

# 텔레매틱스를 위한 이동통신망에서 이동 방향 추정에 근거한 자원 예약<sup>☆</sup>

## Direction Prediction Based Resource Reservation in Mobile Communication Networks for Telematics

이 종 찬\*      박 기 홍\*\*      이 양 원\*\*\*  
Jon-gchan Lee      Ki-Hong Park      Yang-Weon Lee

### 요 약

멀티미디어 트래픽의 전송 중에 핸드오프가 발생하면 멀티미디어 트래픽의 QoS가 지연 및 손실에 의하여 영향 받기 때문에, 정지 상태에서의 경우와 대등한 QoS를 유지하기 위해서는 효율적인 자원 예약 및 할당 방안이 필요하다. 본 논문에서는 이동 멀티미디어 망에서 이동 단말기의 이동 방향 추정에 근거하여 자원을 예약하고, 멀티미디어 트래픽을 전송하는 핸드오프 방법을 제안한다. 이 기법은 퍼지 다기준 의사 결정 방법에 근거한 MF 추적을 적용한다. 이 방법에서 기존의 수신신호세기 이외에 MF와 기지국간의 거리, 이동 방향, 이전 위치 등의 다수의 부정확한 위치 결정 파라미터를 사용 함으로써 추정의 정확성을 증가시킨다. 이 위치 정보에 근거하여 이동 방향을 결정하고, 이를 이용하여 자원을 예약한다. 실시간 세션의 핸드오프 요구는, 이동 방향 정보에 근거하여 동적으로 예약되고 할당된다. 제안된 방법의 성능을 시뮬레이션에 의해 분석한다.

### Abstract

If handoff events are occurred during the transmission of multimedia traffic, the efficient resource allocation and handoff procedures are necessary to maintain the same QoS of transmitted multimedia traffic because the QoS may be defected by some delay and information loss. This paper proposes a handoff scheme to accommodate multimedia traffic based on the resource reservation procedure using direction estimation. This scheme uses a novel mobile tracking method based on Fuzzy Multi Criteria Decision Making, in which uncertain parameters such as PSS (Pilot Signal Strength), the distance between the mobile and the base station, the moving direction, and the previous location are used in the decision process using the aggregation function in fuzzy set theory. With the position information, the moving direction is determined. The handoff requests for real time sessions are handled based on the direction prediction and the resource reservation scheme. The resources in the estimated adjacent cells should be reserved and allocated to guarantee the continuity of the real time sessions. Through simulation results, we show that our proposed resource reservation method provides a better performance than that of the conventional method.

☞ Keyword : Handoff, Fuzzy Multicriteria Decision Making, Direction Prediction

## 1. 서 론

B3G 시스템은 3G와는 완전히 다른, 새로운 시스템으로 보다 고속의 전송률로 다양한 멀티미디어

서비스를 제공하는 것을 목표로 하고 있으며, 이는 고속의 이동 중에도 정지 상태와 동일한 초고속의 멀티미디어 통신이 가능해야 함을 전제로 하고 있다[1-3]. 초고속의 전송률을 요구하는 다수의 사용자를 시스템에서 수용하기 위해서는 셀의 크기를 더욱 더 줄여서 무선 자원의 재 사용성을 증대 시켜야 한다. 즉 주파수 사용의 효율성을 위해 셀 반경이 더욱 작아져야 한다. 이런 환경에서 문제가 되는 점은 셀의 반경이 더욱 더 작아지고 이동 단말기(Mobile Terminal; 이하 MT라 칭한다)의 고속 이동성으로 인하여 더 빈번한 핸드오프

\* 종신회원 : 국립군산대학교 컴퓨터정보과학과 조교수  
chan2000@kunsan.ac.kr

\*\* 정 회 원 : 국립군산대학교 컴퓨터정보과학과 교수  
spacepark@kunsan.ac.kr

\*\*\* 정 회 원 : 국립군산대학교 컴퓨터정보과학과 교수  
yvrhee@kunsan.ac.kr

[2006/02/01 투고 - 2006/02/14 심사 - 2006/08/01 심사완료]

☆ 본 연구는 산업자원부와 한국산업기술재단의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임

가 발생하게 되어 망의 부하가 커지게 되고, 보다 빠른 핸드오프 처리가 요구된다는 것이다. 또한 이런 초고속의 멀티미디어 서비스를 수용하기 위하여 MT가 셀 간 이동으로 핸드오프가 발생할 때 사용자가 원하는 QoS를 만족시켜야 한다. 왜냐하면 멀티미디어 서비스는 음성 서비스와는 달리 매우 짧은 시간의 통화 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[4-7].

무선망에서 광대역 멀티미디어 서비스를 위한 무선 자원 확보를 위해서는 매크로셀/마이크로/피코셀(macro/micro/picocell) 구조를 통해 무선 자원을 효과적으로 재사용할 필요가 있다[8-11]. 이런 구조에서는 작은 셀 반경으로 인하여 빈번히 핸드오프가 발생하게 되고 이동성 또한 시간과 장소에 따라 다양하게 나타난다. 이에 따라 시간에 따른, 위치에 따른 셀 당 트래픽의 변화의 폭이 커지고 망 제어기에서 동적으로 핸드오프한 MT에 자원을 할당하기 위한 세션(session) 처리량이 증가한다. 따라서 3G 시스템에서는 고속의 데이터를 처리하기 때문에 서비스 도중에 종료되지 않고 계속 진행할 수 있도록 보장하기 위하여 기존의 핸드오프 시 자원 할당 방식보다 더 효율적인 방식이 요구된다[12-17]. 특히 3G 시스템에서의 핸드오프 시 QoS를 보장하는 자원 할당 방법론에 관한 연구는 국내·외적으로 시작 단계이며, 기초적인 수준에 머물고 있다.

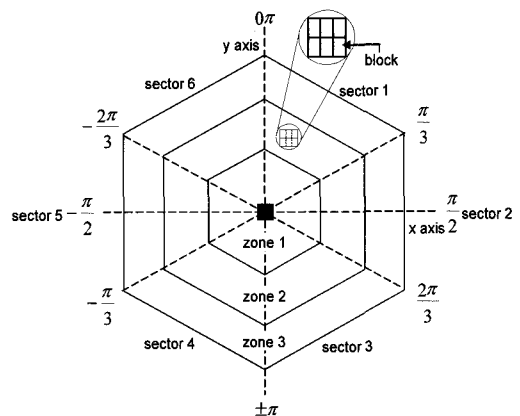
본 연구에서는, 이동 방향 추정의 정확성을 높이기 위하여, 전파 관련 정보 이외에 다수의 부정확한 파라미터를 동시에 고려하는 퍼지기반의 위치 추정 방안으로서 다기준 의사 결정(Fuzzy Multi Criteria Decision Making, 이하 FMCDM이라 칭한다)을 제시한다. 제시한 방안은 기본적으로 셀을 여러 개의 블록으로 나누고 MT가 위치한 지역을 단계적으로 좁혀서 최적의 블록을 추

정하는 3 단계 위치 추정 방식을 적용한다. 즉 각 단계별로 추정 알고리즘을 수행하여 해당하는 지역을 추정한다. 단지, 다기준 의사 결정에 기반한 위치 추정 방안은 평균 신호 세기(signal strength) 이외에 관련된 다수의 요소를 위치 추정을 위한 파라미터로 이용 함으로서 위치 추정의 정확도를 높인다. 다기준 의사 결정 방법을 사용하여, 추정기(estimator)는 섹터 추정 단계에서 MT가 위치한 섹터(sector)를 추정하고 존(zone) 추정 단계에서 MT가 위치한 존을 추정한 후에 최종적으로 블록 추정 단계에서 MT가 위치한 블록을 추정한다. 실시간 멀티미디어 세션을 위한 핸드오프 요구는 이 추정된 정보를 바탕으로 MT가 이동할 이동 방향을 추정하고, 추정된 인접 셀에 자원을 예약 함으로서 실시간 세션의 연속성(continuity)을 보장한다.

## 2. 위치 정의

(그림 1)은 신호 세기에 근거하여 셀을 다수의 블록으로 나누고, FMCDM을 사용하여 MT가 위치한 블록을 단계적으로 추정하는 방법을 보인다.

셀을 섹터, 트랙, 블록으로 세분하고 이들을 MT가 수신한 신호 세기와 연관지음으로써 셀 안에 존재하는 MT의 특정 위치를 정의할 수 있다.



(그림 1) 섹터, 존 그리고 블록

이러한 셀 세분화 작업과 수신 신호 세기 연관 작업은 MT 위치 추정을 수행하기 전에, 셀을 블록 단위로 나누고 각각의 블록 정보를 생성하여 데이터 베이스를 구축하는 단계를 거친다. 추정기가 기지국에 설치되면 자동적으로 3 단계 정의 과정을 통하여 셀을 블록으로 나누고 블록 정보를 생성한다. 정의 단계 중, 섹터 정의 단계에서는 셀을 섹터로 분할하여 각 섹터에 속한 블록에 대해 섹터 번호를 부여하고 트랙 정의 단계에서는 각 섹터를 다시 트랙으로 분할하여 각 트랙에 속한 블록에 트랙 번호를 부여한다. 블록 정의 단계에서는 각 블록에 블록 번호를 부여한다. 결국 모든 블록은 각 단계별로 해당 번호를 부여한다.

(그림 1)과 같이 세 개로 구분된 존이 핸드오프 확률을 예측하기 위하여 사용된다. 셀은 기지국 지역(serving cell area)인 zone-1, 핸드오프 셀 선택 지역(handoff cell selection area)인 zone-2 그리고 핸드오프 지역(handoff area)인 zone-3로 구분된다. MT가 동일 존 내에서 이동할 지라도, MT의 인접 셀(neighboring cells)은 변경될 수 있다. 따라서 각 존은 PSS(pilot signal strength)에 의하여 구분될 수 있는 여섯 개의 방향, 즉 섹터로 나뉜다. 섹터는 MT 이동 방향의 변경 여부를 판단하기 위하여 사용된다. 예를 들어, 동일 존 내의 Sector 1에서 Sector 2로 이동했다면, MT의 이동 방향이 변경되었음을 의미한다. zone 1에서, 저속 MT의 경우, 핸드오프 확률이 낮으므로 자원 예약의 필요성이 없지만, 고속 MT는 셀 내의 위치에 상관없이 자원 예약의 필요성이 있다. 또한 zone-2에서 예약할 자원의 양은 MT의 이동 방향과 인접 셀에 근거하여 MT의 속도에 상관없이 동적으로 바뀐다.

셀 내에서, 기지국에 대한 블록의 평면상의 상대적인 위치를 나타내기 위하여 각 블록에 위치 정보를 부여한다. 블록 정보를 모은 자료를 블록 객체(block object)라 정의한다. 블록 객체는 다음과 같은 정보를 갖는다. 섹터 정의 단계에서 생성된 섹터 번호, 트랙 정의 단계에서 생성된 트랙

번호, 블록 정의 단계에서 생성된 블록 번호 그리고 블록의 셀 내 위치를 나타내는 벡터 정보(d, a), 블록이 LOS일 경우의 평균 PSS의 최소치와 최대치가 이에 속한다.

### 3. 위치 및 방향 추정

본 연구에서는 의사 결정 항목으로 수신 신호 세기, 기지국과 MT간의 거리, MT의 이전 위치, MT의 이동 방향 등을 고려한다.

#### 3.1 소속 함수(Membership Function)

의사 결정 항목을 결정된 후, MT의 소속 정도(membership degree)를 결정하기 위하여 사다리꼴 함수 형태의 소속 함수를 사용한다. 사다리꼴 소속함수는 계단형 함수 형태 보다는 상한 값과 하한 값 사이의 값에 대하여 다양한 소속 정도를 제공한다. 이 형태의 퍼지 숫자는 소속 정도가 최대(1)이 되는 점이 여러 개가 되어 사다리꼴 모양이 된다.

의사 결정 항목인, 인접 기지국들의 수신 신호 세기를 이용하여  $\mu_R(PSS_i)$ 을 정의하고 이를 식 (1)에 보인다. 여기서  $PSS_i$ 은 기지국  $i$ 가 MT에 전파한 파일럿 신호 세기이고  $s_1$ 는 lower\_limit이고  $s_2$ 는 upper\_limit이다. PSS는 소속 함수를 정의하고 추정된 신호 세기의 소속 정도를 결정하기 위하여 사용된다.

$$\mu_R(PSS_i) = \begin{cases} 0, & PSS_i < s_1 \\ 1 - \frac{PSS_i - s_1}{|s_2 - s_1|}, & s_1 \leq PSS_i \leq s_2 \\ 1, & PSS_i > s_2 \end{cases} \quad (1)$$

MT와 인접 기지국들간의 거리를 이용하여 소속 함수  $\mu_R(D_i)$ 을 식 (2)에 정의한다. 여기서

$D_i$ 는 기지국  $i$ 와 MT간의 거리이고,  $d_1$ 는 upper\_limit,  $d_2$ 는 lower\_limit이다.

$$\mu_R(D_i) = \begin{cases} 1, & D_i < d_1 \\ 1 - \frac{|D_i - d_2|}{|d_1 - d_2|}, & d_1 \leq D_i \leq d_2 \\ 0, & D_i > d_2 \end{cases} \quad (2)$$

MT의 이전 위치의 소속 함수  $\mu_R(D_i)$ 을 식 (3)에 정의한다. 여기서  $L_i$  과  $E_1, \Lambda, E_4$  는 각각 스칼라 값으로서,  $L_i$ 는 MT의 현재 위치를,  $E_1, \Lambda, E_4$ 는 MT의 이전 위치를 나타내는 퍼지 수이다[14].  $E_1, \Lambda, E_4$ 는 추정된 현재 위치의 소속 정도를 결정하기 위하여 사용된다. 즉, 추정된 현재 위치가 이전 위치에 근접하지 않는다면 (소속 정도가 너무 작다면), 오류가 발생했다고 추정한다.

$$\mu_R(L_i) = \begin{cases} 0; & L_i < E_1 \\ 1 - \frac{L_i - E_1}{E_2 - E_1}, & E_1 \leq L_i \leq E_2 \\ 1, & E_2 \leq L_i \leq E_3 \\ 1 - \frac{L_i - E_3}{E_4 - E_3}, & E_3 \leq L_i \leq E_4 \\ 0, & L_i > E_4 \end{cases} \quad (3)$$

MT의 이동방향의 소속함수를 식 (4)에 정의한다. 여기서  $C_i$  는 MT의 이동 방향을 나타내는 스칼라 값이고,  $H_1, \Lambda, H_4$ 는 MT의 이전 이동 방향(previous direction)을 나타내며 추정된 이동 방향의 소속 정도를 결정하기 위하여 사용된다. 이동 방향은 이전 추정 블록의 벡터 정보와 추정된 블록의 벡터 정보를 비교하여 결정된다.

$$\mu_R(C_i) = \begin{cases} 0, & C_i < H_1 \\ 1 - \frac{C_i - H_1}{H_2 - H_1}, & H_1 \leq C_i \leq H_2 \\ 1, & H_2 \leq C_i \leq H_3 \\ 1 - \frac{C_i - H_3}{H_4 - H_3}, & H_3 \leq C_i \leq H_4 \\ 0, & C_i > H_4 \end{cases} \quad (4)$$

### 3.2. 3단계 위치 추정 (Three step location estimation)

섹터 추정 단계의 다기준 의사 결정 파라미터는, 3.1의 소속 함수에서 정의된 신호 세기, 기지국과 MT 간의 거리, 이전 위치 등을 고려한다. 총체화된 소속 정도가 가장 큰 기지국에 인접한 섹터를 MT가 위치한 섹터로 추정하는데 그 과정은 다음의 섹터 추정 알고리즘으로 나타낸다.

- 단계 1. 평가 파라미터에 대한 소속 함수를 참조하여 소속 정도를 구한다.
- 단계 2. 현재의 기지국과 인접한 기지국에 대해 단계 1에서 구한 소속 정도들을 퍼지 접속 연산자를 이용하여 총체화한다.

$$\mu_i = \mu_R(PSS_i) \cdot \mu_R(D_i) \cdot \mu_R(L_i) \quad (5)$$

그리고  $\mu_i$ 을 가중화하면 식 (6)로 정의된다.

$$\omega \mu_i = \mu_R(PSS_i) \cdot W_{PSS} + \mu_R(D_i) \cdot W_D + \mu_R(L_i) \cdot W_L \quad (6)$$

여기서  $W_{PSS} + W_D + W_L = 1$ 이다. 위치 추정에 사용하는 각 파라미터의 중요도가 다르므로 가중치를 부여한다. 수신 신호 세기의 다중치  $W_{PSS}$ 는 0.5, 거리의 가중치  $W_D$ 는 0.3, 위치의 가중치  $W_L$ 는 0.2로 정의한다.

단계 3. 셀 내의 모든 블록을 조사하여 추정된 섹터 번호를 갖는 블록들이 다음 단계의 추정을 위하여 선택된다. 블록의 객체 정보에서 섹터 번호를 조사하면 해당하는 블록들을 알 수 있다.

추정 단계 중 2단계에서는 다기준 섹터 추정 단계에서 추정된 블록들 중 해당 MT가 현재 위치하고 있는 존에 속한 블록들을 추정하는 단계이며 다기준 존 추정 알고리즘에 의하여 최적의 존이 결정된다. 존 추정 단계의 다기준 의사 결정 파라미터는 신호 세기, 기지국과의 거리, 이동방향 등을 고려한다.

단계 1. 평가 파라미터에 대한 소속함수를 참조하여 소속 정도를 구한다.

단계 2. 단계1에서 구한 소속 정도를 퍼지 접속 연산자를 이용하여 총체화하면 식 (7)와 같다.

$$\mu_i = \mu_R(PSS_i) \cdot \mu_R(D_i) \cdot \mu_R(C_i) \quad (7)$$

그리고 가중화하여 정의하면 식 (8)과 같다.

$$\omega\mu_i = \mu_R(PSS_i) \cdot W_{PSS} + \mu_R(D_i) \cdot W_D + \mu_R(C_i) \cdot W_C \quad (8)$$

여기서 수신 신호 세기의 가중치  $W_{PSS}$  는 0.6, 거리의 가중치  $W_D$  는 0.2, 방향의 가중치  $W_C$  은 0.2이다.

단계 3. 추정된 존에 해당하는 블록들이 다음 단계 추정을 위하여 선택된다. 섹터 추정 단계에서 추정된 블록들 중에서 존 번호를 조사하면 해당하는 블록을 결정한다.

추정 과정의 최종 단계로서 다기준 존 추정 단

계에서 추정된 블록들 중에서 해당 MT가 위치하고 있는 블록을 추정하는 단계이다. 블록 추정 단계의 다기준 의사 결정 파라미터는 신호 세기, 기지국과의 거리, 이동 방향 등이 고려된다. 다음의 블록 추정 알고리즘에 의하여 최적의 블록을 추정한다.

단계 1. 평가 파라미터에 대한 소속함수를 참조하여 소속 정도를 구한다.

단계 2. 단계1에서 구한 소속 정도들을 퍼지 접속 연산자를 이용하여 총체화하면 식 (9)과 같다.

$$\mu_i = \mu_R(PSS_i) \cdot \mu_R(D_i) \cdot \mu_R(C_i) \quad (9)$$

그리고 가중화하여 정의하면 식 (10)과 같다.

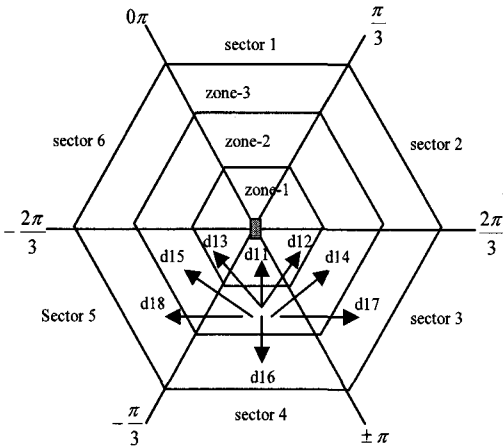
$$\omega\mu_i = \mu_R(PSS_i) \cdot W_{PSS} + \mu_R(D_i) \cdot W_D + \mu_R(C_i) \cdot W_C \quad (10)$$

여기서 수신 신호 세기의 가중치  $W_{PSS}$  는 0.6, 거리의 가중치  $W_D$  는 0.1, 방향의 가중치  $W_C$  는 0.3로 정의한다.

단계 3. 추정된 블록의 객체 정보에서 블록 번호를 조사하여 최종 블록을 결정한다.

### 3.3 방향 추정(Direction estimation)

(그림 2)와 같이 MT의 이동 방향을 고려하기 위하여 상위의 존으로 이동하는 MT(방향 d11, d12, d13)와 하위의 존으로 이동하는 MT(방향 d16, d17, d18), 그리고 동일 존 내에서 이동하는 MT(방향 d14, d15)로 나뉜다. 하위의 존에서 상위의 존으로 이동하는 MT의 이동 가능 지역은 넓



(그림 2) 섹터, 존 그리고 MT의 이동 방향

고, 상위의 존에서 하위의 존으로 이동할수록 이동 가능지역은 좁아진다. 즉 MT가 셀 중심을 향하여 이동할 때보다 셀 외곽 지역으로 이동할 때 이동 방향을 추정하기가 쉽다. 따라서 상위의 존으로 이동하는 MT는 최대한 많은 인접 셀로 이동할 수 있다고 추정하고, 하위로 이동하면 할수록 이동 가능한 인접 셀의 수를 감소시키는 방

- 1: Define
- 2: **ReservationForLowSpeedMobiles ()**
- 3:  $C_1$  **If** (MT의 현재 위치가 zone 1) **then**
- 4: 이동 방향과 상관없이 자원 예약을 수행하지 않는다.
- 5:  $C_2$  **else if** (MT의 현재 위치가 zone 2이고 zone 1으로부터 이동)
- 6: 자원 예약을 수행하지 않는다.
- 7:  $C_3$  **else if** (MT의 현재 위치가 zone 2이고 zone 1으로부터 이동)
- 8: 최대 2개의 셀에 자원 예약을 수행한다.
- 9:  $C_4$  **else if** (MT의 현재 위치가 zone 3이고 zone 3으로부터 이동)
- 10: 최대 1개의 셀에 자원 예약을 수행한다.
- 11: **end if**

(그림 3) 저속 MT를 위한 자원 예약 조건

법이 효과적이다.

저속 MT의 현재 위치를 고려하기 위하여 MT가 위치한 각 존에 따라 서로 다른 결정 방법을 고려한다. 자원 예약이 필요한 인접 셀은 섹터 추

- 1: Define
- 2: **ReservationForHighSpeedMobiles ()**
- 3:  $C_1$  **If** (MT가 동일 섹터의 zone 1에서 zone 2로 이동) **then**
- 4: 이동 방향에 있는 3개의 인접 셀에 자원을 예약한다.
- 5:  $C_2$  **else if** (MT가 동일 섹터의 zone 2에서 zone-3로 이동)
- 6: 이동 방향에 있는 1개의 인접 셀에 자원을 예약한다.
- 7:  $C_3$  **else if** (MT가 동일 섹터의 zone 3에서 zone-2로 이동)
- 8: 이동 방향에 있는 5개의 인접 셀에 자원을 예약한다.
- 9:  $C_4$  **else if** (MT가 동일 섹터의 zone 2에서 zone-1로 이동)
- 10: 이동 방향에 있는 3개의 인접 셀에 자원을 예약한다.
- 11:  $C_5$  **else if** (MT가 다른 섹터의 zone 1에서 zone-2로 이동)
- 12: 이동 방향에 있는 3개의 인접 셀에 자원을 예약한다.
- 13:  $C_6$  **else if** (MT가 다른 섹터의 zone 2에서 zone-3로 이동)
- 14: 이동 방향에 있는 1개의 인접 셀에 자원을 예약한다.
- 15:  $C_7$  **else if** (MT가 다른 섹터의 zone 3에서 zone-2로 이동)
- 16: 이동 방향에 있는 3개의 인접 셀에 자원을 예약한다.
- 17:  $C_8$  **else if** (MT가 다른 섹터의 zone 2에서 zone-1로 이동)
- 18: 이동 방향에 있는 3개의 인접 셀에 자원을 예약한다.
- 19: **end if**

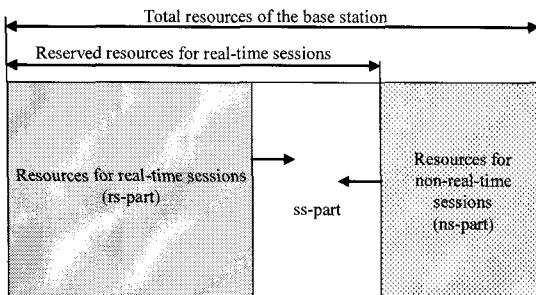
(그림 4) 고속 MT를 위한 자원 예약 조건

정에 의하여 결정되고 자원 예약 결정 여부는 존 추정에 의하여 추정된 현재 MT의 위치로 추정한다. 하위의 존에서 상위의 존으로 이동 중인 저속 MT는 자원 예약이 필요 없다. 또한 저속 MT는 이동 반경이 크지 않으므로 상위의 존에서 하위의 존으로 이동하고 있을 지라도 현재 추정된 위치가 zone 3일 경우에만 자원 예약을 수행한다. (그림 3)에 저속 MT를 위한 자원 예약 조건을 보인다.

고속 MT의 경우, 방향 추정 인자는 MT의 이동 방향이다. 고속 MT는 이동 반경이 크므로 현재 셀 내의 위치에 상관없이, 핸드오프 가능성이 높으므로 자원 예약이 필요하다. 단지 고속 MT는 이동 반경이 큰 대신에 이동 패턴이 단조롭기 때문에(주로 이동 방향이 변하는 간격이 크다), 이동 방향에 따라 이동 가능 인접 셀을 추정하여 추정된 셀에 자원을 예약할 수 있다. 고속 MT를 위한 자원 예약 조건을 (그림 4)에 보인다.

#### 4. 자원 예약 및 할당 방법

본 논문에서는 멀티미디어 세션을 효율적으로 수용하기 위하여 자원 운용 구조를 제안한다. (그림 5)에서처럼, 자원 운용 구조는 rs-part, ns-part와 ss-part로 구성된다. rs-part는 실시간 신규 세션에 의하여 사용되고 실시간 핸드오프 세션을 위하여 예약된다. 예약된 자원은 비실시간 신규 세션과 비실시간 핸드오프 세션에 의하여 점유된다.



(그림 5) 자원 운용 구조

ns-part는 비실시간 신규 세션과 비실시간 핸드오프 세션에 의하여 사용된다. ss-part는 실시간 핸드오프 세션을 위하여 예약되고 비실시간 신규

```

1: Define
2: AdmissionControl ( )
3: while (1)
4:   If (핸드오프 세션) then
5:     if (실시간 클래스) then
6:       if (rs-part 또는 ss-part에 예약된 자원이 있는가) then
7:         예약 자원을 할당; // 실시간 핸드오프 세션을 수락
8:       else if (rs-part 또는 ss-part에 가용 자원이 있는가) then
9:         가용 자원을 할당; // 실시간 핸드오프 세션을 수락
10:      else
11:        세션 요구를 거부;
12:      end if
13:    else // 비실시간 클래스
14:      if (ns-part 또는 ss-part에 가용 자원이 있는가) then
15:        가용 자원을 할당; // 비실시간 핸드오프 세션을 수락
16:      else if (rs-part 또는 ss-part에 예약된 자원이 있는가) then
17:        예약 자원을 일시적으로 할당;
18:      else
19:        비실시간 큐에 세션 요구를 삽입;
20:      end if
21:    end if
22:  else // 신규 세션
23:    if (실시간 클래스) then
24:      if (rs-part에 가용 자원이 있는가) then
25:        가용 자원을 할당; // 실시간 신규 세션을 수락
26:      else
27:        실시간 신규 세션을 거부;
28:      end if
29:    else // 비실시간 클래스
30:      if (ns-part에 가용 자원이 있는가) then
31:        가용 자원을 할당; // 비실시간 신규 세션을 수락
32:      else if (rs-part 또는 ss-part에 예약된 자원이 있는가) then
33:        예약 자원을 일시적으로 할당; // 비실시간 신규 세션을 수락
34:      else
35:        비실시간 신규 세션을 거부;
36:      end if
37:    end if
38:  end while
    
```

(그림 6) 자원 예약에 근거한 수락 제어

세션과 필요에 따라서 비실시간 핸드오프 세션을 위하여 사용된다. **Ss-part**는 실시간 세션의 전송률에 따라서 조정된다. 즉 **ss-part**는 일시적으로  $T_i$  동안 비실시간에 의하여 점유되고  $T_{i+1}$ 에서 갱신된다. 각 세션을 위하여 예약된 자원의 양은 주기적으로 조정되고 동일 application에만 할당된다. 자원 할당의 기본 방침은 모든 세션에 최소 전송률을 보장할 수 있을 정도의 자원을 할당하는 것이다. 즉 최소 전송률 값은 핸드오프를 포함한 어떠한 경우에도 보장해 주어야 하는 값이다.

#### 4.1 자원 예약에 근거한 세션 수락 제어

실시간 세션의 세션 수락 제어(session admission control)를 위하여 자원 예약을 수행한다. 예약된 자원은 목적 셀 내의 비실시간 세션(non real time session)에 의하여 일시적으로 점유된다. 한편, 비실시간 세션은 자원 예약을 수행하지 않으며 핸드오프 지속 시간 동안 목적 기지국의 대기 큐에 버퍼링 후, 서비스 요구 시간에 근거하여 우선순위가 주어진다. 비실시간 세션이 전송을 마치기 전에 실시간 세션(real time session)의 핸드오프에 의하여 예약된 자원이 반환된다면 비실시간 세션의 큐잉 우선순위는 최하위가 된다. 이 전략을 (그림 6)에 보인다.

#### 4.2 방향 추정에 근거한 자원 예약 방법

MT는 이동 방향 추정에 의하여 추정된 셀에 자원 예약을 수행한다. 최소 전송률을 보장할 수 있는 정도의 자원만을 예약한다. MT의 셀 내 위치 및 이동 방향에 따라, Unnecessary State, Not necessary State, Necessary State, 그리고 Positively necessary State로 자원 예약이 진행되고, 그 역순으로 예약된 자원이 해제된다. (그림 7)에 이에 근거한 자원 할당 방안을 보인다. 신규 세션의 예약 자원 점유 가능 여부에 따라, 예약 자원은 3가지 우선순위 - 실시간 핸드오프 세션 (우선순위

1), 비실시간 핸드오프 세션(우선순위 2), 그리고 비실시간 신규 세션(우선순위 3) 갖는다.

##### ① Unnecessary State :

- 자원 예약이 필요 없는 상태로서 세션이 SLEEP 상태일 경우에 해당한다.
- 저속 MT의 자원 예약 조건의  $C_1, C_2$  에 해당한다.

##### ② Not Necessary State :

- 예약 가능한 자원이 있다면 예약한다, 예약된 자원은 우선순위 3을 가지며
- 신규 세션을 위한 자원이 부족하다면 예약된 자원을 점유할 수 있다. 예약된 자원은 아래의 순서로 점유된다. 실시간 핸드오프 세션, 비실시간 핸드오프 세션, 비실시간 신규 세션
- 예약 가능한 자원이 있지만 핸드오프 세션이 신규 세션과 경쟁한다면, 자원은 아래의 순서로 점유 가능하다 - 실시간 핸드오프 세션, 실시간 신규 세션, 비실시간 핸드오프 세션, 비실시간 신규 세션.
- 예약 가능한 자원이 없다면, 예약하지 않는다.
- 고속 MT의 자원 예약 조건의  $C_3, C_7, C_8$  에 해당한다.

##### ③ Necessary State :

- 예약 가능한 자원이 있다면 예약한다. 이 상태에서 예약된 자원은 우선순위 2를 갖는다.
- 실시간 핸드오프 세션을 위하여 예약된 자원을 실시간 핸드오프 세션과 비실시간 핸드오프 세션이 점유할 수 있다.
- 예약 가능한 자원이 있지만 신규 세션과 경쟁한다면, Not necessary State와 동일한 자원 점유 순서를 갖는다.
- 추정된 셀의 rs-part에 예약 가능한 자원이 없다면, ss-part의 자원이 실시간 세션을 위하여



예약된다.

- 저속 MT의 자원 예약 조건의  $C_3$ 에 해당한다.
- 고속 MT의 자원 예약 조건의  $C_1, C_4, C_5, C_8$ 에 해당한다.

```

1: Define
2: ResourceReservation ( )
3: while (1)
4:   If (Unnecessary State) then
5:     자원 예약을 수행하지 않음;
6:   else if (Not Necessary State) then
7:     if (추정된 셀에 가용 자원이 있는가) then
8:       가용 자원을 예약;
9:     end if
10:    If(추정된 셀에서 신규 세션을 위한 가용 자원이 없는가) then
11:      예약된 자원을 신규 세션이 점유;
12:    end if
13:    else if (Necessary State) then
14:      if (추정된 셀에서 예약을 위한 자원이 없는가) then
15:        ss-par의 자원을 실시간 세션을 위하여 예약;
16:      end if
17:      If (추정된 셀에서 신규 세션을 위한 가용 자원이 없는가) then
18:        실시간 핸드오프 세션을 위하여 예약된 자원을 신규 비실시간 세션이 점유;
19:      end if
20:      else if (Positively Necessary State) then
21:        if (추정된 셀에서 예약을 위한 자원이 없는가) then
22:          ss-par의 자원을 실시간 세션을 위하여 예약;
23:        end if
24:        If (추정된 셀에서 신규 세션을 위한 가용 자원이 없는가) then
25:          신규 세션은 예약된 자원을 점유할 수 없음;
26:        end if
27:      end if
    
```

(그림 7) 멀티미디어 세션을 위한 자원 예약

④ Positively necessary State :

- 예약 가능한 자원이 있다면 예약한다. 이 상태에서 예약된 자원은 우선순위 1을 갖는다.
- 실시간 신규 세션과 비실시간 신규 세션 모두 예약된 자원을 점유할 수 없다.
- 예약 가능한 자원이 있지만 신규 세션과 경쟁한다면, 자원은 아래의 순서로 점유 가능하다 - 실시간 핸드오프 세션, 비실시간 핸드오프 세션, 실시간 신규 세션, 비실시간 신규 세션.
- 추정된 셀의 rs-part에 예약 가능한 자원이 없다면, ss-part의 자원을 실시간 세션을 위하여 예약 가능하다.
- 저속 MT의 자원 예약 조건의  $C_4$ 에 해당한다.
- 고속 MT의 자원 예약 조건의  $C_2, C_6$ 에 해당한다.

## 5. 성능 분석

### 5.1 시뮬레이션 파라미터

제안된 기법의 성능을 평가하기 위하여 시뮬레이터 저작 도구인 MODSIM을 이용한 이동통신용 시뮬레이션 프로그램인 MOBILESimulatorV7.5를 개발하고 이를 바탕으로 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 모델은 ETRI [18]로부터 제안된 B3G 시스템에 근거하였다(표 1) 참조. 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 MT(60%), 즉 보행자는 정지 상태(50%)와 보행중인 상태(50%)로 분류하고 고속 MT(40%), 즉 차량은 자가용(60%), 택시(10%), 대중 교통(30%)으로 분류하였다.

(표 1) 시스템 파라미터

Parameter	Value	Descriptions
$R_B$	5MHz	Frequency Bandwidth
$MIR$	100m	The radius of microcell
MT speed	3 km/h	20M (Bandwidth per channel ( $C_b$ ))
	60 km/h	2M
	250 km/h	384K
K1	0 dBm	Transmission power
K2	30	Path loss
$C_m$	10dB	Minimum C/I required

(표 2) 멀티미디어 서비스

Application	Data rate (Kbps)	Transmission delay (s)	Data loss rate (%)
High Quality Voice	32	150 ms	0.5
VOD	32 384	150ms	1
High Quality Audio	32 128	150ms	1
WWW	< 2000	20s	0
Electronic Commerce	4 384	4s	0
FTP	< 384	10s	0

B3G 시스템이 지원하는 서로 다른 멀티미디어 서비스는 다양한 지연 요구, 지속 시간, 전송률 등을 갖는다. 따라서 핸드오프 시 멀티미디어 트래픽에 대한 영향을 분석하기 위하여, 세션 지속 시간, 전송률, 서비스 종류에 근거하여 (표 2)에 보인 바와 같은 여섯 가지의 서비스를 고려하였다[19-22].

## 5.2 시뮬레이션 결과

본 절에서는 성능 파라미터를 자원 이용률, 손실률, 전송 지연으로 하여 (표 3)의 세 방안을 비교 평가한다. 그래프에서 x축은 초당 셀에서 발생한 MT의 수를 나타낸다.

(표 3) 알고리즘의 비교

조건 알고리즘	특정 요약	핸드오프 시 요구 자원이 없을 경우		예약 자원의 양
		실시간 세션	비실시간 세션	
Directional Reservation	이동 방향에 따라 자원을 예약	최소 전송률	큐잉	동적으로 변함
Statistic Reservation	세션의 수에 따라 예약할 자원의 양을 결정	최소 전송률	전송률 재조정	동적으로 변함
Fixed Reservation	인접한 6개의 셀에 동일한 자원을 예약	최소 전송률	전송률 재조정	고정

(그림 8)과 (그림 9)는 평균 전송 지연(average transmission delay)과 패킷 손실(packet loss)을 보인다. Directional Reservation에서는 실시간 세션의 경우에, 전송률만큼 자원을 점유하여 전송 가능하므로 전송 지연은 거의 없고 비실시간 세션의 전송 지연이 주로 성능에 관련된다. 반면에 두 기법은 세션 수가 증가하고 세션의 전송률이 증가하면 할수록 실시간 세션과 비실시간 세션의 지연과 이에 따른 손실이 증가함을 알 수 있다. 특히 실시간 세션의 경우, 특정 시간 간격 동안의 패킷을 수용하지 못하는 경우가 세션의 수가 증가하면 할수록 증가하고, 할당된 자원으로 수용치 못하는 만큼의 패킷은 손실된다.

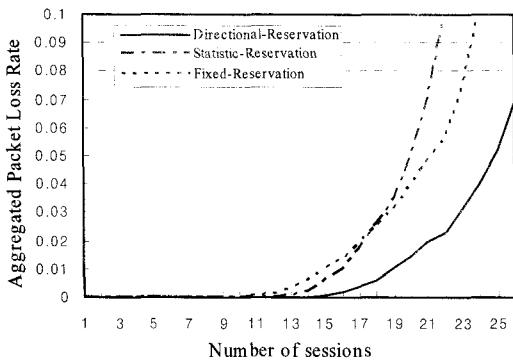
(그림 8)에서처럼, Directional Reservation는 실시간 세션에 의하여 예약된 자원을 목적 셀의 신규 비실시간 세션이 액세스하여 사용할 수 있고 핸드오프 시 비실시간 핸드오프 세션은 목적 셀의 큐에 큐잉되므로 세션의 손실률이 현저히 감소함을 알 수 있다. 트래픽 부하 20이상이면 Fixed Reservation에 비하여 0.02, Statistic Reservation에 비하여 0.03 이상 감소한다. (그림 9)와 같이 실시간 세션은 방향 추정에 의하여 예약된 자원을 점유 가능하고 비실시간 세션은 이 예약된 자원을 일시적으로 점유할 수 있으므로

전송 지연이 현저히 감소함을 알 수 있다. 트래픽 부하 20이상이면 Statistic Reservation에 비하여 300ms, Fixed Reservation에 비하여 500ms 이상 감소한다.

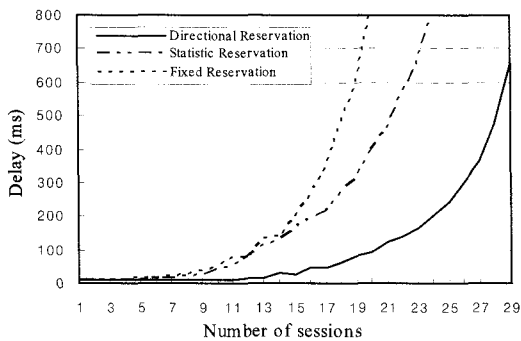
(그림 10)과 (그림 11)에서 Directional Reservation 과 MMP(Mobile Motion Prediction) [23] 그리고 MLC(Mobile's Most Likely cluster) [24]의 성능을 비교한다. 20개 샘플의 평균 값을 적용하여 비교를 위한 추정치를 얻었다. MMP는 MT의 미래의 위치를 예측하기 위하여 제안되었다. 이 방법은 MT 이동 패턴의 규칙성을 인지하는 패턴 매칭 기술에 적용한다. MLC는 MT가 이동할 것으로 예상되는 셀들의 집합을 동적으로 예측하는 방법이다. 각각의 MLC 셀에 대하여, MT의 Earliest arrival time, Latest arrival time 그리고 Latest departure time 등이 추정된다. 이 추정치들은 MT

의 Earliest arrival time 과 Latest departure time 사이의 간격 동안 각 MLC 셀에 자원 가용 여부에 근거하여, 호의 수락 여부를 결정한다.

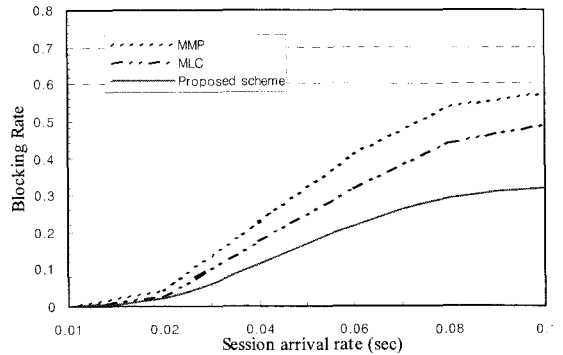
실시간 세션에 의하여 예약된 자원이 어느 정도의 비실시간 세션을 다중화할 수 있는가가 평가 대상이므로, 비실시간 세션만이 사용하는 예약되지 않는 채널은 고려하지 않는다. 방향 추정에 의하여 선정된 셀에만 자원을 예약하고 실제 핸드오프 전까지 목적 셀의 비실시간 세션이 자원을 점유하므로 다른 두 기법에 비하여 성능이 우수함을 알 수 있다. (그림 10)에서, 저속 MT들에 대하여 세 방법의 블록킹률의 비교 결과를 보인다. 결과로부터, 제안된 기법이 기존 기법에 비하여 2.2 배 이상의 성능 향상을 보임을 알 수 있다. (그림 11)은 저속 MT에 대한 핸드오프 절단율의 성능을 보인다. 세션의 수가 증가할수록, 제



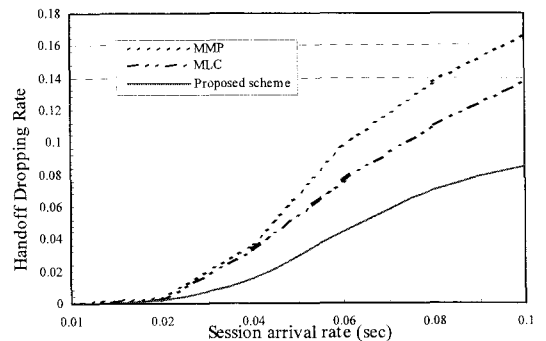
(그림 8) 패킷 손실률의 비교



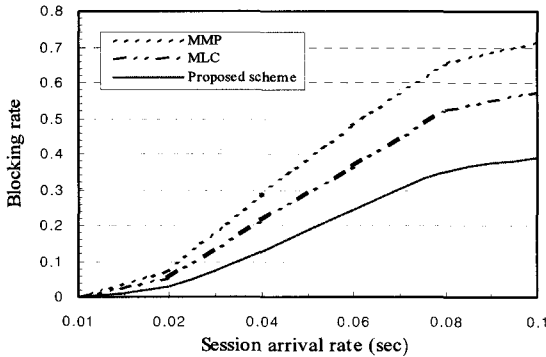
(그림 9) 패킷 지연의 비교



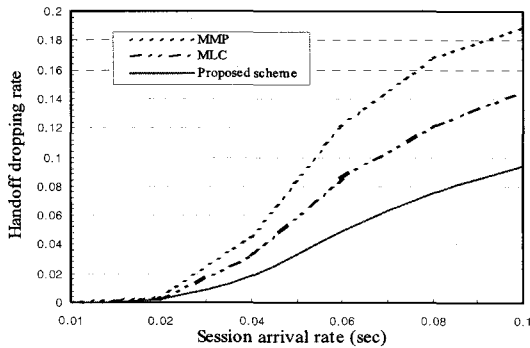
(그림 10) 저속 MT의 블록킹률의 비교



(그림 11) 저속 MT의 핸드오프 절단율의 비교



(그림 12) 고속 MT의 블록킹률의 비교



(그림 13) 고속 MT의 핸드오프 절단율의 비교

안된 Directional Reservation 기법이 기존의 기법에 비하여 상당한 성능의 향상이 있음을 알 수 있다.

(그림 12)와 (그림 13)은 각각 고속 MT에 대한 블록킹률과 핸드오프 절단율을 보인다. 이를 통하여, 제안된 기법이 MMP와 MLC에 비하여 각각 27%와 14%의 성능 향상을 보임을 알 수 있다. MLC의 핸드오프 절단율은 MMP 보다 우수함을 알 수 있다. 이는 이동 멀티미디어 망에서, MMP가 고속의 이중 멀티미디어 서비스를 효율적으로 수용하기에는 성능의 개선이 필요함을 알 수 있다.

## 7. 결론

무선망에서 한정된 자원을 효율적으로 활용하면서도 멀티미디어 서비스를 효과적으로 제공하기 위해서는 서로 다른 QoS 요구사항을 갖는 다

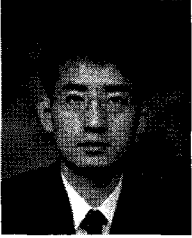
양한 서비스들의 트래픽 특성뿐만 아니라 MT의 이동에 의한 영향을 고려하여야 한다. 본 논문에서는 B3G 시스템에서 퍼지를 이용한 다기준 의사 결정 방법을 사용하여 MT의 위치와 이동방향을 추정하고 이를 바탕으로 하여 무선 자원을 예약함으로써 멀티미디어 서비스의 QoS를 보장하는 자원 예약 및 할당 알고리즘을 제안하고 시뮬레이션에 의하여 성능을 분석하였다. 핸드오프 절단률, 전송 지연 그리고 손실률을 주요 성능 척도로 규정하고, 이동 방향 추정 없이 일정 규칙에 따라 자원을 예약하는 방안을 제안된 기법과 비교·분석하였다. 시뮬레이션에 의하면 기존의 방법들에 비하여 성능이 우수함을 확인하였다. 단지, 사용자 수가 증가하면 패킷 손실과 지연 증가가 발생하므로, 이에 대한 적절한 파라미터가 실제 시스템에서 고려되어야 하며, 실제 시스템 구축 시에는 총 채널 중 실시간 세션에 대한 예약 가능 용량의 비율을 선정하는 것이 필요하다.

## 참고 문헌

- [1] S. Ryu, D. Oh, G. Sim, and K. Han. "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] 3GPP TR 23.882 V0.11.0: 3GPP System Architecture Evolution: Report on Technical Options and Conclusions, 2006.
- [3] S. Piao, J. Park, and Y. Park, "A Study on Call Admission Control Scheme Based on Multiple Criteria in CDMA Systems," *IEICE Trans. Comm.*, vol. E87 B, no. 8, pp. 2264-2272, Aug. 2004
- [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, Oct. 2004,
- [5] Yungsoo Kim, Byung Jang Jeong, Jaehak Chung, Chan Soo Hwang, Joon S. Ryu, Ki Ho Kim,

- and Young Kyun Kim, "Beyond 3G: Vision, Requirements, and Enabling Technologies," *IEEE Comm. pp.* 120-124, Mag., Mar. 2003.
- [6] Christos Politis et, al., "Cooperative Networks for the Future Wireless World," *IEEE Communications Magazine*, Vol.42, No.9, pp.70-79, Sep. 2004.
- [7] 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.
- [8] 3GPP TR 23.802 v7.0.0, "Architectural Enhancements for End to End Quality of Service(QoS) (Release 7)," Sep. 2005.
- [9] Xin Wang, Ramachandran Ramjee, and Harish Viswanathan, "Adaptive and Predictive Downlink Resource Management in Next Generation CDMA Networks," in proceeding of *IEEE INFOCOM*, pp. 2754-2765, 2004.
- [10] Michael L. Needham and Nat Natarajan, "QoS in B3G Networks an Overview," In *Proc. of ICCT '03*, pp.1369-1372, Apr. 2003.
- [11] Eleni Mykoniati et, al., "Admission Control for Providing QoS in Diffserv IP Networks: The TEQUILA Approach," *IEEE Communications Magazine*, Vol.41, No.1, pp.38-44, Jan. 2003.
- [12] Giovanni Cortese et, al., "Deployment of End User Services in Premium IP Networks," *IEEE Communications Magazine*, Vol.41, No.1, pp.54-60, Jan. 2003.
- [13] J. Y. Lee et al., "Realistic Cell oriented Adaptive Admission Control for QoS Support in wireless Multimedia Networks," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, Vol. 52, No.3, May 2003.
- [14] 3GPP TS 23.107 v6.4.0, "3rd Generation Partnership Project; Technical Specification Group Services and System Aspects; Quality of Service (QoS) Concept and Architecture," March, 2006.
- [15] Won Ik Kim and Chang Soon Kang, "An adaptive soft handover algorithm for traffic load shedding in the WCDMA mobile communication system," in *Proc. IEEE Wireless Communications and Networking Conf. (WCNC)*, Vol. 2, New Orleans, LA, pp. 1213 1217, Mar. 2003.
- [16] A. Alex et. al., "White paper: duplexing, resource allocations and inter cell coordination - design recommendations for next generation systems," *Proc. Of the 12th WWRF*, Nov, Oslo, Norway, 2004.
- [17] M. Rinne, P. Pasanen, P. Seppinen, and K. Leppeanen, "Dual bandwidth approach to new air interface," *Proc. of the 11th WWRF*, June, Oslo, Norway, 2004.
- [18] SeungKu Hwang, "4G Mobile Telecommunications Technology Development Korea," *International Forum on Next Generation Mobile Communications*, London, May 2002.
- [19] 이석규, 장경희, 황승구, "ETRI 4세대 세대 무선 전송 시스템 시스템: HMM 개발 동향," *전자통신동향분석*, 제17권 제5호, 2002. 10.
- [20] 이동통신연구소, "HMM 시스템 요구 사항," *ETRI*. 2002.11.
- [21] 류원욱, 임석규, 정희선, 조기성 "TMT 2000 환경에서의 서비스 품질(QoS) 파라메타," *ETRI*. 2000. 10.
- [22] 무선전송기술연구부, "4세대 이동통신 시스템 개발 계획서," *ETRI*. 2005. 5.
- [23] G. Liu and G. Q. Maguire, Jr., "Efficient mobility management support for wireless data service," in *Proc. 45th IEEE Vehicular Technology Conf.*, pp. 902-906, July 1995.
- [24] AbdulRahman Aljadhai and Taieb F. Znati, "Predictive Mobility Support for QoS Provisioning in Mobile Wireless Environments," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, Vol. 19, No. 10, pp. 1915-1930, Oct. 2001.

## ◎ 저자 소개 ◎



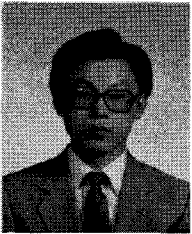
### 이 종 찬

1994년 군산대학교 컴퓨터과학과 졸업(학사)  
1996년 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과 졸업(석사)  
2000년 숭실대학교 대학원 컴퓨터학과 졸업(박사)  
2000~2005년 한국전자통신연구원 선임연구원  
2005~현재 국립군산대학교 컴퓨터정보과학과 조교수  
관심분야 : 차세대 이동통신, 센서 네트워크  
E-mail : chan2000@kunsan.ac.kr



### 박 기 홍

1982년 숭실대학교 전자계산학과 졸업(학사)  
1985년 숭실대학교 대학원 전자계산학과 졸업(석사)  
1995년 일본 도쿠시마대 정보시스템공학 (박사)  
2001~현재 한국정보과학회 호남 제주지부 지부장  
1986~현재 국립군산대학교 컴퓨터정보과학과 교수  
관심분야 : 정보검색, 센서 네트워크  
E-mail : spacepark@kunsan.ac.kr



### 이 양 원

1979년 숭실대학교 전자계산학과 졸업 (학사)  
1983년 연세대학교 전자계산전공 (석사)  
1994년 숭실대학교 전자계산학과 졸업 (박사)  
1979~1986년 한국국방연구원 연구원  
1986~현재 국립군산대학교 컴퓨터정보과학과 교수  
관심분야: 모바일 프로그래밍, 텔레매틱스, 가상현실  
E-mail : ywrhee@kunsan.ac.kr