

이동 단말기의 위치 정보에 기반한 핸드오버 방법

정회원 이 중 찬*, 이 문 호**

A Handover Method Based On the Position Information of a Mobile Terminal

Jongchan Lee*, Moonho Lee** *Regular Members*

요 약

차세대 이동통신시스템은 초고속의 다양한 이동 멀티미디어 서비스를 제공하는 것을 목표로 하는 바 이러한 초고속의 서비스를 요구하는 다수의 사용자를 수용하려면 셀의 크기를 더욱 줄여서 무선 자원의 재사용성을 증대시켜야 한다. 이런 환경에서는 핸드오버가 빈번히 발생하고 이로 인해 허용 가능한 핸드오버 처리 지연 시간을 감소시켜 결국 패킷 손실과 핸드오버 실패를 초래하게 된다. 또한 패킷 손실을 보상하기 위한 재전송이 필요하게 되어 시스템의 성능을 저하시킨다. 본 논문에서는 차세대 이동 통신망에서 이음매 없는(seamless) 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 방안의 하나로서, 이동 단말기의 셀 내 위치와 이동방향에 대한 정보를 퍼지 기법에 의해 추정하고 이를 바탕으로 핸드오버 요구 전에 핸드오버 설정 절차를 미리 수행하는 핸드오버 기법을 제안하고 시뮬레이션에 의해 성능을 분석한다.

Key Words : mobile multimedia, location estimation, handover failure rate, packet loss

ABSTRACT

It is widely accepted that high user densities in mobile multimedia environments can only be achieved with micro- and pico-cell. The smaller cell size causes frequent handovers between cells, and decreases permissible handover processing delay. This may result in the handover failure, in addition to the loss of some packets during the handover. In these cases, re-transmission is needed in order to compensate errors, which in turn triggers a rapid degradation of throughput. In this paper, we propose a new handover scheme for the next generation mobile communication systems, in which the handover setup process is done in advance before a handover request by predicting the handover cell based on mobile terminal's current position and moving direction. Simulation is performed in order to analyze the handover failure rate and packet loss rate. Simulation results show that our proposed method provides a better performance than the conventional method.

I. 서 론

차세대 이동통신시스템인 B3G(Beyond Third Generation) 시스템은 초고속의 다양한 이동 멀티미디어 서비스를 제공하는 것을 목표로 하고 있다. 이와

같은 초고속의 서비스를 요구하는 다수의 사용자를 수용하려면 셀의 크기를 더욱 더 줄여서 무선 자원의 재사용성 즉 주파수 이용의 효율성을 증대시켜야 한다. 이런 환경에서 야기되는 문제점은 이동 단말기(Mobile Terminal; 이하 MT라 칭한다)의 고속

※본 연구는 청운대학교 교내 학술연구 조성비 지원으로 수행되었습니다.

* 국립군산대학교 컴퓨터정보과학과 (chan2000@kunsan.ac.kr),

** 청운대학교 멀티미디어학과 (mhlee@cwunet.ac.kr)

논문번호 : KICS2005-11-445, 접수일자 : 2005년 12월 8일, 최종논문접수일자 : 2006년 3월 28일

이동성으로 인해 핸드오버가 보다 빈번하게 발생하게 되어 망의 부하가 커지고, 보다 빠른 핸드오버 처리가 필수적으로 요구된다는 것이다. 이를 만족시키지 못할 경우, 시스템 성능에 치명적인 영향을 초래하므로 고속의 이동성을 고려한 핸드오버 기술의 연구가 요구된다¹⁾.

차세대 이동통신 시스템에서는 셀 반경의 축소로 인해 핸드오버 발생 횟수가 증가하고 MT의 이동 속도에 따라 수십 초, 수초에 한번씩 핸드오버가 발생하여 핸드오버 처리 시간이 더 작아진다. 이로 인해, 이전의 기지국(base station)과 신호 감쇠 때문에 통신할 수 없는 상황에서 핸드오버를 완료하지 못하는 상황이 발생되고 핸드오버가 실패할 수도 있다²⁾.

또한 초고속의 멀티미디어 서비스는 매우 짧은 시간의 통화 중단으로 인한 패킷의 손실과 전달 지연에 의해서도 사용자 정보에 치명적인 영향을 받을 수 있기 때문에 MT의 셀 간 이동에 의한 핸드오버 처리시에 사용자가 원하는 QoS(Quality of Service)를 만족시킬 수 있는 방안이 필요하다. 즉 유선망과 대등한 QoS를 보장하기 위해서는 무손실 핸드오버(Lossless handover)가 보장되어야 한다³⁾. MT의 이동 속도에 따라 수초에 한번씩 핸드오버를 일으키는 피코-셀 환경 하에서는 수초마다 남겨진 데이터가 발생할 수 있는데, 이를 무시한다면 핸드오버 시 수신하지 못하고 이전 셀에 남아 있는 데이터는 QoS에 커다란 영향을 미친다⁴⁾.

본 논문에서는 Fuzzy Multi-Criteria Decision Making(FMCDM)를 적용한 Position Estimator(PE)로부터의 MT 위치 정보와 블록 정보 데이터베이스의 이동 방향 정보에 근거하여, 핸드오버 발생 전에 핸드오버 셀 선정(handover cell selection)을 수행하고, 선정된 셀에 망 연결(network connection)과 무선 연결(radio connection)을 설정한 후, 핸드오버 요구가 발생하면 핸드오버 결정 절차에 의하여 핸드오버를 수행 함으로써 이음매 없는(seamless) 멀티미디어 서비스를 만족시키는 핸드오버 방법을 제안한다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 위치 정의 방법을 기술한다. 3장에서는 2장에서 기술한 개념에 근거하여 MT의 위치 추정 방법을 제안한다. 4장에서는 MT의 위치에 근거한 핸드오버 방법을 제안한다. 5장에서는 제안된 방법의 성능을 평가하기 위하여, 핸드오버 실패율과 패킷 손실률을 분석하였다. 마지막으로 6장에서는 결론 및 향후 연

구과제에 대해 기술한다.

II. 위치 정의(Defining Location)

본 장에서는 블록 객체(block object)와 모바일 객체(mobile object)를 생성하는 방법에 대해 기술한다. 이들 객체는 블록 정보 데이터베이스의 구성 요소이며 핸드오버 셀 정보 등으로 구성된다.

MT의 이동성을 예측하기 위하여 그림 1과 같이 분할된 트랙이 사용된다. 여기서 Track_1은 활성화 셀 지역(active cell area), Track_2는 핸드오버 셀 선정 지역, Track_3은 핸드오버 지역으로 정의한다. 핸드오버 지역은 활성화 기지국과 인접 기지국의 수신신호 세기가 핸드오버 기준 값과 허용 가능치 사이에 있는 지역을 의미하고 이 지역 내에서 가장 높은 수신신호 세기를 갖는 기지국으로 핸드오버가 수행된다⁵⁾.

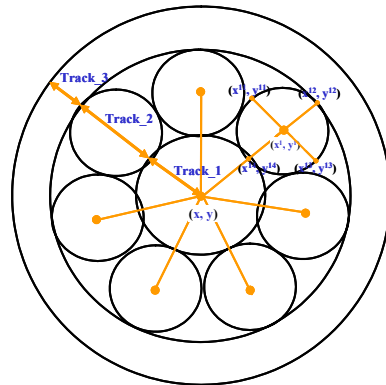


그림 1. 트랙 분할 및 벡터를 이용한 블록 인식

위치 정보에 의하여 Track_2 지역은 다수의 블록으로 분할되고 각 블록에 대한 블록 객체가 생성된다. MT의 위치가 Track_2일 경우에만 핸드오버 셀 선정 절차가 수행되며 추정된 위치 정보는 Track_2에서만 유효하다. 그 외의 지역일 경우는 무시한다. 결국 PE로부터의 위치 정보를 Track_2의 한 블록과 연관시키고 이에 해당하는 블록 객체 정보에서 이동 방향 정보를 얻는 절차를 갖는다.

블록 객체는 블록 정보의 집합체이며 그 구성 요소인 BlockId는 Track_2의 각 블록의 ID를 의미하고, BlockLocationInfo 은 블록의 셀 내 위치를 표시하는 벡터 정보를 의미한다. 또한 HandoverCellId는 해당 블록에서 Track_3로 이동할 경우 핸드오버할 인접 셀을 나타내고, NextBlockId는 Track_2의

해당 블록에서 이동할 가능성이 있는 다른 블록을 나타낸다. VerificationRate 은 선택된 핸드오버 셀에 대한 유효성 확률을 나타낸다. 각각의 MT는 주기적으로 핸드오버 셀 관련 정보인 모바일 객체를 갱신한다. 모바일 객체는 MT 정보의 집합체로서, 그 구성 요소인 Mtid은 MT의 ID를 의미한다. BlockId는 현재 MT가 위치한 블록의 ID(블록 번호)를 나타내고, HandoverCellId 는 MT가 핸드오버할 인접 셀을 나타내고, NextBlockId 는 MT가 이동할 가능성이 있는 다음 블록을 나타낸다.

MovementPath는 MT의 이동 경로(여기서는 일련의 BlockId)를 나타내고 VerificationRate 은 핸드오버 셀에 대한 유효성 확률을 나타낸다.

III. FMCDM에 근거한 MT 위치 추정

Fuzzy Multi-Criteria Decision Making(FMCDM)은 MT의 위치를 추정하기 위한 의사 결정 항목으로 수신 신호 세기, 기지국과 MT간의 거리, MT의 이전 위치, MT의 이동 방향 등을 고려한다.

3.1 소속 함수의 정의

의사 결정 항목을 결정한 후, MT의 소속 정도(membership degree)를 결정하기 위하여 사다리꼴 함수 형태의 소속 함수를 사용한다. 사다리꼴 소속 함수는 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 $\mu_R(PSS_i)$ 를 정의하고 이를 그림 2에 보인다. 여기서 PSS_i 은 기지국 i 가 MT에 전파한 파워릿 신호 세기이고 S_1 는 lower_limit이고 S_2 는 upper_limit이다.

MT와 인접 기지국들간의 거리를 이용하여 소속 함수 $\mu_R(D_i)$ 를 그림 3에 정의한다. 여기서 D_i 는

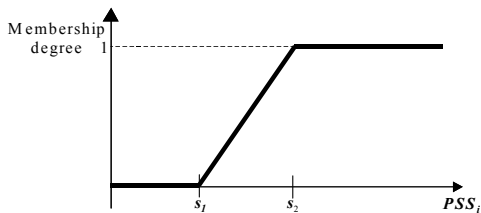


그림 2. PSS의 소속 함수

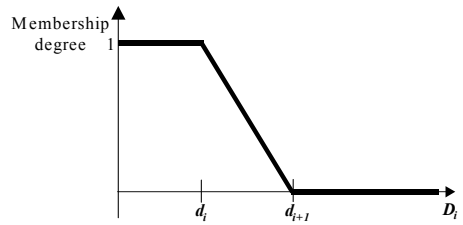


그림 3. 거리의 소속 함수

기지국 i 와 MT간의 거리이고, d_1 는 upper_limit, d_2 는 lower_limit이다.

MT의 이전 위치와 추정된 위치의 상관 관계를 이용하여 소속 함수 $\mu_R(L_i)$ 를 그림 4에 정의한다. 여기서 L_i 는 MT의 현재 위치, $E_1 \sim E_4$ 는 MT의 이전 위치를 나타낸다. g_1 는 이전 위치와 현재 위치간의 공간적 위치의 차이를 나타낸다.

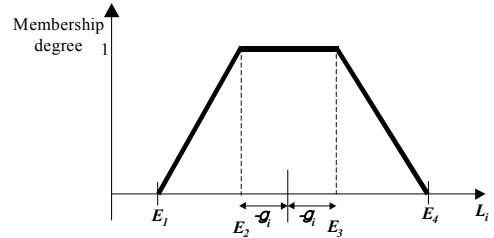


그림 4. 이전 위치의 소속 함수

MT의 이동방향을 이용하여 소속 함수를 정의한다. 여기서 $\mu_R(C_i)$ 는 MT의 이동방향, $PSS_1 \sim PSS_4$ 은 수신 신호 세기, 그리고 o_1 는 이전 위치와 현재 위치간의 공간적 위치의 차이를 나타낸다. 이를 그림 5에 보인다.

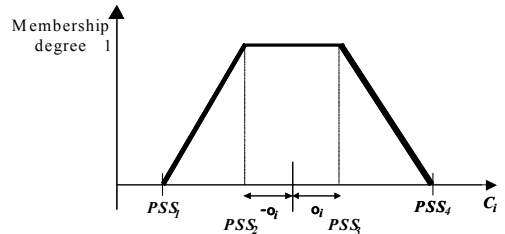


그림 5. 거리의 소속 함수

3.2 위치 추정

각각의 대안이 각 위치 결정 요소를 만족시키는 정도를 표현하기 위하여 의사 결정 매트릭스(decision matrix)를 사용하고, 평가할 문제에 대한 각 위치 결정 요소 중요성을 표현하기 위하여 가중치

벡터(weighting vector)를 사용한다⁶⁾. $A_i (i=1, 2, \dots, n)$ 를 위치 결정 요소 $C_j (j=1, 2, \dots, 4)$ 에 의하여 평가되는 대안(alternatives)이라고 정의하자. 각각의 대안들이 셀 선택 요소를 만족시키는 정도를 표현하기 위하여 의사 결정 매트릭스 μ 를 식 (1)과 같이 정의한다⁶⁻⁷⁾.

$$\mu = \begin{pmatrix} \mu_R(PSS_{11}) & \mu_R(D_{12}) & \mu_R(L_{13}) & \mu_R(C_{14}) \\ \mu_R(PSS_{21}) & \mu_R(D_{22}) & \mu_R(L_{23}) & \mu_R(C_{24}) \\ \mu_R(PSS_{31}) & \mu_R(D_{32}) & \mu_R(L_{33}) & \mu_R(C_{34}) \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_R(PSS_{n1}) & \mu_R(D_{n2}) & \mu_R(L_{n3}) & \mu_R(C_{n4}) \end{pmatrix} \quad (1)$$

퍼지 집합 이론 [7]의 언어 변수 집합을 사용하여 위치 결정 요소의 중요도를 나타내는 가중치 벡터를 정의한다. w_j 는 위치 결정 요소 $C_j (j=1, 2, \dots, 4)$ 의 퍼지 가중치이다. 이는 LTI(Least important), LSI(Less important), I(Important), MEI(More important), MTI(Most important)의 언어 변수 집합으로 표현하며, 이를 사용하여 가중치 벡터 W 을 정의하면 식 (2)과 같다.

$$W = (w_i^{PSS}, w_i^D, w_i^L, w_i^C) \quad (2)$$

퍼지화 절차(fuzzification procedure)를 통하여 성능 매트릭스(performance matrix) $\mu \in [0, 1]^{n \times m}$ 을 산출한다. 여기서 각 요소 μ_{nm} 은 n -번째 대안(alternative)이 m -번째 기준치(criterion)를 어느 정도 만족하는 가를 나타낸다. 그러므로 성능 매트릭스의 각 열은 모든 대안들의 m -번째 기준치에 대한 만족도를 표현하는 퍼지 집합 μ_m 을 나타낸다⁶⁻⁷⁾. 산출된 의사 결정 매트릭스에 가중치 벡터의 논리 곱으로서, 식 (3)의 성능 매트릭스를 산출한다.

$$\mu = \begin{pmatrix} \mu_R(PSS_{11}) \times w_1^{PSS} & \mu_R(D_{12}) \times w_2^D & \mu_R(L_{13}) \times w_3^L & \mu_R(C_{14}) \times w_4^C \\ \mu_R(PSS_{21}) \times w_1^{PSS} & \mu_R(D_{22}) \times w_2^D & \mu_R(L_{23}) \times w_3^L & \mu_R(C_{24}) \times w_4^C \\ \mu_R(PSS_{31}) \times w_1^{PSS} & \mu_R(D_{32}) \times w_2^D & \mu_R(L_{33}) \times w_3^L & \mu_R(C_{34}) \times w_4^C \\ \dots & \dots & \dots & \dots \\ \mu_R(PSS_{n1}) \times w_1^{PSS} & \mu_R(D_{n2}) \times w_2^D & \mu_R(L_{n3}) \times w_3^L & \mu_R(C_{n4}) \times w_4^C \end{pmatrix} \quad (3)$$

소속 정도 퍼지 집합을 순위화하기 위하여 GMV (generalized mean value)방법을 사용한다⁷⁾. 가중화된 소속 정도 $m(\mu_n)$ 에 대한 GMV를 구하는 식은 식 (4)와 같다.

$$m(\mu_n) = \frac{(C_i + D_i)^2 - (A_i + B_i)^2 + A_i \cdot B_i - C_i \cdot D_i}{3 \cdot [(C_i + D_i) - (A_i + B_i)]} \quad (4)$$

여기서 $A_i = \mu_R(PSS_{n1}) \times w_1^{PSS}$, $B_i = \mu_R(D_{n2}) \times w_2^D$, $C_i = \mu_R(L_{n3}) \times w_3^L$, 그리고 $D_i = \mu_R(C_{nm}) \times w_4^C$ 이다.

IV. MT의 위치에 근거한 핸드오버 방법

본 장에서는 II장에서 기술된 블록 정보 데이터 베이스의 블록 객체 정보와 PE로 부터 산출된 위치 정보에 근거한 핸드오버 방법을 제안한다. 제안된 핸드오버 방법의 근본 원리는 아래와 같다.

- 각 활성화된 MT의 셀 내 위치는 PE로 부터 산출된 위치 정보에 근거하여 기지국에 탐지된다.
- 핸드오버 시스템은 핸드오버 셀 선정 알고리즘으로부터 핸드오버 셀을 예측함으로써 핸드오버 할 목적 셀(object cell)을 미리 알고 결정한다.
- 핸드오버 시스템은 선정된 핸드오버 셀 정보를 각 MT에게 제공한다.
- MT는 핸드오버 셀 정보에 근거로, 인접 기지국들을 대상으로 핸드오버 결정 과정을 수행한다.
- MT는 핸드오버 요구 전에 핸드오버 절차를 수행함으로써 목적 셀과 미리 동기화된다.

표 1에 보인 셀 운영 테이블이 핸드오버 셀 선정과 핸드오버 처리를 지원하기 위해 사용되는데

표 1. 핸드오버를 위한 셀 운영 테이블

분류	정의
활성화 셀	MT와 트래픽 데이터 및 제어 채널을 유지하고 있는 서비스 셀
1차 후보셀 집합	핸드오버 셀 집합 과 1차 유효성 검사를 수행하기 위하여 선정된 셀
핸드오버 셀 집합	PE의 위치 정보에 근거한 이동 방향 추정 에 의하여 핸드오버 하리라고 예측된 셀
2차 후보 셀 집합	인접 셀들 중에서 Active cell을 대체할 만큼의 하향 링크 품질이 임계 값 이상인 셀
인접 셀 집합	브로드캐스팅 정보를 이용하여 MT에게 보고한 Active cell 주변의 셀
나머지 셀 집합	활성화 셀, 후보 셀 집합 그리고 인접 셀 집합을 제외한 다른 모든 셀

드오버 셀 집합(handover cell set), 후보 셀 집합(candidate cell set), 인접 셀 집합(surrounding cell set) 그리고 나머지 셀(remaining cell set)에 대한 정보가 MT의 활성화 셀 내 현재 위치에 의거 주기적으로 갱신된다. 또한 보고된 각 셀들의 하향 링크 채널 품질 정보를 이용하여 1차 후보 셀 집합(first candidate cell set)과 2차 후보 셀 집합(second candidate cell set)의 관리를 수행한다.

4.1 핸드오버 셀 선정

제안된 핸드오버 셀 선정 방법을 그림 6에 보였으며 셀 선정의 기본 원리는 아래와 같다.

- a. PE로부터의 위치 정보 생성 그리고 활성화 셀과 인접 셀들로부터의 수신 신호 세기 측정; PE는 MT의 위치 정보를 산출한다. 활성화 셀 및 인접 셀들의 다운링크 채널의 상태 측정을 통하여 1차 후보 셀 집합을 산출한다.
- b. MT가 위치한 블록 결정; 핸드오버 시스템은 상위의 위치 정보를 각 블록 객체의 Block LocationInfo 와 비교하여 해당하는 블록 객체를 선정한다.
- c. 1차 유효성 검증; 셀 관리 모듈의 1차 후보 셀 집합과 핸드오버 셀 집합과의 일치 여부로 1차 유효성 검사를 수행한다. 일치하지 않는다면 예외 처리 과정을 수행한다.
- d. 핸드오버 셀 선정; 유효성 검사 결과 일치하면 결정된 블록 객체의 HandoverCellId로부터 핸드오버 셀을 결정한다.

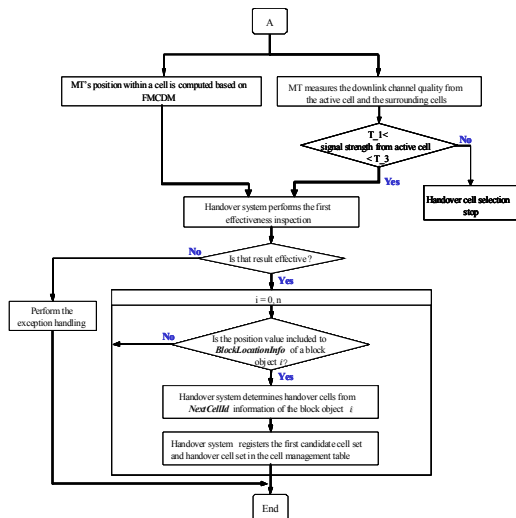


그림 6. 핸드오버 셀 선정 방법

- e. 셀 운영 테이블 갱신; 핸드오버 셀 결정 알고리즘에 의하여 생성된 각종 정보에 근거하여 셀 운영 테이블을 갱신한다.

MT에 의한 위치 정보는 Track_2에서만 유효하며, 그 외의 지역일 경우는 무시한다. 따라서 핸드오버 셀 선정 과정은 MT가 다른 트랙에 위치할 경우 종료된다. 1차 후보 셀 집합과 핸드오버 셀 집합간의 1차 유효성 검증이 수행되고 둘 사이에 일치성이 없다면 예외 처리가 수행된다. 한 개 이상의 셀이 동일하다면 핸드오버 시스템은 자원 이용 가능성(resource availability)에 근거하여 최적의 셀을 선정한다.

4.2 핸드오버 선 처리

핸드오버 셀 선정 단계에서 얻어진 핸드오버 셀 정보를 이용하여 그림 7과 같이 핸드오버를 위한 무선 레벨의 핸드오버와 망 레벨의 핸드오버를 수행한다. 무선 레벨의 핸드오버 단계에서는 이전의 접속점에서 새로운 접속점으로 무선 링크의 전환을 수행한다. 여기서는 모뎀 설정 및 동기 설정 등의 절차를 의미한다. 망 레벨의 핸드오버 단계에서는 무선 레벨의 핸드오버를 지원하기 위한 셀 버퍼링 및 연결 경로의 재설정을 의미하며 일부 기능을 제외하고 매크로셀 핸드오버를 위해 수행된다.

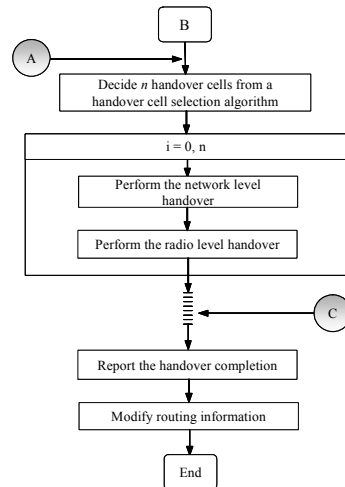


그림 7. 핸드오버 pre-processing 절차

4.3 핸드오버 결정

핸드오버 결정을 위하여 MT는 4.1절에서 언급한 핸드오버 셀 선정 알고리즘으로부터 생성된 핸드오버 셀 정보를 사용하여 인접 기지국들을 조사한다.

핸드오버 결정 시, 3 가지 가능성 즉 순방향 핸드오버, 역방향 핸드오버, 재 설정이 존재한다. 순방향 핸드오버는 핸드오버 셀 집합과 2차 후보 셀 집합이 동일할 경우 수행하며, 동일하지 않다면 역방향 핸드오버가 수행된다. 그 절차는 기존의 MAHO (Mobile Assist Handover)와 동일하다. 재 설정은 MT가 Track_2의 다른 블록으로 위치를 변경할 경우 일어난다. MT는 목적 셀을 통하여 핸드오버 시스템에게 핸드오버 완료 보고하고, 핸드오버 시스템은 MT에 관련된 연결 정보의 해제를 이전 셀에 요구한다. 이전 셀은 MT에 할당된 모든 자원들을 해제하고 이를 핸드오버 시스템에 보고한다.

1) 순방향 핸드오버(Forward handover)

두 개 이상의 셀이 서비스하는 영역(Track_3에 해당하는 핸드오버 지역)에 MT가 존재할 때, MT는 핸드오버 시스템으로부터의 HO_READY_RSP 메시지의 핸드오버 셀 집합 정보와 인접 셀 하향 링크 채널 품질 측정에 의하여 결정된 2차 후보셀 집합 정보, 2차 후보 셀 집합에 포함된 셀의 throughput(자원의 부하량)을 고려하여 순방향 핸드오버 결정 조건에 맞는 최적의 셀을 결정한다.

MT가 측정된 인접 셀 하향 링크 채널 품질이 핸드오버 결정 조건을 충족하면, 핸드오버 셀 집합과 2차 후보 셀 집합의 2차 유효성 검사를 수행하여, 일치하면 순방향 핸드오버를 수행한다. 핸드오버가 일어나면, 핸드오버 지연 없이 목적 기지국과 연결되고 목적 기지국에 핸드오버 완료 보고를 수행한다. 그림 8에 핸드오버 결정 절차를 보인다.

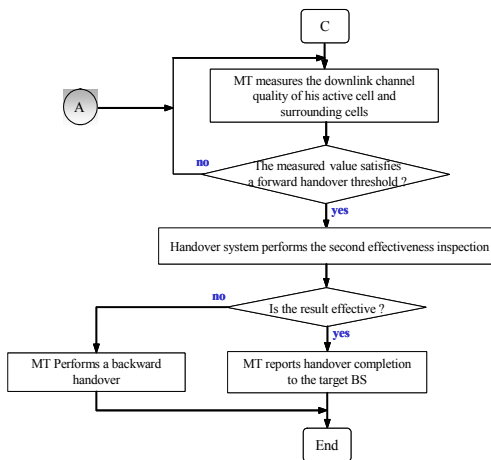


그림 8. 핸드오버 결정 방법

나. 역방향 핸드오버(Backward handover)

MT가 측정된 인접 셀 하향 링크 채널 품질이 핸드오버 결정 조건과 일치하면 핸드오버 셀 집합과 2차 후보 셀 집합의 일치성 검사를 수행하며, 일치하지 않으면 역방향 핸드오버를 수행한다. MT는 인접 셀 하향 링크 채널 품질 측정에 의하여 결정된 second candidate cell 정보를 포함한 HO_REQ 메시지를 핸드오버 시스템에 전송한다. 핸드오버 시스템이 HO_REQ 메시지를 수신하면 이 정보와 인접 셀의 무선 자원 정보를 이용하여 해당 MT를 위한 목적 셀을 결정하고 핸드오버 수행을 HO_RSP 메시지를 통하여 MT와 목적 기지국에 명령한다.

V. 시뮬레이션 및 결과

MT의 이동 경로와 속도는 도로 구조에 따라 영향을 받으며 이동 방향의 변화와 속도 변화가 MT의 이동 패턴을 지배한다. MT의 유형에 따라 저속 MT(25%), 즉 보행자는 정지 상태(50%)와 보행 중인 상태(50%)로 분류하고 고속MT(75%)는, 즉 차량으로 분류한다. 고속 MT의 이동 방향은 직진, 좌/우회전 그리고 U턴을 고려하였다. MT의 속도는 일양 분포(uniform distribution)로 결정한다. 세션의 시도는 셀 내에서 고르게 발생하며, 세션의 발생은 포아송 분포(poisson distribution), 핸드오버 발생은 평균 75%인 포아송 분포를 따른다. 멀티미디어 트래픽에 대한 영향을 분석하기 위하여, 패킷 전송률, 전송 지연, 패킷 손실률에 근거하여 표 2에 보인 바와 같은 여섯 가지의 서비스를 고려하였다.

그림 9는 세션 도착율에 대한 핸드오버 실패율을 보인다. 기존의 핸드오버 방법은 MAHO 방법을 사용하며, 시스템과 관련한 고려 사항은 제외되었다. 단지 소형 셀 환경, 고속의 이동성, 75% 이상의 핸드

표 2. 멀티미디어 서비스

Application	Packet rate	Transmission delay	Packet loss rate
High Quality Voice	32k	150ms	0.5
VOD, Digital TV	10-20M	150ms	1
Image Conference	64-384k	150ms	1
www	< 2M	20s	0
Electronic Commerce	64-384k	4s	0
FTP	< 20M	10s	0

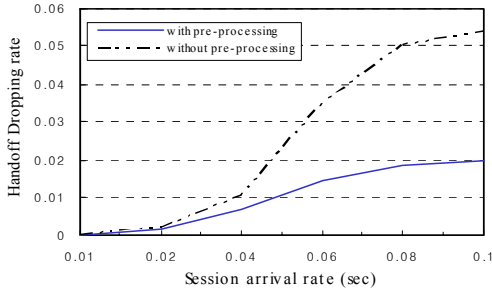


그림 9. 핸드오버 실패율의 비교

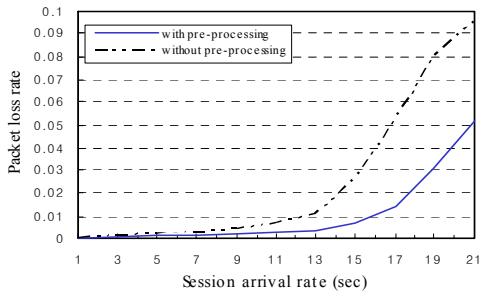


그림 10. 패킷 손실률의 비교

드오버를 고려했다. 기존 핸드오버 방법을 위 환경에 적용할 경우, 핸드오버 실패율이 현저히 증가함을 알 수 있다. 이는 핸드오버 처리 시간의 감소로 인하여 핸드오버를 완료하지 못하는 상황이 발생하기 때문으로 분석된다. 이에 비하여 제안된 핸드오버 방식은 트래픽 부하 0.02 이상에서는 기존 핸드오버 방식에 비하여 핸드오버 실패율이 현저히 감소함을 알 수 있다. 이동 방향 예측의 오류는 이런 PE의 위치 추정 오류에 기인하고 핸드오버 실패의 원인이 된다. 제안된 핸드오버 방법은 핸드오버 셀을 미리 예측함으로써 핸드오버 요구의 발생 전에 핸드오버 설정 과정을 미리 수행함으로써 핸드오버 지연으로 인한 핸드오버 실패를 줄일 수 있다.

그림 10은 제안된 핸드오버 방법의 패킷 손실률을 보인다. 제안된 핸드오버 방법이 기존의 방법에 비해 우수한 성능을 보임을 알 수 있다. 기존의 하드 핸드오버 방식으로 처리 시, 작은 피코-셀 환경에서 MT가 고속으로 이동하고 핸드오버 할 때마다, 서비스 중단으로 인하여 패킷의 손실이 지속적으로 발생함을 알 수 있다. 반면에 제안된 핸드오버 방식은 트래픽 부하 16 이상에서는 기존 핸드오버 방식에 비하여 패킷 손실률이 현저히 감소함을 알 수 있다. 제안된 핸드오버 방식은 핸드오버 요구 시, 이미 목적 셀의 기지국과 동기화되고 기존 기지국

과의 통신 중단과 동시에 MT의 Tx가 목적 기지국과 연결됨으로써, 역방향 동기화로 인한 2-4 frame (여기서는 평균을 의미함)의 손실을 제외하고, 하드 핸드오버로 인한 손실은 거의 발생하지 않는다.

V. 결론

본 논문에서는 차세대 이동 멀티미디어 통신망에서 핸드오버 지연에 의한 연결 서비스의 질단을 최소화하기 위한 방안의 하나로써, 퍼지 기법에 의해 MT의 셀 내 위치와 이동 방향 정보를 추정 한 후, 이 정보들을 이용하여 핸드오버 셀 선택 과정과 핸드오버 요구가 실제 발생하기 전에 미리 핸드오버 절차를 수행함으로써 핸드오버 실패를 최소화하는 방법을 제안하였다. 제안된 방법의 성능을 평가하기 위하여 핸드오버 실패율, 패킷 손실률을 주요 성능 척도로 규정하고, 기존의 핸드오버 기법과 비교·분석하였다. 시뮬레이션 결과에 따르면 기존의 방법들에 비하여 성능이 우수함을 확인할 수 있다. 다만, 사용자수가 증가하면 패킷 손실과 지연 증가가 발생하므로, 이에 대한 적절한 파라미터가 실제 시스템에서 고려되어야 한다. 향후 GPS에 의해 계산되는 MT의 위치정보와 이동방향에 관한 정보를 이용하는 방안과 비교하여 연구되어야 한다.

참고 문헌

- [1] 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.
- [2] 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.
- [3] 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.

- [4] Suk Yu Hui and Kai Hau Yeung, "Challenges in the Migration to 4G Mobile Systems," *IEEE Comm. Magazine*, pp. 54-59, December 2003.
- [5] J. C. Lee, B. Y. Ryu and J. H. Ahn, "Estimating the Position of Mobiles by Multi-Criteria Decision Making," *ETRI Journal*, Vol. 24, Num. 4, pp. 323-327, Aug. 2002.
- [6] C. Naso and B. Turchiano, "A Fuzzy Multi-Criteria Algorithm for Dynamic Routing in FMS," *IEEE ICSMC'1998*, Vol. 1, pp. 457-462, Oct. 1998.
- [7] C. H. Yeh and H. Deng, "An Algorithm for Fuzzy Multi-Criteria Decisionmaking," *IEEE ICIPS'1997*, pp. 1564-1568, 1997.

이 종 찬 (Jongchan Lee)

정회원



군산대학교 전자계산학과 학사
송실대학교 컴퓨터과학과 석사
송실대학교 컴퓨터과학과 박사
한국전자통신연구원 선임연구원
국립군산대학교 컴퓨터과학과
조교수

<관심분야> 차세대 이동통신, 센서 네트워크, 무선 멀티미디어

이 문 호 (Moonho Lee)

정회원



서울대학교 공과대학 공학사
송실대학교 공학석사(전산공학)
송실대학교 공학박사(전자계산)
한국전자통신연구원 연구원
현대전자(주) 과장
청운대학교멀티미디어학과 교수

<관심분야> 차세대 이동통신, 무선 멀티미디어, QoS Management