

CDMA2000 시스템에 있어서 액세스채널 알고리즘 개선

정회원 이 광 재*, 천 중 훈**, 종신회원 박 종 안*

Improvement of the access channel algorithm in the CDMA2000 system

Kwang jai Lee*, Jong hun Chun**, Jong an Park* *Regular Members*

요 약

본 연구는 CDMA2000 시스템에 있어서의 액세스 프로브 알고리즘을 최적화하고자 한다. 이동국이 액세스 채널을 통하여 송신하고 기지국으로부터 ACK 메시지를 받지 못 할 경우 수신신호가 양호한 지역에서는 PWR_STEP 증분값이 $1\text{dBm} \pm 0.2$ 값으로 NUM_STEP만큼 증분하여 액세스 프로브를 하게 된다. 그러나 수신신호가 약한 지역에서는 개방루프 전력제어 알고리즘에 따라 송신부 전력 증폭기가 포화상태에 이르게 되어 PWR_STEP 증분값이 $0\text{dBm} \pm 0.2$ 값으로 계속해서 액세스 프로브를 하게 되어 이동국 송신에 따른 간섭현상과 배터리 소비전력이 증가하게 된다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 우리는 수신신호가 강한 지역에서는 IS-95C 규격과 같이 RT 슬롯 값만큼 그리고 수신신호가 미약한 지역에서는 RT+1 슬롯 값만큼 지연하여 액세스 프로브 전력 증분값으로 송신하도록 하여 수신세기에 따라 액세스 프로브 알고리즘을 최적화하였다. 시뮬레이션 결과로부터 제안된 알고리즘이 이동국 송신전력에 따른 간섭현상과 소모 전력을 감소시키고 이로 인해 단말기의 총 통화시간을 향상시킬 수 있음을 확인하였다.

Key Words : CDMA2000, access probe, PWR_STEP, NUM_STEP, access channel

ABSTRACT

This paper aims to optimize an access probe algorithm for the CDMA 2000 system. The incremental value of PWR_STEP increases as NUM_STEP as $1\text{dBm} \pm 0.2$ for access probe of the area with good receiving sensitivity when the mobile station transmits via access channel and does not receive any ACK message. However, for the area with weak receiving sensitivity, according to the algorithm of open-loop power control, the transmitting power amplifier becomes saturated and PWR_STEP incremental value keeps performing access probe to $0\text{dBm} \pm 0.2$. Therefore interference and battery consumption increases according to the transmission of the mobile station. We have optimized the access probe algorithm according to the receiving sensitivity. We transmit the incremental value of access probe power, with delaying as much RT slot value as indicated by IS-95C standard in case of good receiving sensitivity and with delaying RT+1 slot value in case of weak receiving sensitivity. Simulation results showed that the proposed algorithm contributes to decrease of the interference and battery consumption according to the transmitting power of the mobile station and improves the call duration.

* 조선대학교 전자정보공과대학 정보통신공학과(japark@chosun.ac.kr), ** 전남도립남도대학 컴퓨터정보통신공학과
논문번호 : KICS2004-10-251, 접수일자 : 2004년 10월 29일

※본 연구는 정보통신부 정보통신연구진흥원에서 지원하고 있는 정보통신기초연구지원사업의 연구결과입니다(2004년)

I. 서론

이동국은 기지국으로부터 호출을 받거나 기지국으로 신호 메시지를 보낼때 역방향 액세스 채널을 통하여 초기 송신전력을 송신하게 된다 기지국으로부터 ACK(Acknowledge)메세지를 받을 경우 통화가 이루어지지만 그렇지 못 할 경우 PWR_STEP의 일정하게 증분하여 NUM_STEP만큼 전력을 증가하고 액세스 프로브 시퀀스를 송신한다 그러므로 산악지역이나 도서지역 등 이동국 수신신호가 약한 지역에서는 ACK 신호메세지를 받지 못하고 액세스 프로브 시퀀스를 송신함으로써 간섭현상에 따른 통화품질이 떨어질 뿐만 아니라 배터리 소모 전력이 급격히 증가하여 고갈됨으로써 통화를 할 수 없게 된다.^[1-3]

이러한 현상은 이동국의 수신 전력 세기가 약 -100dBm 이하로 떨어져 ACK메세지를 받지 못 할 경우에는 송신 전력 증폭기의 전력이 +21~+22dBm으로 포화 상태가 되어 액세스 프로브의 전력 증분 값 1dBm 씩 증가하지 못하고 반복 적으로 최대 전력을 송출하게 됨으로써 간섭현상을 줄 뿐만 아니라 배터리 전력 소모가 급격히 증가하여 고갈이 된다

따라서 수신이 양호한 지역과 음영지역 등을 구별하여 액세스 프로브 알고리즘 파라미터인 PWR_STEP 및 NUM_STEP 그리고 TA 등을 개선함으로써 간섭에 따른 통화품질 개선과 배터리 소모 전력을 감소시키고자 한다

II. 액세스 프로브 알고리즘 최적화

랜덤 액세스 절차의 파라미터의 대부분은 기지국이 보낸 액세스 파라메타 메시지에 의해서 제공된다.^[3]

하나의 메시지를 보내고 그 메시지에 대한 확인을 받거나 실패 할 때까지 전 과정을 액세스 시도라고 하며, 액세스 시도에서의 각각의 전송을 액세스 프로브라고 한다. 이동국은 한 액세스 시도 내의 액세스 프로브에서 같은 메시지를 전송한다 액세스 프로브는 하나의 액세스 채널 프리앰블과 하나의 액세스 채널 메시지 캡슐로 구성된다 하나의 액세스 시도 내에서 액세스 프로브는 액세스 프로브 시퀀스의 그룹을 이룬다 액세스 프로브 시퀀스는 1+ NUM_STEP 개까지의 액세스 프로브 즉 같은 액세스 채널을 통해 송출되는 모든 액세스 프로브로 이루어진다.^[3-4]

액세스 프로브 시퀀스에 사용된 액세스 채널은 현재의 호출 채널과 연관된 모든 액세스 채널 중에서 의사랜덤하게 선택된다 액세스 프로브 시퀀스의 첫 액세스 프로브는 역방향 개방 루프 전력레벨에 대해 상대적으로 규정된 전력레벨로 송출된다 연속되는 액세스 프로브는 그 전의 액세스 프로브보다 더 높은 값으로 규정된 전력레벨로 송출된다^[3-4] 이동국은 기지국으로부터 호출을 받거나 신호 메시지를 보낼 때 역방향 액세스 채널을 통하여 초기 송신 전력을 송신하게 되고 기지국으로부터 ACK 메시지를 받을 경우 통화가 이루어지지만 그렇지 못할 경우 PWR_STEP의 전력 값으로 증분 하여 NUM_STEP만큼 전력을 증가하여 통화를 시도하고 그렇지 않을 경우 액세스 프로브 시퀀스를 송신하게 된다.^[3-4]

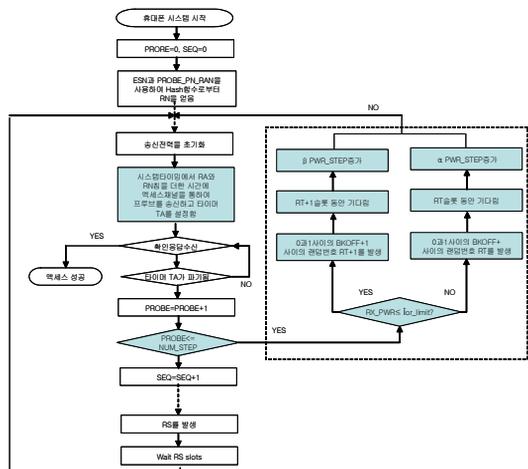


그림 1. 액세스 프로브 알고리즘 최적화

IS-95C(CDMA2000-1X)규격 상에서는 수신신호가 미약한 지역에서는 이동국 송신 전력이 최대로 송신되므로 액세스 프로브 증분값인 PWR_STEP이 제대로 증분이 되지 못 함으로써 액세스 시퀀스로 계속해서 송신됨으로 간섭현상과 배터리 전력소모가 증가하게 된다. 따라서 그림 1과 같이 액세스 프로브 알고리즘을 최적화하여 이동국 수신세기(I_{or_limit})를 검출하고 수신신호가 강한 지역에서는 IS-95C 알고리즘과 같이 이동국은 규정된 전력레벨로 각 액세스 프로브 시퀀스의 첫 번째 프로브를 송출한다

이동국은 수식 1과 같이 그 전의 프로브 전력보다 더 큰 전력레벨 PWR_STEPS dB로 액세스 프로브 시퀀스의 각 프로브 연속 송출한다 각 액세스 프로브 사이의 시간에 이동국은 송신기를 정지시킨

다. 각 프로브 전송후 이동국은 액세스 채널 슬롯의 마지막에서 $TA = (2+ACC_TMOs) \cdot 80ms$ 동안 앓을 경우 이동국은 NUM_STEPS 또는 몇 개의 액세스 프로브가 액세스 프로브 스퀀스에서 전달되면 이동국은 0부터 PROBE_BKOFF+1 사이의 랜덤번호 RT를 발생시킨다. 이동국은 RT 개의 추가 액세스 채널 슬롯을 지연한 후 다음 액세스 프로브를 전송한다.^[3-7]

$$\alpha = \sum_{i=1}^n P_i \text{ 일때 } RX_PWR > \hat{I}or_limit \quad (1)$$

α : 액세스시도시 전력 증분값

N : NUM_STEP,

P : PWR_STEP

$\hat{I}or_limit$: 수신 전력 세기 제한 값

제한된 알고리즘에서 수신신호가 약한 지역에서는 이동국은 규정된 전력레벨로 각 액세스 프로브 시퀀스의 첫 번째 프로브를 송출한다. 이동국은 수식 2과 같이 그 전의 프로브 전력보다 더 큰 전력레벨 PWR_STEPS dB로 액세스 프로브 시퀀스의 각 프로브 연속 송출한다. 각 액세스 프로브 사이의 시간에 이동국은 송신기를 정지시킨다. 각 프로브 전송후 이동국은 액세스 채널 슬롯의 마지막에서 $TA=(2+ACC_TMOs) \cdot 80ms$ 동안 앓을 경우 이동국은 NUM_STEPS 또는 몇 개의 액세스 프로브가 액세스 프로브 스퀀스에서 전달되면 이동국은 0부터 PROBE_BKOFF+1 사이의 랜덤번호 RT+1를 발생시킨다. 이동국은 RT+1 개의 추가 액세스 채널 슬롯을 지연한 후 다음 액세스 프로브를 전송한다

$$\beta = \sum_{i=1}^n f(2i)P_i + \sum_{i=1}^n f(2i+1)P_i \text{ 일때}$$

$$RX_PWR \leq \hat{I}or_limit \quad (2)$$

B : 액세스시도시 전력 증분값

N : NUM_STEP

P : PWR_STEP

$\hat{I}or_limit$: 수신 전력 세기 제한 값

III. PWR_STEP 및 RT 파라메타 알고리즘

이동국 수신세기가 강한 지역($RX_PWR > \hat{I}or_limit$)에서 액세스 프로브 파라메타인 PWR_STEP은 그림 2와 같이 초기 전력을 송신한 후 ACK 메시지를 받지 못 하면 수식 1과 같이 α 값으로 일정하

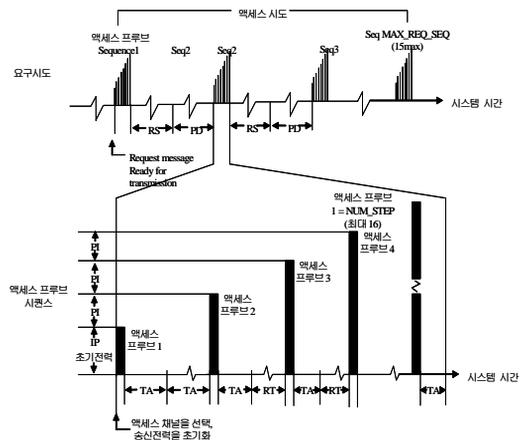


그림 2. $RX_PWR > \hat{I}or_limit$ 일때 PWR_STEP 파라메타 증분값

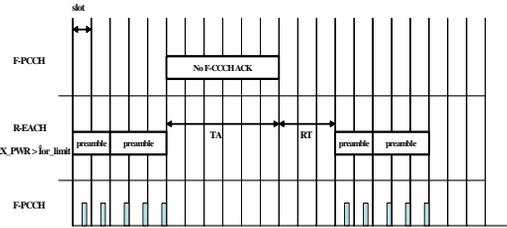


그림 3. $RX_PWR > \hat{I}or_limit$ 일때 RT 파라메타 지연시간

게 전력을 증분(약 1dbm) 하게 된다. 또한 RT 파라메타는 그림 3과 같이 하나의 액세스 채널 프리앰블과 하나의 액세스 채널 메시지 캡슐을 보내고 TA값까지 ACK 메시지를 받지 못하면 RT개의 추가 액세스 채널 슬롯을 지연한 후 액세스 프로브를 재전송 한다.

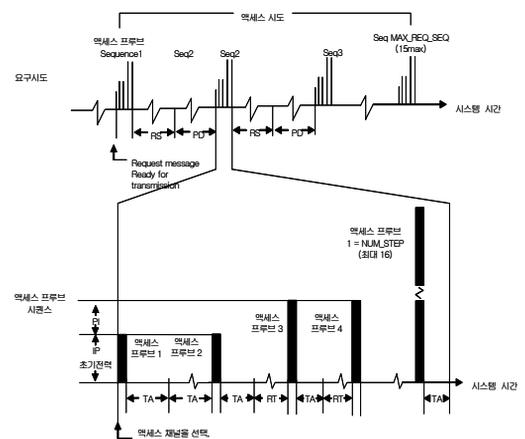


그림 4. $RX_PWR \leq \hat{I}or_limit$ 일때 PWR_STEP 파라메타 증분값

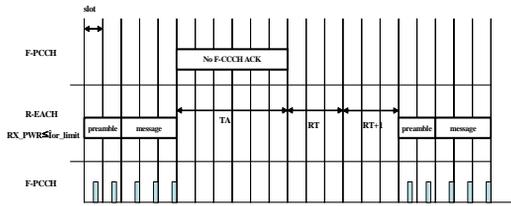


그림 5. RX_PWR ≤ Ior_limit 일때 RT 파라메타 지연시간

이동국 수신세기가 미약한 지역 $RX_PWR \leq Ior_limit$ 에서 액세스 프로브 파라메타인 PWR_STEP 은 그림 4와 같이 초기 전력을 송신한 후 ACK 메시지를 받지 못 하면 수식 2과 같이 β 값으로 전력을 증분하게 된다 또한 RT 파라메타는 그림 5과 같이 하나의 액세스 채널 프리앰블과 하나의 액세스 채널 메시지 캡슐을 보내고 TA값까지 ACK 메시지를 받지 못하면 RT+1개의 추가 액세스 채널 슬롯을 지연한 후 액세스 프로브를 재전송한다.

여기에서 IP: 초기 개루프 전력

- PI: 전력 증가
- TA: 확인 응답 시간초과
- RT: 프로브 백오프
- PD: 지속성 지연
- RS: 시퀀스 백오프

IV. 액세스 프로브 알고리즘 시뮬레이션 및 실험

액세스 프로브 실험을 하기 위해서는 그림 6과 같이 구성하였으며 HP5515C는 CDMA2000 이동국의 측정 장비로써 액세스 프로브 알고리즘 파라미터인 PWR_STEP, NUM_STEP, RT 등. 데이터 값을 선정하고 HP8596E는 스펙트럼 분석기로 액세스 프로브 전력 증분값을 측정하고자 구성하였다



그림 6. 액세스 프로브 알고리즘 실험구성도

이동국 수신신호가 강한 지역($RX_PWR=-75dBm$)은 그림 7과 같이 ACK 메시지를 받지 못한 경우 일정하게 $1dBm \pm 0.2$ 으로 PWR_STEP 전력 증분 값이 측정 되었다.

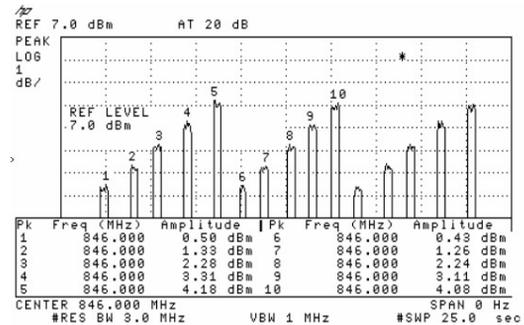


그림 7. 이동국 수신 전력세기가 -75dBm 일때 액세스 프로브 증분값

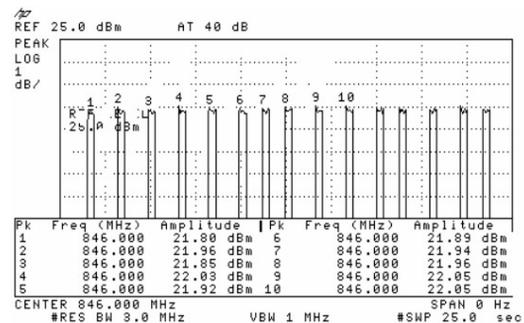


그림 8. 이동국 수신 전력세기가 -104dBm 일때 액세스 프로브 증분값

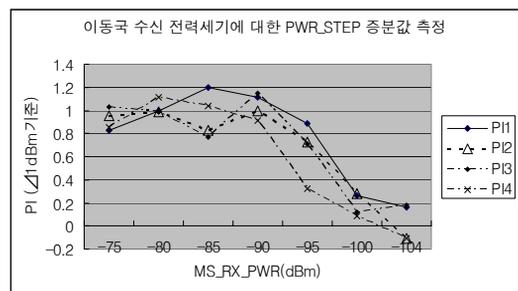


그림 9. 이동국 수신세기에 PWR_STEP 증분 측정값

수신신호가 미약한 지역($RX_PWR=-75dBm$)에서는 그림 8과 같이 ACK 메시지를 받지 못 할 경우 $0dBm \pm 0.2$ 으로 PWR_STEP 전력 증분 값이 측정 되었다.

그러므로 그림 9과 같이 수신전력 세기 -75dBm ~ -104dBm범위에 대한 각각의 액세스 프로브가 양호하게 증분 되었지만 수신 신호가 미약한 지역인

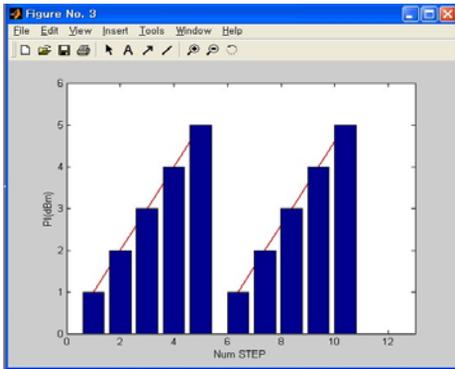


그림 10. $RX_PWR > \hat{I}or_limit$ 일때 액세스 프로브 시도

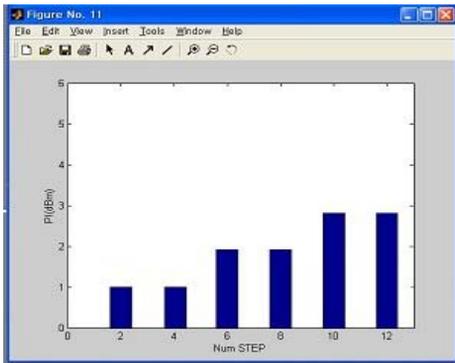


그림 11. $RX_PWR \leq \hat{I}or_limit$ 일때 액세스 프로브 시도

-100dBm 이하에서는 송신기의 전력 증폭기가 포화 상태에 도달되어 액세스 프로브 전력을 증분하지 않음을 측정 통하여 알 수 있었다.

따라서 수신신호가 강한 지역에서는 IS-95C규격과 같이 수식 1을 적용하여 RT 슬롯 값만큼 지연하여 액세스 프로브 전력 증분 값으로 송신함을 그림10과 같이 시뮬레이션을 하였고, 수신신호가 미약한 지역에서는 RT+1 슬롯 값만큼 지연하여 수식 2의 전력 증분 알고리즘을 적용하여 그림11과 같이 Matlab을 통하여 시뮬레이션 하였다.

V. 결론

본 연구에서는 CDMA2000 시스템에 있어서 액세스 프로브 알고리즘을 최적화하였다. 이동국이 액세스 채널을 통하여 송신한 후 기지국으로부터 ACK 메시지를 받지 못 할 경우, 수신 신호가 양호한 지역에서는 PWR_STEP 증분값이 $1dBm \pm 0.2$ 값으로 NUM_STEP만큼 증분하여 액세스 프로브를 하고 있다. 그러나 수신신호가 약한 지역에서는 개방루프 전력제어 알고리즘에 따라 송신부 전력 증

폭기가 포화상태에 이르게 되어 PWR_STEP 증분값이 $0dBm \pm 0.2$ 값으로 증분되지 못함에 따라 본 연구에서는 RT+1 시간만큼 액세스 프로브를 지연시키고, 초기 전력 증분값으로 재전송하도록 알고리즘을 개선하였다. 개선된 알고리즘에 따른 시뮬레이션 결과는 수신신호가 약한 지역에서 이동국 송신 전력에 따른 간섭을 약 50%정도 줄일 수 있었으며, 또한 배터리 소모 전력도 약 50% 정도 감소시킴으로써 2배 이상의 이동국 통화시간을 향상 시킬 수 있음을 확인하였다.

참고 문헌

- [1] cdma2000 Standards for Spread Spectrum Systems, IS-2000-A.
- [2] 3GPP TS34.121 V3.0.0 , March.2000.
- [3] TIA/EIA,IS98C, Recommended Minimum Performance standards for Dual-Mode spread spectrum Mobile stations, March,1999.
- [4] TIA/EIA,J-STD-018, Recommended Minimum Performance Requirements for 1.8 to 2.0GHz Code Division Multiple Access Personal Stations, Nov.1995.
- [5] John G. Proakis, Digital Communications, McGraw-Hill, 1995.
- [6] Hawkins, Richard, Combining Gain, Noise Figure and Intercept points for Cascaded Circuit elements, RF Design, pp.77-81, March.1990.
- [7] Enhanced Access Procedures Description, Khalid Karimullah, Rod Walton, Kamran Etemad, TR45.5/99.04.19.05, April 19, 1999.

이 광 재(Kwang jai Lee)

정회원



1971년~1978년 건국대학교
공과대학 전자공학과 졸업
2001년~2005년 조선대학교
대학원 전자공학과 공학박사
2001년~2004년 전북지방중
소기업청장
2004년~현재 충북지방중소

기업청

<관심분야> 무선통신 및 디지털신호처리

