

# OFDM 기반 IP 네트워크에서의 소프트 핸드오버 기법\*

김우재, 임완선, 김상진<sup>○</sup>, 서영주  
포항공과대학교 컴퓨터공학과  
{hades15, kiki, ksjsc<sup>○</sup>, yjsuh}@postech.ac.kr.

## Soft Handover Scheme in OFDM based IP Networks

Woo-Jae Kim, Wan-Sun Im, Sang-Jin Kim<sup>○</sup> and Young-Joo Suh  
Department of Computer Science and Engineering  
Pohang University of Science and Technology (POSTECH)

### 요 약

OFDM(A) 기반 네트워크는 IEEE 802.16e 시스템 및 WiBro 시스템 등으로 구현되고 있으며, 4G 시스템과 같은 차세대 이동통신 시스템의 기반 기술로서 많이 연구되고 있는 시스템이다. 이와 같은 OFDM(A) 시스템을 기반으로 IP 네트워크를 구축하게 된다면, 단일의 핸드오버를 지원하기 위하여 MAC 및 IP 계층에서의 핸드오버 기법에 대한 정의가 필요하다. IP 네트워크의 가장 큰 특징은 CDMA와 같은 서킷 네트워크가 아니라 패킷 네트워크라는 것이다. 이러한 패킷기반 네트워크에서의 소프트 핸드오버 기법은 CDMA 네트워크에서 제공되고 있는 소프트 핸드오버 기법을 그대로 적용할 수 없다. CDMA 소프트 핸드오버 기법은 물리계층에서의 신호 결합을 수행하게 되는데 패킷 네트워크에서 두 기지국으로부터 전송되는 패킷은 MAC 및 IP 헤더를 가지게 되고, 헤더에 포함되는 정보는 각 기지국에서 서로 다르게 전송하므로 물리계층에서의 신호 결합을 수행할 수가 없다. 본 논문에서는 기존에 제안된 소프트 핸드오버 기법의 단점을 보완하고 IP 기반 네트워크에 적용 가능한 소프트 핸드오버 기법을 제안한다. 제안하는 소프트 핸드오버 기법은 패킷 네트워크의 특성을 반영하여 소프트 핸드오버에 참여하는 기지국이 서로 다른 패킷을 전송하도록 디자인하였고, 에러 발생률을 낮추기 위하여 AMC (Adaptive Modulation and Coding) 기법을 적용하였다. 또한 OFDM(A) 시스템의 multi-carrier 특성을 이용하여 네트워크 자원을 효율적으로 사용함으로써 네트워크의 전체적인 성능 향상이 가능하도록 개발되었다.

### 1. 서 론

OFDM(A) [4] 기반 네트워크는 IEEE 802.16e 시스템 및 WiBro 시스템 등으로 구현되고 있으며, 4G 시스템과 같은 차세대 이동통신 시스템의 기반 기술로서 많이 연구되고 있는 시스템이다. 기존의 무선 이동통신 시스템이 단일 채널을 이용하여 통신하는데 반해서 OFDM(A) 시스템은 단일과 기지국간에 여러 개의 부채널을 이용하여 데이터를 전달함으로써 전송 효율을 높이고 있으며, 또한 각 부채널간에 적고 성질을 만족하도록 함으로써 부채널간의 간섭 효과를 최소화하고 있다.

위와 같은 OFDM(A) 시스템을 기반으로 IP 네트워크를 구축하게 된다면, 단일의 핸드오버를 지원하기 위하여 MAC 및 IP 계층에서의 핸드오버 기법에 대한 정의가 필요하다. IP 네트워크의 가장 큰 특징은 CDMA와 같은 서킷 네트워크가 아니라 패킷 네트워크라는 것이다. 이러한 IP 네트워크에서의 단일 이동성 제공 기법과 관련하여 기본적인 MAC 및 IP 계층의 핸드오버 기법과 더불어서 많이 연구되고 있는 분야가 바로 소프트 핸드오버 기법이

다. 소프트 핸드오버 기법은 일반적인 핸드오버 기법과 달리 단말이 현재 통신중인 기지국과 연결을 끊기 전에 미리 새로운 기지국과 연결을 설립함으로써 단말의 이동에 따른 네트워크 단절 시간을 최소화하고 동시에 두 개 이상의 기지국을 이용함으로써 무선으로 전달되는 데이터의 에러 발생률을 낮추거나 성능에서의 이득을 얻고자 하는 기술이다. 소프트 핸드오버 기술은 기존의 CDMA 네트워크에서 많이 연구되었으며, 현재 이동통신 시스템에서 많이 사용되고 있는 기술이다.

하지만 CDMA에서의 소프트 핸드오버 기술 [1] 은 단일의 물리계층에서 신호 결합을 수행함으로써 에러 발생률을 낮추고 이득을 얻고자 하는 기술이다. 이러한 기술들은 IP 네트워크와 같은 패킷 네트워크에 그대로 적용할 수 없다. 단일의 물리계층에서 수행하는 신호 결합은 두 기지국으로부터 전송받은 신호를 서로 결합함으로써 보다 큰 세기의 신호로 만들고 이를 해석함으로써 결과적으로 에러 발생률을 낮출 수 있는 기술이다. IP 네트워크에서는 각 기지국이 데이터 전송 시 MAC 및 IP 헤더를 같이 전송하게 되는데, 이러한 MAC 및 IP 헤더는 두 기지국이

\* This work was in part supported by Samsung electronics research project (Skypass4G)

서로 다른 정보를 전송할 수 있다. 따라서 단말이 물리계층에서 신호 결합을 수행하게 된다면 에러 발생률을 낮추는 것이 아니라 오히려 잘못된 패킷을 만드는 결과가 된다.

본 논문에서는 OFDM(A) 기반 IP 네트워크에서 효율적으로 소프트 핸드오버를 수행할 수 있는 기법을 제안한다. 제안하는 기법은 패킷 네트워크의 특성에 맞추어서 각 기지국으로부터 동일한 패킷을 전송하는 것이 아니라 서로 다른 패킷을 전송하도록 하고, 물리계층에서 신호결합을 하는 것이 아니라 AMC 기법을 사용함으로써 에러 발생률을 낮추도록 디자인하였다.

2. 관련 연구

소프트 핸드오버는 단말이 현재 통신중인 기지국과 연결을 끊지 않고 이동하고자 하는 기지국과 새롭게 연결을 맺는 기법으로, 단말의 핸드오버로 인한 통신 끊김 시간을 없앨 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 CDMA 네트워크에서는 물리계층에서의 신호 결합을 이용하여 데이터의 에러 발생률을 낮추고 기지국의 전송 파워를 낮춤으로써 cell의 capacity를 증가시키는 이득을 얻고 있다.

2.1 CDMA 소프트 핸드오버 기법

CDMA에서의 소프트 핸드오버 기법[1]은 물리계층에서의 신호 결합을 이용한다. CDMA 단말은 두 개 이상의 기지국으로부터 중복된 신호를 동시에 수신하면 Analog receiver에서는 각 기지국에 독립적으로 할당된 code를 이용하여 각 신호를 분리한다. 이렇게 분리된 신호는 각각 digital data receiver에서 digital로 변환되고 diversity combiner에서 신호 결합을 수행한다. 그리고 decoder에서 신호를 해석하게 된다. 이 과정에서 diversity combiner가 CDMA 소프트 핸드오버 기법의 핵심으로써 신호 결합을 통하여 분리된 신호를 결합함으로써 결과적으로 단말이 기지국으로부터 보다 높은 SNR값을 가진 신호를 수신한 것과 같은 역할을 하게 된다.

수신 신호의 SNR이 높아지는 것은 단말에서 에러 발생률이 낮아짐을 의미하며, 일정한 에러 발생률을 보장하기 위해서 기지국이 데이터 전송 시 사용해야 하는 전송 power가 줄어들 수 있음을 의미한다. 기지국이 전송 power를 줄인다면 이웃 cell내의 단말이 보다 작은 신호 간섭을 겪게 되고, 따라서 보다 높은 처리율을 보이게 됨에 따라 전체적인 성능은 높아지는 효과가 있다.

하지만 이러한 소프트 핸드오버 기법은 우선 단말이 두 기지국으로부터 거의 동시에 같은 신호를 수신해야 하기 때문에 기지국이 동일한 데이터를 같은 시간에 전송할 수 있는 기법이 필요하다. 또한 기지국의 상단 네트워크에서 두 기지국으로 같은 데이터를 동시에 전송할 수 있는 기법도 필요하다. 하지만 IP 네트워크에서는 위 두가지 문제를 전부 해결하기 어렵기 때문에, CDMA 소프트 핸드오버 기법은 사용하기 어렵다 [3]. 특히, 물리계층에서 신호 결합을 수행하기 위해서는 두 기지국으로부터 받은 데이터가 물리계층에서 완전히 동일하여야 하지만 패킷

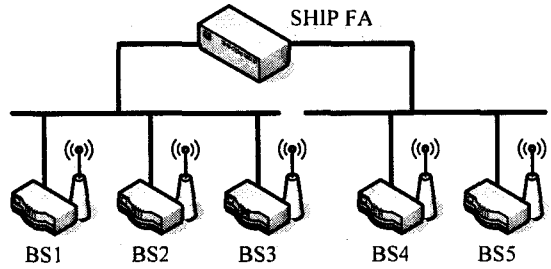


그림 1. SHIP 네트워크 구조

네트워크인 IP 네트워크에서는 MAC 및 IP 헤더가 사용되고, 송신/수신 주소 등으로 인하여 각 기지국이 전달하는 데이터가 서로 다르게 되므로 IP 네트워크에서는 새로운 소프트 핸드오버 기법이 필요하다.

2.2 SHIP: Soft Handover over IP

앞 절에서 기술한 문제점을 해결하기 위하여 IP 네트워크에서 소프트 핸드오버를 지원하기 위한 기술들이 많이 연구되었다. SHIP[2]는 그 중의 하나로써 두 기지국으로부터 서로 다른 데이터를 받음으로써 기지국간의 동기화 문제를 해결하였으며, 기지국의 상단 라우터에 분배 테이블을 정의함으로써 각 기지국으로의 데이터 전송 문제를 해결하였다. SHIP에서는 그림 1과 같은 네트워크 구조를 가정하였다. SHIP FA는 소프트 핸드오버를 수행하는 단말이 어느 기지국에 속해 있는지 테이블을 가지고 있으며 이 테이블 정보에 따라서 단말로 향하는 데이터를 각 기지국으로 전송한다. 이때 하나의 기지국으로는 원본 데이터를, 다른 하나의 기지국으로는 Reed-Solomon code [5]를 전송한다. Reed-Solomon code를 전송하는 이유는 CDMA 소프트 핸드오버에서의 물리계층 신호 결합과 같은 에러 발생을 감소 효과를 얻기 위해서이다. 또한 이동 단말은 두 기지국으로부터 원본 데이터와 Reed-Solomon code를 받은 후 이를 이용하여 에러를 복구함으로써 에러 발생률을 낮추게 하였고, 두 데이터를 모두 받은 후 처리하기 위하여 IP 계층과 MAC 계층 사이에 먼저 도착한 데이터를 일정 시간 저장해 두는 부계층을 두었다.

SHIP 기법은 소프트 핸드오버의 가장 큰 효과인 에러 발생을 감소와 네트워크 capacity 향상이라는 효과를 IP 계층에서 해결함으로써 IP 네트워크에서의 소프트 핸드오버 기법에 대한 대안을 제시하였다. 하지만 물리계층에서 여전히 에러가 발생할 수 있고, 만약 에러가 발생하였을 때 MAC 계층에서 drop된다면 에러를 복구할 기회가 없게 된다. 따라서 소프트 핸드오버를 수행하는 동안에는 에러 발생 여부에 상관없이 모든 패킷을 IP 전송하여야 하는 오버헤드가 있다. 또한 데이터를 전송하기 위해서 SHIP FA에서 Reed-Solomon code를 만들어야 하고 단말에서는 이를 재해석해야 하기 때문에 데이터 송신과 수신 시에 지연 시간이 발생할 수 있다.

본 논문에서는 이러한 문제를 해결하고 패킷 데이터 네트워크에서 많이 사용되는 AMC 기법을 이용함으로써 에

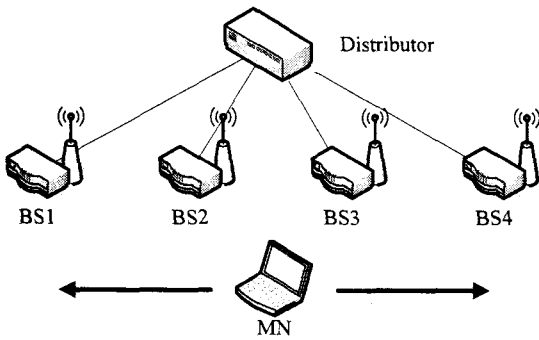


그림 2. 네트워크 구조

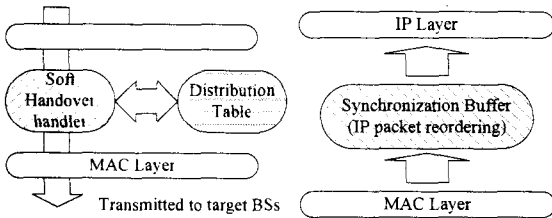


그림 3. Distributor 및 단말 구조

러 발생을 감소 및 네트워크 성능 향상 기법을 제안한다.

### 3. 제안하는 소프트 핸드오버 기법

본 논문에서 제안하는 소프트 핸드오버 기법은 그림 2와 같은 네트워크를 가정하고 있다. MN은 여러 기지국을 자유롭게 이동할 수 있으며, 기지국들은 하나의 라우터(distributor)에 연결되어 있다. Distributor의 역할은 각 기지국으로 데이터를 전송하는 역할을 수행하며, SHIP에서와 같이 단말이 방문한 네트워크의 FAL나 혹은 단순한 라우터가 될 수도 있다.

그림 3은 distributor와 단말의 구조를 보여주고 있다. Distributor는 IP계층과 MAC 계층 사이에 소프트 핸드오버 핸들러를 가지고 있으며 이 핸들러는 분배 테이블을 통해서 각 단말로 향하는 데이터를 어떠한 기지국으로 보내야 할지 알 수 있게 된다. 분배 테이블은 소프트 핸드오버를 수행하는 단말 ID와 그 단말과 소프트 핸드오버를 수행하는 기지국의 list로 구성되어 있다. 이러한 구조는 SHIP의 구조와 비슷하나 한 가지 큰 차이점은 SHIP은 분배 테이블에 저장된 기지국의 정보를 이용하여 원본 데이터와 Reed-Solomon code를 보내게 되지만 본 논문에서 제안하는 소프트 핸드오버 기법은 각 기지국에서 똑같은 데이터를 전송하도록 하고, 기지국에서 단말에게 선택적으로 데이터를 전송하도록 한다. 자세한 동작 과정은 다음 절에서 설명하도록 한다.

이동 단말도 distributor와 마찬가지로 IP 계층과 MAC 계층 사이에 부계층을 가지고 있으며 이 부계층의 역할은 기지국으로부터 전송받은 데이터를 순서대로 상위 계층으로 보내기 위하여 순서에 어긋나게 받은 데이터를 잠시 저장해 두는 곳이다.

제안하는 소프트 핸드오버 기법의 동작을 설명하기 전에 본 논문에서 새롭게 정의한 제어 메시지를 먼저 설명하도록 한다. 제안하는 소프트 핸드오버 기법은 모든 IP 네트워크에 적용이 가능하므로 특별한 메시지 구조는 정의하지 않으며 단지 각 메시지가 어떠한 역할을 하는지, 그리고 어떠한 정보를 전달하는지를 중심으로 설명한다. 제안하는 소프트 핸드오버 기법은 SHO\_INIT, SHO\_IND, SHO\_REQ, SHO\_STP의 네 가지 제어 메시지를 이용하여 소프트 핸드오버를 수행하며, 각각의 제어 메시지가 가지는 의미와 전달되는 정보는 다음과 같다.

(1) *SHO\_INIT*: Soft handover initiation. 단말이 현재 통신중인 기지국에서 소프트 핸드오버를 요청하기 위하여 전송하는 메시지로 소프트 핸드오버에 참여하는 기지국 정보가 포함된다.

(2) *SHO\_IND*: Soft handover indication. 기지국이 단말로부터 SHO\_INIT 메시지를 받으면 그 메시지에 포함된 기지국으로 전송하는 메시지이다. 이 메시지는 주변 기지국에게 단말이 소프트 핸드오버를 요청한 사실을 알리게 되고, 해당 기지국이 단말로 데이터를 전송할 수 있도록 자원 할당 등의 동작을 수행하게 한다. 이 메시지에는 단말의 ID가 포함되며, 현재 단말이 통신 중인 트래픽에 대한 정보가 포함될 수도 있다.

(3) *SHO\_REQ*: Soft handover request. 기지국이 이웃 기지국으로부터 SHO\_IND 메시지를 전송 받으면 해당 단말로 향하는 데이터를 distributor로부터 전송받기 위하여 distributor에게 전송하는 메시지이다. 이 메시지에는 단말의 ID가 포함된다.

(4) *SHO\_STP*: Soft handover stop. 단말이 소프트 핸드오버를 수행하다가 완전히 핸드오버를 수행하고자 할 때 통신하고자 하는 기지국을 제외하고 다른 기지국으로 전송하는 메시지이다. 각 기지국은 단말로부터 이 메시지를 받으면 해당 단말에 할당되었던 자원 등을 해제하게 되고 단말과 관련된 정보를 삭제한다. 그리고 상단 distributor에게 메시지를 전달함으로써 distribution table을 갱신한다. 이 메시지에는 단말의 ID가 포함된다.

위의 네 가지 제어 메시지를 이용하여 단말과 각 기지국은 그림 4와 같은 소프트 핸드오버 동작을 수행한다. 단말은 소프트 핸드오버를 수행하여야 한다고 판단하게 되면 우선 스캐닝 등의 과정으로 획득한 주변 기지국 중에서 소프트 핸드오버를 하고자 하는 기지국을 선택하고 현재 통신중인 기지국에게 SHO\_INIT 메시지를 전송한다. 기지국이 단말로부터 SHO\_INIT 메시지를 받게 되면 그 메시지에 포함된 기지국에게 SHO\_IND 메시지를 전송한다. 그리고 SHO\_IND 메시지를 받은 기지국은 SHO\_REQ 메시지를 distributor에게 전달한다. Distributor는 이 정보를 바탕으로 distribution table을 갱신하고 그림 5와 같이 해당 단말로 전송되는 데이터를 등록된 모든 기지국으로 전송한다. 따라서 소프트 핸드오버에 참여하는 각 기지국은 하나의 단말로 향하는 동일한 데이터를 가지게 된다.

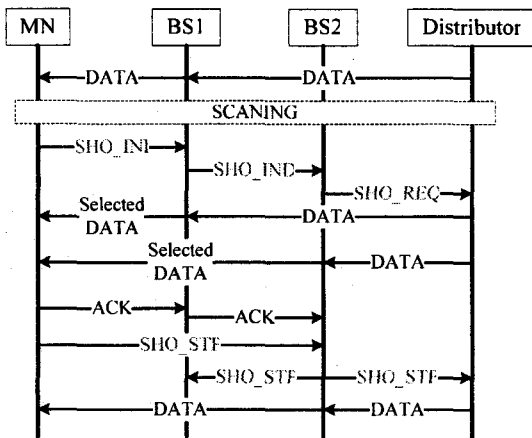


그림 4. 소프트 핸드오버 동작 과정

제한하는 소프트 핸드오버 기법에서는 무선 구간에서 각 기지국이 서로 다른 데이터를 전송하게 된다. 따라서 소프트 핸드오버를 수행하는 동안 단말은 각 기지국으로부터 어떠한 데이터를 받을 것인지 선택하게 된다. 즉 그림 5에 나와있듯이 단말은 1, 2, 3번 데이터 중에서 1번 데이터는 BS1로부터, 2번과 3번 데이터는 BS2로부터 받게 된다. 이렇게 각 기지국으로부터 전달되는 데이터의 크기가 다른 이유는 단말이 판단하는 각 기지국으로부터의 채널 상태에 따른 것이다. 즉, 단말이 측정된 채널 상태가 BS2가 BS1보다 2배 더 좋다면, BS2는 BS1보다 2배 더 많은 데이터를 전송할 수 있을 것이다. 이러한 판단을 단말이 결정하여 BS1과 BS2에게 알려주게 된다.

단말은 데이터를 정상적으로 수신한 후 ACK 메시지를 각 기지국에게 전송한다. ACK 메시지는 단말에서 각 기지국으로 unicast로 전달될 수도 있고, 혹은 여러 기지국으로 동시에 전달할 수 있는 multicast 방법을 이용할 수도 있다. 또 다른 방법으로는 1, 2, 3번 데이터를 정상적으로 수신하였다는 정보를 현재 통신중인 하나의 기지국으로 전달하고 이 기지국은 ACK 메시지를 유선을 통하여 소프트 핸드오버에 참여하는 다른 기지국으로 전달하는 것이다. Unicast를 사용하는 방법은 이동 단말이 각 기지국으로 독립적인 메시지 전송을 수행하여야 하므로 자원 낭비나 지연 시간이 발생할 수 있다. Multicast를 이용하는 방법은 가장 빠리, 그리고 가장 적은 자원을 사용하여 ACK 메시지를 전달할 수 있지만 multi-carrier 시스템인 OFDM(A) 시스템에서 하나의 단말이 여러 기지국으로 동시에 데이터를 전송하기 위해서는 그 메시지가 전달되는 sub-carrier 가 동일해야 하고, 또한 단말이 메시지를 전송하는 순간에 모든 기지국이 단말로부터 데이터를 정상적으로 수신하기 위하여 동기화가 이루어져야 한다는 어려운 문제점이 있다. 반면에 하나의 기지국으로 ACK 메시지를 전송하고 이 기지국이 다른 기지국에게로 ACK 메시지를 전달하는 방법은 약간의 지연시간이 필요하지만 가장 효율적인 방법이라고 할 수 있다.

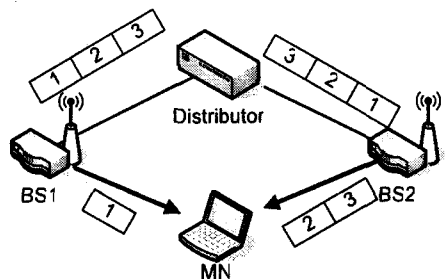


그림 5. 데이터 전송 방법

ACK 메시지에 단말이 각 기지국으로부터 받은 데이터에 대한 응답이 포함되어 있기도 하지만, 또한 단말이 각 기지국으로부터 다음에 얼마만큼의 데이터를 받고자 하는지에 대한 정보도 포함된다. 따라서 각 기지국은 단말로부터 ACK 메시지를 받은 후 다음으로 어떠한 데이터를 전송하여야 하는지 알 수 있다.

단말이 소프트 핸드오버를 끝내고자 하는 경우 통신하고자 하는 기지국을 통해서 SHO\_STP 메시지를 전송한다. 이 메시지는 해당 기지국을 통해서 소프트 핸드오버에 참여하였던 다른 기지국들과 distributor에게 전송된다. SHO\_STP 메시지를 받은 다른 기지국들은 단말에게 할당하였던 자원이나 기타 단말 관련 정보를 삭제하게 되며 distributor는 SHO\_STP 메시지를 전송한 기지국 이외의 정보는 distributor table로부터 삭제하게 된다. 단말이 이전 기지국으로부터 받기로 계획되었던 데이터를 받지 못하고 소프트 핸드오버를 끝냈더라도 각 기지국이 모든 데이터를 가지고 있기 때문에 문제가 없다. 예를 들면 그림 5의 경우에 단말이 BS1로부터 1번 데이터를 받기 전에 BS2로 핸드오버를 한 경우에, BS2도 1번 데이터를 가지고 있으므로 단말이 BS2로부터 2번과 3번 데이터를 받은 후 ACK 메시지를 전송할 때 1번 데이터 전송을 요청함으로써 해결할 수 있다. 또한 단말은 MAC의 상위 계층으로 2번과 3번 데이터를 전달하기 전에 buffering 계층을 통하여 저장하였다가 BS2로부터 1번 데이터를 받은 후 이를 먼저 상위 계층으로 전달한 후 나머지 2, 3번 데이터를 전송하면 되므로 out-of-order 패킷에 대한 문제도 buffering 계층으로 해결할 수 있다.

제한하는 소프트 핸드오버 기법은 CDMA에서 사용되는 소프트 핸드오버 기법과 달리 소프트 핸드오버에 참여하는 각 기지국으로부터 이동 단말에게 서로 다른 데이터가 전달된다는 가장 큰 차이점이 있으며, 서로 다른 데이터의 전송을 통하여 자원의 낭비를 최소화 하였다. 하지만 CDMA소프트 핸드오버는 신호의 결합을 통하여 동일한 신호에 대해서 세기를 크게 함으로써 에러 발생률을 줄일 수 있었지만 제한하는 소프트 핸드오버는 에러 발생률을 줄일 수 있는 기법이 없으므로 이를 보완하기 위해 AMC 기법을 사용한다.

일반적인 다중 전송 속도를 가지는 무선 네트워크에서는 기지국과 가까이 위치한 단말로 데이터를 전송할 때 보다 높은 order를 가지는 AMC 기법을 정의함으로써 단위 sub-carrier로 보다 많은 데이터를 전송한다. 반대로 기지국과 단말간의 거리가 멀어질수록 AMC의 order를

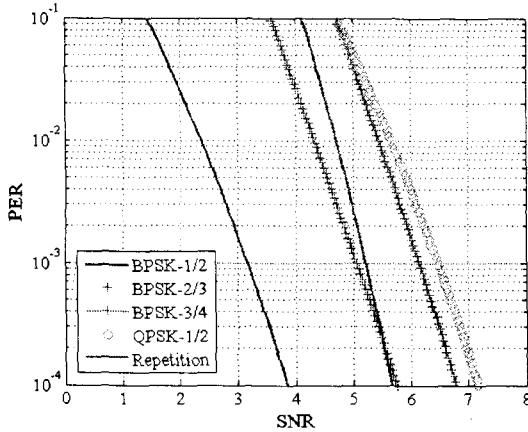


그림 6. AMC에 따른 수신 SNR과 PER 관계

낮춤으로써 단위 sub-carrier로 전송할 수 있는 데이터의 크기를 작게 만들게 된다. AMC order의 변화는 단말이나 기지국에서 수신한 신호의 SNR값의 변화에 따라 결정되며, 이러한 변경 이유는 주파수의 특성상 거리가 멀어질수록 신호가 감쇄한다는 것과 수신 신호의 세기에 대한 에러 발생률이 다르기 때문이다.

그림 6에서 볼 수 있듯이 수신 SNR 값의 변화에 따라서 AMC 기법의 PER이 다르게 나타남을 알 수 있다. Repetition은 CDMA 소프트 핸드오버 기법을 의미하며, 단말이 두 기지국으로부터 같은 데이터를 받음으로써 에러 발생률이 더 낮아짐을 보여주고 있다. 만약 데이터의 전송을 BPSK와 1/2 coding rate으로 한다면 repetition 기법보다 약 2~2.5dB의 성능 향상이 있음을 알 수 있다. 본 논문에서는 셀 가장자리에서의 에러 발생률을 낮추기 위해서 이러한 AMC 기법을 이용한다. 예를 들어서 소프트 핸드오버를 적용하는 시스템에서 사용되는 최소의 AMC 기법이 QPSK modulation과 1/2 coding rate 이라면 이보다 낮은 BPSK modulation과 2/3 혹은 1/2 coding rate를 적용함으로써 수신 SNR에 대한 에러 발생률을 낮추게 된다. 물론 CDMA에서 사용되는 신호 결합에 의한 에러 발생률 감소보다 감소폭이 더 작을 수 있지만, 이는 다양한 AMC 기법의 개발 및 적용으로 해결할 수 있을 것으로 예상된다. 또한 CDMA 소프트 핸드오버 기법과 제안하는 소프트 핸드오버 기법의 가장 큰 차이점인 데이터 전송 방법에 따라서 제안하는 소프트 핸드오버 기법은 CDMA 소프트 핸드오버 기법에 비해서 OFDM(A) 시스템에서 동일한 sub-carrier를 사용하였을 때 최소 동일한 양에서 최대 2배 이상의 데이터를 전송할 수 있다. 이것은 CDMA 소프트 핸드오버 기법이 두 기지국으로부터 같은 데이터를 전송하기 때문에 중복된 데이터 전송에 따른 자원의 낭비가 있었다면, 제안하는 소프트 핸드오버 기법은 두 기지국으로부터 서로 다른 데이터를 전송함으로써 자원의 낭비를 최소화한 결과이다.

AMC 기법을 적용하여 데이터 전송 에러 발생률을 감소시키는 방법 이외에 SHIP에서 사용하였던 Reed-Solomon code와 같은 ECC(Error Correction Code)를

이용하여도 AMC를 적용하는 것과 동일한 효과를 얻을 수 있다.

#### 4. 결 론

소프트 핸드오버 기법은 단말의 끊김없는 연결을 제공하며, 네트워크의 성능 향상을 위하여 많이 사용되는 기술이다. 하지만 CDMA 소프트 핸드오버 기법은 IP 기반 네트워크에 그대로 적용하기는 어렵다. CDMA 소프트 핸드오버 기법은 두 기지국이 동일한 데이터의 거의 동시에 전송하여야 하고, 단말은 물리계층에서 신호 결합을 수행해야 하기 때문이다. 본 논문에서는 이러한 IP 네트워크의 특성에 맞추어 OFDM(A) 기반 네트워크에서의 새로운 소프트 핸드오버 기법을 제안하였다. 제안하는 소프트 핸드오버 기법은 각 기지국이 동일한 데이터를 가지고 있지만 실제로 단말에게는 서로 다른 데이터를 전송함으로써 동일 데이터의 중복 전송에 의한 자원 낭비를 제거하였다. 또한 AMC 기법과 ECC 기법을 활용함으로써 셀 가장자리에서의 에러 발생률을 감소시키는 기법을 제안하였다. 또한 제안하는 소프트 핸드오버 기법은 단말이 각 기지국과 채널 상태에 따른 적응적 전송을 가능하도록 함으로써 최적의 전송이 가능하도록 디자인하였다. 향후 제안하는 소프트 핸드오버 기법과 다른 소프트 핸드오버 기법의 성능 비교를 통해서 어느 정도의 성능 향상이 있는지 검증이 필요하다.

#### 5. 참고 문헌

- [1] Gilhousen et al., " Method and system for providing a soft handoff in communications in a CDMA cellular telephone system," US Patent, 5101501, 1992
- [2] Bechir Hamdaoui and Parameswaran Ramanathan, " A Network-Layer Soft Handoff Approach for Mobile Wireless IP-Based Systems," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 22, no. 4, pp. 630-642, 2004
- [3] Tao Zhang et al., " IP-Based Base Stations and Soft Handoff in All-IP Wireless Networks," IEEE Personal Communications, pp. 24-30, Oct. 2001
- [4] R.Nee and R.Prasad, " OFDM Wireless Multimedia Communications," Artech House, 2000
- [5] W. W. Peterson and E. J. Weldon, " Error-Correcting Codes," 2nd ed: The Massachusetts Institute of Technology, 1990