

## 이종망에서 이동 단말기의 QoS를 향상시키는 정책기반 자원관리 프레임워크

이계임\*, 정순기\*\*, 이종찬\*\*\*, 박상준\*\*\*

### A Policy-based Resource Management Framework for QoS Improvement of Mobile Terminals in heterogeneous Network

Kye-Im Lee \*, Soon-Gi Jung \*\*, Jong-Chan Lee \*\*\*, Sang-Jun Park \*\*\*

#### 요약

본 논문에서는 이종 접속망에서 이동 단말기 및 접속망 상태 등에 따라 가변적으로 변하는 자원관리 기능을 이동 단말기의 핸드오버 처리에 적용함으로써 최적의 QoS를 보장할 수 있는 정책기반 자원관리 프레임워크를 제안하였다. 본 논문에서 제안한 정책기반 자원관리 프레임워크의 성능을 평가하기 위하여 중첩된 이종 접속망간에서 발생하는 핸드오버시 최적의 셀을 선정하기 위한 가중치 정책을 적용했을 경우, 멀티미디어 서비스 세션의 수가 증가할수록 전송 지연이 현저히 향상된 것으로 분석되었다. 이는 서비스 중인 접속망에서 QoS 저하가 발생할 경우에 최적의 접속망으로 핸드오버가 수행되어 현재 서비스에 가장 적합한 이종 시스템으로의 서비스 절체가 이루어지므로 서비스의 연속성을 최대한 보장할 수 있다.

#### Abstract

A policy based resource management framework is proposed, that supports the optimal QoS by applying resources management function which is changed according to the status of mobile terminal and heterogeneous connections to hand-over process of mobile terminals based on heterogeneous network. To assess the performance of policy based resource management framework proposed in this thesis, in case of applying weighted policy for selecting optimal cell in hand-over occurring among duplicated heterogeneous connections, the transmission delay was remarkably enhanced as the number of multimedia sessions increased. This means, in case of QoS deterioration of multimedia session occurring in service connection, hand-over was executed with the optimal connection.

• 제1저자 : 이계임 교신저자 : 정순기, 이종찬, 박상준

• 투고일 : 2010. 06. 14, 심사일 : 2010. 06. 23, 게재확정일 : 2010. 06. 24.

\* 한국폴리텍1대학 성남캠퍼스 정보통신시스템 교수 \*\* 충북대학교 컴퓨터공학과 교수 \*\*\* 군산대학교 컴퓨터정보공학과 교수

▶ Keyword : 이종 접속망(Heterogeneous Network), 정책기반 자원 관리(Policy Based Resource Management), QoS(Quality of Service)

## 1. 서론

2010년 이후는 이동통신, 무선 랜 및 WiBro 등과 같은 다양한 통신기술들이 최대 1Gbps까지 데이터 전송속도를 제공하는 제 4세대 이동통신 기술로 진화될 것이다. 또한 제 4세대 이동통신 기술을 포함하는 차세대 이동통신망은 기존 WLAN, 이동통신망, 휴대인터넷 및 셀룰러 망 등을 포함하는 중첩된 이종망의 통합에 해당되는 융합망(Convergence Network)으로 발전될 것으로 전망된다. 즉, 차세대 단일 무선 접속망(Wireless Access Networks)이 모든 지역을 커버하는 것이 아니라 핫 스팟(hot-spot) 영역 위주로 고속 데이터 통신을 지원하고, 핫 스팟 영역 외의 지역은 기존 통신 시스템과의 연동을 통해 어느 지역에서든 하나의 이동 단말기로 최적의 서비스를 제공할 수 있어야 한다[1][2].

차세대 이동통신 시스템 환경에서는 통신망 가입자는 전파 환경과 서비스 특성에 따라 통신품질 및 과금에 유리한 최선의 통신망을 선택할 수 있을 것이며, 사업자는 글로벌(global)한 자원관리 및 이동성 관리체계를 구축하여 통신망 자원의 효과적인 사용과 이종 접속망간의 트래픽 분배를 통하여 가입자 수용 능력 증대에 노력할 것이다[3].

이동통신망 자원관리 기술에 대한 기존 연구는 주로 제 3세대(3G) 및 제 3.5세대(3.5G) 이동통신망 각각의 단일망에서나 또는 이동통신망과 IP 백본망의 연동을 대상으로 하는 정책기반 자원관리 기술의 개발에 초점을 맞추고 있다. WLAN, 이동통신망, 휴대인터넷 및 셀룰러 망 등이 통합되는 융합망 환경은 현재 개발 중에 있으므로 이를 종합적으로 고려한 무선 이종망(Wireless heterogeneous Network)을 대상으로 하는 정책기반 자원관리 기술에 대한 연구는 매우 미흡한 실정이다. 따라서 다중 무선통신 시스템들이 계층적으로 중첩되어 있는 환경에서 끊김없는(seamless) 서비스를 제공하기 위해서는 계층적 이종 시스템 간에 수직적(vertical) 핸드오버 보장이 필요하다. 또한 수행중인 서비스에 대하여 협약된 QoS가 저하될 경우 자원관리를 통하여 새로운 접속망으로 절체 시켜 줌으로써 서비스의 지속성 보장이 필요하다 [4]. 이러한 문제를 극복하기 위해서는 이종망을 통합한 이종 접속망을 대상으로 하는 정책기반 자원관리 기법, QoS 보장 기술 등에 대한 연구가 필요하다. 본 연구는 [5]에서 제안된

셀 선정 방식에서 개선 부분으로 지적된 정책기반 자원관리 구조 및 셀 선정 정책을 추가함으로써 통신망 환경 변화에 실시간적으로 적응 가능하게 하였다.

## II. 관련 연구

### 1. 관련연구

#### 1.1 차세대 이동통신망의 미래

2010년 이후는 이동통신, 무선 랜 및 WiBro 등과 같은 다양한 통신기술들이 최대 1Gbps까지 데이터 전송속도를 제공하는 제 4세대 이동통신 기술로 진화될 것이다. 또한 제 4세대 이동통신 기술을 포함하는 차세대 이동통신망은 기존 무선 랜, 제 2세대 및 제 3세대 이동통신 기술을 포함하는 중첩된 이종망의 통합에 해당되는 융합망으로 발전될 것으로 전망된다.

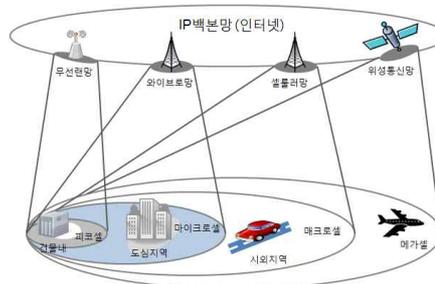


그림 1. 차세대 이동통신망 구성도  
Fig. 1. Next Generation Mobile Network Communication Structure

차세대 이동통신망은 위의 그림 1과 같이 다양한 무선 랜 및 이동통신망이 공존하는 형태로 진화할 것이다. 즉, 건물이나 핫 스팟 내에서는 무선 랜을 이용한 피코-셀(Pico-Cell) 영역, 도심지역에서는 WiBro 관련 기술을 이용한 마이크로셀(Micro-Cell) 영역, 시외 지역에서는 이동통신 기술을 이용한 매크로 셀(Macro-Cell) 영역, 그리고 보다 광범위한 지역에서는 위성 통신망을 이용한 메가 셀(Mega-Cell) 영역이 지정될 것이다. 이들 셀 영역들이 상호 중첩된 구조를 갖는 융합망이 출현될 것으로 전망한다. 다양한 무선 액세스 망은 IP 백본망을 통해 서로 연동되며, 사용자는 자신의 위치, 이동성 및 QoS에 따라 최적의 무선 접속망을 선택하여 서비스를 제공 받을 수 있을 것이다[6][7].

### 1.2 이종망간 수직적 핸드오버 기술

통신서비스 제공 차원에서 유선과 무선의 경계영역이 사라지고 있다. 유무선 통합이 원활히 이루어지기 위해서는 이종망간의 연동을 위한 끊임없는 핸드오버가 필수적이다. 끊임없는 핸드오버란 이동 단말기가 여러 개의 이종망을 거쳐 다른 망으로 이동할 경우 현재의 네트워크 접속 상태가 끊어지지 않고 유지되는 것을 의미한다. 셀 간에 핸드오버는 동일한 종류의 셀 간을 이동할 경우 발생하는 수평적 핸드오버와 상이한 종류의 셀 간을 이동할 경우 발생하는 수직적 핸드오버로 분류된다. 향후 다양한 종류의 이종망들이 연동되는 융합망이 출현할 것이며, 사용자는 어느 망을 선택하느냐에 따라 서비스 질이나 과금이 달라 질 수 있으므로 효율적인 네트워크 선택을 위한 수직적 핸드오버 방식에 대한 연구가 필요하다 [8-10].

## III. 정책기반 자원관리 프레임워크

### 3.1 정책기반 자원관리 프레임워크 구조

본 논문에서는 계층화된 네트워크상에서의 핸드오버시 QoS를 제공하기 위하여 정책기반 자원관리 프레임워크를 제안한다. 정책기반 자원관리 프레임워크는 QoS를 보장하는 끊임없는 핸드오버와 이종 접속망 환경에서 사용자에게 자유롭고 신속한 이동성 보장과 셀 선정을 제공하며, 사업자에게는 무선 인프라 자원을 효과적으로 관리할 수 있도록 한다. 따라서 현재 이동 단말기 상태 및 이종 접속망 상태 등에 따라 자원관리 기능들이 변화하며, 변화된 자원관리 기능을 QoS관리에 적용함으로써 최적의 서비스 품질을 보장한다.

본 논문에서는 SLS에 의하여 주어진 QoS 수준을 유지하기 위하여 SLA에 기반하는 QoS 운영 모듈인 정책기반 자원관리 프레임워크를 제안한다. SLA가 사업자간의 계약에 의하여 결정될 경우 각 접속망에서는 자원 할당을 위하여 한 개 이상의 SLS가 생성된다. 정책기반 자원관리 프레임워크는 SLA에서 협약된 QoS를 보장하기 위하여 SLS를 통하여 QoS의 유지기능을 제공한다. 따라서 정책기반 자원관리 프레임워크는 SLA에 의한 서비스 제공을 위하여 정책기반 QoS 관리방안을 적용한다. 다음 그림 2는 SLA와 정책기반 자원관리 프레임워크와의 관계를 보이고 있다. 정책기반 자원관리 프레임워크의 RM-PDP는 설정된 서비스를 지원하기 위하여 하부계층에 위치하는 시스템을 제어한다.

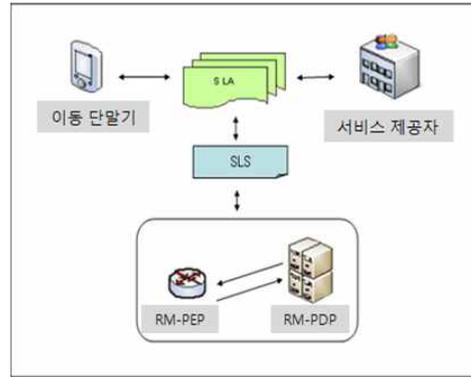


그림 2. 정책기반 자원관리 프레임워크 구성도  
Fig.2 Policy Based Resource Management Framework Structure

### 3.2 정책기반 자원관리 모델

다양한 이종 접속망 환경에서 각 노드에 위치하는 계층별 자원관리 네트워크를 구축하고 시스템 운영자의 자원운영 정책과 네트워크 상태에 따라 적응적으로 자원을 관리함으로써 사용자 및 운영자가 원하는 QoS를 보장하기 위하여 다음과 같은 기능을 지원하는 정책기반 자원관리 모델의 설계가 필요하다.

- 1) 이종 접속망 환경에서 가입자에게는 자유롭고 신속한 이동성 보장과 셀 선정 기능을 제공하며, 사업자에게는 무선 인프라 자원을 효과적으로 관리할 수 있는 통합 관리자 역할을 부여한다.
- 2) QoS 보장을 위해서는 끊임없는 핸드오버를 유지해야 한다. 즉, 이종 접속망간에는 QoS 매핑 및 조정기능을 제공한다.
- 3) 이종접속망의 네트워크 상태를 주기적으로 모니터링하여 정책결정에 사용하기 위하여 SLA 정보, 이동 단말기의 셀 정보 및 QoS 정보 등을 수집을 통해 QoS 관리에 이용한다.

위와 같은 기능을 수행하는 정책기반 자원관리의 기능과 역할은 다음과 같다.

#### 3.2.1 정책 관리자(Policy Manager)

정책은 무선 자원을 관리, 제어하는 규칙으로 주로 네트워크 관리자에 의해 정의된다. 예를 들면, 어느 이동 단말기가 어떤 자원을 사용하도록 정하거나, 특정 어플리케이션에 우선 순위를 부여하거나 또는 고객에 따라 서비스를 차별화한다.

#### 3.2.2 세션 관리자(Session Manager)

세션 관리자는 신규 세션 연결 및 종료, 핸드오버 수행 여

부 결정, 신규 세션 요구 그리고 핸드오버시에 필요한 셀 선정 기능 등을 수행하는 Cell Selector(셀 선정기)로 구성된다. 다음 표 1은 핸드오버의 발생조건에 따른 핸드오버의 종류를 나타낸다.

표 1. 핸드오버의 분류  
Table 1. Classification of HandOver

종류	발생 조건	내용
M 핸드오버	이동 단말기의 이동에 의하여 발생	재협상 필요 동일 QoS 유지 필요 RM PEP request RM PDP trigger
D 핸드오버	QoS 저하에 의하여 발생	동일 QoS 유지 필요 RM PDP/RM-PEP request RM PEP/RM-PDP trigger
B 핸드오버	특정 셀의 부하가 기준할 경우에 발생	지연손실 제거 필요 동일 QoS 유지 필요 RM PDP request RM PEP trigger
U 핸드오버	QoS 상승 요구에 의하여 발생	재협상 필요 RM PEP request RM PDP trigger

3.2.2.1 Cell Selector

Cell Selector는 세션 open과 핸드오버시 특정 셀을 선택한다.

3.2.3 QoS 관리자(QoS Manager)

QoS 관리자는 핸드오버 처리시에 자원 할당을 포함한 QoS 관리를 수행하는 함수이다.

3.2.4 이동성 관리자(Mobility Manager)

이동성 관리자는 이종 접속망간의 핸드오버 처리를 담당하는 모듈로서 실제 핸드오버 절차를 포함하고 있다.

3.2.5 프로파일 관리자(Profile Manager)

프로파일 관리자는 각 이종 접속망의 네트워크 상태를 주기적으로 수집하고 정책결정에 사용하기 위하여 SLA 정보, 이동 단말기의 셀 정보 및 QoS 정보 등과 같은 정보를 수집한다. 수집된 정보를 바탕으로 프로파일 모니터링을 수행함으로써 QoS 및 자원관리를 가능하게 한다.

IV. 세션 관리자의 사례 연구

본 논문에서는 제 III장에서 제안한 정책기반 자원관리 모델 중에서 세션 관리자의 Cell Selector 기능에 대한 사례 연구를 수행하였다.

4.1 셀 선정 처리절차

4.1.1 셀 선정과정

이종 접속망 환경에서 사용자는 다수의 셀 선정 파라미터를 고려하여 통신품질 및 과금에 유리한 최선의 접속망을 선택할 수 있으며, 사업자는 무선자원의 효과적 사용과 이종 접속망간의 트래픽 분산을 통해 사용자 수용 능력을 최대로 증대시킬 수 있어야 한다.

4.1.1.1 제 1단계 셀 선정

정적 정보와 동적 정보를 근거로 하여 두 단계의 셀 선정 과정을 수행한다. 제 1단계 셀 선정은 기본 선택 단계로서 이동 단말기가 특정 접속망에 접속하기 위하여 기본적인 요구사항을 근거로 접속망을 선정한다. 기본적인 요구사항 선택 파라미터는 다음과 같다.

- 1) 수신 신호 세기
- 2) 인증 여부
- 3) 서비스 지원 여부
- 4) 이동 단말기의 이동속도 한계
- 5) 가용자원의 존재 유무

위와 같은 기본적인 요구사항의 충족 여부를 검사하는 제 1단계 선정과정을 통하여 셀이 선정되면 이동 단말기는 어느 접속망에도 접속이 가능하다. 그러나 사용자 및 시스템 운영자의 요구사항은 고려되지 않았으므로 최적의 셀 선정은 아니다. 최적의 셀 선정과정을 수행하기 위하여 위의 제 1단계 요구사항 충족하는 접속망은 이종 접속망 환경에서 다기준 의사결정 방법을 이용하는 제 2단계 셀 선정과정을 통하여 최적의 접속망이 선정된다.

4.1.1.2 제 2단계 셀 선정

제 2단계 셀 선정과정은 주(main) 선택 단계로 셀 선정에 필요한 주요 선택 파라미터와 요구사항은 다음 표 2와 같다. 즉, 여러 개의 셀 선정 정책을 정의하여 시스템 상태에 따라 동적으로 변동시킨다. 셀 선정 정책의 가중치를 조정함으로써 셀 선정 목록이 동적으로 갱신된다.

표 2 주요 셀 선정 파라미터와 요구사항  
Table 2. Requirement of Cell Selection Parameter

선택 파라미터	요구사항
통신비용(C)	통신 비용의 최소화
사용자 선호도(P)	사용자 장치 선호도의 극대화
셀 부하(L)	셀 부하의 최소화
전송 지연(D)	전송 지연의 최소화

새로운 셀 선정은 다수 지표(Multi-criteria)를 만족시키는 접속망 선택을 의미한다. 제 2단계 셀 선정 알고리즘은 다음과 같은 처리 과정들을 포함한다.

**1) 셀 선정 파라미터를 위한 의사결정 행렬식의 결정**

$A_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 를 셀 선정 파라미터  $C_j (j = 1, 2, \dots, m)$ 에 의하여 평가대상이 되는 접속망들로 정의한다면, 각각의 평가대상은 셀 선정 파라미터를 만족시키는 정도에 따라 표현되는 의사결정 행렬식(decision matrix expression)  $X$ 는 다음 식 1과 같다.

$$X = \begin{bmatrix} C_{11} & P_{12} & D_{13} & L_{14} \\ C_{21} & P_{22} & D_{23} & L_{24} \\ C_{31} & P_{32} & D_{33} & L_{34} \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{n1} & P_{n2} & D_{n3} & L_{n4} \end{bmatrix} \dots\dots\dots \text{<식 1>}$$

식 1에서는 셀 선정 파라미터  $C_j (j = 1, 2, \dots, m)$ 를 갖는 평가대상  $A_i (i = 1, 2, \dots, n)$ 의 언어적 판단 결과를 나타낸다. 언어적 판단 결과는 언어 변수 VP(Very Poor), P(Poor), F(Fair), G(Good) 및 VG(Very Good)의 집합으로 표현된다. 의사결정 행렬식에 사용된 언어 변수 값의 소속 함수는 다음 그림 3과 같다. 그림에서 X 축은 언어 변수 값의 퍼지 수, Y 축은 소속 함수 값을 나타낸다.

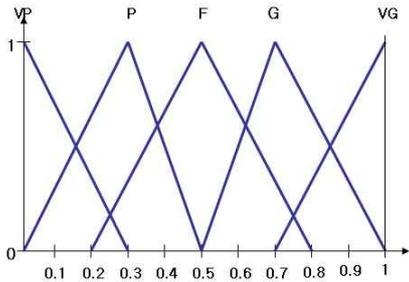


그림 3. 의사 결정 행렬식에 사용되는 언어 변수 값의 소속 함수  
Fig 3. Language Variable Value Function of Decision Making Matrix

**2) 셀 선정 파라미터에 가중치를 부여할 벡터 결정**

셀 선정 파라미터에 대한 가중치 벡터  $W$ 은 다음 식 2와 같이 표현된다.

$$W = (W_j^C, W_j^P, W_j^D, W_j^L) \dots\dots\dots \text{<식 2>}$$

위의 식 2에서  $W_j$ 는 셀 선정 파라미터  $C_j (j = 1, 2, \dots, m)$ 의 퍼지 가중치이다. 가중치는 언어 변수는 LTI(Least important), LSI(Less important), I(Important), MEI (More important) 및 MTI(Most important)의 집합으로 표현된다. 가중치 벡터  $W$ 에 속해있는 언어 변수 값의 소속 함수는 다음 그림 4와 같다. X 축은 가중치 언어 변수 값의 퍼지 수를 나타내며, Y축은 가중치를 나타낸다. 가중치는 다음과 같은 두 가지 조건에 근거하여 결정한다.

시스템 운용의 효율성(이중 접속망 자원의 효과적인 사용과 트래픽 분배를 통한 가입자 수용 능력의 증대)에 중점을 둘 것인지 또는 사용자의 서비스 만족도(사용자는 통신품질 및 요금에 유리한 셀을 접속)에 우선을 둘 것인지에 따라 가중치를 할당한다. 서비스의 종류 (실시간 서비스 또는 비실시간 서비스)와 현재 시스템의 상태(전송 지연, 셀 부하)를 고려하여 가중치를 결정한다.

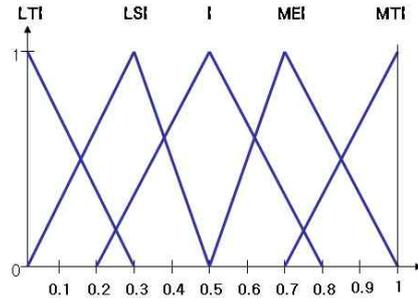


그림 4. 가중치 벡터에 사용되는 언어 변수 값의 소속 함수  
Fig 4. Language Variable Value Function Used Weight Vector

**3) 셀 선정 정책에 대한 가중화된 소속 함수 값의 결정**

선정된 셀 선정 파라미터의 소속 정도에 따라 상대적 중요도를 고려하여 셀 선정 정책에 대한 가중화된 소속 정도를 구한다. 각 셀 선정 파라미터의 소속 정도를 통합하기 위한 방법으로 다음과 같은 가중치 평균 방법을 사용한다.

산출된 의사결정 매트릭스에 가중치 벡터의 논리곱으로서 다음 식 3과 같은 가중화된 소속 정도를 산출한다.

$$\mu = \begin{bmatrix} C_{11} \times w_1^C & P_{12} \times w_1^P & D_{13} \times w_1^D & L_{14} \times w_1^L \\ C_{21} \times w_2^C & P_{22} \times w_2^P & D_{23} \times w_2^D & L_{24} \times w_2^L \\ C_{31} \times w_3^C & P_{32} \times w_3^P & D_{33} \times w_3^D & L_{34} \times w_3^L \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ C_{n1} \times w_j^C & P_{n2} \times w_j^P & D_{n3} \times w_j^D & L_{n4} \times w_j^L \end{bmatrix} \dots\dots\dots \text{<식 3>}$$

4) 가중화된 소속 정도에 대한 GMV 결정하여 셀의 선정 순위 결정

소속 정도 퍼지 집합을 순위화하기 위하여 GMV(일반화된 평균값) 방식을 사용한다. 가중화된 소속 정도  $m(\mu_n)$ 에 대한 GMV를 구하는 식은 다음 식 4와 같다.

$$m(\mu_n) = \frac{(D_n + L_n)^2 - (C_n + P_n)^2 + C_n \cdot P_n - D_n \cdot L_n}{3 \cdot [(D_n + L_n) - (C_n + P_n)]} \dots\dots$$

..... <식 4>

여기서  $C_n = C_{n1} \times W_j^C, P_n = P_{n2} \times W_j^P, D_n = D_{n3} \times W_j^D$ , 그리고  $L_n = L_{n4} \times W_j^L$ 이다.

4.1.2 셀 선정 정책

이중 접속망 환경에서 핸드오버시 요구되는 최적의 셀 선정에 필요한 4개의 정책 시나리오에 대하여 설명한다. 여러 개의 셀 선정 정책을 정의하고, 사용자 및 시스템 상태에 따라 셀 선정 정책을 동적으로 변경시킨다. 따라서 셀 선정에 필요한 파라미터 C(통신비용), P(사용자 선호도), L(셀 부하) 및 D(전송 지연)에 대한 가중치 LTI, LSI, I, MEI 및 MTI를 사용자 및 시스템 상태에 따라 조정함으로써 최적의 접속망을 선택할 수 있다. 본 실험에서는 사용자의 서비스 요구 수준과 시스템의 현재 상태에 따라 가중치를 조정하였다.

4.1.2.1 M-핸드오버시 셀 선정 정책

M-핸드오버는 이동 단말기의 이동성에 근거하므로 시스템 운영 측면과 사용자 QoS 보장 측면을 동시에 고려하는 정책을 수립해야 한다. M-핸드오버시 셀 선정 정책의 예는 다음 그림 5과 같다.

Title	MISHOCeIlSelectionPolicy
Subject	PolicyServer
Initiator	MT
Target	MT
On	MT = Mobility
Policy	If (ISHO = MISHO) Then (P ::= MTI) && (C ::= I) && (D ::= I) && (L ::= MEI);

그림 5. M-핸드오버시 셀 선정 정책  
Fig 5. Cell Selection Policy of M-HandOver

4.1.2.2 D-핸드오버시 셀 선정 정책

QoS 저하로 인하여 발생하는 D-핸드오버는 기존 접속망에서 제공하던 QoS 수준을 유지하도록 하는 것이 가장 중요하다. D-핸드오버는 시스템 운영 측면보다는 사용자 QoS 보장 측면에서 접근해야 하며, 동일 QoS 수준의 보장에 중요도를 부여한다. 셀 선정 정책의 예는 다음 그림 6과 같다.

Title	MSHOCeIlSelectionPolicy
Subject	PolicyServer
Initiator	Profile Monitor
Target	MT
On	MT = QoS degradation
Policy	If (ISHO = DISHO); Then (P ::= LTI) && (C ::= I) && (D ::= MTI) && (L ::= MEI);

그림 6. D-핸드오버시 셀 선정 정책  
Fig 6. Cell Selection Policy of D-HandOver

4.1.2.3 U-핸드오버시 셀 선정 정책

세션의 QoS 상승 요구로 인하여 발생하는 U-핸드오버는 QoS를 상향 조정하는 것이 목적이므로 사용자 QoS 보장 측면에 중점을 두면서 시스템 운영 측면에 대한 고려도 필요하다. QoS 수준 보장에 우선권을 부여하며, 셀 부하의 정도에 따라 중요성을 부여한다. 셀 선정 정책의 예는 다음 그림 7과 같다.

Title	MISHOCeIlSelectionPolicy
Subject	PolicyServer
Initiator	Mobile Terminal
Target	MT & BS
On	MT = Mobility
Policy	If (ISHO = UISHO); Then (P ::= LSI) && (C ::= I) && (D ::= MTI) && (L ::= MEI);

그림 7. U-핸드오버시 셀 선정 정책  
Fig 7. Cell Selection Policy of U-HandOver

4.1.2.4 B-핸드오버시 셀 선정 정책

특정 셀에 부하가 집중될 경우 발생하는 B-핸드오버는 부하 분산이 주목적이므로 서비스의 균등화에 중점을 둔다. 사용자 QoS 보장 측면보다는 시스템 운영 측면에서 주요 셀 선정 파라미터에 가중치를 부여해야 한다. 따라서 접속 가능한 이중 접속망에서 각 셀 부하의 정도 여부가 가장 중요한 요소이다. 셀 선정 정책의 예는 다음 그림 8과 같다.

Title	MISHOCeIlSelectionPolicy
Subject	PolicyServer
Initiator	Profile Monitor
Target	MT & BS
On	MT = Overload
Policy	If (ISHO = BISHO); Then (P ::= LTI) && (C ::= I) && (D ::= MEI) && ( L ::= MTI);

그림 8. B-핸드오버시 셀 선정 정책  
Fig 8. Cell Selection Policy of B-HandOver

V. 실험 및 성능 평가

5.1 실험 환경

4종류의 핸드오버시 셀 선정 정책을 제 4.1.1절에 도입한 정책기반 셀 선정 알고리즘에 적용하여 셀 선정 성능 평가를 다음과 같은 단계로 수행하였다. 실험에는 총 4대의 컴퓨터를 사용한다. 4대의 컴퓨터를 구성하여 4대중 1대의 컴퓨터는 정책기반 자원관리 프레임워크가 수행되는 서버 역할을 한다. 4대의 컴퓨터는 허브로 연결되어 있다.

- 1) 3대의 컴퓨터 각각에서 네트워크 상태정보를 생성하여 서버 컴퓨터에 전송한다.
- 2) 서버 컴퓨터는 네트워크 상태정보를 분석하여 핸드오버 여부를 결정한다.
- 3) 핸드오버시 여러 개의 중첩 셀이 결정되면 셀 선정 알고리즘과 4개의 셀 선정 정책에 의하여 최적의 셀을 선정한다.
- 4) 정책기반 자원관리 프레임워크는 선정된 셀로 사용자 서비스를 절체 시킨다.

위의 4가지 과정을 반복적으로 수행하면서 세션 수에 따라 전송 지연시간 및 패킷 손실률을 분석하였다.

본 논문에서는 후보 셀의 평가 파라미터로서 통신비용(C), 사용자 선호도(P), 전송 지연(D) 및 셀 부하(L)를 사용한다. 다음 표 3은 후보 셀의 평가 파라미터에 대한 가중치를 보인다. 그러므로 가중치에 따라서 실험 결과는 달라질 수 있다. 후보 셀의 평가 파라미터는 제 4.1.2절에서 제시된 셀 선정 정책에 적용된다.

표 3. 후보 셀의 평가 파라미터  
Table 3. Evaluation Parameter of Candidate Cell

평가 요소	WLAN	UMTS	GPRS
통신 비용(C)	1	0.7	0.5
사용자 선호도(P)	0.3	0.7	0.8
전송 지연(D)	0.54	0.1	0.39
셀 부하(L)	0.5	0.8	0.3

5.2 성능 평가

그림 9과 10은 정책기반 자원관리 프레임워크의 셀 선정 정책이 사용자의 서비스 만족도에 우선함으로써 사용자 파라미터에 더 높은 가중 값을 부여할 경우(Weighted for MTs)와 사업자 시스템 운용의 효율성을 고려하여 시스템 파라미터에 더 높은 가중 값을 부여할 경우(Weighted for System)의 패킷 손실률과 평균 전송 지연을 보인다. 그림 9, 10에서와 같이 사업자가 무선 주파수 자원의 효과적인 사용에 중점을 둔다면 전송 지연, 셀 부하 등의 시스템 파라미터에 더 높은 가중치를 부여하고, 사용자에게 자유로운 이동성 보장과 셀 선정권을 제공하기 위해서는 통신비용, 사용자 선호도 등의 사용자 파라미터에 더 높은 가중치를 부여해야 한다.

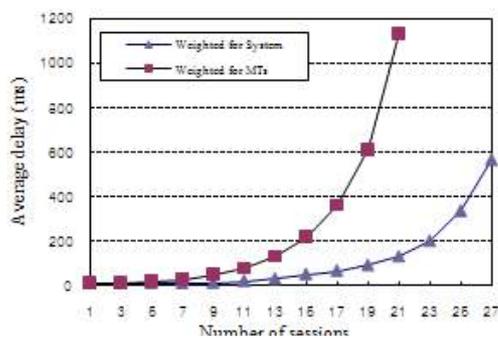


그림 9. 세션 수에 따른 평균 전송 지연 비교  
Fig.9. Average Delay Comparison according to Number of Session

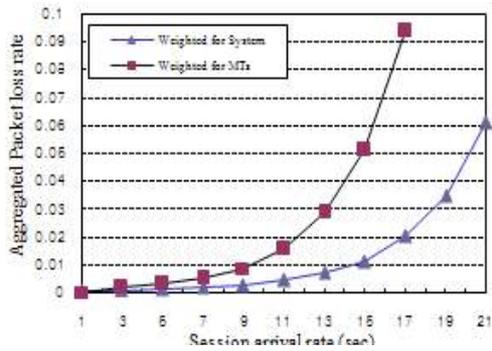


그림 10. 세션 수에 따른 패킷 손실률 비교  
Fig 10. Packet Loss Rate according to Number of Session

그림 11는 비실시간 서비스의 경우, 셀 선정 정책에 근거하여 각 셀의 부하량의 증가에 따라 가중치를 부여하고 그 결과에 따라 셀을 선정하는 방식(With weighting on Non RT)과 셀 선정 정책을 사용하지 않은 방식(Without weighting on Non RT)의 누적 데이터 손실률을 보인다.

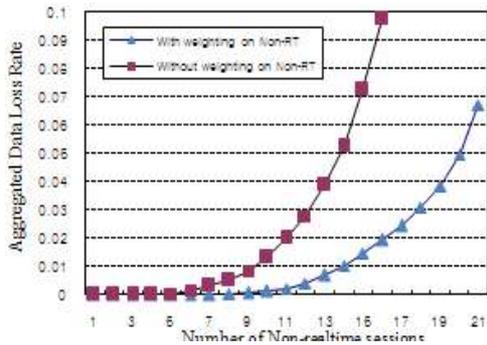


그림 11. 비실시간 세션 수에 따른 누적 데이터 손실률 비교  
Fig 11 Aggregated Data Loss Rate Comparison according to Number of Non-realtime Session

다음 그림 12은 실시간 서비스의 경우, 셀 선정 정책에 근거하여 각 셀의 부하량에 따라 보다 높은 가중치를 부여하는 방식(With weighting on RT)과 셀 선정 정책을 수행하지 않는 방식(Without weighting on RT)의 평균 전송 지연을 보인다. 그림 10과 11와 같이 제안된 정책 구조에 근거하여 셀 부하의 변동 및 전송 지연의 증가에 따라 동적으로 셀 선정 파라미터 값을 변경하고 셀 선정을 수행한다. 실시간 서비스는 전송 지연에 민감하므로 평균 전송 지연이 낮은 셀에 높은 가중치를 부여하고, 비실시간 서비스는 데이터 손실에 민감하므로 부하가 낮은 셀에 보다 높은 가중치를 부여함으로

써 시스템의 지연 및 손실을 억제할 수 있다. 또한 특정 셀이 다른 후보 셀 보다 통신비용이 낮아서 선택 가능성이 크다 할 지라도 누적된 전송 지연이 크다면 전송 지연 파라미터의 가중치를 낮춤으로서 셀의 선택 가능성을 억제할 수 있다. 이를 통하여 낮은 통신비용만을 고려하여 셀을 선택하였을 경우 전송 지연의 누적으로 인하여 재전송 또는 서비스의 절단을 억제할 수 있고 시스템이 지향하는 정책에 따라 셀 선정 제어를 수행함으로써 현재 시스템 상태 및 사용자 요구를 실시간으로 적용할 수 있다.

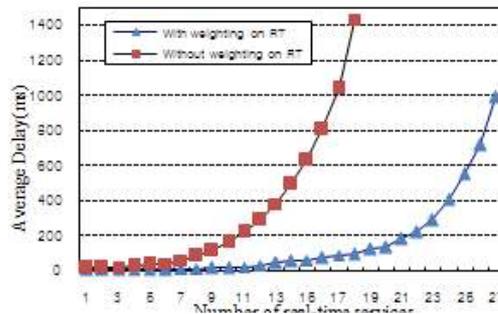


그림 12 실시간 세션 수에 따른 평균 지연시간 비교  
Fig 12 Average Delay Comparison according to Number of Real-time Session

## VI. 결론

차세대 이동통신 시스템은 All-IP 기반의 융합망을 중심으로 다양한 유무선 통신 시스템들이 통합되어 고속의 이동성 및 글로벌 로밍을 제공하며, 고품질의 멀티미디어 서비스 제공이 가능하므로 유비쿼터스 서비스의 실현이 가능할 것으로 예상된다. 이동 단말기는 이중 접속망이 계층적으로 혼재되어 있는 환경 하에서 고품질 멀티미디어 서비스를 제공받기 위하여 끊임없는 핸드오버 지원과 QoS 보장이 필수적이다. 이를 위하여 사용자는 네트워크 운영자의 운영정책, 사용자 선호도 그리고 접속망의 상태에 따라 네트워크를 선택적으로 접속하며, 사업자는 최적의 통합 자원관리 및 이동성 관리 체계를 구축함으로써 무선 자원의 효과적인 사용과 이중 접속망의 트래픽 분배를 통해 접속 수용능력의 증대에 노력할 것이다.

본 논문에서는 네트워크 관리자의 이중 접속망 운영정책에 근거하여 이동 단말기의 상태 및 이중 접속망 상태 등에 따라 가변적으로 변하는 자원관리 기능을 이동 단말기의 핸드오버 처리에 적용함으로써 최적의 QoS를 보장할 수 있는 정책기반 자원관리 프레임워크를 제안하였다.

본 논문에서 제안한 정책기반 자원관리 프레임워크는 일관된 정책 수행을 위한 정책 제어기능, SLA에 의하여 협약된 QoS 제어기능, 세션 제어기능, 이동성 제어기능, 셀 선정기능 그리고 부하 분산기능 등을 제공한다. 셀의 상태, 가용 자원 및 세션 상태 등을 지속적으로 모니터링하여 네트워크의 상태에 따라서 정책기반 자원관리 프레임워크는 능동적으로 다양한 제어 기능을 수행한다. 정책기반 자원관리 프레임워크 기능 중의 하나인 핸드오버 처리절차에 대한 사례 연구를 하였으며, 가중치 정책에 의한 최적의 셀 선정 알고리즘을 구현, 실험하였다. 중첩된 이종 접속망에 정책기반 자원관리 프레임워크를 적용했을 경우 멀티미디어 서비스 세션의 수가 증가할 수록 전송 지연이 현저히 향상된 것으로 분석되었다. 이는 서비스 중인 접속망에서 QoS 저하가 발생할 경우에 최적의 접속망으로 핸드오버가 수행되었음을 의미한다. 따라서 정책기반 자원관리 프레임워크를 적용함으로써 현재 서비스에 가장 적합한 이종 시스템으로의 서비스 절체가 이루어지므로 서비스의 연속성을 최대한 보장할 수 있다.

국내에서는 외국에서 진행 중인 정책기반 자원관리 및 자원관리 표준화 등에 대한 연구 결과를 분석하고 있는 실정이다. 따라서 본 논문의 결과를 바탕으로 정책기반 자원관리 기법의 응용 기술 개발에 대한 연구가 필요하다고 판단된다.

### 참고문헌

[1] Ryu, S, Oh, D, Sihm, G, and Han, K, "Research Activities on the Next Generation Mobile Communications and Services in Korea," IEEE Comm. magazine, Vol.43, No.9, pp.122-131, Sep. 2005.

[2] Xia Gao, Gang Wu and Toshio Miki, "End to end QoS Provisioning in Mobile Heterogeneous Networks," IEEE, pp. 1361-1366, 2003.

[3] 이종찬, 이동춘, "차세대 이동통신망 기술," 한국통신학회, 2005년 9월.

[4] Mario Munoz et, al, "A New Model for Service and Application Convergence in B3G/4G Networks," IEEE Wireless Communication, Vol.11, No.5, pp. 6-12, 2004.

[5] 이종찬, 박상준, "이종 망에서 퍼지 다기준 의사 결정을 이용한 셀 선정 방안," 한국사물레이선학회 논문지 제 17권, 제 3호, 1-8쪽, 2008년 9월.

[6] 신재욱, 박애순, "차세대 이동통신 단말 기술," 한국통신학회(정보와 통신) 제 25권, 제 3호, 2008년 3월.

[7] 백장현, "차세대 이동통신(4G)의 현황과 전망," ie매거진 제 15권, 제 4호, 2008년.

[8] 우영미, 장영민, "이종망 간의 버티칼 핸드오버 기술," 정보과학회지, 제 23권, 제 4호, 28~34쪽, 2005년 4월.

[9] 서원경, 조유제, "UMTS와 WLAN 시스템의 tightly 연동 방안," 한국통신학회, 2007년.

[10] ESTI TR 101 957 V1.1.1, "Requirements and Architectures for Interworking between HIPERLAN/2 and 3rd Generation Cellular System," 2001.

### 저자 소개



#### 이 계 임

2009년: 충북대학교 공학박사  
 1995년~현재: 한국폴리텍1대학  
 성남캠퍼스 정보통신시스템과 교수  
 관심분야: 차세대 이동 통신망,  
 데이터베이스 시스템



#### 정 순 기

1994년: Uni. of Groningen,  
 Computer Science,  
 Dr, 취득.  
 1985년~2009년: 충북대학교 컴퓨터  
 공학과 교수  
 관심분야: 데이터베이스 시스템,  
 소프트웨어 공학



#### 이 종 찬

2000년: 숭실대학교 공학박사  
 2005년~현재: 군산대학교 컴퓨터  
 정보공학과 교수  
 관심분야: 차세대이동통신망,  
 이동 멀티미디어



#### 박 상 준

2002년: 숭실대학교 공학박사  
 2007년~현재: 군산대학교 컴퓨터  
 정보공학과 교수  
 관심분야: 차세대이동통신망,  
 무선 센서 네트워크