

Enhanced Hard H/O방식의 성능개선 방안

박근희*, 최동유*, 박창균**

* 조선대학교 대학원 전자공학과

** 조선대학교 전자정보공과대학 전자정보통신공학부

Methods for Improving of Enhanced Hard H/O

Park Keun-Hee*, Choi Dong-You*, Park Chang-Gyun**

* Dept. of Electronic Engineering Graduate School Chosun University

** Dept. of Electronic & Information Engineering School Chosun University

E-mail : cgpark@chosun.ac.kr

ABSTRACT

이동전화 서비스에 있어서 가장 중요한 것 중 하나가 H/O이다. 그동안 동일 세대간(2G↔2G) H/O를 위해 소프트 H/O방식과 소프트 H/O방식이 적용되어 왔으며 별다른 문제점이 없었다. 그러나 사용자의 욕구와 통신기술의 발달로 세대가 다른 시스템이 공존하여 서비스를 시작하므로써 세대간(2.5→2G) H/O를 위해 파이롯 비컨 방식과 주기형 비컨방식이 이용되어 왔으나 비경제적이고 능률적이지 못하였다. 이를 개선하기 위해 2001년 4월 ENHHO방식이 개발되어 현재 이용되고 있다. 이 방식 또한 파이롯 신호가 5개 이상인 경우 H/O가 진행되는 동안 통화정보가 순간적으로 단절되는 단점을 갖고 있다.

따라서 본 논문에서는 ENHHO방식의 문제점을 개선하기 위한 알고리즘을 제안하고 이를 이용한 현장측정 결과를 분석하므로써 그 타당성을 검증하였다.

I. 서 론

이동전화 중계 시스템 구성에 있어서 가장 중요한 것 중 하나는 BS(Base Station)간을 이동하는 MS(Mobile Station)의 통화가 단절되지 않도록 호 접속과 통화품질을 지속적으로 유지시키는 것이며 이 과정을 H/O(Hand-Off)라 한다.^{[1][2]}

하드 H/O방식은 세대간(2.5G→2G) H/O를 해결하기 위하여 개발된 방식으로써 파이롯 비컨(pilot beacon) H/O방식, 주기형 비컨(flash beacon) H/O방식, ENHHO (Enhanced Hard H/O)방식으로 분류된다. 파이롯 비컨 H/O방식은 설치 비용이 많이 소요되고 E_c/I_0 의 저하로 서빙 BS (serving BS)와 타겟 BS(target BS)의 FA (Frequency Allocation)수의 차가 3개 이상인 경우 통화품질이 급격히 나빠지는 단점이 있다. 이 단점을 보완하기 위해 주기형 비컨 H/O방식이 개발되었으나 이 방식 또한 서빙 BS와 타겟 BS의 FA 수의 차가 5개 이상인 경우 비컨의 주기가 단축되어 H/O 완료율 및 착·발신 완료율이 낮아지는 단점이 있다.

이상의 단점을 보완하기 위하여 파이롯 비컨 발생 장치를 별도로 설치하지 않고 세대간 H/O를 구현할 수 있는 ENHHO방식이 2001년 4월 개발되었다. 그러나 ENHHO방식 또한 탐색에 필요한 타겟 BS의 파이롯 신호가 5개 이상인 경우 통화상태 H/O시 통화정보가 순간순간 단절되는 단점을 갖고 있다.^{[3][4][5][6][7]}

따라서 본 연구에서는 기존 ENHHO방식의 통화상태 H/O시 통화정보가 순간순간 단절되는 문제점을 개선하기 위해 새로운 알고리즘을 제안한다. 그리고 제안 알고리즘을 이용한 ENHHO방식의 현장측정 결과와 기존 ENHHO방식을 이용한 현장측정 결과를 구하고, 그 결과를 비교 분석하므로써 제안 알고리즘의 타당성을 검증한다.

II. 하드 H/O방식과 문제점

시스템 세대가 다른 BS간을 이동하는 MS의 통화가 단절되지 않고 지속적으로 유지될 수 있도록 호 접속을 유지시키기 위한 하드 H/O방식에는 파이롯 비컨 H/O방식,

주기형 비컨 H/O방식, ENHHO방식이 있다.^{[8][9][10]}

A. 파이롯 비컨 H/O방식

파이롯 비컨 H/O방식은 H/O를 유도하기 위해 서빙 BS FA와 타겟 BS FA 수의 차(N)만큼 타겟 BS에서 서비스 경계지역에 2000ms 주기의 의사 파이롯 비컨을 송출하는 방식이다. 다른 하드 H/O방식인 주기형 파이롯 비컨 H/O방식과 ENHHO 방식보다 H/O 완료율이 비교적 높다는 장점이 있다. 그러나 설치에 따른 많은 비용이 소요되는 것 외에 트래픽 채널의 외적 요인인 파이롯 비컨 수의 증가로 E_c/I_o 가 나빠지기 때문에 N이 3개 이상인 경우는 통화품질이 저하되는 문제점을 갖고 있다.

B. 주기형 파이롯 비컨 H/O 방식

주기형 파이롯 비컨 H/O 방식은 파이롯 비컨 H/O 방식과 같이 파이롯 비컨을 발생시킨다는 점은 동일하나 N만큼 2000ms 주기 파이롯 비컨을 발생시키는 대신 하나의 파이롯 비컨을 발생시켜 2000ms/N 주기로 시분할하여 전송하는 방식으로서 플래시 비컨(flash beacon) H/O 방식이라고도 한다.^{[11][12]}

주기형 파이롯 비컨 H/O 방식은 파이롯 비컨 H/O 방식보다 설치에 따른 비용이 적게 소요되고 부하단의 출력 감소로 E_c/I_o 가 향상되며 H/O 가능시간이 연장되는 장점이 있다. 그러나 파이롯 비컨의 최대 순환 주기가 2000ms로 한정되어있기 때문에 주기형 파이롯 비컨 수가 6개 이상이면 MS의 동조에 필요한 절대 시간의 부족으로 H/O 완료율과 착·발신 완료율이 낮아지는 단점이 있다.

C. ENHHO 방식

ENHHO방식은 주기형 파이롯 비컨 H/O방식의 문제점을 해결하기 위하여 2001년 4월 개발되었다. 이 방식은 통화대기 상태 H/O(Idle H/O)와 통화상태 H/O(Traffic H/O)로 구분하며 파이롯 비컨 H/O방식과 주기형 파이롯 비컨 H/O방식처럼 별도의 파이롯 비컨 발생장치를 설치하지 않고 세대간 H/O를 구현하므로써 하드웨어적 설치비용이 전혀 필요 없다.

1. 통화대기 상태 H/O

2.5G(IS-95C) BS의 서비스 영역에서 통화대기 상태로 2G(IS-95A) BS의 서비스 영역으로 진입중인 MS는 이미 2.5G BS의 페이징 채널을 통해서 2G BS의 E_c/I_o 등의 정보를 받는다. 한편 MS는 스스로 측정된 2.5G 서빙 BS 파이롯 비컨의 E_c/I_o 와 2G 타겟 BS의 E_c/I_o 차를 비교하여 서빙 BS의 E_c/I_o 에 따른 표 1의 H/O 조건이 충족되면 2G 타겟 BS로 통화대기 H/O를 한다. 그림 1은 통화대기 상태 H/O 흐름도이다. 결과적으로 통화대기 상태 세대간 H/O의 경우는 문제점이 전혀 없다.

표 1. 통화대기 상태 H/O 조건

E_c/I_o	H/O 조건
-6dB 이상	(타겟 BS의 E_c/I_o - 서빙 BS의 E_c/I_o) > 4dB
-6dB~-10dB	(타겟 BS의 E_c/I_o - 서빙 BS의 E_c/I_o) > 3dB
-10dB~-16dB이상	(타겟 BS의 E_c/I_o - 서빙 BS의 E_c/I_o) > 2dB

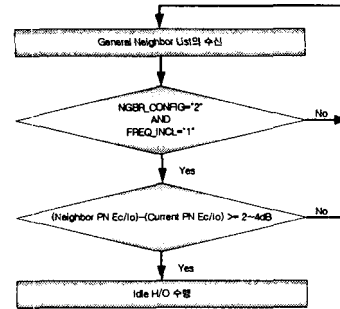


그림 1. 통화대기 상태 H/O의 흐름도

2. 통화상태 H/O

2.5G(IS-95C) BS의 서비스 영역에서 통화상태로 2G(IS-95A) BS의 서비스 영역으로 진입중인 MS의 경우는 통화대기 상태 H/O에서 MS가 타겟 2G BS의 FA 정보에 자동 동조되어 H/O가 이루어지는 것과는 달리, MS가 타겟 후보(candidate) 2G BS FA의 파이롯 비컨 E_c/I_o 를 측정하여 2.5G BS에 보고하고 보고된 정보를 근거로 후보 FA 중 하나를 선택하여 H/O를 수행하는 것이 차이점이다. 그림 2은 통화상태 H/O의 흐름도이다.

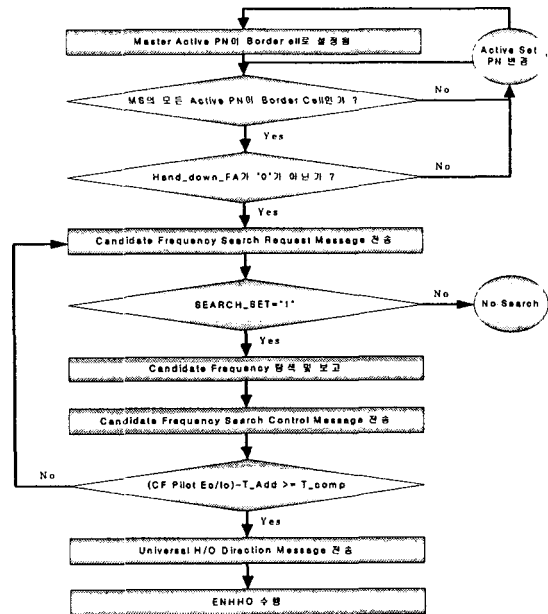


그림 2. 통화상태 H/O의 흐름도

ENHHO 방식은 파이롯 비컨 H/O 방식과 주기형 파이롯 비

컨 H/O 방식에서와는 달리 H/O를 위한 파이롯 비전 발생 장치를 설치할 필요가 없어 비용이 절감된다는 장점이 있다. 그러나 실제 현장 응용결과 통화상태 H/O시 통화정보가 순간적으로 단절되고 H/O 완료율이 비교적 낮다는 단점을 갖고 있다.

III. 통화상태 H/O의 능률 개선을 위한 알고리즘 제안 및 현장측정

A. 알고리즘 제안

ENHHO 방식의 세대간 통화상태 H/O 경우 통화정보가 순간순간 단절되는 현상을 방지하기 위해서는 다음 3 가지 탐색 조건이 추가 실행되어야 한다.

- 탐색에 필요한 파이롯 신호의 수를 5개 이내로 제한하여 탐색에 필요한 시간과 데이터 정보량을 줄이고 H/O 소요시간을 단축시킨다.
- 서빙 BS의 E_c/I_o 가 좋은 지역에서는 파이롯 신호를 탐색하지 않고 H/O 바로 직전에 파이롯 신호를 탐색하여 H/O를 할 수 있도록 조건을 설정한다.
- 기존 ENHHO 방식의 통화상태 H/O시 서빙 BS와 타겟 BS의 E_c/I_o 차 3dB 기준을 2dB로 줄임으로써 H/O를 위한 탐색시간을 단축시킨다.

그림 2에 이상의 3가지 탐색 조건을 추가하고 이를 수행할 수 있도록 제안한 알고리즘은 그림 3과 같다.

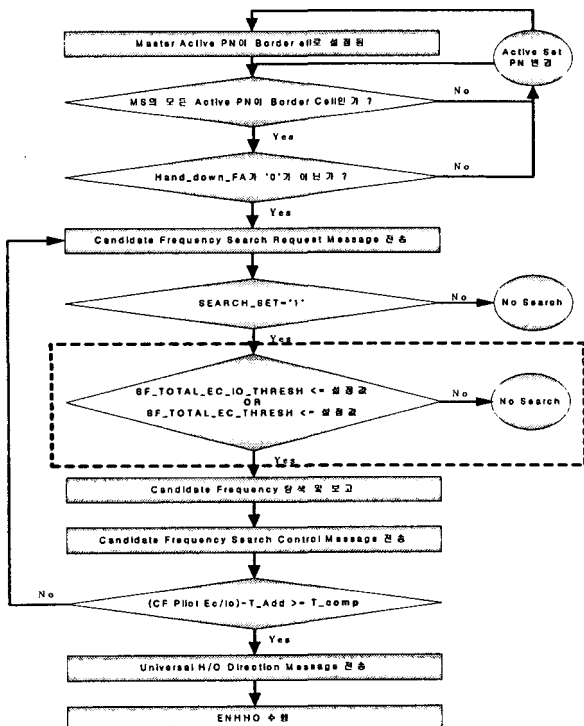


그림 3. 제안 ENHHO 방식 통화상태 H/O의 흐름도

B. 제안 알고리즘을 이용한 ENHHO 방식의 통화상태 H/O시 현장측정

표 2의 사양으로 제안 알고리즘을 이용한 ENHHO방

식의 통화상태 H/O시 현장측정한 결과는 표 3과 같다.

표 2. 현장측정 사양

측정일자	2001년 6월 15일 2001년 7월 2일	
H/O 방식	제안 ENHHO 방식의 통화상태 H/O	
H/O 세대	세대간(2.5G → 2G)	
측정 대상 지역	전라북도 완주군 상림동 소재 서빙 BS(2.5G)의 β 셀터 → 완주군 이서 소재 타겟 BS(2G)의 α, β 셀터와 호자 소재 BS(2G)의 α, β, γ 셀터 경계지역 호남고속도로상	
사용 계측기	삼성 SCH-x120, DM2K	
측정 대상	FER, 데이터 평균 전송속도, 서빙 BS의 파이롯 평균 E_c/I_o , 전송시간	
MS 이동속도	90 ~ 100 km	
탐색 파이롯 신호 수	0 ~ 20 개	
서빙 BS와 타겟 BS의 E_c/I_o 차(T_COMP)	제안	2 dB
	기존	3 dB
서빙 BS의 탐색조건	제안	SF_TOTAL_EC_THRESH < -8dB SF_TOTAL_EC_THRESH < -8dB and -80dBm
	기존	없음

표 3. 현장측정 결과

탐색 파이롯 신호 수	통화 데이터 평균 비트 에러율 (%)	데이터 평균 전송속도 (Kbps)	서빙 BS의 파이롯 평균 E_c/I_o	1Mbyte 파일 전송시 소요시간 (sec)
N=0	0.66	99.8	-2.4	80
N=1	2.05	97.31	-3.3	87
N=2	3.10	79.48	-4.9	102
N=3	3.42	79.48	-4.5	107
N=4	3.8	73.84	-5.4	108
N=5	3.51	67.02	-5.3	129
N=6	4.90	73.66	-5.6	132
N=7	5.50	69.90	-5.7	133
N=8	6.12	66.71	-6.2	138
N=9	6.88	58.3	-6.5	140
N=10	7.3	54.8	-6.7	148
N=15	10.5	38.0	-9.8	211
N=20	12.6	33.7	-12.0	237

C. 기존 알고리즘을 이용한 ENHHO방식의 통화상태 H/O시 현장측정

표 2의 사양으로 기존 알고리즘을 이용한 ENHHO방식의 통화상태 H/O시 현장측정한 결과는 표 4와 같다.

표 4. 현장측정 결과

탐색 파이롯 신호 수	통화 데이터 평균 비트 에러율 (%)	데이터 평균 전송속도 (Kbps)	서빙 BS의 파이롯 평균 E_c/I_o	1Mbyte 파일 전송시 소요시간 (sec)
N=0	0.68	99.6	-2.6	81
N=1	2.35	88.48	-3.2	94
N=2	3.23	72.72	-3.7	113
N=3	3.8	63.84	-4.1	138
N=4	3.73	64.84	-4.4	135
N=5	3.8	60.32	-5.6	148
N=6	2.11	58.44	-5.7	150
N=7	6.06	56.30	-5.9	155
N=8	7.75	55.01	-6.3	159
N=9	8.20	54.44	-6.5	163
N=10	9.0	50.72	-6.6	168
N=15	13.5	측정불가	측정불가	측정불가
N=20	14.8	측정불가	측정불가	측정불가

D. 현장측정 결과의 비교 분석

제안 알고리즘을 이용한 ENHHO 방식의 통화상태 H/O시 현장측정 결과인 표 3과 기존 알고리즘을 이용한 ENHHO 방식의 통화상태 H/O시 현장측정 결과인 표 4의 비교 데이터는 표 5와 같다.

- 기존 ENHHO의 경우는 비트 에러율 4%이내, 제안 ENHHO 방식의 경우는 8%이내에서 통화정보가 순간적으로 단절되었다.
- 25G 시스템의 최저 데이터 전송속도 62Kbps를 기준(SK텔레콤)할 때, 기존 ENHHO 방식에서는 탐색 가능 최대 파이롯 수가 4개($E_c/I_o = -4.4dB$ 이상) 이내인 반면, 제안 ENHHO 방식에서는 8개($E_c/I_o = -6.2dB$) 이내로 확장되었다.
- 제안 ENHHO 방식은 기존 ENHHO 방식보다 E_c/I_o 가 1.8dB 더 낮은 상태에서도 기존 데이터 전송속도를 유지할 수 있었다.

표 5. 현장측정 결과 기준 성능비교

분 류	제안 ENHHO 방식	기존 ENHHO 방식
MOS 기준 통화 상태 최대 허용 비트 에러율	8% 이상에서 통화 정보 순간순간 단절	4% 이상에서 통화 정보 순간순간 단절
데이터 전송속도	N=4일 때 73.84 Kbps N=8일 때 66.71 Kbps	N=4, 64.84 Kbps N=8, 55.01 Kbps
탐색 가능 파이롯 수	8개(62Kbps 기준)	4개(62Kbps 기준)
탐색 가능 파이롯	-6.2 dB (E_c/I_o)	-4.4 dB (E_c/I_o)

IV. 결 론

- MOS를 기준할 때 최대 허용 비트 에러율을 4%를 8%로 개선 하여 통화정보가 순간순간 단절되는 현상을 방지하였다.
- 25G 시스템의 최저 데이터 전송속도 62Kbps를 기준할 때 탐색

가능 최대 파이롯 신호 수를 4개에서 8개로 증가시켰다.

- 기존 데이터 전송속도를 62Kbps 이상 유지하기 위한 E_c/I_o 을 -4.4dB에서 -6.2dB로 개선하였다.
- 1Mbyte 파일 전송시 전송속도를 약 15%(20sec) 단축시켰다.

2002년 상용화를 예정하고 있는 3G IMT-2000 이동전화 서비스와 현재 이동전화 서비스를 하고 있는 2G, 2.5G간 효율적 H/O를 위한 기술 개발이 준비되어야 한다는 의미에서 본 연구의 결과는 매우 중요하다.

참 고 문 헌

1. 이상근·방효창. 「CDMA 무선 기술」, 서울:세화, 2000, pp.135~153.
2. 정만영 등. 「셀룰러 이동통신 방식 설계」, 서울: Ⓜ시그마프레스, 1996, pp.624~627
3. Samuel C. Yang. 「CDMA RF System Engineering」, Boston: Artech House, 1998.
4. 정만영·김기선·최정화. 「21세기 이동통신」, 서울: Ⓜ시그마프레스, 2000년, pp.118~120.
5. AT&T Technical Education Center. "Cellular System Design and Performance Engineering." CC1400, version 1.12, 1993.
6. TIA/EIA IS-95A. "Mobile Station-Base Station Compatibility Standards for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System." Telecommunications Industry Association. 1993.
7. TIA/EIA IS-95B. "Mobile Station-Base Station Compatibility Standards for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System." Baseline Version. 1997.
8. TIA/EIA/IS-98. "Recommended Minimum Performance Standards for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular Mobile Station." 1994.
9. TIA/EIA/IS-98. "Recommended Minimum Performance Standards for Base Station Supporting Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular Mobile Station." 1994.
10. Qualcomm, "CDMA System Engineering Training Handbook." Qualcomm Volume 1, 1993.
11. 심선호. 「CDMA Cellular System에서 Flash Beacon 방식 적용 방안에 관한 연구」, 1998.
12. SKTelecom. 「Flash Beacon 표준규격」, SKTelecom, 1998