 차세대 이동통신, 이동 통신 보안,
 센서 네트워크, 임베디드 소프트웨어 시스템