

IS-95 시스템과 3GPP 시스템에서의 소프트 핸드오버의 성능 비교

이 상 천, 이 진 오, 조 준 만, 오 태 원
고려대학교 전자공학과
전화 : 02-3290-3685 / 핸드폰 : 017-316-1768

Performance Comparison of Soft Handover in IS-95 System and 3GPP System

Sang-Cheon Yi, Jino Lee, Jun-Man Cho, Tae-Won Oh
Dept. of Radio Science and Engineering, Korea University
E-mail : billyi@korea.ac.kr

Abstract

In this paper, we investigate two soft handover algorithms used in the different mobile communication system. These different systems are IS-95 system and 3GPP system.

The performances of two different soft handover are compared under similar conditions in terms of propagation, environment and mobility behavior.

For performance comparison of soft handover, we model cell environment, radio channel and mobility.

With these models the computer simulation are performed and the result of computer simulation are reported.

마이크로 셀 혹은 피코 셀 구조가 사용되어야 한다. 이와 같이 다수의 사용자를 수용하기 위해 셀의 크기를 축소하게 되면 빈번한 핸드오버 발생이 예상되며, 안정적인 서비스 제공을 위하여 이를 효과적으로 처리해 줄 수 있는 핸드오버에 대한 연구가 필수적이라 할 수 있다.

본 논문에서는 두 가지 CDMA 시스템의 핸드오버 알고리즘에 대해 알아본다. 현재 우리나라에서 상용화 되어 있는 2세대 이동통신 시스템인 IS-95 시스템과 3세대 이동통신 시스템인 3GPP 시스템이다. 이 두 시스템의 성능을 비교하고자, 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 이동통신 시스템의 셀 환경과 무선 채널 환경을 구현하고 이 두 가지 시스템의 소프트 핸드오버의 성능을 비교하였다.

I. 서론

최근 IMT-2000과 같은 3세대 이동통신 시스템에서는 기존의 음성 서비스 이외에 인터넷 서비스 혹은 동영상 서비스와 같은 고속의 멀티미디어 서비스를 제공하기 위하여 다양한 무선 통신 기술과 무선 통신 네트워크에 대한 연구가 진행 되어 왔다. 특히 무선 네트워크의 구조에 있어서 사용자 밀집 지역에서의 고속 멀티 미디어 서비스 제공을 위해서는 셀의 크기가 작은

II. 소프트 핸드오버 알고리즘

두 방식의 측정 대상은 파일럿 채널의 E_c/I_0 를 사용하고 있으며, 이 측정 대상은 네트워크의 시그널링(signaling)에 의해서 결정된다.[1] 핸드오버 수행에서는 다음과 같은 용어가 정의된다.[2]

◆활성 집합체(Active Set) : 이동국과 소프트 핸드오

버 연결을 하고 있는 셀의 집합

◆후보 집합체(Candidate Set) : 이동국과 소프트 핸드 오버 연결이 가능할 만큼 충분한 파일럿 E_c/I_0 가지고 있으나, 아직 소프트 핸드오버 연결이 되지 않은 셀의 집합. 3GPP 시스템에서는 이 집합체는 적용하지 않고 있다.

◆이웃 집합체(Neighbor Set)/관찰 대상 집합체(Monitored Set) : 이동국과 소프트 핸드오버 연결이 가능할 만큼 충분한 파일럿 E_c/I_0 를 가지고 있지 않으나, 계속적으로 이동국이 파일럿의 세기를 측정하고 있는 셀의 집합

2.1 IS-95 시스템

소프트 핸드오버에 관련된 핸드오버 파라미터는 추가 임계값(T_ADD), 제거 임계값(T_DROP), 비교 임계값(T_COMP), 그리고 제거 시간(T_TDROP)들이 있다.

IS-95 시스템에서는 핸드오버의 임계값 모두 정해진 일정한 값을 가지고 있다. 새로운 기지국으로 수신된 파일럿 신호가 T_ADD보다 크면, 이 기지국은 활성 집합체에 추가되어 핸드오버 연결을 하게 된다. 활성 집합체에 있는 기지국의 수신된 파일럿 신호의 세기가 T_DROP 이하로 떨어지고, 그 상태가 T_TDROP를 초과하게 되면 활성 집합체에서 제거되며 이동국과 연결 또한 끊게 된다.[3]

2.2 3GPP 시스템

W-CDMA를 기반으로 하는 3GPP 시스템에서는 IS-95 시스템과는 다른 핸드오버 알고리즘과 파라미터를 갖는다. 소프트 핸드오버의 파라미터로는 활성 집합체 임계값(AS_Th), 활성 집합체 히스테리시스 임계값(AS_Th_Hyst), 활성 집합체 교체 히스테리시스 임계값(AS_Rep_Hyst), 계기 시간(ΔT)들이 있다.

이러한 핸드오버 임계값들을 이용하여 소프트 핸드오버 연결이 가능한 범위를 정의할 수 있으며 이 범위 내에서 활성 집합체를 구성한다.

측정한 파일럿 신호의 세기가 시간 ΔT 동안 $Best_Pilot_E_c/I_0 - AS_Th + AS_Th_Hyst$ 보다 크고, 활성 집합체의 크기가 최대 활성 집합체의 크기보다 작을 때, 해당 파일럿의 셀은 활성 집합체에 추가된다. 반면, 측정한 파일럿 신호의 세기가 시간 ΔT 동안 $Best_Pilot_E_c/I_0 - AS_Th - AS_Th_Hyst$ 보다 작을 때, 해당 파일럿의 셀은 활성 집합체로부터 제거된다. 여기서 $Best_Pilot_E_c/I_0$ 는 활성 집합체에서 가장 강하게 측정되는 파일럿 신호의 E_c/I_0 이다.[4]

3GPP 표준에서는 소프트 핸드오버에 관한 각각의 측정 내용을 이벤트(event)로 정의하고 있으며, 이러한

이벤트에 반응하는 이벤트 트리거(event-trigger)방식을 쓰고 있다. 즉, 이웃 집합체의 셀로부터 수신된 파일럿 신호가 활성 집합체 추가 조건에 맞을 때를 이벤트로 정의하고, 이벤트가 발생하고 시간 ΔT 만큼 이벤트상태가 유지되면, 이를 서비스 기지국으로 보고하여 이 해당 기지국을 활성 집합체에 추가시킨다. 같은 방법으로, 활성 집합체의 셀로부터 수신된 파일럿 신호가 활성 집합체 제거 조건에 맞을 때를 이벤트로 정의하고, 이벤트가 발생하고 시간 ΔT 만큼 이벤트 상태가 유지되면, 이를 서비스 기지국으로 보고하여 이 해당 기지국을 활성 집합체로부터 제거한다.[1]

III. 컴퓨터 시뮬레이션

3.1 시뮬레이션 환경

3.1.1 셀 환경과 이동국의 이동 모델

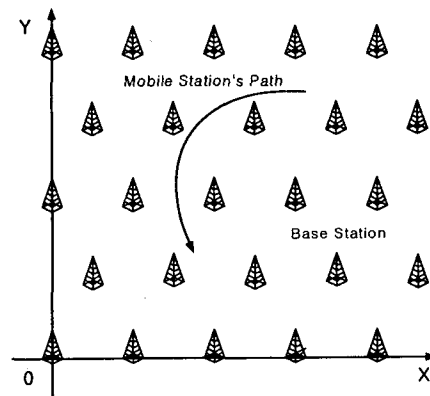


그림1. 셀 환경과 이동국의 이동 모델

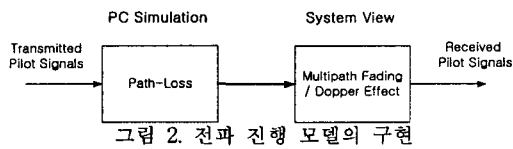
무선 채널 환경을 주파수를 2GHz로 하였고 이동국은 일정한 속도 60km/h로 셀을 이동한다. 그림 1.과 같이 X-Y 좌표축 위에 기지국을 인접 기지국간 3.5km 간격으로 설치하였다. 셀의 중심을 기지국으로 하고 동일한 송신 파워 39dBm를 출력한다고 가정한다. 그리고 파일럿 채널의 송신 출력은 기지국의 총 송신 출력의 15%인 30.8 dBm으로 한다. 셀의 중심으로부터 멀어질수록 경로 손실의 인하여 수신파워는 감쇄한다. 편의상 기지국과 이동국 사이에서는 LOS(Line of Sight)가 존재하지 않는다고 가정한다. 이동국의 다양한 이동 패턴을 가지기 위하여 매 시뮬레이션 마다 임의의 출발 지점을 갖게 하였다. 그리고 이동국의 이동 경로를 다양한 함수로 지정하여 이동 패턴을 다양화 하였다. 매 500ms 마다 각 지점에서 기지국까지의 거

IS-95 시스템과 3GPP 시스템에서의 소프트 핸드오버의 성능 비교

리를 계산하여 파일럿의 수신 신호를 계산하였다. 이동국의 다양한 이동 경로와 임의 출발 지점으로 다양한 파일럿 신호의 패턴을 구할 수 있다.

3.1.2 전파진행모델(Propagation Model)

그림 2. 에서 보는 바와 같이 System View를 이용하여 채널 모델을 구현하였다. 그림 1.과 같은 셀 환경과 다양한 이동국의 이동 패턴을 이용하여 구현 된 신호의 다양한 패턴을 System View의 채널 모델에 입력하여 파일럿 신호가 실제 채널 환경과 유사하게 구현될 수 있도록 한다.



3.1.2.1 경로 손실 모델(Path Loss Model)

UTRA (UMTS Terrestrial Radio Access)의 표준에 따라 다음과 같은 경로 손실(path-loss) 모델을 사용하였다. [5]

$$L = 37.6 \log(R) + 21 \log(f) + 58.8 \text{ (dB)}$$

여기서 R는 기지국에서 이동국까지의 거리를 나타낸다. 그리고 f는 캐리어 주파수이다, 즉 UMTS에 대해서는 2000MHz 이다.

3.1.2.2 다중 경로 감쇄 채널 모델 (Multipath Fading Channel Model).

채널 모델을 다음과 같은 Jake's Model를 사용하였다. [6]

$$s(t) = \sum_{k=1}^M G_k [x_{k_c}(t) + jx_{k_s}(t)] \delta(t - \tau_k) \quad (\text{식 1})$$

$$x_c(t) = [2 \sum_{m=1}^N \cos(2\pi f_m t) + \sqrt{2} \cos(\alpha) \cos(2\pi f_m t)] \sqrt{2N+1} \quad (\text{식 2})$$

$$x_s(t) = [2 \sum_{m=1}^N \sin(2\pi f_m t) + \sqrt{2} \sin(\alpha) \cos(2\pi f_m t)] \sqrt{2N+1} \quad (\text{식 3})$$

여기서 $f_m = \frac{v}{c} f_o$, $f_k = F_m \cos(2\pi k/L)$

, $L = 2(2N+1)$, $\alpha = \pi/4$, $\beta = \pi k/N$

식1.에서 m은 다중 경로(multipath)의 수를 뜻하며, 여기서는 5개의 경로를 가정하였다. 식2.과 식3.에서 N은 한 경로에서의 산란된 신호의 수로서 10개를 가정하였다.

식1.에서 다중 경로로 들어온 신호들의 지연(Delay)와 이득(Gain)은 표1.과 같다.

Delay (us)	Gain (db)
0.050	-1.6
0.150	-4.7
0.325	-10.1
0.550	-17.1
0.700	-21.7

표 1. 다중 경로 채널 모델의 특성

3.2 소프트 핸드오버 성능 평가 파라미터

이 논문에서는 소프트 핸드오버의 성능 비교를 다음과 같은 기준으로 비교하기로 한다.

1) 활성 집합체의 기지국 수 (The Number of Base Station in Active Set) : 이동국과 연결하고 있는 기지국의 평균수, 즉 이것은 동시에 이동국이 사용하고 있는 트래픽 채널의 수를 뜻하므로, 무선 자원의 효율을 나타낸다.

2) 활성 집합체의 갱신률 (The Active Set Updating Rate) : 시간(1초)당 이동국의 Active Set의 갱신 횟수. 즉, 활성 집합체의 갱신률의 증가는 이동국과 기지국 간의 signaling 메시지 교환이 많음을 뜻한다.

IV. 시뮬레이션 결과

IS_95 시스템에서의 소프트 핸드오버 임계값을 다음과 같이 구성하였다.

T_ADD=-13dB, T_DROP=-19dB, T_COMP=3dB, T_TDROP=10sec

3GPP 시스템에서의 소프트 핸드오버 임계값을 다음과 같이 구성하였다.

AS_Th=7dB, AS_TH_Hyst=1dB, AS_Rep_Hyst=3dB, ΔT=10 sec

4.1 활성 집합체의 기지국 수의 확률 분포

IS-95 시스템에서의 활성 집합체의 평균 기지국 수는 1.5495 이며, 표준 편차는 1.0762이다. 그리고, 3GPP 시스템에서의 활성 집합체의 평균 기지국 수는 1.3390 이며, 표준 편차는 1.86331이다. 그림3과 그림4에서 보면, 이동국이 동시에 연결하는 기지국의 수는 최대 3 이며, 3GPP 시스템보다는 IS-95 시스템이 두 개 이상의 기지국과 연결 할 확률이 더 높다. 두 시스템 모두 소프트 핸드오버 임계값이 넓게 설정되어 연결 기지국이 0인 경우는 발생하지 않았다.

4.2 활성 집합체의 갱신률의 확률 분포

IS-95 시스템에서의 활성 집합체의 평균 갱신률은

0.0074Hz 이며, 표준 편차는 0.002601Hz 이다. 그리고, 3GPP 시스템에서의 활성 집합체의 평균 갱신률은 0.0061Hz이며, 표준 편차는 0.002322Hz이다. 그림5와 그림6에서 두 시스템의 활성 집합체의 갱신률에 대한 확률 분포를 보여 주고 있다.

V. 결론

본 논문에서는 IS-95 시스템과 3GPP 시스템의 소프트 핸드오버의 알고리즘을 가상의 셀 환경에서 구현해 보고 핸드오버 성능 평가 파라미터에 따라 그 성능을 관찰하였다.

이 논문의 결과를 통하여 각 시스템의 핸드오버 알고리즘에 따라 핸드오버의 성능이 다름을 알 수 있었다. 본 논문의 시뮬레이션과 그 결과는 핸드오버 알고리즘의 변화로 인한 소프트 핸드오버의 성능 변화를 추측해 보는 데 유용하게 이용 될 수 있을 것으로 본다. 본 논문의 시뮬레이션에서는 다양한 이동 통신 채널 환경과 이동국의 이동 패턴을 구현하지 못하였다. 정확한 실험을 위해서는 이동 통신 채널의 환경에 대한 더 많은 자료와 조사가 필요하며, 이동국의 이동 패턴에 대한 정확한 모델이 필요 할 것이다.

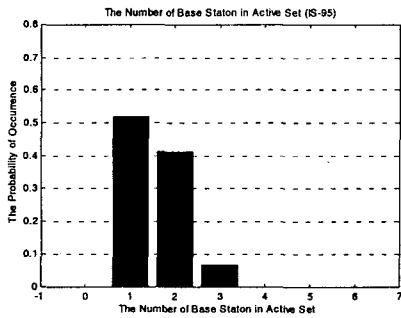


그림 3. IS-95 시스템에서의 활성 집합체의 기지국 수의 확률 분포

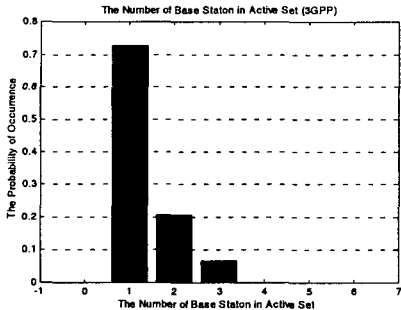


그림 4. 3GPP 시스템에서의 활성 집합체의 기지국 수의 확률 분포

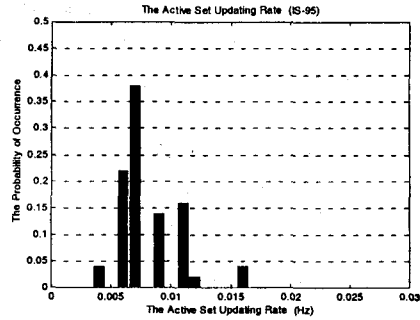


그림 5. IS-95 시스템에서의 활성 집합체의 갱신률의 확률 분포

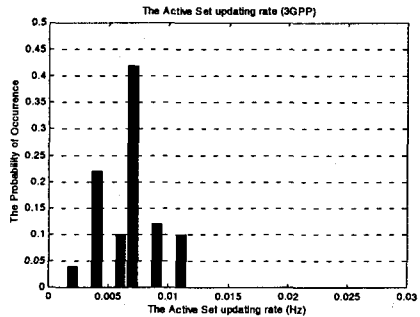


그림 6. 3GPP 시스템에서의 활성 집합체의 갱신률의 확률 분포

참고문헌

- [1] 3rd Generation Partnership Project; RRC Protocol Specification, 3G TR 25.331 V3.5.0
- [2] Harri Holma, Antti Toskala "WCDMA For UMTS Radio Access For Third Generation Mobile Communications" New York, Wiley, 200
- [3] V. K. Garg, IS-95 CDMA and cdma2000 cellular/PCS Systems Implementation, Prentice Hall, 2000
- [4] 3rd Generation Partnership Project ; Radio Resource Management Strategies, 3G TR 25.922 V3.0.0
- [5] ETSI, Selection procedures for the choice of radio transmission technologies of UMTS. UMTS 30.03 version 3.1.0, TR 101 112
- [6] Kaveh Pahlavan and Allen H. Levesque, Wireless Information Networks, Wiley-Interscience, 1995.