

# CDMA 셀룰러 시스템용 오류 적응 다중 액세스 기법의 성능분석

正會員 宋 相 鎬\*, 趙 東 浩\*

## Performance Analysis of Multiple Access Mechanism based on Error Adaptation in CDMA Cellular System

Sang-Ho Song\*, Dong-Ho Cho\* *Regular Members*

### 요 약

최근에 이동 통신의 수요가 급속히 증가하는 반면에 무선자원은 제한되어 있으므로 이를 효율적으로 이용할 수 있는 적합한 프로토콜이 요구되고 있다. 기존에 연구된 CDMA\_ALOHA 기법중에 MS\_CDMA\_ALOHA(Mini Slotted CDMA\_ALOHA) 방식이 S\_CDMA\_ALOHA(Slotted CDMA\_ALOHA)보다 성능이 우수한 것으로 나타났다. 또한 CDMA 디지털 셀룰러 시스템의 CAI 프로토콜로서 IS-95 다중 액세스 방식이 제안되었다. 하지만 기존의 연구에서는 무선통신 환경의 채널특성을 고려한 성능분석이 이루어 지지 않았다.

본 논문에서는 DS/CDMA 셀룰러 환경에서 성능개선을 위한 새로운 기법을 제시하였으며, 이는 기존의 MS\_CDMA\_ALOHA 방식을 기반으로 한 것으로서 채널상태에 적용할 수 있는 기법이다. 또한 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 기존의 방식과 비교 분석 하였다. 그 결과 새로 제안한 NA\_CDMA\_ALOHA(Noise Adaptation CDMA\_ALOHA) 방식은 기존의 CDMA\_ALOHA 방식보다 시스템 처리율 및 평균 지연특성면에서 우수한 성능을 보였다. 이는 NA\_CDMA\_ALOHA 방식이 시스템의 과부하 환경에서 채널상태에 따라 사용자의 액세스 시도를 제어 하기 때문이다.

### ABSTRACT

In recent, the demand of mobile communication system is increasing rapidly. However, since wireless resources is limited, the protocol to utilize wireless resources efficiently is needed. Up to now, Slotted CDMA\_ALOHA(S\_CDMA\_ALOHA) and Mini-Slotted CDMA\_ALOHA(MS\_CDMA\_ALOHA) methods are proposed as a CDMA\_ALOHA mechanism, and it is turned out that MS\_CDMA\_ALOHA offers better performance than S\_CDMA\_ALOHA mechanism. Also, IS-95 multiple access mechanism has been proposed as common air inter-

---

\*경희대학교 전자계산공학과  
Dept. of Computer Eng. Kyung-Hee Univ.  
論文番號:95288-0824  
接受日字:1995年 8月 24日

face(CAI) protocol of CDMA digital cellular system. However, in former study, the performance evaluations were made without consideration of channel characteristics of wireless communication environment.

In this paper, a new access mechanism for improving the performance in the DS/CDMA digital cellular environment is suggested. This mechanism is adaptive to the channel condition and based on the conventional MS-CDMA\_ALOHA mechanism. Also, the performance of new access mechanism is compared with that of conventional mechanisms, through computer simulation. According to the simulation results, it is shown that the proposed NA-CDMA\_ALOHA(Noise-Adaptation CDMA\_ALOHA) mechanism offers better performance than conventional three CDMA\_ALOHA mechanisms in view of mean delay time and system throughput characteristics. This phenomenon is due to the fact that NA-CDMA\_ALOHA mechanism controls the access attempts efficiently based on the channel condition in heavy traffic environments.

## I. 서 론

최근에 국내외에서는 고정, 유선통신에서 이동, 무선통신으로의 이용이 현저히 증가하는 추세에 있다. 이와 같이 이동체 가입자의 수요가 급속히 증가하고 있음에도 불구하고 무선자원의 희소성에 기인하여 제한된 무선 통신채널만을 공유할 수 밖에 없다. 따라서 이를 효율적으로 이용하기 위한 무선환경에 적합한 액세스 기법이 절실히 요구되고 있다.

선진외국에서는 현재 개발되었거나 연구되고 있는 셀룰러 이동통신 다원접속 방식으로서 FAMA, TDMA 그리고 CDMA 방식이 있다. 이 방식중에서 CDMA는 모든 가입자가 동일한 시간에 동일한 주파수를 이용하여 동시에 정보를 전송할 수 있으므로 가입자의 수용 용량이 높으며 각 채널이 코드 시퀀스에 의해 논리적으로 분리되므로 인접셀에서 같은 주파수 대역을 공유할 수 있어 기존의 CAI 보다 주파수 재 사용 효율이 높다[1, 2]. 또한 CDMA 방식은 비교적 용이하게 채널을 제공할 수 있다는 점과 셀간 주파수 배치를 고려해야 하는 셀 계획이 간소화 되는 장점 때문에 이 방식에 대한 연구가 진행되어 왔다[3, 4]. 한편 무선통신 서비스를 위한 패킷 라디오망의 MAC(media access control)중에서 ALOHA 방식은 다른 방식에 비해 알고리즘이 간단하여 구현이 쉽지만 시스템 부하가 높아짐에 따라 채널충돌로 인해 처리율이 급격히 떨어지는 단점이 있다. 하지만 이를 CDMA 대역확산 기술에 이용(이하 CDMA\_ALOHA 기법)할 경우는 ALOHA 방식의 간편성을 살릴 수 있으며, 시스템 성능을 증가시킬 수 있음이 입증되었다[5, 6, 7, 8].

CDMA\_ALOHA 프로토콜을 이용하는 각 가입자는 제한된 확산코드 수를 공유하며, 가입자가 전송할 패킷이 있으면 임의로 하나의 확산코드를 선택하여 즉시 전송을 시도하는데 슬롯 시점에서 패킷을 전송할 수 있는 S-CDMA\_ALOHA 방식과 칩 시점에서 전송 가능한 MS-CDMA\_ALOHA 방식에 관한 연구가 진행되고 있다[9]. 기존의 CDMA\_ALOHA 방식은 무선환경의 채널특성에서 기인하는 평균오율을 고려하지 않고 성능 평가가 이루어졌으나, 실제로 채널특성을 고려할 경우에 채널 평균오율은 시스템 성능에 큰 영향을 미친다. 또한 최근에 랜덤 액세스 절차를 사용하는 IS-95 액세스 방식도 제안되었다.

따라서 본 논문에서는 채널특성이 고려된 CDMA 셀룰러 환경에서 성능개선을 위한 새로운 방안(이하 NA-CDMA\_ALOHA 이라함)을 제안하였으며, 시뮬레이션을 통하여 기존의 방식과 비교 분석을 하였다. 1장의 서론에 이어 2장에서는 기존의 채널 액세스 방식에 대해서 기술하며, 3장에서는 새로운 채널 액세스 기법을 제시하였다. 또한 4장에서는 시뮬레이션 모델링 및 그 결과에 대해서 기술하며, 끝으로 5장에서 결론을 맺는다.

## II. 기존의 채널 액세스 방식

### 1. 슬롯화된 CDMA\_ALOHA 방식

S-CDMA\_ALOHA는 M개의 PN 코드 {C1, C2, ..., Cm} 중에서 임의로 하나를 선택하여 각 슬롯의 시작점에서 전송을 시도한다. 이때 슬롯은 일정한 크기의 패킷이 전송되는데 걸리는 시간이며, 송수신기는 슬롯단위로 동기화 되어야 한다. 수신기측의 PN

코드 인식기(PN Code Acquisition Device)는 코드 획득 과정을 수행한 후에 코드들간의 상호관계 특성을 이용하여 프리엠프블 기간동안 송신측에서 사용한 PN 코드를 인식한다. 이때 기지국의 수신기에 일단 에너지가 안테나에 나타나며 인식된 PN 코드를 이용하여 패킷의 나머지 부분을 복원시킨다[9]. 위와 같은 전제 하에서 S\_CDMA\_ALOHA 방식의 동작 알고리즘은 다음과 같다.

① 매 슬롯 시점에서 각 가입자의 액세스 여부를 결정한다.

CASE 새로운 액세스 시도

    액세스 flag를 설정함

CASE 재 액세스 시도

    고정된 재 액세스 확률에 따라 액세스 flag를 설정함

② 액세스를 시도한 각 가입자의 액세스 성공여부를 확인한다.

IF 다른 PN 코드를 사용

    액세스에 성공함

ELSE

    액세스에 실패함

③ 액세스에 실패한 가입자는 다음 슬롯 시점까지 지연된다.

예를들어 그림 1에서 볼때 가입자 A, C, D는 N번째 슬롯시점에서 동일한 코드를 사용하기 때문에 패킷은 충돌을 일으키고, 가입자 B는 N번째 슬롯시점이지만 다른 코드를 사용하기 때문에 성공적으로 패킷 전송을 할 수 있다. 이 방식에서는 가입자가 패킷 전

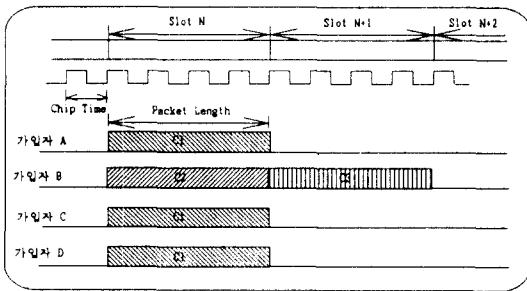


그림 1. S\_CDMA\_ALOHA 방식의 동작 메카니즘  
Fig. 1 Operation of S\_CDMA\_ALOHA mechanism

송에 실패할 경우 패킷이 전송되는 슬롯 기간동안 시스템 자원(채널, 수신기)이 점유된다. 한편 S\_CDMA\_ALOHA 방식에서 수신기의 수는 최대 채널의 수만큼 가질 수 있으며 그 이상의 수신기는 시스템 성능향상에 영향을 미치지 않는다.

## 2. 미니 슬롯화된 CDMA\_ALOHA 방식

이 방식은 각 칩의 시작점에서 전송을 시도할 수 있다는 점에서 매 슬롯 시점에서 전송을 시도하는 S\_CDMA\_ALOHA와 크게 다르다. PN 코드는 코드들간의 상호관계 특성을 가지고 있으며, 하나의 코드열 내에서는 자기 상관특성을 가지고 있다. S\_CDMA\_ALOHA 방식은 PN 코드의 상호상관관계 특성만을 이용한 반면, MS\_CDMA\_ALOHA 방식은 PN 코드의 상호상관관계 특성과 자기상관관계 특성을 이용하여 둘 이상의 사용자가 동일한 PN 코드를 선택하더라도 하나의 칩 이상 차이가 나면 수신측에서는 서로 다른 PN 코드로 인식하여 구분할 수 있다[9]. 위와 같은 전제 하에서 MS\_CDMA\_ALOHA 방식의 동작 알고리즘은 다음과 같다.

① 매 미니 슬롯 시점에서 각 가입자의 액세스 여부를 결정한다.

CASE 새로운 액세스 시도

    액세스 flag를 설정함

CASE 재 액세스 시도

    고정된 재 액세스 확률에 따라 액세스 flag를 설정함

② 액세스를 시도한 각 가입자의 액세스 성공여부를 확인한다.

IF 다른 PN 코드를 사용

    액세스에 성공함

ELSE

    액세스에 실패함

③ 액세스에 실패한 가입자는 다음 슬롯 시점까지 지연된다.

예를들어 그림 2에서 볼때 가입자 A와 C는 동일한 PN 코드를 사용하지만 한 칩 간격 차이가 나기 때문에 패킷 충돌이 발생하지 않으나, 가입자 C와 D는 동일한 칩 시점에서 같은 코드를 사용하므로 패킷 충돌이 발생한다. 즉, 패킷 충돌은 두개 이상의 패킷이 동

일한 PN 코드를 사용하면서 전송시점이 일치될때만 일어난다. 따라서 MS\_CDMA\_ALOHA 방식에서 사용자의 액세스가 실패할 경우는 채널충돌 또는 이용 가능한 수신가가 없는 경우이다. 여기서 기지국의 수신기 수는 최대 사용자 수와 같을때 최대 성능을 보이며, 그 이상의 수신기는 시스템 성능개선에 영향을 미치지 못한다.

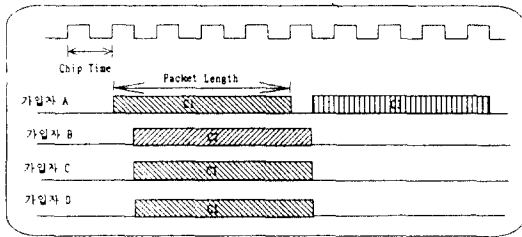


그림 2. MS\_CDMA\_ALOHA 방식의 동작 메카니즘  
Fig. 2 Operation of MS\_CDMA\_ALOHA mechanism

### 3. IS-95 채널 액세스 방식

이동체는 랜덤 액세스 절차를 사용하여 액세스를 시도하며 이 절차의 파라미터중 대부분은 기지국으로 부터 제공받는다. 각 액세스 채널은 랜덤하게 선택되어지며 액세스 프루브의 송출은 액세스 채널 슬롯의 시작점에서 이루어진다. 또한 액세스 프루브의 사각 타이밍과 액세스 프루브간은 의사선택으로 결정된다. 이동국과 기지국간은 액세스 시도 및 액세스 과부하 등급과 관련된 파라미터로 지속성 시험을 통하여 액세스 시도 여부를 판단하며, 이러한 액세스 채널 요구 시도가 그림 3에 잘 나타나 있으며, 이때 액세스 시도에 사용되는 대부분의 파라미터는 기지국의 페이지 채널을 통해 전달받는다. 그리고 각 가입자의 액세스 절차는 다음과 같다[1].

- ① 액세스 시도 요구가 있으면 지속성 시험을 수행한다.  
CASE 지속성 시험에 성공  
    액세스 채널을 선택함  
CASE 지속성 시험에 실패  
    랜덤한 슬롯 시점까지 지연된 후 다시 지속성 시험을 수행함
- ② 지속성 시험에 통과한 가입자는 액세스 프루브

를 전송한다.

CASE 액세스 시도에 성공

    액세스 성공으로 간주함

CASE 액세스 시도에 실패

    랜덤한 슬롯 시점까지 지연 시킨 후 액세스를 시도함

    16번 재 액세스 시도 후 ①번 절차를 따름

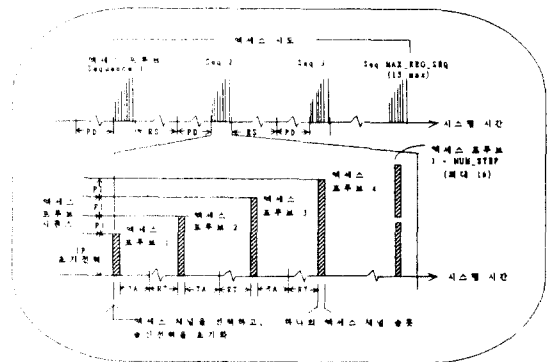


그림 3. 액세스 채널의 요구 시도 메카니즘  
Fig. 3 Request trial of access channel

### III. 문턱치를 이용한 오율 적응 액세스 방안

본 논문에서는 DS/CDMA 셀룰러 시스템의 무선 채널 특성에서 기인하는 가입자에 따른 평균 오율 특성을 고려하였다. 또한 확산대역 기술의 특성상 전송 시점에서 사용자 수에 따른 평균오율을 알 수 있으므로 각 가입자는 액세스 시점에서 잡음레벨에 대한 채널의 평균오율 및 단말기의 재 시도 횟수의 문턱치에 의하여 액세스 여부를 판단하는데, 이러한 액세스 제어 동작 메카니즘은 그림 4에 나타나있다. 이때 새로운 오율 적응 액세스 알고리즘은 다음과 같다.

- ① 현 시점에서 액세스를 시도하는 사용자에 따른 잡음레벨에 근거하여 채널의 평균오율을 구한다.
- ② 현재의 채널 평균오율 값에 따라 전송 유무를 결정한다.

CASE 평균오율  $\leftarrow A$

    재 전송 횟수에 무관하게 해당 가입자의 액세스 스 flag를 설정함

CASE A < 평균오율 < B

IF 재 액세스 시도 횟수 > C

해당 가입자의 액세스 flag를 설정함

CASE 평균오율 > B

IF 재 액세스 시도 횟수 > D

해당 가입자의 액세스 flag를 설정함

③ flag가 설정된 각 가입자는 액세스 권한을 부여 받는다.

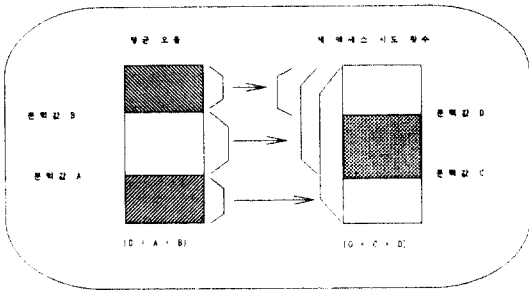


그림 4. 문턱값을 이용한 액세스 제어의 동작 메카니즘  
Fig. 4 Operation mechanism of access control using the threshold value

즉, 각 가입자는 채널을 감시하고 있다가 자신의 액세스로 인하여 채널 평균오율이 어느 한계치 이상으로 악화되지 않을 경우에만 전송하고, 그렇지 않으면 패킷전송을 지연함으로써 평균오율로 인한 패킷 손실을 줄임으로서 시스템 성능을 개선할 수 있다.

#### IV. 시뮬레이션 모델링 및 결과 고찰

##### 1. 시뮬레이션 환경

DS/CDMA 셀룰러 시스템은 정보 및 신호의 송수신을 위해 순방향 채널(기지국 → 이동국)과 역방향 채널(이동국 → 기지국)로 분리하여 사용하며 역방향 채널은 액세스 채널과 트래픽 채널로 구성된다. 본 논문에서 고려한 역방향 채널은 논리적으로 분리된 64개의 채널로 구성되고 이 중에 액세스 채널에는 0~32개 까지 할당된다. 이때 트래픽 채널은 고려하지 않았으며 액세스 채널만 고려하였다.

본 논문에서는 기존의 방식에서 전혀 고려되지 않았던 무선 채널 환경의 유동적인 오율을 고려하였으

며 기존의 방식과 비교분석하기 위해서 시뮬레이션시에 다음의 사항을 가정하였다.

- (1) 각 셀은 정육각형 셀로 구성된다.
- (2) 한 셀내의 최대 가입자수는 64명으로 가정한다.
- (3) 하나의 액세스 슬롯은 4800bps 전송속도를 갖는 20msec(96bit) 크기의 5개로 구성된다. 또한 한 칩 간격은 하나의 프레임 크기(20ms)로 가정한다.
- (4) 각 가입자의 평균 액세스 간격은 한 슬롯의 크기인 100ms이며, 액세스에 성공할때까지 계속 시도한다.
- (5) 무선채널 환경은 이동채널 모델링에서 도출한 오율특성을 따른다.
- (6) 기지국의 수신기 수는 채널 수와 동일하다.

##### 2. 액세스 트래픽 모델링

한 슬롯의 길이가 일정한 크기의 L개 칩으로 구성될때 기존의 CDMA\_ALOHA 방식, IS-95 방식 그리고 NA\_CDMA\_ALOHA 방식과의 공정한 비교 평가를 위해서 식 (1)에 따라 트래픽을 발생시켰다. 트래픽의 발생 유무는 0과 1사이의 균등분포를 갖는 난수와 비교하여 판단하는데, 액세스 시도 확률이 난수보다 클 경우에 액세스 트래픽이 발생한 것으로 간주하였다.

$$\lambda_v = 1 - (1 - \lambda_c)^L \tag{1}$$

$\lambda_s$ : S\_CDMA\_ALOHA의 액세스 시도 확률

$\lambda_c$ : MS\_CDMA\_ALOHA, IS-95, NA\_CDMA\_ALOHA의 액세스 시도 확률

##### 3. 페이딩 채널 환경의 모델링

DS/CDMA 시스템에서 송신신호는 수 MHz 이상이 넓은 주파수 대역을 점유하기 때문에 주파수 전대역에 걸쳐 동일한 페이딩 현상이 발생한다고 볼 수 있다. 그래서 주파수 대역의 전반에 걸쳐 거의 일정하게 변동하는 주기성 페이딩(flat fading) 보다는 특정한 주파수 대역에서만 특성을 가지게 되는 선택성 페이딩(frequency delective fading) 채널로 모델링 되는 것이 바람직하다. 이러한 주파수 선택적 페이딩 채널환경에서 페이딩을 유발시키는 다중경로의 수가 L일 경우 시스템 평균 오율식은 식 (2)과 같다[10].

$$P_e = \frac{1}{2} \left\{ 1 + \sum_{m=1}^L \binom{L}{m} \frac{(-1)^m}{\sqrt{(1+m\mu)}} \right\} \quad (2)$$

여기서,

$$\mu = \frac{2(L-1)}{3N} \left( \frac{3}{2} + N_i + \sum_{n \neq i} N(1 + 0.547 N_r) \right) + \frac{L}{\lambda_b}$$

이 수식의 의미는 그림 5에서 보여 주는데 순수채널 환경과 비교 할 경우 시스템 효율이 급격히 감소된다. 그래서 현재 CDMA 시스템에서는 다이버시티 (diversity) 기법, RAKE 수신기 등을 사용하여 이러한 심각한 페이딩 채널 환경을 극복하고 있다.

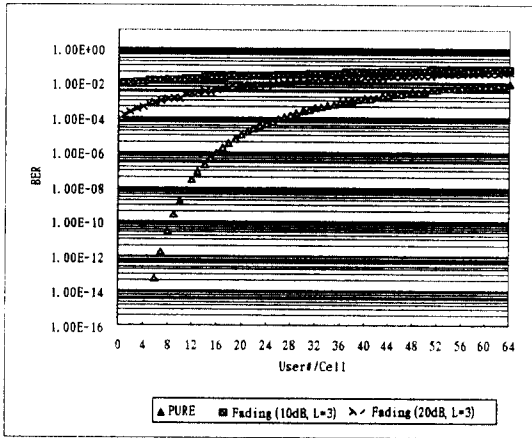


그림 5. 각 이동채널모델에 따른 가입자수에 대한 BER  
Fig. 5 BER of subscriber number according to the each mobile channel model

#### 4. 시뮬레이션 결과 고찰

본 논문에서는 시뮬레이션을 통하여 기존의 CDMA\_ALOHA 방식 및 IS-95 방식과 비교 분석을 하였다. 그리고 기지국의 수신기 수 R은 채널 수 M과 동일하며, N=64 가입자, M=30 채널, Prs=0.1 재액세스 시도 확률, L=5 칩 수로 가정하였다.

##### 가. 순수 채널환경에서의 성능분석

순수 채널 환경에서 액세스 트래픽 밀도의 증가에 따른 시스템 처리율이 그림 6에 나타나 있으며, 채널 평균오류가 거의 존재하지 않으므로 시스템 성능은 채널

이용률에 좌우된다. 기존의 방식인 S\_CDMA\_ALOHA 방식은 채널충돌 확률이 높기 때문에 최대성능이 18%로 낮게 나타났으며, 미니 슬롯 개념을 적용한 MS\_CDMA\_ALOHA 및 IS-95 방식은 코드 재 사용으로 채널 이용률을 높일 수 있으나 트래픽 밀도가 0.6 이상에서는 제한된 채널 수로 인한 채널충돌로 인하여 최대성능이 각각 45%, 45%를 나타내지만, NA\_CDMA\_ALOHA 방식은 트래픽 밀도가 증가함에 따라 시스템 부하를 적절하게 제어하여 47%의 최대 성능을 보였다.

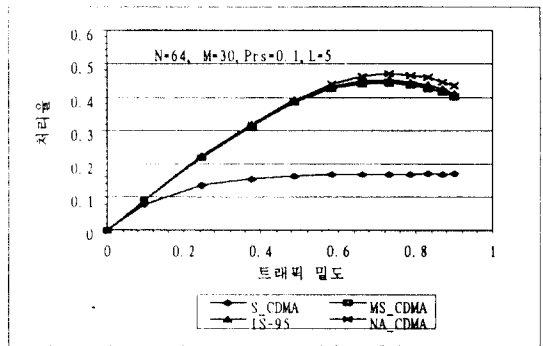


그림 6. 순수 채널 환경에서 시스템 처리율  
Fig. 6 System throughput in pure channel environment

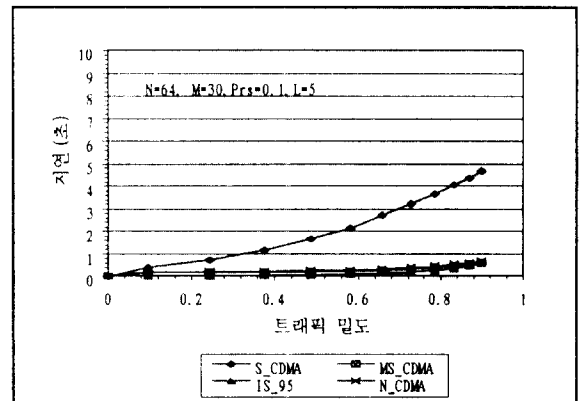


그림 7. 순수 채널 환경에서 시스템 지연  
Fig. 7 System delay in pure channel environment

한편 순수 채널환경에서 각 액세스 방식들의 트래픽 밀도 증가에 따른 평균 지연시간 특성이 그림 7에 나타나 있다. 처리율 결과와 마찬가지로 기존의 S\_CDMA\_ALOHA 방식은 채널 이용률이 우수한 다른 방식에 비해 액세스 지연시간이 증가하지만, MS\_CDMA\_ALOHA, IS-95, NA\_CDMA\_ALOHA 방식은 안정된 지연시간을 나타내고 있다.

나. 페이딩 채널 환경에서의 성능분석

이 절에서는 DS/CDMA 셀룰러 시스템의 채널 모델로 적합한 주파수 선택적 페이딩 채널환경을 액세스 방식 성능평가의 모델로 삼았으며, 이때 각 액세스 방식의 처리율은 그림 8에서 보여준다. 페이딩 환경은 채널이 열악한 환경이므로 월등한 성능감소를 가져온다. 여기서 페이딩 채널 모델로는 신호대 잡음비(SNR)가 20dB 일때 평균오류 특성을 사용하였다.

먼저 각 방식들의 처리율을 살펴보면 기존의 S\_CDMA\_ALOHA 방식은 트래픽 밀도가 0.1에서 최대성능 5%를 나타내며 MS\_CDMA\_ALOHA 방식은 미니슬롯 개념을 적용하여 채널 이용률을 높일 수 있었으나 채널 평균오류율이 높아서 S\_CDMA\_ALOHA 방식과 비슷한 처리율을 보였다. IS-95 방식은 액세스 과부하 등급에 관련된 파라미터를 통한 지속성 시험 및 랜덤 액세스 절차를 사용하여 16%의 최대 성능을 나타내지만 NA\_CDMA\_ALOHA 방식은 전송시점에서 액세스를 제어함으로써 채널상의 오류에 적절하게 대응하여 재 액세스 시도 횟수를 줄여 최대성능을 20%로 향상시켰다. 이는 페이딩 채널과 같은 열악한 환

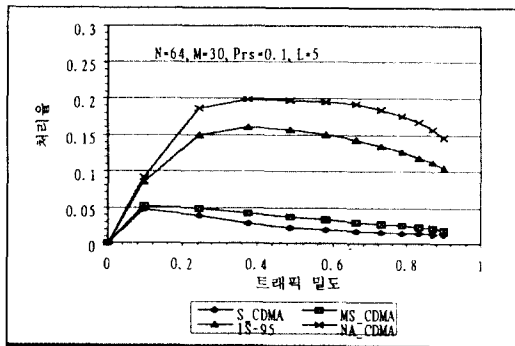


그림 8. 페이딩 채널 환경에서 시스템 처리율  
Fig. 8 System throughput in fading channel environment

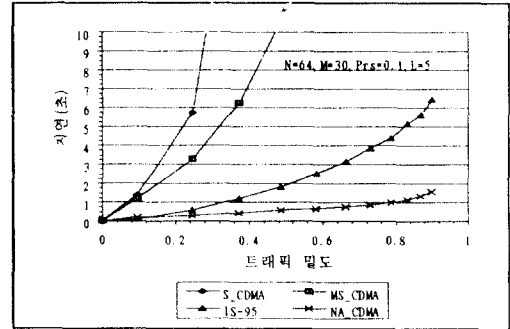


그림 9. 페이딩 채널 환경에서 시스템 지연  
Fig. 9 System delay in fading channel environment

경에서는 미니 슬롯개념과 채널 평균오류에 따라 액세스 트래픽을 제어하는 기법이 무선 채널환경에 동적으로 적용할 수 있음을 알 수 있다.

페이딩 환경에서 트래픽 밀도의 증가에 따른 평균 지연 특성이 그림 9에 잘 나타나 있으며, 처리율과 마찬가지로 S\_CDMA\_ALOHA와 MS\_CDMA\_ALOHA 방식은 트래픽 밀도가 증가함에 따라 지연이 급격히 증가하지만 IS-95와 NA\_CDMA\_ALOHA 방식은 비교적 완만한 지연특성을 보였다. 특히, NA\_CDMA\_ALOHA 방식은 트래픽 밀도가 증가함에 따라 매우 안정된 지연특성을 나타내고 있다.

V. 결 론

본 논문에서는 디지털 셀룰러 CS/CDMA 시스템에서 기존의 액세스 방식의 성능을 향상시킬 수 있는 새로운 액세스 방식을 제안하고, 이에 대한 성능을 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 처리율과 지연 특성면에서 비교 분석하였다. 시뮬레이션 결과, 기존의 고정된 재 액세스 확률로 액세스를 시도하는 CDMA\_ALOHA 기법으로서 미니 슬롯 개념을 적용하여 채널 이용률을 높인 MS\_CDMA\_ALOHA 방식이 매 슬롯 시점에서 액세스를 시도하는 S\_CDMA\_ALOHA 방식보다 성능이 향상되었지만, 잠정적으로 권고된 미니 슬롯 개념에 랜덤 액세스 절차를 사용하여 액세스를 시도하는 IS-95 방식이 채널 평균오류율이 심한 환경에서도 월등히 나은 성능을 보였다. 한편 본 논문에서 제안한 NA\_CDMA\_ALOHA 방식은 미니 슬롯개념에

근거하여 채널 평균오류에 따라 직렬하게 액세스 트래픽을 제어하여 IS-95 방식보다 향상된 성능을 나타내었다. 특히 NA-CDMA-ALOHA 방식은 채널 평균오류가 심한 페이딩 환경에서도 매우 안정된 지연 특성을 보였다.

따라서 본 논문에서 제안한 NA-CDMA-ALOHA 방식은 이동채널의 평균오류를 고려한 환경에서 높은 처리율을 나타내고 과부하 상태에서도 안정된 지연 특성을 유지하고 있음을 볼때, bursty 오류가 발생하는 상황에 적용한다면 더욱 효율적인 액세스 서비스를 제공할 수 있는 것으로 기대된다.

### 참 고 문 헌

1. R.I.Pickholtz, "Theory of Spread-Spectrum Communication-A Tutorial," IEEE Trans. Comm., Vol. COM-30, No.5, pp.129-158, May 1982.
2. K.S.Gilhausen. et al., "On the Capacity of a Cellular CDMA System," IEEE Trans. on Veh. Technol., Vol.40, No.2, pp.303-312, May 1991.
3. Dimitrios Makrahis, "Spread Slotted ALOHA Techniques for Mobile and Personal Satellite Communication Systems," IEEE. JSAC, Vol.10, No.6, pp.985-1002, Aug. 1992.
4. M.B.Pursley, D.V.Sarwate, "Performance Evaluation for Phases-Coded Spread-Spectrum Multiple Access Communication Part2:Code Sequence Analysis," IEEE Trans. on Comm., Vol. COM-25, No.8, pp.800-803, Aug. 1997.
5. Wuyi Yue, "The Effect of Capture on Performance of Multichannel Slotted ALOHA Systems," IEEE. on Comm., Vol.39, No.6, pp.818-822, June 1991.

6. D.Raychaudhuri, "The Performance of Random Access Packet Switched Code Division Multiple Access Systems," IEEE Trans. on Comm. Vol. Com-29, No.6, June 1981.
7. B.Ramamurthi, et al., "Perfect-Capture ALOHA for Local Radio Communication," IEEE JSAC, Vol. SAC-5, No.5, pp.806-813, June 1984.
8. Christian Namislo, "Analysis of Mobile Radio Slotted ALOHA Networks," IEEE JSAC, Vol. SAC-2, No.4, pp.583-588, July 1984.
9. Zhenshong Zhang, et al., "Performance Analysis and Simulation of Code Division Multiple Access Cellular Digital Network," IEEE VTC. '93, pp. 420-423, New Jersey May 1993.
10. 안병양, 박상규, "셀룰러 DS/CDMA 시스템의 성능분석," JCCI '93, Vol.3, pp.214-219, 1993
11. IS-95, "TIA/EIA Interim Standard:", Jul. 1993.



宋相鎬(Sang-Ho Song) 정회원  
 1995년 8월:경희대학교 전자계산  
 공학과 석사과정 졸업  
 정보통신전공  
 1995년 9월~현재:POSCON 기  
 술연구소 FA  
 (DCS)분야에  
 근무

※주관심분야:무선통신, PCS

趙東浩(Dong-Ho Cho) 정회원  
 1979년 2월:서울대 전자과  
 1981년 2월:KAIST 전기 및 전자(석사)  
 1985년 2월:KAIST 전기 및 전자(박사)  
 1989년 8월~1995년 7월:경희대학교 전자계산소 소장  
 1987년 3월~현재:경희대학교 전자계산공학과 교수  
 1996년 3월~현재:경희대학교 전자계산공학과 학과장  
 현재:한국통신학회 논문지편집위원