

순방향 및 역방향 신호를 이용한 핸드오버 기법

정회원 조성현*, 권종형**

Handover Scheme Using Downlink and Uplink Signals

Sunghyun Cho*, Jonghyung Kwun** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 IEEE 802.16e 시스템에서 순방향 및 역방향 신호를 이용한 핸드오버 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 TDD 시스템의 순방향 및 역방향 채널 상호 의존성에 기인하여 역방향 신호를 활용하여 핸드오버 절차를 구동시킨다. 또한 핑퐁 현상 및 outage를 줄이기 위해 핸드오버 수행 여부 및 타깃 기지국 결정 시 순방향 및 역방향 hysteresis를 동시에 활용한다. 시뮬레이션 결과는 제안하는 방안이 기존 IEEE 802.16e의 mobile assisted 핸드오버 기법에 비해 동일한 횟수의 핸드오버 수행 시 outage 확률을 약 10% 감소시킴을 보인다.

Key Words : Handover, Downlink signal, Uplink signal, Channel reciprocity, Hysteresis, TDD

ABSTRACT

This paper proposes a handover scheme using uplink and downlink signals in IEEE 802.16e systems. Exploiting the channel reciprocity in TDD systems, the proposed scheme triggers handover initiation process using uplink signal. In addition, it exploits the uplink and downlink hysteresis to determine the handover direction. Simulation results show that the proposed algorithm with joint hysteresis reduces the outage probability by about 10% compared with the mobile assisted handover in IEEE 802.16e.

I. 서 론

셀룰러 이동통신 시스템의 핸드오버 기법들은 핸드오버 수행 여부를 결정하는 위치에 따라 망 제어 핸드오버 (network controlled handover: NCHO), 단말 제어 핸드오버 (mobile controlled handover: MCHO), 및 단말 보조 핸드오버 (mobile assisted handover: MAHO) 등으로 구분할 수 있다. 또한 핸드오버 도중 단말과 기지국간의 연결 지속 여부에 따라 하드 (hard) 핸드오버 및 소프트 (soft) 핸드오버로 구분할 수 있다. CDMA 및 GSM 시스템을 위해 제안된 기존 핸드오버 기법들은 [1]-[5] 대부분 위 범주에 포함되며 핸드오버 수행 시 순방향 (downlink: DL) 신호만을 활용한다. 반면 GSM 시

스템을 위해 제안된 일부 핸드오버 기술 [4],[5]에서는 타깃 기지국 선택 시 순방향 신호뿐만 아니라 역방향 (uplink: UL) 신호 사용도 고려하고 있다. 그러나 이러한 기술들에서 역방향 신호는 타깃 기지국 결정에 국한되어 소극적으로 활용된다. CDMA 및 GSM 시스템을 위해 제안된 핸드오버 기법들은 대부분 single carrier 기반의 frequency division duplexing (FDD) 시스템에 적합하게 설계되었다. 반면 IEEE 802.16e [6],[7] 표준은 orthogonal frequency division multiplexing (OFDM) 기반의 time division duplexing (TDD) 시스템에 적합한 핸드오버 기법들을 정의하고 있다. OFDM 시스템의 경우 CDMA 시스템과는 달리 주변 기지국의 순방향 신호 세기 측정을 위한 별도의

* Hansei University, Division of IT (shcho@hansei.ac.kr)

** Telecommunication R&D Center, Samsung Electronics (jh.kwun@samsung.com)

논문번호 : KICS2007-07-301, 접수일자 : 2007년 7월 5일, 최종논문접수일자 : 2008년 4월 10일

탐색 구간이 요구되며 이로 인해 데이터 끊김 현상 및 셀 수율 감소가 불가피 하다. 그러나 IEEE 802.16e와 같은 TDD 시스템은 순방향 및 역방향 채널 간 상호 의존성 (reciprocity)를 가지므로 핸드오버 시 역방향 신호를 보다 적극적으로 활용할 경우 핸드오버 영역이 아닌 곳에서의 불필요한 탐색 절차를 감소시킬 수 있다. 또한 핸드오버 타깃 기지국 결정 시 순방향 및 역방향 신호 세기를 동시에 고려할 경우 순방향 및 역방향 채널 품질이 일치하지 않는 경우 혹은 순방향 및 역방향 QoS 요구 사항이 다른 비대칭형 서비스 등에 대해 보다 유연하게 대처할 수 있다. 이에 본 논문에서는 IEEE 802.16e에서 정의하는 물리계층 옵션 중 OFDM/A TDD에 적합하고 순방향 및 역방향 신호를 적극 활용하는 핸드오버 기법을 제안한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 IEEE 802.16e에서 정의하고 있는 세 가지 핸드오버 방식 및 문제점에 대해 간략히 기술하고 III장에서는 제안하는 핸드오버 방식을 구체적으로 정의한다. IV장에서는 성능평가를 위한 시뮬레이션 결과를 기술하고 V장에서 결론을 맺는다.

II. IEEE 802.16e 핸드오버

IEEE 802.16e에서는 하드 핸드오버, 매크로 다이버시티 핸드오버 (macro diversity handover: MDHO) 및 신속한 기지국 스위칭 (fast base station switching: FBSS) 기법 등을 정의하고 있다 [6],[7]. 하드 핸드오버가 기본 동작 모드이며 MDHO 및 FBSS는 핸드오버 도중 서비스 끊김 현상을 최소화하기 위해 정의된 선택 사항이다.

2.1 하드 핸드오버

핸드오버를 위해서 단말은 주기적으로 주변 (neighbor) 기지국의 신호 세기를 측정하는 탐색 (scanning) 동작을 수행해야 한다. 기존 CDMA 시스템과는 달리 OFDM 시스템에서는 단말이 탐색 동작 중 순방향 데이터를 수신할 수 없으므로 별도의 탐색 구간이 필요하다. 단말과 기지국은 MOB_SCN-REQ 및 MOB_SCN-RSP 메시지를 통해 탐색 구간을 결정하고 이 기간 동안 단말은 주변 기지국들의 순방향 신호 세기를 측정하고 기지국은 해당 단말로 전송되는 순방향 데이터를 단말로 전송하지 않고 버퍼링 한다. 탐색 구간 결정 후 하드 핸드오버 절차는 셀 재 선택, 핸드오버 방향

결정 및 초기화, 타깃 기지국과의 순방향 동기화, 레인징 (ranging) 및 서빙 기지국에서의 단말 context 해제 등의 다섯 단계로 구성된다. 하드 핸드오버는 서비스 품질 향상을 위해 주변 기지국 탐색 횟수 혹은 탐색 구간 단축 방안이 요구되며 핸드오버 절차 중 데이터 끊김 현상을 해결할 수 있는 추가적인 방안이 요구된다.

2.2 매크로 다이버시티 핸드오버

매크로 다이버시티 핸드오버 (MDHO)를 위해서는 신호 세기가 우수한 기지국들로 구성된 다이버시티 집합 및 앵커 기지국을 정의하고 이를 유지해야 한다. 앵커 기지국은 하드 핸드오버에서 서빙 기지국과 같은 역할을 수행한다. MDHO에서 단말은 다이버시티 집합에 속해있는 모든 기지국과 통신이 가능하다. MDHO를 위해서 IEEE 802.16e에서는 H_Add 및 H_Delete라는 순방향 문턱치를 정의하고 있다. H_Add 및 H_Delete는 다이버시티 집합에 포함 여부를 결정할 수 있는 carrier-to-interference-noise-ratio (CINR) 문턱치로써 앵커 기지국이 downlink channel description (DCD) 메시지를 통해 주기적으로 방송한다. MDHO는 소프트 핸드오버와 유사하게 핸드오버 시 데이터 끊김 현상을 줄일 수 있으나 단말이 주기적으로 탐색 (scanning) 해야 하는 기지국의 수가 많아지는 문제점이 있다.

2.3 Fast base station switching

FBSS에서는 MDHO에서의 다이버시티 집합과 같은 액티브 집합을 정의한다. 그러나 FBSS를 지원하기 위해서는 액티브 집합 내의 모든 기지국들은 시간 및 주파수 상에서 동기화되어 있어야 하며 MDHO와 달리 단말이 앵커 기지국과의 통신만 가능하다. 또한 액티브 집합 내의 모든 기지국들은 사용자 context를 공유한다. 따라서 FBSS에서는 단말이 타깃 기지국으로 핸드오버 시 순방향 동기화, 레인징, 및 인증 등과 같은 망 진입 절차를 간소화 할 수 있다. FBSS는 FBSS 핸드오버 결정 및 초기화, 액티브 집합 선택 및 갱신, 앵커 기지국 선택 및 갱신 등의 세 가지 절차로 구성된다. FBSS를 위해서는 액티브 집합을 정의해야 하고 기지국간 동기화 및 context 공유 등의 추가적인 동작이 요구되지만 빠른 핸드오버가 가능하므로 하드 핸드오버 방식에 비해 서비스 품질 향상을 기대할 수 있다. 그러나 앞선 두 가지 핸드오버 방식과 마찬가지로 탐색 절차로 인한 품질 저하는 피할 수 없으며 핸드오버 시 역방향 서비스 품질은 고려되지 않고 있다.

Ⅲ. 제안하는 핸드오버 기법

제안하는 핸드오버 기법은 하드 핸드오버 기법에 속하며 핸드오버를 위한 탐색 (scanning) 절차 및 핸드오버 방향 (direction) 결정 시 순방향 및 역방향 신호를 적극 활용한다. 제안하는 핸드오버 기법은 순방향 및 역방향 데이터 채널이 연결되어 있는 액티브 단말을 주 대상으로 하며 서빙 기지국은 핸드오버 절차 중 원하는 때에 역방향 신호를 모니터링 할 수 있다고 가정한다.

그림 1은 단말, 서빙 기지국, 및 주변 기지국에서 제안하는 핸드오버 동작 절차를 나타내고 있다. 그림에서도 알 수 있듯 제안하는 핸드오버 기법에서는 각 핸드오버 절차 별로 다양한 문턱치를 정의하여 사용한다. 표 1은 이러한 문턱치들의 종류 및 정의를 기술하고 있다. TH₁은 역방향 신호를 통해 핸드오버 초기화를 결정할 때 사용되는 문턱치이고 TH₂는 핸드오버 초기화 결정 시 adaptive modulation and coding (AMC) 모드 단말들을 고려하기 위한 문턱치이다. TH₃부터 TH₆까지는 핸드오버 수행 여부 및 핸드오버 방향 결정 시 사용되는 문턱치이다.

그림 1을 통해 알 수 있듯 제안하는 핸드오버는 서빙 기지국에서의 역방향 신호 세기 탐색, 단말 및 주변 기지국에서의 순방향 및 역방향 신호 탐색, 서

표 1. 제안하는 핸드오버 기법에 사용되는 문턱치

문턱치	정의
TH ₁	threshold to determine handover initiation using uplink signal level (uplink absolute threshold)
TH ₂	threshold to determine handover initiation for the AMC users (uplink absolute threshold for AMC users)
TH ₃	threshold to determine handover direction using uplink signal level (uplink hysteresis)
TH ₄	minimum downlink signal level to prevent call drop (downlink outage threshold)
TH ₅	threshold to determine handover direction using downlink signal level (downlink hysteresis)
TH ₆	minimum uplink signal level to prevent call drop (uplink outage threshold)

빙 기지국에서의 핸드오버 결정 및 핸드오버 수행 절차 등 세 단계로 구성된다. 먼저 서빙 기지국에서의 역방향 신호 세기 (RSS_{UL}) 탐색 절차는 셀 내에서 핸드오버 영역에 있는 단말과 비 핸드오버 영역에 있는 단말을 구분하는 기능을 가진다. 기존 핸드오버 기법들 [1]-[3]에서는 비 핸드오버 영역에 위치하는 단말도 주기적으로 주변 기지국들의 순방향 신호 세기를 측정하여 서빙 기지국에 보고한다. 이는 데이터 끊김 현상 및 망 수율 감소의 원인이 될 수 있다. 특히 주파수 재사용 시스템에서 인접셀 간 사용 주파수가 다른 경우 단일 필터 체인을 가진 단말 수신기에서는 주변 기지국 탐색 기간 동안 서빙 기지국으로부터 데이터 수신에 불가능하다. 이에 제안하는 핸드오버 기법에서는 액티브 단말들의 역방향 신호 세기를 서빙 기지국에서 주기적으로 탐색하여 역방향 신호 세기 (RSS_{UL}) 혹은 역방향 signal to interference and noise ratio가 미리 정해진 문턱치 (TH₁)보다 작은 경우에만 단말이 주변 기지국의 순방향 신호를 탐색한다. 이는 비 핸드오버 영역에 있는 단말이 불필요하게 주변 기지국의 순방향 신호를 탐색하고 결과를 보고하는 동작을 방지할 수 있다. 제안하는 핸드오버 기법에서는 IEEE 802.16e에서 정의하고 있는 다이버시티 채널 사용자뿐만 아니라 AMC 채널 사용자도 고려한다. AMC 사용자의 경우 데이터를 가용 주파수 밴드 중 일부 주파수만을 이용하여 전송하므로 제안하는 역방향 신호 세기 탐색 절차에서 선택적 페이딩으로 인한 채널 품질 저하를 핸드오버 상황으로 오인할 수 있다. 이러한 상황을 방지하기 위해 제안하는 핸드오버 기법에서는 서빙 기지국이 AMC 사용자

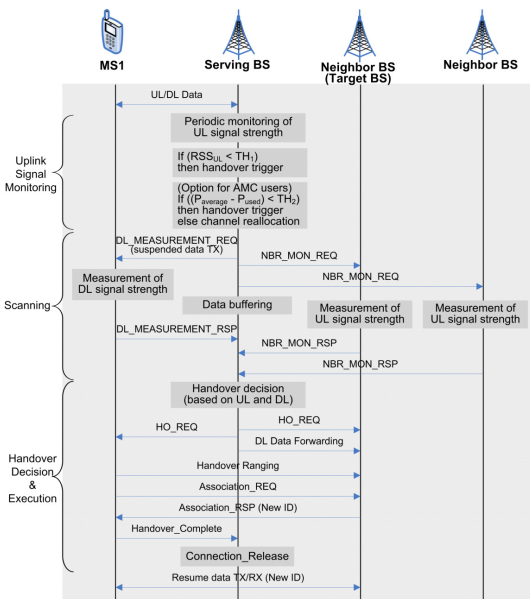


그림 1. 제안하는 핸드오버 기법의 동작 절차

들에 대해 다음과 같은 조건을 만족하는 경우에만 핸드오버를 위한 절차를 허가한다.

$$\left| P_{average} - P_{used} \right| < TH_2 \quad (1)$$

여기서 $P_{average}$ 및 P_{used} 는 각각 전체 가용 주파수 밴드 및 AMC 채널로 사용된 주파수 밴드의 평균 역방향 신호 세기를 의미한다. 만일 위 조건을 만족하지 않는 경우 기지국에서는 해당 단말에 핸드오버 절차를 허가하는 대신 다른 AMC 채널을 할당한다.

역방향 신호 탐색을 통해 핸드오버 가능성이 있다고 판단되는 단말들에 대해 서빙 기지국은 주변 기지국의 순방향 신호 탐색을 요청한다. 그림 1에서 나타내고 있듯 기지국은 단말에 DL_MEASUREMENT_REQ 메시지를 전송하여 주변 기지국 순방향 신호 탐색을 요청한다. 이 메시지를 수신한 단말은 기지국이 주기적으로 방송하는 주변 기지국 정보를 활용하여 주변 기지국 순방향 신호를 탐색하고 DL_MEASUREMENT_RSP 메시지를 통해서 탐색 결과를 서빙 기지국으로 보고한다. 제안하는 핸드오버 기법에서는 핸드오버 수행 여부 및 타깃 기지국 선택 단계에서도 역방향 신호 세기 정보를 활용한다. 이를 위해 서빙 기지국은 그림 1과 같이 NBR_MON_REQ 메시지를 통해 주변 기지국에 해당 단말의 역방향 신호 탐색을 요청한다. 이때 주변 기지국에서 효과적인 역방향 신호 세기 측정을 위해서는 다음과 같은 방법들을 적용할 수 있다. 첫 번째는 서빙 기지국에서 NBR_MON_REQ 메시지에 해당 단말의 context 정보 및 역방향 자원할당 정보를 추가하여 전송함으로써 주변 기지국에서 해당 단말의 역방향 신호 세기를 측정할 수 있도록 지원하는 방법이다. 이 경우 주변 기지국은 해당 단말과 서빙 기지국간의 역방향 채널 자원할당 정보를 참조하여 해당 단말이 송신하는 역방향 신호 세기를 측정할 수 있다. 두 번째 방법은 역방향 사운드링 (sounding) 채널을 활용하는 방법이다. 역방향 사운드링 채널은 순방향 파일럿 채널과 같은 역할을 가지는 역방향 파일럿 채널로써 이를 활용할 경우 주변 기지국에서 정확한 역방향 신호 품질을 측정할 수 있다. 역방향 사운드링 채널은 정확한 신호 세기 측정이 가능한 장점이 있는 반면 사용자간 셀 간 직교 특성을 가져야 하는 채널이므로 추가적인 오버헤드가 큰 단점이 있다.

단말로부터 주변 기지국의 순방향 신호 세기를 수신하고 주변 기지국으로부터 해당 단말의 역방향

신호 세기를 수신한 후 서빙 기지국은 다음 조건에 따라 핸드오버 실행 여부를 결정한다.

$$P_{UL_target} - P_{UL_serving} > TH_3 \quad \text{and} \\ P_{DL_target} > TH_4 \quad (2)$$

$$P_{DL_target} - P_{DL_serving} > TH_5 \quad \text{and} \\ P_{UL_target} > TH_6 \quad (3)$$

여기서 P_{DL_target} 및 $P_{DL_serving}$ 은 각각 단말에서 타깃 기지국 및 서빙 기지국의 순방향 수신 신호 세기를 의미한다. 또한 P_{UL_target} 및 $P_{UL_serving}$ 은 각각 타깃 기지국 및 서빙 기지국에서 핸드오버 단말의 역방향 수신 신호 세기를 의미한다. 식 (2)는 타깃 기지국에서의 역방향 채널 품질이 서빙 기지국보다 우수하고 동시에 타깃 기지국의 순방향 채널 품질이 정해진 문턱치 이상인 경우를 의미한다. 식 (3)은 타깃 기지국에서의 순방향 채널 품질이 서빙 기지국보다 우수하며 타깃 기지국의 역방향 채널 품질이 정해진 문턱치 이상인 경우를 의미한다. 식 (2) 및 (3)은 각각 서빙 기지국의 역방향 채널 품질 저하 및 순방향 채널 품질 저하로 핸드오버가 발생하는 경우이다. 위 두 가지 조건 중 한 가지 조건이라도 만족되는 경우 서빙 기지국은 타깃 기지국에서 해당 단말을 수용할 수 있는지의 여부를 확인한 후 핸드오버 수행을 명령한다. 이때 단말 및 기지국에서의 동작은 기본적으로 IEEE 802.16e에서 정의하고 있는 하드 핸드오버 절차와 동일하며 필요한 경우 FBSS 방식에서 정의하는 절차를 이용할 수도 있다.

IV. 성능 평가

4.1 시뮬레이션 모델

기존 셀룰러 시스템 및 IEEE 802.16e 시스템은 대부분 MAHO 방식을 채택하고 있다. 따라서 본 논문에서는 평균 핸드오버 수행 횟수 및 핸드오버 도중 outage 확률 관점에서 제안하는 핸드오버 기법과 기존 IEEE 802.16e의 MAHO [2],[7] 방식의 성능을 비교 평가한다. 시뮬레이션에서는 IEEE 802.16e에서 정의하고 있는 TDD OFDMA 모드를 가정하였으며 2-tier 형태의 19개 omni-directional 셀을 가정하였다. 또한 순방향 및 역방향에서 서로 다른 간섭 모델을 가정했으며 프레임 구조는 IEEE 802.16e의 OFDMA 모드에서 정의하는 프레임 구

표 2. 시뮬레이션 파라미터

Parameter	Value
Cell	19 omni-directional cells
Cell radius	1 km
Velocity	120 km/h
Frame size	5 ms
Path loss model	Hata model [8]
Carrier frequency	2 GHz
BS antenna height	50 m
MS antenna height	1.5 m
Hysteresis	-3 dB
Outage threshold (UL, DL)	-10 dB
Absolute threshold (UL, DL)	variable

조를 따른다고 가정하였다. 제안하는 방식은 100 프레임 동안 측정된 순방향 및 역방향 신호 레벨을 평균하여 이를 기준으로 핸드오버 여부를 결정하였다. 또한 서빙 기지국의 순방향 혹은 역방향 신호 레벨이 200 프레임 이상 연속적으로 정해진 문턱치보다 낮은 경우를 outage로 정의하였다. 표 2는 시뮬레이션에서 사용된 구체적인 파라미터 값들을 나타내고 있다. 표 2에서 hysteresis는 핑퐁 현상을 줄이기 위해 사용된다. 시뮬레이션에서는 순방향 및 역방향 hysteresis를 동일하게 3dB로 설정 하였다. Absolute 문턱치(threshold) 역시 핑퐁 현상을 감소시키기 위해서 기지국이 핸드오버 초기화 여부를 결정하는 문턱치이다. 서빙 기지국의 순방향 신호 레벨이 absolute 문턱치 이상인 경우에는 주변 기지국의 순방향 신호 레벨이 서빙 기지국의 순방향 신호 레벨보다 hysteresis 값 이상으로 크다고 하더라도 핸드오버 절차를 초기화하지 않는다.

4.2 시뮬레이션 결과

그림 2, 3, 4는 순방향 및 역방향 absolute 문턱치 변화에 따라 제안된 방식과 MAHO 방식에서 핸드오버로 인한 outage 확률과 평균 핸드오버 수를 비교한 실험 결과이다. 실험에서는 순방향 및 역방향 outage 문턱치를 -10dB로 설정하였으며 순방향 및 역방향 hysteresis를 -3dB로 고정하였다. 특히 본 논문의 시뮬레이션에서는 각각의 문턱치 값 설정 시 순방향 및 역방향 값을 동일하게 설정하였다. 또한 하기 시뮬레이션 결과 설명 시 별도의 명시가 없는 문턱치는 순방향 및 역방향 문턱치를 모두 지칭한다.

그림 2는 제안하는 핸드오버 방식과 MAHO 방식에서 absolute 문턱치 변화에 따른 outage 확률 변화를 고찰한 실험 결과이다. 앞서 기술한 바와 같

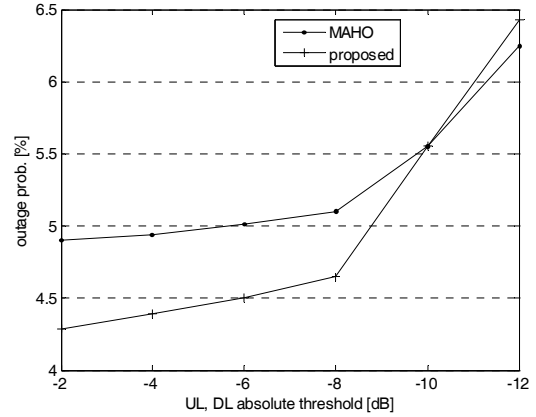


그림 2. Absolute 문턱치에 따른 outage 확률 (UL/DL outage 문턱치 = -10dB, UL/DL hysteresis = -3dB)

이 본 실험에서는 순방향 및 역방향 outage 문턱치를 -10dB로 고정하였다. 실험 결과는 absolute 문턱치가 outage 문턱치보다 높은 영역에서는 제안하는 방식이 기존MAHO 방식에 비해 상대적으로 낮은 outage 확률을 보장함을 보인다. 이는 제안하는 방안에서 absolute 문턱치를 활용하여 핸드오버를 초기화 하고 핸드오버 결정 시 순방향 및 역방향 hysteresis를 동시에 고려하기 때문이다. 즉, 제안하는 방식에서는 absolute 문턱치가 outage 문턱치에 비해 높은 영역에서는 outage가 발생하기 이전에 원활하게 핸드오버가 초기화 되고 초기화 된 후에는 순방향 및 역방향 hysteresis를 동시에 고려함으로써 outage 확률을 감소시킨다. 순방향 및 역방향 outage 문턱치가 달라질 수 있는 비대칭형 서비스를 고려할 경우 두 방식의 성능 차이는 더욱 커질 수 있다.

그러나 absolute 문턱치가 outage 문턱치보다 낮은 경우에는 제안하는 방식이 MAHO 방식에 비해 outage 확률이 커진다. 그 이유는 제안하는 방안에서 absolute 문턱치를 핸드오버 기준 값으로 사용하기 때문에 absolute 문턱치가 outage 문턱치보다 낮은 경우에는 outage 이전에 원활하게 핸드오버가 초기화 되지 못하기 때문이다. 그러나 이 문제는 제안하는 방안에서 absolute 문턱치 값을 outage 문턱치 값보다 크게 설정함으로써 간단히 극복 가능하다.

그림 3은 제안하는 방안과 MAHO 방식에서 absolute 문턱치 변화에 따른 평균 핸드오버 수를 비교한 실험 결과이다. Absolute 문턱치가 outage 문턱치보다 큰 경우에는 제안하는 방안이 기존 MAHO 방식에 비해 평균 핸드오버 수가 다소 높게 발생

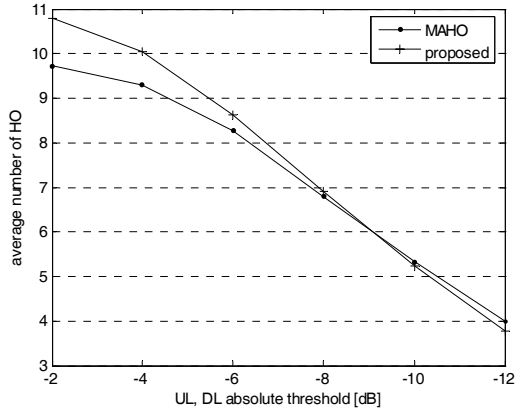


그림 3. Absolute 문턱치에 따른 평균 핸드오버 수 (UL/DL outage 문턱치 = -10dB, UL/DL hysteresis = -3dB)

다. 그 이유는 제안하는 방식의 경우 absolute 문턱치를 이용하여 핸드오버를 초기화시킴으로써 핑퐁 현상을 주로 방지하는데 반해 MAHO 방식은 hysteresis를 이용하여 핑퐁 현상을 방지하기 때문이다. 또한 absolute 문턱치가 outage 문턱치에 비해 상대적으로 높은 영역에서는 hysteresis에 의한 핑퐁 방지 효과가 absolute 문턱치를 통한 핑퐁 방지 효과보다 상대적으로 크게 작용하기 때문이다. 위와 같은 핸드오버 수의 차이는 absolute 문턱치와 outage 문턱치의 차이가 감소함에 따라 점점 줄어들다 absolute 문턱치가 outage 문턱치보다 작아지면 역전 현상이 발생한다. 즉, absolute 문턱치가 낮은 영역에서는 absolute 문턱치에 의한 핑퐁 방지 효과가 hysteresis에 의한 핑퐁 방지 효과에 비해 크기 때문에 제안하는 방식의 핸드오버 수가 감소한다.

그림 4는 제안하는 방식과 MAHO 방식에서 평

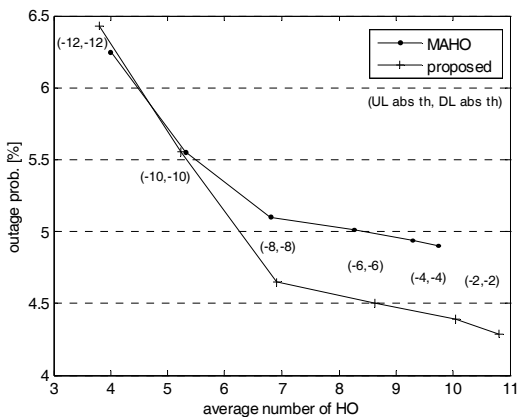


그림 4. 평균 핸드오버 수와 outage 확률간의 상관관계 (UL/DL outage 문턱치 = -10dB, UL/DL hysteresis = -3dB)

균 핸드오프 수와 outage 확률간의 상관관계를 나타내고 있다. 두 개의 성능 지표는 기본적으로 반비례 특성을 보인다. 제안하는 핸드오버 기법의 성능 향상을 위해서는 outage 확률이 고정된 상황에서 핸드오버로 인한 물리계층 및 상위계층의 오버헤드 등을 고려하여 적절한 absolute 문턱치 값을 찾는 것이 중요하다. 그림 4에서와 같이 순방향 및 역방향 outage 문턱치가 -10dB로 고정된 경우에 제안하는 방안은 순방향 및 역방향 absolute 문턱치를 -8dB로 설정하였을 때 가장 우수한 성능을 나타내며, 이때 MAHO 방식 대비 동일한 평균 핸드오버 수에서 약 10% 정도 outage 확률을 감소시킨다.

V. 결론

본 논문에서는 TDD 시스템에서 순방향 및 역방향 신호를 모두 활용하는 핸드오버 방안을 제안하였다. 핸드오버를 초기화하기 위한 절차에서 역방향 신호를 활용할 경우 비 핸드오버 영역에서 단말의 불필요한 주변 기지국 신호 탐색 절차를 방지할 수 있다. 또한 핸드오버 수행 여부 및 타깃 기지국 결정 시 순방향 신호뿐만 아니라 역방향 신호 품질도 함께 고려함으로써 순방향 및 역방향 채널 품질이 다르거나 QoS 요구 사항이 다른 경우에도 유연하게 대처할 수 있다. 시뮬레이션을 통해 제안하는 방안이 기존 MAHO 방식 대비 동일한 평균 핸드오버 수에서 약 10% 정도 outage 확률을 감소시킴을 확인하였다. 제안하는 알고리즘은 현재 IEEE 802.16e 혹은 WiBro/WiMAX에서 정의하고 있는 시스템의 기본적인 프레임을 변경하지 않고도 적용 가능하며 이들 시스템의 셀 경계 성능을 향상 시키는데 기여하리라 기대된다.

참고 문헌

- [1] Mobile Station Assisted Soft Handoff in a CDMA Cellular Communications System, *US Patent Number 5640414*, Jun. 17, 1997.
- [2] Mobile Assisted Handoff, *US Patent Number 5042082*, Aug. 20, 1991.
- [3] Method and Apparatus for Performing Mobile Assisted Hard Handoff between Communication Systems, *US Patent Number 5940761*, Aug. 17, 1999.
- [4] GSM 03.09: "Digital cellular tele-

communications system (Phase 2+); Handoff Procedures”, Aug. 1999.

[5] Mobile Assisted Handoff, *US Patent* Number 5042082, Aug. 20, 1991.

[6] IEEE 802.16-2001, “IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks-Part16: Air Interface for Fixed Broadband Wireless Access Systems,” Apr. 8, 2002.

[7] IEEE P802.16e/D8: “Part 16: Air Interface for Fixed and Mobile Broadband Wireless Access Systems”, May. 20, 2005.

[8] Y. Oda, K. Tsunekawa, and M. Hata, “Advanced LOS Path-loss Model in Microcellular Mobile Communications,” *IEEE Trans. on VT*, Vol. 49, issue 6, Nov. 2000, pp. 2121-2125.

조 성 현 (Sunghyun Cho)

정회원



1995년 2월 한양대학교 전자계산학과 졸업
 1997년 2월 한양대학교 전자계산학과 석사
 2001년 8월 한양대학교 전자계산학과 박사
 2008년 3월~현재 한세대학교 IT

학부 전임강사
 2006년 10월~2008년 2월 Stanford Univ. Electrical Engineering Postdoctoral
 2006년 3월~2006년 9월 삼성전자 정보통신연구소 책임연구원
 2001년 9월~2006년 2월 삼성종합기술원 전문연구원
 1999년 11월~2000년 2월 Lucent Technology Bell Lab. 방문연구원
 <관심분야> 4G, IEEE 802.16, WiMAX, 3GPP LTE, Multihop, Handover, RRM

권 종 형 (Jonghyung Kwun)

정회원



1996년 2월 연세대학교 전자공학과 졸업
 1998년 8월 연세대학교 전자공학과 석사
 2003년 8월 연세대학교 전자공학과 박사
 2004년 3월~현재 삼성전자 통신

연구소 4G 개발팀 책임연구원
 <관심분야> 무선 MAC 프로토콜 개발, 이동성 보장, 시스템 성능 분석