

논문 2004-41TC-11-8

## 이동 단말기의 위치 정보를 이용한 핸드오버 방법

### (A Handover Method Based on the Position Information of a Mobile Terminal)

이 종 찬\*, 박 상 준\*\*

(Jongchan Lee and Jangjoon Park)

#### 요 약

이동 멀티미디어 환경에서 높은 가입자 밀도를 수용하기 위하여 마이크로-셀 또는 피코-셀과 같이 셀의 반경이 더욱 작아져야 한다. 이런 환경에서 문제가 되는 점은 셀들 사이에 빈번한 핸드오버가 발생하게 되고 이는 허용 가능한 핸드오버 처리 지연 시간을 감소시킨다는 것이다. 이것은 결국 패킷 손실뿐만 아니라 핸드오버 실패를 가져온다. 이 경우에 손실을 보상하기 위하여 재전송이 필요한데, 이는 시스템 성능의 감소를 가져온다. 따라서 본 논문에서는 고속의 전송률로 다양한 멀티미디어 서비스를 수용하는 차세대 이동통신망에서 이동 단말기의 셀 내 위치와 이동 방향 정보를 이용하여 핸드오버 셀 선택을 수행하고 핸드오프 요구 전에 핸드오버 절차를 미리 수행함으로써 핸드오버 시 멀티미디어 서비스를 제공하기 위한 방안을 제안한다. 시뮬레이션은 핸드오버 실패율과 패킷 손실률에 집중한다. 시뮬레이션 결과는 기존의 방법에 비하여 우수함을 보였다.

#### Abstract

It is widely accepted that the coverage with high user densities in mobile multimedia environments can only be achieved with small cell such as micro- and pico-cell. The smaller cell size causes frequent handovers between cells and a decrease in the 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 triggers a rapid degradation of throughput. In this paper, we propose a new handover scheme in 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 focused on the handover failure rate and packet loss rate. The simulation results show that our proposed method provides a better performance than the conventional method.

**Keywords :** 핸드오버, 패킷 손실, 처리 지연, 이동 방향 추정, 셀 선택

## I. 서 론

B3G (Beyond Third Generation) 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. 초고속의 전송률을 요구하는 다수의 사용자를 시스템에서 수용하기 위해서는 셀의 크기를 더욱 더 줄여서 무선 자원의 재사용성을 증대 시켜야 한다. 즉 주파수 사용의 효율성을 위해 셀 반경 (피코셀 (pico-cell)의 경우 반경 30m, 메가셀 (mega-cell)인 경우 반경 10m로 추정됨)이 더욱 작아져야 한다. 이런 환경에서 문제가 되는 점은 셀의 반경이 더욱 더 작아지고 이동 단말기 (mobile terminal)의 고속 이동성으로 인하여 더 빈번한 핸드오프가 발생하게 되어 망의 부하가 커지게 되고, 보다 빠른 핸드오프 처리가 요구된다는 것이다. 이를 보장하지 못할 경우, 시스템 성능을 저하시키므로 고속의 이동성을 고려한 핸드오버 (handover)

\* 정회원, 한국전자통신연구원 개방형엑세스연구팀 (Flexible Radio Access Research Team, ETRI)

\*\* 정회원, 송실대학교 컴퓨터학부

(Department of Computing, Soongsil University)

접수일자: 2004년4월19일, 수정완료일: 2004년10월13일

기술의 연구가 필요하게 된다<sup>[1]</sup>.

기존의 3G 셀룰러 환경에서는 수분에 한번씩 핸드오버가 일어난다. 이와 달리 주파수 사용의 효율성을 위해 셀 반경이 더욱 작아지는 B3G에서는 핸드오버의 수가 증가하고 핸드오프 간 시간 간격이 줄어들며 이동 단말기의 이동 속도에 따라 수십 초, 수초에 한번씩 핸드오프를 일으킨다. 즉, 핸드오버 처리 시간(handover processing time)이 더 작아진다. 이에 따라, 이전 기지국과 신호 감쇠 때문에 통신할 수 없는 상황임에도 핸드오버를 완료하지 못하는 상황 발생하게 되고 핸드오버가 실패할 수도 있다. 부연 설명하면, 이동 통신망의 최근 진보로 인한 셀 반경의 축소로 마이크로-셀(micro-cell)에서 피코-셀 환경으로 변하고 있는 시점에서 기존의 하드 핸드오버 방식으로 처리 시, 작은 피코 셀 환경에서 이동 단말기가 고속으로 이동할 때, 핸드오버 지연(handover delay)에 의하여 연결 서비스가 절단되는 문제점을 야기한다는 것이다<sup>[2]</sup>.

또한 이런 초고속의 멀티미디어 서비스를 수용하기 위하여 이동 단말기가 셀 간 이동으로 핸드오버를 일으킬 때 사용자가 원하는 QoS (Quality of Service)를 만족시켜야 한다<sup>[3]</sup>. 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. 따라서 유선 망과 대등한 QoS를 보장하기 위하여 무손실 핸드오버 (Lossless handover)가 보장되어야 한다<sup>[3-4]</sup>. 기존의 3G 환경에서는 수분에 한번씩 핸드오버가 일어나므로 핸드오버 시 이전 셀(old cell)에 남겨진 데이터가 QoS에 미치는 영향이 미비했으며 실시간 영상 데이터는 무시했다. 반면에 이동 단말기의 이동 속도에 따라 수초에 한번씩 핸드오프를 일으키는 피코-셀 환경 하에서는 수초마다 남겨진 데이터가 발생할 수 있으며, 이를 기존과 같이 무시한다면 핸드오버 시 수신하지 못하고 이전 셀에 남겨진 데이터는 QoS에 많은 영향을 미친다<sup>[5-8]</sup>.

본 논문은 핸드오프 실패를 막는 방법에 관한 것으로서 핸드오프 발생 전에 GPS (Global Positioning System)의 위치 정보와 이동 방향 추정에 근거한 핸드오버 셀 선정(handover cell selection)에 의하여 핸드오버 셀을 선정하고, 핸드오버 요구 전에 선정된 셀에 망 연결(network connection)과 무선 연결(radio connection)을 설정한 후, 핸드오프 요구가 발생하면 핸드

오버 결정 절차에 의하여 핸드오버를 수행 함으로서 이음매 없는(seamless) 멀티미디어 서비스를 만족시키는 핸드오버 방법을 제안한다.

이를 통하여 본 논문은 이동 통신망의 최근 진보에 따른 셀 반경의 축소로 마이크로-셀에서 피코-셀 환경으로 변하고 있는 시점에서 기존의 하드 핸드오버 방식으로 처리 시, 작은 피코-셀 환경에서 이동 단말기가 고속으로 이동할 때, 핸드오버 지연에 의하여 서비스가 절단되는 문제점을 제거할 수 있다. 상위의 문제를 충족시키기 위하여 다음의 기능을 본 핸드오버 구조에서 구현한다.

- 작은 지연(low latency), 핸드오버 지연을 줄임으로써 패킷 손실을 최소화 한다.
- 무시간 핸드오버(timeless handover), 최소 절단 시간(minimum break duration)이 10-20ms 이 내이다.
- 무손실 핸드오버, 순방향에서는 데이터의 손실이 없고, 역방향에서는 2-4 프레임(frame) 정도의 손실을 갖는다.

본 논문은 다음과 같이 구성된다. II장에서는 위치 정의 방법과 방향 예측 방법을 기술한다. III장에서는 II장에서 제안된 개념에 근거하여 이동 단말기의 위치에 근거한 핸드오버 방법을 제안한다. IV장에서는 제안한 방법의 성능을 평가하는데, 핸드오버 실패율과 패킷 손실률에 집중한다. 마지막으로 V장에서는 결론 및 앞으로의 과제를 기술한다.

## II. 위치 정의 (Defining Location)

블록 정보 데이터베이스(block information data-base)의 구성 요소이고 핸드오버 셀 정보 등으로 구성된 블록 객체(block object)를 생성하는 방법이 본 장에서 기술된다.

셀을 트랙(track), 블록(block)으로 세분하고 이들을 이동 단말기가 수신한 신호 세기와 연관지음으로써 셀 안에 존재하는 이동 단말기의 특정 위치를 정의할 수 있다. 이러한 셀 세분화 작업과 수신 신호 세기(received signal strength) 연관 작업은 이동 단말기 위치 추정을 수행하기 전에, 셀을 블록 단위로 나누고 각각의 블록 정보를 생성하여 데이터 베이스를 구축하는 단계를 거친다. 추정기(estimator)가 기지국(base station)에 설치되면 자동적으로 2 단계 정의 과정을 통하여 셀을 블록으로 나누고 블록 정보를 생성한다. 시

시스템은 블록 정보 데이터베이스와 GPS의 위치 정보에 근거하여 이동 단말기가 위치한 블록을 추정한다.

1. 트랙 정의 (Track definition)

하나의 셀은 다수의 트랙으로 분할되며 각 트랙은 그림 1과 같은 PSS (pilot signal strength)의 임계 값에 의해 구분된다. 트랙 분할 과정은 다음과 같은 LOS (Line of Sight) 알고리즘으로 표현될 수 있다.

- a. PSS에 따라 각 임계 값 (threshold value) 범위를 결정한다.
- b. 신호 세기를 거리 정보로 바꾸기 위하여 각 임계 값에 해당하는 거리 함수를 식 (1)에 의하여 결정한다.

$$p_A(d) = k_1 - k_2 \times \log(d) + u(t)$$

$$p_B(d) = k_1 - k_2 \times \log(D - d) + v(t) \quad (1)$$

식 (1)에서 D 는 두 기지국간의 거리를 나타내고, d는 기지국 A와 이동 단말기 사이의 거리를 나타내며,  $k_1$  은 기지국의 송신 전력과 비례하며,  $k_2$  는 전파전파 환경에 따라 특정 값의 상쇄 성분을 갖는다. 특정 위치 (d)에서 기지국 A로부터 수신된 신호 전력의 분포와 기지국 B로부터 수신된 신호 전력의 분포를 나타내는 두 랜덤 신호  $u(t)$ ,  $v(t)$  는 i.i.d(Identical independent distribution)하며,  $N(\mu(d), \sigma)$  인 가우시안 분포를 나타낸다. 특정 위치에서 수신된 신호의 평균값인  $\mu(d)$  는 거리에 따른 path-loss 성분에 따라 결정된다.

- c. 거리 함수를 이용하여 트랙을 분할한다.
- d. 일한 트랙에 속한 블록에 동일한 트랙 번호와 PSS의 임계 값을 부여한다.

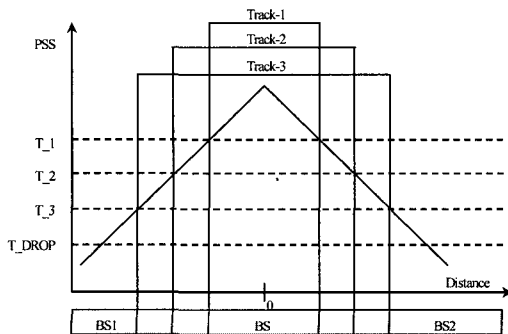


그림 1. 트랙과 PSS  
Fig. 1. Track definition with PSS.

그림 2와 같이 분할된 트랙은 이동 단말기의 이동성을 예측하기 위하여 사용된다. 여기서 Track\_1은 활성화 셀 지역 (active cell area), Track\_2는 핸드오버 셀 선정 지역 (handover cell selection area), Track\_3는 핸드오버 지역(handover area)으로 정의한다. 핸드오버 지역은 활성화 기지국과 인접 기지국의 수신신호 세기가 핸드오버 기준값과 허용 가능치 사이에 있는 지역을 의미하고 이 지역내에서 가장 높은 수신신호 세기를 갖는 기지국으로 핸드오버가 수행된다.

Track\_2 지역은 위치 정보에 의하여 다수의 블록으로 분할되고 각 블록을 위한 블록 객체가 생성된다. 이동 단말기의 위치가 Track\_2일 경우에만 핸드오버 셀 선정 절차가 수행되며 GPS에 의한 위치 정보는 Track\_2에서만 유효하다. 그 외의 지역일 경우는 무시한다. 결국 GPS에 의한 위치 정보를 Track\_2의 한 블록과 연관시키고 이에 해당하는 블록 객체 정보에서 이동 방향 정보를 얻는 절차를 갖는다.

2. 블록 정의 (Block definition)

위치 추정기 (location estimator)는 이동 단말기의 위치<sup>[9-10]</sup>를 블록 번호 (block number)에 의해 표현하고 이 블록들을 추정하기 위하여 해당 블록의 셀 내 위치를 식별할 수 있어야 한다. 본 연구에서는 Track-2의 각 블록의 셀 내 위치를 나타내기 위하여, 벡터 데이터를 이용한다. Track\_2의 각 블록에서 원점 (여기서는 기지국)에 대한 이동 단말기의 상대적인 위치를 극 좌표 (polar coordinate)를 이용하여 정의하는데, 이는 원점으로부터 이동 단말기까지의 거리와 양의 수평축으로부터 시계 반대방향으로의 각도(방향을 나타냄)를 산출하고 이를 통하여 이동체의 셀 내 위치를 묘사한다. 그

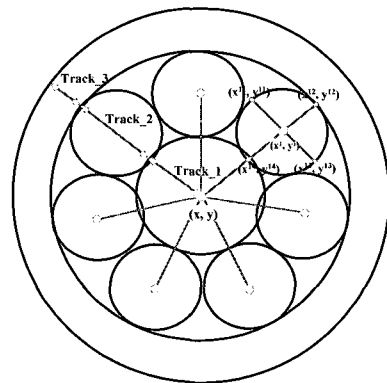


그림 2. 트랙 분할 및 벡터를 이용한 블록 인식  
Fig. 2. Dividing a cell into tracks and Identifying the block using the vector.

```

struct rect // rectangular coordinates
{
    double x;
    double y;
}

struct polar // polar coordinates
{
    double distance;
    double angle;
}

polar rect_to_polar(rect xypos)
{
    polar.distance=sqrt(xypos.x*xypos.x+xypos.y*xypos.y);
    /* The distance from the BS to the MT gets from vertical
    and horizontal ingredient using Pythagoras theorem */
    polar.angle = atan2(xypos.y, xypos.x) * 180
    /* Atan2() computes the angle between a BS and a MT */
    /* Convert the radian unit into the angle unit */
}

```

그림 3. 극좌표에 의한 상대적 위치

Fig. 3. Relative location of the block by the polar coordinates.

림 3과 같이 이 벡터 데이터는 기지국을 기점으로 하여 직각 좌표(x, y)를 구한 후 직각 좌표의 극 좌표 변환 방법을 적용 함으로서 기지국으로부터의 거리(distance)와 방향 정보(angle)를 갖는 2차원 벡터를 구한다.

상위의 위치 정의 방법에 근거하여, 활성화 셀에서 기지국에 대한 블록의 평면상의 상대적인 위치를 나타내기 위하여 각 블록에 위치 정보를 부여한다. 그림 2와 같이 Track\_2의 블록은 그 중심점 (xi, yi)와 그 지역을 구분하는 4개의 (xij, yij)로 구성된다. 이와 같이 정의된 블록 객체들의 셀 내 블록 위치 정보와 GPS에 의해서 생성된 이동체의 위치 정보를 비교하여 셀 내 이동체의 위치를 결정한다.

### 3. 블록 정보 생성 (block information creation)

블록 정보를 모은 자료를 블록객체 (block object)라 정의한다. 블록 객체는 그림 4와 같은 정보를 갖는다.

BlockId는 Track\_2의 각 블록의 ID를 의미하고, BlockLocationInfo 은 블록의 셀 내 위치를 표시하는 벡터 정보를 의미한다. 또한 HandoverCellId 는 해당 블록에서Track\_3로 이동할 경우 핸드오버 할 인접 셀을 나타내고, NextBlockId 는 Track\_2의 해당 블록에서 이동할 가능성이 있는 다른 블록을 나타낸다. Verification-Rate 은 선택된 핸드오버 셀에 대한 유효성 확률을 나타낸다.

각각의 이동 단말기는 주기적으로 핸드오버 셀 관련 정보인 이동 단말기 객체(terminal object)를 갱신한다. 이동 단말기 객체는 그림 5와 같은 정보를 갖는다. Mtid은 이동 단말기의 ID를 의미한다. BlockId 는 현재 이동 단말기가 위치한 블록의 ID (블록 번호)를 나타내

```

class BlockObject
{
private:
    int BlockId;
    int BlockLocationInfo[4];
    int HandoverCellId[i];
    int NextBlockId[j];
    int Verification;
public:
    :
}

```

그림 4. 블록을 위한 객체 정보

Fig. 4. Object information for a block.

```

class MobileObject
{
private:
    int Mtid
    int BlockId;
    int HandoverCellId[i];
    int NextBlockId[j];
    int MovementPath [n];
    int Verification;
public:
    :
}

```

그림 5. MT를 위한 객체 정보

Fig. 5. Object information for a MT.

고, HandoverCellId 는 이동 단말기가 핸드오버 할 인접 셀을 나타내고, NextBlockId 는 이동 단말기가 이동할 가능성이 있는 다음 블록을 나타낸다. Movement-Path 는 이동 단말기의 이동 경로 (여기서는 일련의 BlockId)를 나타내고 VerificationRate 은 핸드오버 셀에 대한 유효성 확률을 나타낸다.

## III. 이동 단말기 위치에 근거한 핸드오버 방법

본 장에서는 II장에서 기술된 블록 정보 데이터베이스의 블록 객체 정보와 GPS로부터의 현재 위치 정보에 근거한 핸드오버 방법을 제안한다.

제안된 핸드오버 방법의 근본 원리는 아래와 같다.

- 각 활성화된 MT의 셀 내 위치는 GPS 수신기에 의하여 탐지된 위치 정보에 근거하여 기지국에 탐지된다.
- 핸드오버 시스템은 핸드오버 셀 선정 (handover cell selection) 알고리즘으로부터 핸드오버 셀을 예측 함으로서 핸드오버 할 목적 셀 (object cell)을 미리 알고 결정한다.
- 핸드오버 시스템은 선정된 핸드오버 셀들에 관한

표 1. 핸드오버를 위한 셀 운영 테이블  
Table 1. Cell management table for handover.

Classification	Definition
활성화 셀	이동 단말기와 트래픽 데이터 및 제어 채널을 유지하고 있는 서비스 셀
1차 후보 셀 집합	Handover cell set 과 1차 유효성 검사를 수행하기 위하여 선정된 셀
핸드오버 셀 집합	GPS의 위치 정보에 근거한 이동 방향 추정에 의하여 핸드오버 하리라고 예측된 셀
2차 후보 셀 집합	인접 셀들 중에서 Active cell을 대체할 만큼의 하향 링크 품질이 임계값 이상인 셀
인접 셀 집합	브로드캐스팅 정보를 이용하여 이동 단말기에 보고한 활성화 셀 주변의 셀
나머지 셀 집합	활성화 셀, 후보 셀 집합 그리고 인접 셀 집합을 제외한 다른 모든 셀

정보(핸드오버 셀 정보)를 각 이동 단말기에 제공한다.

- d. 이동 단말기는 핸드오버 셀 정보에 근거하여, 해당하는 인접 기지국들을 대상으로 핸드오버 결정 과정을 수행한다.
- e. 이동 단말기는 핸드오버 요구 전에 핸드오버 절차를 수행함으로써 목적 셀과 미리 동기화된다.

핸드오버 셀 선정과 핸드오버 처리를 지원하기 위한 셀 운영 테이블 (cell management table)이 표 1에 보인다. 핸드오버 셀 집합(handover cell set), 후보 셀 집합(candidate cell set), 인접 셀 집합 (surrounding cell set) 그리고 나머지 셀 (remaining cell set)이 활성화 셀 내의 이동 단말기의 현재 위치에 따라 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.

1. 핸드오버 셀 선정 (Handover cell selection)

제안된 핸드오버 셀 선정 방법의 근본 원리는 아래와 같다.

- a. GPS로부터의 위치 정보, 그리고 활성화 셀과 인접 셀들로부터의 수신 신호 세기, 이동 단말기의 GPS 엔진은 위성과 GPS 수신기 사이의 거리를 이용한

삼각측량법에 의하여 위치 정보 산출한다. 활성화 셀 및 인접 셀들의 다운링크 채널의 상태 측정을 통하여 First candidate cell set을 산출한다.

- b. 이동 단말기가 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 First candidate cell set과 handover cell set과의 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.
- e. 셀 운영 테이블 갱신, 핸드오버 셀 결정 알고리즘에 의하여 생성된 각종 정보에 근거하여 셀 운영 테이블을 갱신한다.

그림 6은 핸드오버 셀 선정 방법을 보인다. GPS에 의한 위치 정보는 Track\_2에서만 유효하며, 그 외의 지역일 경우는 무시한다. 따라서 핸드오버 셀 선정 과정은 이동 단말기가 다른 트랙에 위치할 경우 종료된다. First candidate cell set 과 handover cell set간의 1차 유효성 검증이 수행되고 둘 사이에 일치 성이 없다면 예외 처리가 수행된다. 한 개 이상의 셀이 동일하다면 핸드오버 시스템은 자원 이용 가능성(resource availability)에 근거하여 최적의 셀을 선정한다.

2. 핸드오버 선처리 (Handover pre-processing)

핸드오버 셀 선정에 의하여 생성된 핸드오버 셀 정보를 이용하여 그림 7과 같이 핸드오버를 위한 무선 레벨의 핸드오버와 망 레벨의 핸드오버를 수행한다.

무선 레벨의 핸드오버: 이전의 접속 점에서 새로운 접속 점으로 무선 링크의 전환을 수행한다. 여기서는 모뎀 설정 및 동기 설정 등의 절차를 의미한다.

망 레벨의 핸드오버: 무선 레벨의 핸드오버를 지원하기 위한 셀 버퍼링 및 재라우팅 (연결 경로의 재설정)을 의미하며 일부 기능을 제외하고 매크로셀 핸드오버를 위해 수행된다.

3. 핸드오버 결정 (Handover decision)

핸드오버 결정을 위하여 이동 단말기는 상위의 핸드오버 셀 선정 알고리즘으로부터 생성된 핸드오버 셀 정

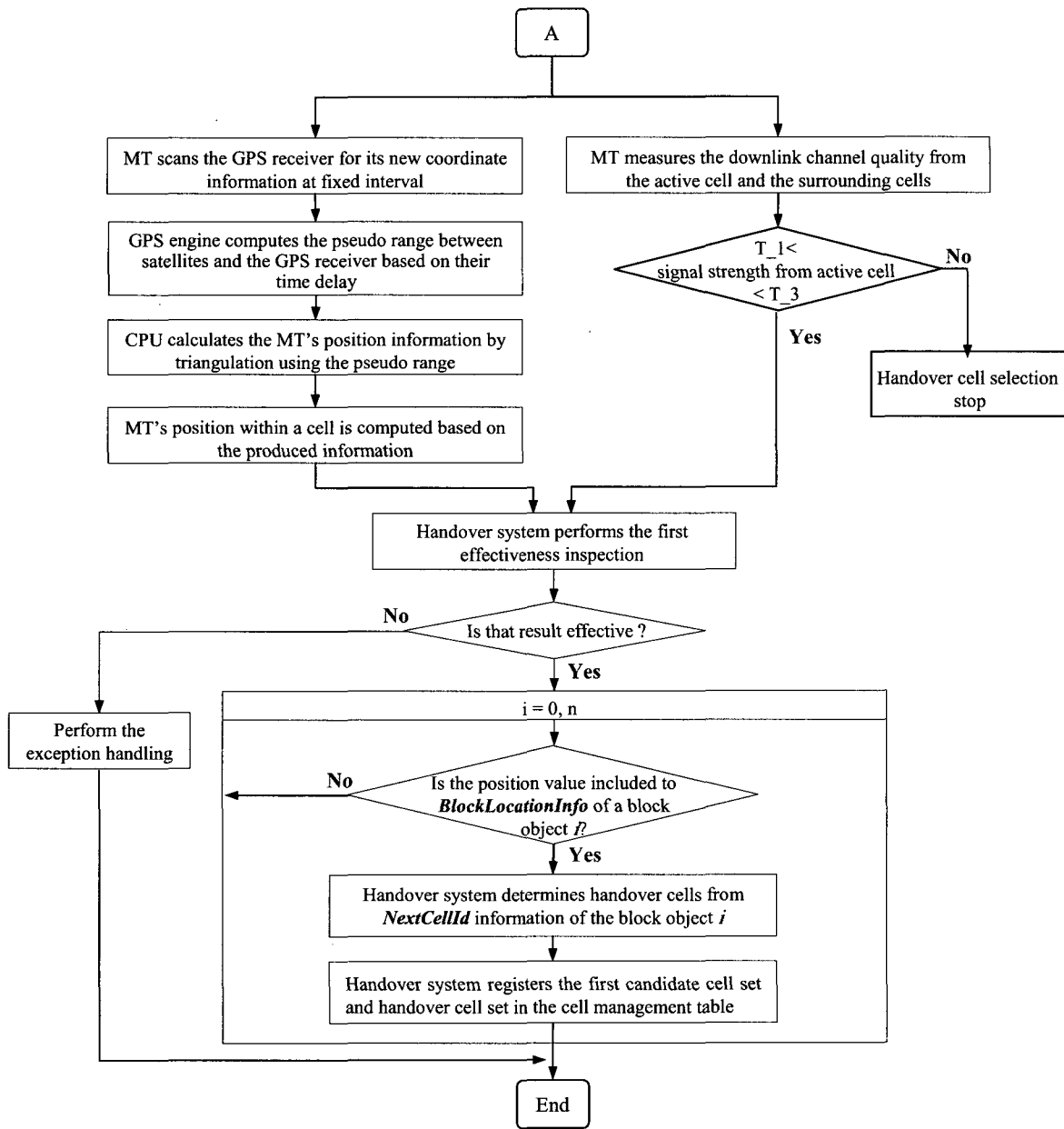


그림 6. 핸드오버 셀 선정 방법  
 Fig. 6. Flowchart of a handover cell selection algorithm.

보를 사용하여 인접 기지국들을 조사한다. 핸드오버 결정 시, 3 가지 가능성 - 이는 순방향 핸드오버, 역방향 핸드오버 그리고 재 설정-이 존재한다. 순방향 핸드오버는 Handover cell set과 Second candidate cell set이 동일할 경우 수행하며, 동일하지 않다면 역방향 핸드오버가 수행된다. 역방향 핸드오버 절차는 기존의 MAHO (Mobile Assist Handover)와 동일하다. 그리고 재 설정은 이동 단말기가 Track\_2의 다른 블록으로 위치를 변경할 경우 일어난다.

이동 단말기는 목적 셀을 통하여 핸드오버 시스템에 핸드오버 완료를 보고하고, 핸드오버 시스템은 이동

단말기에 관련된 연결 정보의 해제를 이전 셀에 요구한다. 이전 셀은 이동 단말기에 할당된 모든 자원들을 해제하고 이를 핸드오버 시스템에 보고한다.

가. 순방향 핸드오버 (Forward handover)

두 개 이상의 셀이 서비스하는 영역 (여기서는 Track\_3에 해당하는 핸드오버 지역)에 이동 단말기가 존재할 때, 이동 단말기는 핸드오버 시스템으로부터의 HO\_READY\_RSP 메시지의 handover cell set 정보와 인접 셀 하향 링크 채널 품질 측정에 의하여 결정된 Second candidate cell set 정보 그리고 Second candi

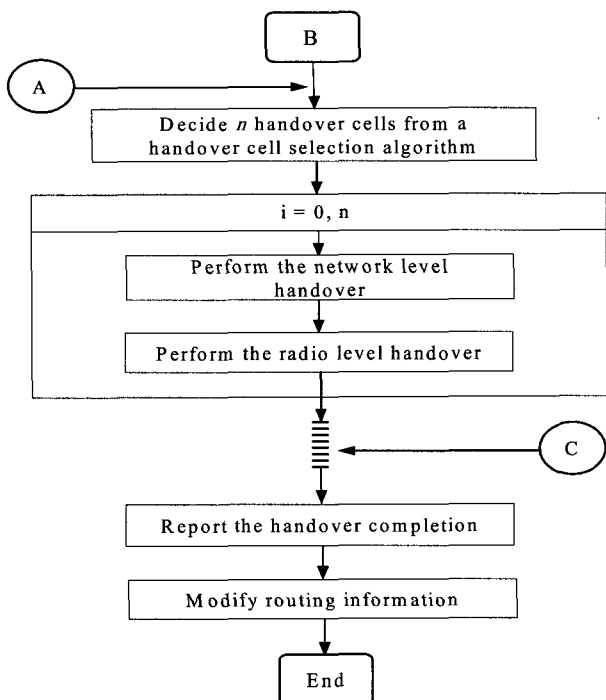


그림 7. 핸드오버 pre-processing 절차  
 Fig. 7. The flowchart of a handover pre-processing procedure.

-date cell set에 포함된 셀의 throughput (자원의 부하량)을 고려하여 순방향 핸드오버 결정 조건에 맞는 최적의 셀을 결정한다.

이동 단말기가 측정된 인접 셀 하향 링크 채널 품질이 핸드오버 결정 조건을 충족하면, handover cell set과 Second candidate cell set의 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.

나. 역방향 핸드오버 (Backward handover)

이동 단말기가 측정된 인접 셀 하향 링크 채널 품질이 핸드오버 결정 조건에 일치하면 handover cell set과 second candidate cell set의 일치성 검사를 수행하여, 일치하지 않으면 역방향 핸드오버를 수행한다. 이는 기존의 MAHO와 동일한 과정을 의미한다. 이동 단말기는 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 이동 단말기를 위한 목적 셀을 결정하고 핸드오버 수행을 HO\_RSP 메시지를 통

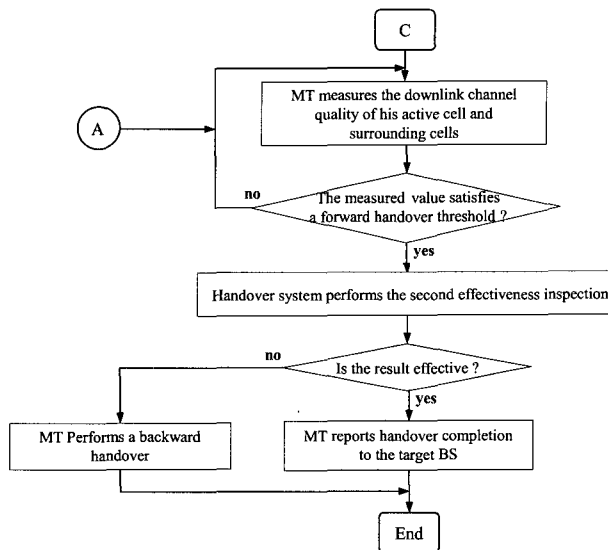


그림 8. 핸드오버 결정 방법  
 Fig. 8. The flowchart of handover decision method.

하여 이동 단말기와 목적 기지국에 명령한다.

다. 재설정 (Reconfiguration)

순방향 핸드오버나 역방향 핸드오버는 이동체가 핸드오버 지역으로 이동할 경우(즉 이동 단말기가 측정된 인접 셀 하향 링크 채널 품질이 핸드오버 결정 조건에 일치한다)에 발생하지만, 재설정은 이동 단말기가 다른 블록으로 위치를 변경할 경우에 발생한다. 이후 다시 선 처리가 수행되며 그 이후 절차는 동일하다.

IV. 시뮬레이션 파라미터 및 결과

본 논문에서 제안한 기법을 평가하기 위하여 시뮬레이터 저작 도구인 MODSIM을 이용하여 이동통신용 시뮬레이션프로그램인 MOBILESimulatorV6를 개발하고 이를 바탕으로 하여 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션에 적용한 시스템은 B3G 시스템의 기본 구조에 근거한다. 표 2와 같이 ETRI의 B3G 무선전송 기술의 1단계 요구사항에 근거하며 셀룰라 환경에서 5MHz 주파수대역폭을 사용했을 때 요구되는 이동성에 따른 셀 당 최대 전송률 (aggregate payload per cell)에 근거하여 파라미터를 설정하였다.

이동 단말기의 이동 경로와 이동 속도는 도로 구조에 의해 영향을 받으며 방향의 변화 및 속도의 변화는 이동 단말기의 이동 패턴을 지배한다. 이동 단말기의 유형에 따라 고속의 이동 단말기와 저속의 이동 단말기로 분류하였고 저속 이동 단말기(25%), 즉 보행자는 정지

표 2. 시스템 파라미터  
Table 2. System Parameter.

Parameter	Value	Description
$R_B$	5MHz	Frequency Bandwidth
$MI_R$	100m	The radius of microcell
$MA_R$	10km	The radius of macrocell
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
$CI_m$	10dB	Minimum C/I required

표 3. 멀티미디어 서비스  
Table 3. Multimedia services.

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

상태(50%)와 보행중인 상태(50%)로 분류하고 고속 이동 단말기(75%)는, 즉 차량으로 분류한다. 고속 이동 단말기의 이동 방향은 직진, 좌/우회전 그리고 U턴을 고려하였다. 좌/우회전은 직진 상태로 진행하던 이동 단말기가 블록에서 좌/우회전을 수행한 후 다시 직진으로 진행하는 상태를 나타낸다. U턴은 직진 상태로 진행하던 이동 단말기가 한 블록에서 U턴한 후 역으로 직진하는 상태를 나타낸다. 이동 단말기의 속도는 일양 분포 (uniform distribution)로 결정한다. 이동 속도를 정지(0 km/hr), 보행(3~5 km/hr), 자가용(30~100 km/hr), 버스(10~70 km/hr)로 분류하고 운행 동안 동일한 속도를 유지한다고 가정하였다. 세션의 시도는 셀 내에서 고르게 발생하며, 세션의 발생은 포아송 분포 (poisson distribution), 핸드오버 발생은 평균 75%인 포아송 분포를 따른다.

또한 수신 신호 세기와 관련하여 다음의 시뮬레이션 파라미터를 고려한다. path-loss에 의한 평균 신호 감쇠는 전파 거리의 3.5 배에 비례하고 shadowing  $\sigma$ =6dB의 표준 편차를 갖는 log-normal 분포를 따른다. 또한 수신 신호 세기가 -16dB 이면 오류로 판단하며 수신 신호 세기의 계산에서 제외된다.

멀티미디어 트래픽에 대한 영향을 분석하기 위하여, 패킷 전송률, 전송 지연, 그리고 패킷손실률에 근거하여

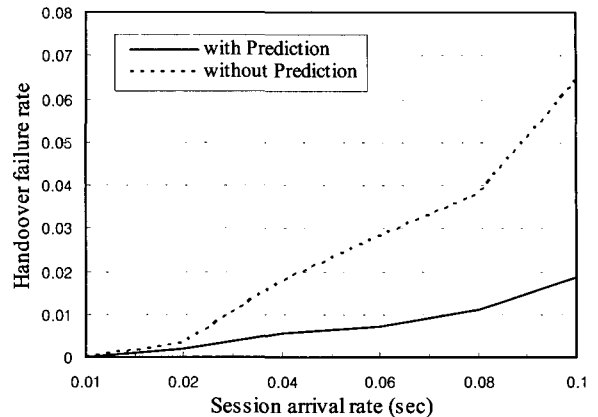


그림 9. 핸드오버 실패율의 비교  
Fig. 9. The comparison of handover failure rate.

표 3에 보인 바와 같은 여섯 가지의 서비스를 고려하였다.

그림 9는 세션 도착율에 대한 핸드오버 실패율을 보인다. 기존의 핸드오버 방법은 MAHO방법을 사용하며, 시스템과 관련한 고려 사항은 제외되었다. 단지 소형 셀 환경, 고속의 이동성, 그리고 75% 이상의 핸드오버를 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. 단지 제안된 방안의 핸드오버 실패는 GPS 분석 오류 (resolution error)가 주요인으로 분석된다. 이동 방향 예측의 오류는 이런 GPS 위치 추정 오류에 기인하고 핸드오버 실패의 원인이 된다. 제안된 핸드오버 방법은 핸드오버 셀을 미리 예측 함으로서 핸드오버 요구의 발생 전에 핸드오버 설정 과정을 미리 수행 함으로서 핸드오버 지연으로 인한 핸드오버 실패를 줄일 수 있다.

그림 10은 제안된 핸드오버 방법의 패킷 손실률을 보인다. 제안된 핸드오버 방법이 기존의 방법에 비하여 우수한 성능을 보임을 알 수 있다. 기존의 하드 핸드오버 방식으로 처리 시, 작은 피코 -셀 환경에서 이동 단말기가 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



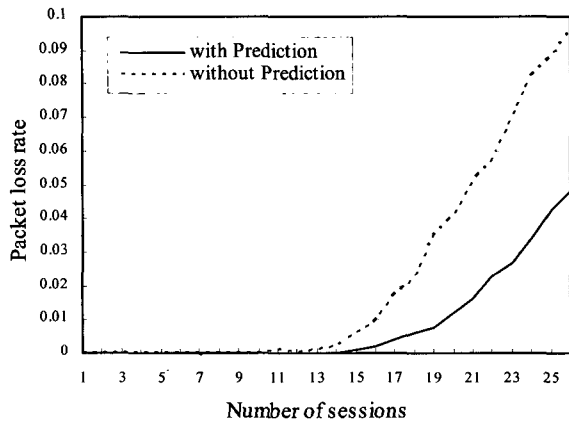


그림 10. 패킷 손실률의 비교

Fig. 10. The comparison of packet loss rate.

동기화되고 기존 기지국과의 통신의 중단과 동시에 이동 단말기의 Tx가 목적 기지국과 연결 됨으로써, 역방향(uplink) 동기화로 인한 2-4 frame (여기서는 평균을 의미함)의 손실을 제외하고, 하드 핸드오버로 인한 손실은 거의 발생하지 않는다.

## V. 결 론

본 논문의 목적은 고속의 전송률로 다양한 멀티미디어 서비스를 수용하는 차세대 이동통신망에서 핸드오버 지연에 의한 연결 서비스의 절단을 억제하기 위하여, 이동 단말기의 셀 내 위치와 이동 방향 정보를 이용하여 핸드오버 셀 선택을 수행하고 핸드오프 요구 전에 핸드오버 절차를 미리 수행 함으로서 핸드오버 실패를 막는 방안을 제공하기 위한 것이다. 따라서 본 논문은 이동 통신망의 최근 진보로 인한 셀 반경의 축소로 마이크로-셀에서 피코-셀 환경으로 변하고 있는 시점에서 기존의 하드 핸드오버 방식으로 처리 시, 핸드오버 지연에 의하여 연결 서비스가 절단되는 문제점을 제거할 수 있었다.

제안된 방법의 성능을 평가하기 위하여 핸드오버 실패율, 패킷 손실률을 주요 성능 척도로 규정하고, 기존의 핸드오버 기법과 비교 분석하였다. 시뮬레이션에 의하면 기존의 방법들에 비하여 성능이 우수함을 확인하였다. 단지, 사용자수가 증가하면 패킷 손실과 지연 증가가 발생하므로, 이에 대한 적절한 파라미터가 실제 시스템에서 고려되어야 한다.

## 참 고 문 헌

- [1] Yu Cheng and Weihua Zhuang, "Diffserv Resource Allocation for Fast Handover in Wireless Mobile Internet," *IEEE Communication Magazine*, pp. 130-136, May 2002.
- [2] GPS Based Predictive Resource Allocation in Cellular Networks
- [3] 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.
- [4] W. C. Y. Lee, "Smaller cells for greater performance," *IEEE Commun. Mag.*, pp. 1923, Nov. 1991.
- [5] M. Ergen, S. Coleri, B. Dundar, A. Puri, J. Walrand, and P. Varaiya, "Position Leverage Smooth Handover Algorithm", *IEEE ICN 2002*, Atlanta, August 2002.
- [6] C. L. Tan, S. Pink and K. M. Lye. "A Fast Handoff Scheme for Wireless Networks", *ACM/IEEE WoW-MoM*, 1999.
- [7] B. Liang and Z. J. Hass, "Predictive Distance-Based Mobility Management for PCS Network", *In Processing of IEEE INFORCOM'99*, pp. 1377-1384, 1999.
- [8] T. Liu, P. Bahl, and I. Chlamtac, "Mobility Modeling Location Tracking, and Trajectory Prediction in Wireless ATM Networks," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, Vol. 16, No. 6, pp. 922-936, 1998.
- [9] J. C. Lee and Y. S. Mun, "Mobile Location Estimation Scheme," *SK telecommunications Review*, Vol. 9, No. 6, pp. 968-983, Dec. 1999.
- [10] 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.

저 자 소 개



**이 종 찬(정회원)**  
 1994년 군산대학교 컴퓨터과학과  
 학사 졸업.  
 1996년 숭실대학교 컴퓨터학과  
 석사 졸업.  
 2000년 숭실대학교 컴퓨터학과  
 박사 졸업

현재 한국전자통신연구원 선임연구원  
 <주관심분야: 차세대 이동통신, 멀티미디어 전송,  
 텔레매틱스>



**박 상 준(정회원)**  
 1996년 동국대학교 전자계산학과  
 학사 졸업.  
 1998년 숭실대학교 컴퓨터학과  
 석사 졸업.  
 2002년 숭실대학교 컴퓨터학과  
 박사 졸업.

<주관심분야: B3G 이동통신, 인터넷 망 분석, 유  
 비쿼터스 디지털방송>