

# 다중 슬롯을 사용하는 랜덤 액세스 기법

정회원 임민중\*, 신영주\*, 임대운\*<sup>o</sup>

## Random Access Scheme With Multiple Slots

Min-Joong Rim\*, Young-Joo Shin\*, Dae-Woon Lim\*<sup>o</sup> *Regular Members*

### 요 약

본 논문은 다중 액세스 통신 시스템에서 액세스 성공 확률을 향상시키기 위한 새로운 랜덤 액세스 기법을 제안한다. 종래의 랜덤 액세스 기법에서는 한 개의 슬롯을 이용하여 액세스를 시도하며 다른 사용자와 충돌이 발생하지 않은 경우에 액세스를 성공하여 데이터 전송을 시작한다. 이와 비교하여 본 논문에서 제안하는 랜덤 액세스 기법에서는 액세스를 위해서 여러 개의 슬롯이 존재하고 각 사용자들은 한 개 이상의 슬롯을 선택하여 액세스를 시도한다. 여기서 각 사용자들이 선택한 여러 슬롯 중에 최소한 한 개 이상의 슬롯이 다른 사용자들이 선택한 슬롯들과 충돌이 발생하지 않은 경우에 액세스를 성공하게 된다. 이 때 액세스 성공 확률을 최대화하기 위해서 사용자들이 선택하는 슬롯의 수는 각 사용자들의 액세스 분포에 따라 달라지며 액세스의 확률 분포가 주어진 경우 최적의 슬롯 수를 구하는 방법을 제안한다. 또한 모의 실험을 통해서 제안된 방법이 기존의 방법에 비해 액세스 성능 확률이 향상됨을 보인다.

**Key Words** : Random Access, Access Channel, Wireless Communication

### ABSTRACT

In this paper, a new random access scheme is proposed to improve the probability of successful access. In the conventional scheme, a packet is transmitted by a user using one slot and considered successfully transmitted if a collision does not occur. In comparison, a packet of the proposed scheme is transmitted by a user using one or more slots and considered successfully transmitted if there is at least one slot without collision. We evaluate the optimal number of slots selected by users to maximize the probability of successful access when the probability distribution functions for the number of users are given such as Binomial and Poisson distribution. From the numerical analysis, it is shown that the proposed scheme performs better than conventional scheme.

### I. 서 론

랜덤 액세스 채널(random access channel)은 기지국으로 메시지를 송신하기 전, 기지국과의 동기 동기를 맞추기 위해 시분할 다중 접속(TDMA) 기반 네트워크 기기 또는 이동 통신 기기에서 기지국의 주의를 얻기 위해서 사용된다. 또한 무선 단말들이 데이터를 전송하기 위한 권한을 네트워크로부터

할당받기 위한 공유 채널로 사용된다<sup>[1,2,3]</sup>. 여기에서 각 사용자들은 임의로 하나의 슬롯(Slot)을 액세스 하며, 충돌이 발생하지 않을 경우 채널을 할당받아 데이터 전송을 시작하게 된다. 하지만, 액세스한 슬롯이 다른 사용자와 충돌이 발생하게 되면, 임의의 시간만큼 기다린 후, 다시 액세스를 시도하게 되는 경쟁적인 액세스 방식을 사용한다. 이러한 랜덤 액세스 방식에서 충돌을 피하고 성능을 향상하기 위

\* 동국대학교 IT학부 정보통신공학전공 (minjoong@dongguk.edu, syjj79@hanafos.com, daewoonlim@gmail.com)(<sup>o</sup>: 교신저자)  
논문번호 : KICS2008-02-070, 접수일자 : 2008년 2월 9일, 최종논문접수일자 : 2008년 5월 29일

한 다양한 방법들이 모색되고 있다. 예를 들면, WCDMA 시스템에서 slotted ALOHA 기반의 랜덤 액세스 프로토콜의 안정성을 보장하기 위해서 랜덤 액세스 패킷의 재전송율을 동적으로 조절하는 방안이 제안되었고<sup>14)</sup>, 시스템 부하에 따라서 랜덤 액세스 패킷의 재전송 횟수를 제한하는 방법이 제안되었다<sup>15)</sup>. 또한 WiBro 시스템에서 채택된 이진 지수 후퇴 (binary exponential back-off) 알고리즘은 기지국이 초기 후퇴 윈도우와 최대 후퇴 윈도우에 기초하여 최대 반복 횟수만큼 시도 후에 성공하지 못하면 해당 패킷을 폐기하게 된다.

본 논문에서 제안된 방법에서는 여러 개의 액세스 슬롯이 존재하고 각 사용자들은 한 개 이상의 슬롯을 선택하여 액세스를 시도하며 사용자들이 선택한 슬롯 중에 최소 한 개 이상의 슬롯이 다른 사용자들이 선택한 슬롯과 충돌이 발생하지 않는 경우에 액세스를 성공한다고 가정한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 본 논문이 제안하는 다중 슬롯을 사용하는 랜덤 액세스 기법을 소개하고, III장에서는 사용자들의 액세스 분포가 주어진 경우의 성공 확률에 대한 수학적 모델을 보이고, IV장에서는 분포에 따른 제안된 기법에 대한 모의실험이며, V장에서 본 논문의 결론을 내린다.

## II. 다중 슬롯을 사용하는 랜덤 액세스 기법

### 2.1 단일 슬롯을 사용하는 랜덤 액세스

단일 슬롯을 사용하는 경쟁적인 랜덤 액세스는 pure ALOHA, Slotted ALOHA, CSMA/CA, CSMA/CD 방식이 있다. ALOHA와 CSMA 방식은 전송하기 전에 각각 랜덤하게 후퇴 시간을 선택하고, 채널 상태를 알아보지만, 여전히 충돌이 발생할 수 있다. CSMA 방식에서 충돌은 B 사용자가 데이터 전송을 할 때, A 사용자는 채널을 사용하지 않는 상태라고 알 수 있다. 이것은 전파 지연의 영향으로 A 사용자가 B 사용자의 신호를 보지 못하였기 때문이다. 만약 셀 내의 사용자 수가 증가한다면, 같은 시간에 데이터를 송신하게 될 확률이 증가함으로써, 충돌 확률이 높아지게 된다.<sup>16)</sup>

$k$ 명의 사용자가 단일 슬롯을 선택하여 액세스를 시도할 때, 충돌이 발생할 경우는 사용자  $u$ 가 선택한 슬롯을  $k-1$ 명 중에 적어도 1명이 같은 슬롯을 선택하였을 때이다.  $N_s$ 개의 슬롯이 있을 때, 단일 슬롯이 충돌 날 경우는  $k$ 명 모두 같은 슬롯을 선택했을 때이고,  $\gamma(1)=1$ 이다. 여기서  $\gamma(z)$ 은 전체

슬롯 중 충돌이 나는 슬롯의 수가  $z$ 개다. 두 개의 슬롯이 모두 충돌이 발생할 경우의 수는 2개의 슬롯 중 하나를  $k$ 명이 선택한 경우의 수에서 모두 하나의 슬롯을 선택한 경우의 수를 빼주어야 한다. 두 개의 슬롯이 모두 충돌이 발생한 경우의 수는  $\gamma(2) = N_s - 1 C_1 \left\{ (2C_1)^{k-1} - 2C_1\gamma(1) \right\}$ 이고, 세 개이면  $\gamma(3) = N_s - 1 C_2 \left\{ (3C_1)^{k-1} - 3C_1\gamma(2) - 3C_2\gamma(1) \right\}$ 과 같다.  $z$ 개의 슬롯이 모두 충돌이 발생하면 다음과 같이 표현 할 수 있다.

$$\gamma(z) = N_s - 1 C_{z-1} \left\{ (zC_1)^{k-1} - \sum_{j=1}^{z-1} z C_j \gamma(z-j) \right\} \quad (1)$$

$k-1 < N_s$ 인 경우,  $\gamma(k-1)$ 까지 있고, 총 충돌 슬롯 수는 다음과 같이 표현 할 수 있다.

$$N_c(k) = \sum_{i=0}^{k-2} \gamma(1+i) = N_s - 1 C_i \left\{ (i+1)C_1^{k-1} - \sum_{j=1}^i C_j \gamma(i+1-j) \right\} \quad (2)$$

임의의 사용자  $u$ 가 선택한 슬롯 하나가  $k-1$ 명의 사용자에게 의해서 충돌이 발생할 확률은 다음과 같이 표현 할 수 있다.

$k-1 < N_s$ 인 경우:

$$P_c(k,1) = \frac{\sum_{i=0}^{k-2} N_s - 1 C_i \left\{ (i+1)C_1^{k-1} - \sum_{j=1}^i C_j \gamma(i+1-j) \right\}}{(N_s C_1)^k}$$

$k-1 \geq N_s$ 인 경우:

$$P_c(k,1) = \frac{\sum_{i=0}^{N_s-1} N_s - 1 C_i \left\{ (i+1)C_1^{k-1} - \sum_{j=1}^i C_j \gamma(i+1-j) \right\}}{(N_s C_1)^k} \quad (3)$$

### 2.2 다중 슬롯을 사용하는 랜덤 액세스

$N_s$  개의 액세스 슬롯이 존재할 때 각 사용자들은 임의로  $m$ 의 슬롯을 선택하여 액세스를 시도하며 사용자들이 선택한 여러 슬롯 중에 최소한 한 개 이상의 슬롯이 다른 사용자들이 선택한 슬롯들과 충돌이 발생하지 않는 경우에 액세스를 성공하

게 된다고 가정한다. 이 때 전체 슬롯의 집합을  $\mathbf{E} = \{0, 1, \dots, N_s - 1\}$ 로 표시하면, 사용자  $u$ 가 선택한 슬롯의 집합  $\mathbf{A}_u$ 는 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\mathbf{A}_u = \{a_{u,0}, a_{u,1}, \dots, a_{u,m-1} | a_{u,i} \in \mathbf{E}, 0 \leq i \leq m-1\}$$

$k$ 명의 사용자가 액세스를 시도 할 때 사용자  $u$ 가 선택한 슬롯들 중에서 나머지  $k-1$ 명의 사용자가 선택한 슬롯들과 겹치지 않은 슬롯의 수를  $\lambda_u$ 라고 하면 사용자  $u$ 가 액세스를 성공할 조건은 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$\lambda_u = |\mathbf{A}_u - \bigcup_{0 \leq i \leq k-1, i \neq k} \mathbf{A}_i| > 0$$

$k$ 명의 사용자가  $m$  개의 슬롯을 선택하여 액세스를 시도 할 때, 이 중 한 명의 사용자가 선택한 슬롯들이 다른  $k-1$ 명의 사용자가 선택한 슬롯과 모두 중복되어 액세스를 실패할 확률  $P_c(k, m)$ 은 식 (4)과 같다. 여기서  $\gamma(z)$ 은 전체 슬롯 중 충돌이 나는 슬롯의 수가  $z$  개이고 임의의 사용자가 선택한  $m$  개의 슬롯들이 다른 사용자가 선택한 슬롯들과 모두 충돌이 나는 경우의 수를 의미하여 다음 수식과 같이 표현된다. 여기서  $\gamma(m) = 1$ 이다.

$$\gamma(m+i) = \binom{m+i}{m} C_m^{k-1} - \sum_{j=1}^i \binom{m+i}{m+j} C_j \cdot \gamma(m+i-j) \quad (5)$$

다음은 수학적 (4)의 유도 과정을 설명한다. 먼저 사용자  $u$ 가 선택한 모든 슬롯들이 다른 사용자들이 선택한 슬롯들과 충돌이 날 수 있는 경우를 세어보면 다음과 같다. 사용자  $u$ 가 선택한 모든 슬롯들이 다른 사용자들이 선택한 슬롯들과 충돌이 날 수 있는 가장 단순한 경우는 사용자  $u$ 가 선택한  $m$ 개의 슬롯을 다른  $k-1$ 명의 사용자가 모두 같은 슬롯을

선택했을 때이다. 그 경우의 수를  $\gamma(m)$ 이라고 두면  $\gamma(m) = 1$ 임을 알 수 있다.

충돌이 나는 슬롯의 수가  $m+1$  개일 때는 사용자  $u$ 가 선택한  $m$  개의 슬롯과 사용자  $u$ 가 선택하지 않은 슬롯들 중에서 하나의 슬롯이 충돌이 나는 경우이며 이러한 경우의 수를  $\gamma(m+1)$ 로 나타낸다.  $m+1$  개의 슬롯 또는  $m$  개의 슬롯이 충돌이 나는 경우의 수는  $k-1$ 명의 사용자가  $m+1$ 개의 슬롯들 중에서  $m$  개의 슬롯을 선택한 경우의 수이므로  $\binom{m+1}{m} C_m^{k-1}$ 이다.  $m+1$  개의 슬롯이 충돌이 나는 경우의 수를 구하기 위해서는  $m+1$  개의 슬롯 또는  $m$  개의 슬롯이 충돌한 경우의 수  $\binom{m+1}{m} C_m^{k-1}$ 에서  $m$  개의 슬롯이 충돌이 발생한 경우의 수인  ${}_{m+1}C_1 \cdot \gamma(m)$ 는 이전에 경우의 수로 포함했기 때문에 중복이 됨으로 빼주어야 한다. 그리고 정해진  $m$  개의 슬롯 외에 다른 하나의 슬롯을 선택하는 경우의 수는  ${}_{N_s-m}C_1$  이므로  $\gamma(m+1)$ 을 식 (6)과 같이 표현할 수 있다.

다음으로 충돌이 나는 슬롯의 수가  $m+2$  개인 경우의 수  $\gamma(m+2)$ 를 살펴본다.  $m+2$  또는  $m+1$  또는  $m$  개의 슬롯이 충돌이 나는 경우의 수는  $k-1$  명의 사용자가  $m+2$  개의 슬롯들 중에서  $m$  개의 슬롯을 선택한 경우의 수이므로  $\binom{m+2}{m} C_m^{k-1}$ 이다.  $m+2$  개의 슬롯이 충돌이 나는 경우의 수를 구하기 위해서는  $\binom{m+2}{m} C_m^{k-1}$ 에서  $m+1$  또는  $m$ 개의 슬롯이 충돌한 경우의 수  ${}_{m+2}C_1 \cdot \gamma(m+1) + {}_{m+2}C_2 \cdot \gamma(m)$ 는 이전에 구한  $\gamma(m+1)$ 와  $\gamma(m)$ 를 통해서 구했으므로 중복되는 경우의 수를 빼주어야 한다. 그리고 정해진  $m$  개의 슬롯 외에 다른 두 개의 슬롯을 선택하는 경우의 수는  ${}_{N_s-m}C_2$  이므로 사용자  $u$ 가 선택한  $m$ 개의 슬롯이 모두 충돌이 나고 추가적으로 두 개의 슬롯이 더 충돌이 난 경우의 수인  $\gamma(m+2)$ 을 식 (7)과 같이 표현할 수 있다.

위에서 설명한 방법을 반복적으로 적용하면

$$P_c(k, m) = \begin{cases} \frac{\sum_{i=0}^{(k-2)m} {}_{N_s-m}C_i \cdot \left\{ \binom{m+i}{m} C_m^{k-1} - \sum_{j=1}^i \binom{m+i}{m+j} C_j \cdot \gamma(m+i-j) \right\}}{\binom{N_s}{m} C_m^k}, & (k-1) \cdot m < N_s \\ \frac{\sum_{i=0}^{N_s-m} {}_{N_s-m}C_i \cdot \left\{ \binom{m+i}{m} C_m^{k-1} - \sum_{j=1}^i \binom{m+i}{m+j} C_j \cdot \gamma(m+i-j) \right\}}{\binom{N_s}{m} C_m^k}, & (k-1) \cdot m \geq N_s \end{cases} \quad (4)$$

$$\gamma(m+1) = {}_{N_s-m}C_1 \cdot \left\{ \binom{m+1}{m} C_m^{k-1} - {}_{m+1}C_1 \cdot \gamma(m) \right\} \quad (6)$$

$$\gamma(m+2) = {}_{N_s-m}C_2 \cdot \left\{ \binom{m+2}{m} C_m^{k-1} - {}_{m+2}C_1 \cdot \gamma(m+1) - {}_{m+2}C_2 \cdot \gamma(m) \right\} \quad (7)$$

표 1.  $N_s$  과  $k$ 에 따른 최적의 슬롯 수

$k \backslash N_s$	8	10	12	14	16
3	2	3	3	4	4
4	2	2	2	3	3
5	1	2	2	2	2
6	1	1	2	2	2
7	1	1	1	2	2

$\gamma(m+i)$ 를 구할 수 있다. 이 때 전체  $k-1$ 명이 선택할 수 있는 슬롯의 수인  $(k-1)m$ 이  $N_s$ 보다 작다면  $\gamma(m+(k+2)m)$ 까지 구할 수 있고,  $(k-1)m$ 이  $N_s$  보다 크거나 같다면  $\gamma(N_s)$ 까지 구할 수 있다. 충돌이 나는 전체 경우의 수  $N_c(k)$ 는 식 (4)와 같이  $(k-1)m < N_s$ 인 경우와  $(k-1)m \geq N_s$ 인 경우로 나누어서 표현된다.

$$N_c(k) = \begin{cases} \sum_{i=0}^{(k-2)m} \gamma(m+i), & (k-1) \cdot m < N_s \\ \sum_{i=0}^{N_s-m} \gamma(m+i), & (k-1) \cdot m \geq N_s \end{cases} \quad (8)$$

수식 (8)을 통해서 구한 최적의 슬롯의 개수는 표 1에 나타내었다. 전체 슬롯의 수  $N_s$ 와 현재 액세스를 시도하는 사용자의 수  $k$ 에 따라서 액세스 실패 확률을 최소로 하는  $m$ 을 나타낸다. 슬롯의 수가 주어진 경우 사용자 수가 증가할수록 액세스 실패 확률을 최소로 하기 위해서  $m$ 이 감소해야 함을 볼 수 있다.

### III. 분포에 따른 성공 확률

임의의 시간에서 액세스를 시도하는 사용자의 수가 이항 분포 또는 푸아송 분포를 갖는 경우, 사용자가 선택하는 슬롯의 수에 따른 액세스 성공 확률에 대한 수학적 모델을 표현한다.

#### 3.1 이항 분포

액세스를 시도하는 사용자의 수가 이항 분포를 갖는 경우에서 전체 사용자의 수는  $K$  명이고 각 사용자들이 액세스를 시도할 확률을  $p$ 라고 하면 임의의 시간에서  $k$ 명이 접속할 확률은  $g(K,p,k)$ 는 다음과 같이 표현된다.

$$g(K,p,k) = {}_K C_k \cdot p^k (1-p)^{K-k} \quad (9)$$

각 사용자들이  $m$  개의 슬롯을 선택하여 액세스를 시도할 때 임의의 사용자가 액세스를 성공할 확률  $P_s(K,p,m)$ 는 다음과 같이 표현된다.

$$P_s(K,p,m) = 1 - \sum_{k=2}^K g(K,p,k) P_c(k,m) \quad (10)$$

여기서  $P_c(k,m)$ 는 식 (4)에서 정의한 값이다.

#### 3.2 푸아송 분포

액세스를 시도하는 사용자의 수가 푸아송 분포를 갖는 경우에서 평균 사용자의 수를  $\lambda$ 라고 하면 임의의 시간에서  $k$ 명이 접속할 확률  $f(\lambda,k)$ 는 다음과 같이 표현된다.

$$f(\lambda,k) = \frac{\lambda^k e^{-\lambda}}{k!}, \quad k \geq 0 \quad (11)$$

액세스를 성공할 확률  $P_s(\lambda,m)$ 는 평균 액세스 사용자  $\lambda$ 와 사용자가 선택하는 슬롯의 수  $m$ 에 따라서 다음과 같이 표현된다.

$$P_s(\lambda,m) = 1 - \sum_{k=2}^{\infty} f(\lambda,k) P_c(k,m) \quad (12)$$

여기서  $P_c(k,m)$ 는 식 (4)에서 정의한 값이다.

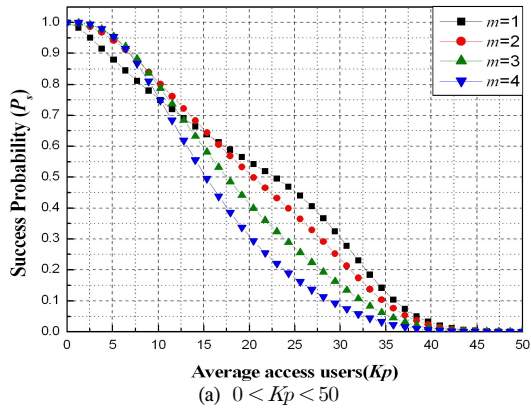
## IV. 모의 실험

#### 4.1 실험 환경

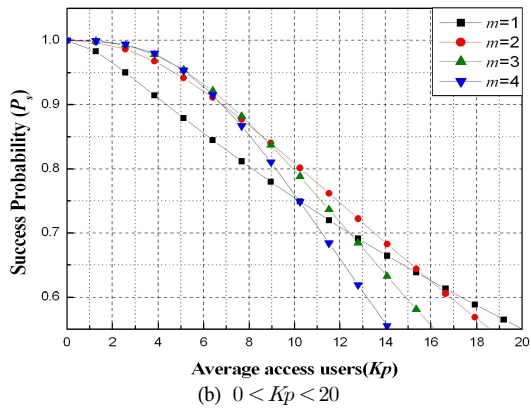
랜덤 액세스 성공 확률을 비교하기 위해서 다음과 같은 실험을 하였다. 우선, 실험은 50명의 사용자가 고정된 32개의 슬롯을 액세스할 수 있다. 식 (10)과 식 (12)를 이용하여 단일 슬롯을 사용할 때와 다중 슬롯을 사용할 때 수학적 모델에 대해 실험 하였다. 액세스 형태는 식(9)과 식(11)을 이용하였다. 두 번째 실험은 분포에 따라 사용자를 랜덤하게 발생시키고 액세스 슬롯 또한 랜덤하게 선택하게 된다. 각 사용자들이 액세스 슬롯 수는 1에서 4까지로 제한하였다.

#### 4.2 실험 결과

그림 1은 수학적 모델을 실험한 그림이다. 각 사용자의 액세스할 확률이 이항 분포를 가질 때 각 평균 액세스 사용자  $Kp$ 와 선택한 슬롯의 수  $m$ 에



(a)  $0 < K\bar{p} < 50$



(b)  $0 < K\bar{p} < 20$

그림 1. 이항 분포에 따른 수학적 모델에 대한 성공할 확률 ( $N_s = 32$ ,  $K\bar{p}$ =평균 액세스 사용자)

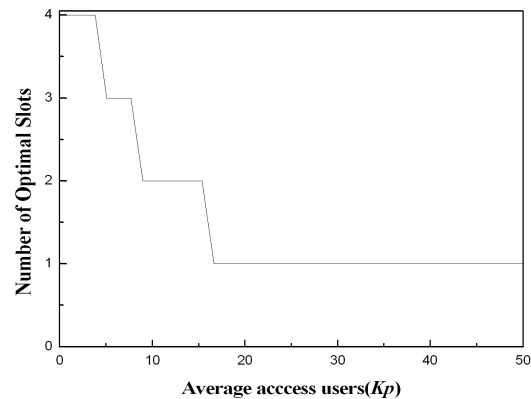


그림 2. 이항 분포를 일 때, 각 평균 액세스 사용자  $K\bar{p}$ 에 대한 최적의 슬롯의 수

따라 액세스를 성공할 확률이 변화하는 그래프이다. 그림 1의 (a)는 전체적인 경향을 보기위해서  $K\bar{p}$ 가 0과 50사이인 경우에 대한 액세스 성공 확률이다. 그림 1의 (b)는 그림 1의 (a)에서  $K\bar{p}$ 가 0과 20인 경우를 확대한 것이다.

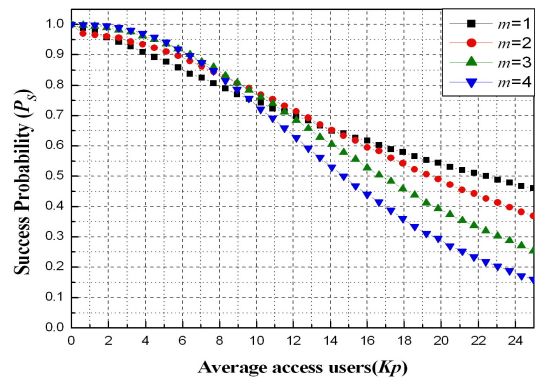
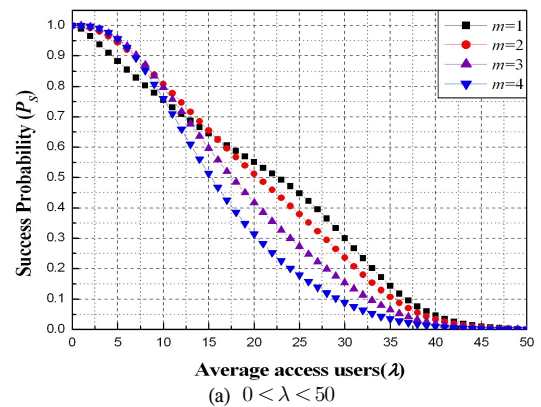
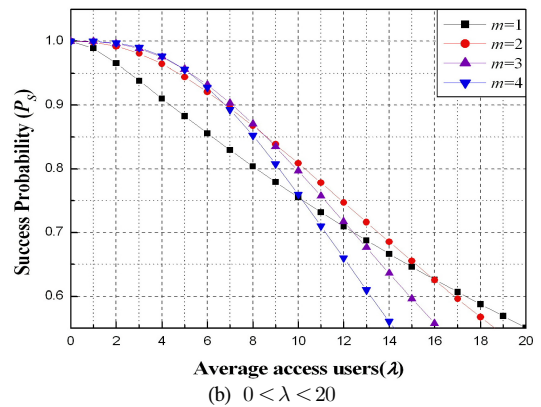


그림 3. 이항 분포로 랜덤하게 발생한 사용자  $K\bar{p}$ 에 대한 성공 확률( $N_s = 32$ )



(a)  $0 < \lambda < 50$



(b)  $0 < \lambda < 20$

그림 4. 푸아송 분포에 따른 수학적 모델에 대한 성공할 확률( $N_s = 32$ ,  $\lambda$ =평균 액세스 사용자)

그림 2는 그림 1의 조건 하에서 평균 액세스 사용자  $K\bar{p}$ 에 따라 액세스를 성공할 확률을 최대화 하는 최적의 슬롯의 수를 보여준다. 평균 사용자 수가 증가함에 따라 최적의 슬롯의 수가 4에서 3, 2, 1로 변화하는 것을 볼 수 있다.

그림 3은 실제로 이항 분포에 따라 랜덤하게 발

## V. 결 론

본 논문은 다중 액세스 통신 시스템에서 액세스 성공 확률을 향상시키기 위한 새로운 랜덤 액세스 기법을 제안하였다. 기존의 랜덤 액세스 방법은 슬롯을 1개만 선택하는 방법을 사용하지만, 제안된 기법에서는 액세스를 위해서 여러 개의 슬롯을 선택할 수 있다. 각 사용자들은 한 개 이상의 슬롯을 선택하여 액세스를 시도 할 수 있다. 사용자들은 항상 한 개의 슬롯을 선택하는 것보다는 여러 개의 슬롯을 선택하여 액세스를 시도하는 것이 성공 확률을 높일 수 있음을 실험을 통하여 보았다. 동시에 15명 이하의 사용자가 액세스를 시도하는 경우는 슬롯의 개수를 2개 이상으로 액세스를 시도하는 것이 액세스 성공확률을 증가시킬 수 있지만, 16명 이상의 사람들이 동시에 액세스를 시도할 경우에는 하나의 슬롯을 선택하는 것이 사용자들에게 최적의 선택 개수가 된다.

일반적으로 기지국 또는 단말기가 평균 액세스 사용자 수를 실시간으로 알 수 없기 때문에 위의 결과를 직접적으로 다중 사용자 시스템에 적용하기는 어렵다. 기지국 또는 단말기가 랜덤 액세스 시 발생하는 충돌을 감지할 수 있는 경우라면, 기지국은 액세스하는 사용자들의 충돌 확률에 따른 슬롯의 선택 개수 또는 충돌 확률을 방송 정보로 송신한다. 이후, 단말은 액세스를 시도 할 때, 바로 전에 기지국으로부터 수신한 방송 정보를 이용하여 액세스 슬롯의 선택 개수 또는 충돌 확률을 보고 스스로 슬롯 개수를 선택하여 액세스를 시도 할 수 있다.

사용자들이 선택하는 슬롯의 수는 각 사용자들의 액세스 분포에 따라 달라지며 액세스의 확률 분포가 주어진 경우 최적의 슬롯 수를 구하는 방법을 제안하였고 모의실험을 통해서 제안된 방법이 기존의 방법에 비해 액세스 성능 확률이 향상될 수 있음을 보였다.

## 참 고 문 헌

- [1] S. Cho and S. H. Park, "Stabilised random access protocol for voice/data integrated WCDMA system," *IEE Electronics Letters*, Vol.37, No.19, pp.1197-1198, Sept. 2001.
- [2] J. H. Sarker and S. J. Halme, "An optimum retransmission cut-off scheme for slotted ALOHA," *Wireless Personal Communication*,

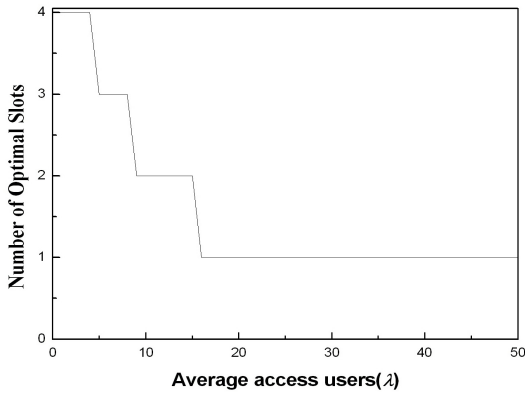


그림 5. 푸이송 분포 일 때, 각 평균 액세스 사용자  $\lambda$ 에 대한 최적의 슬롯의 수

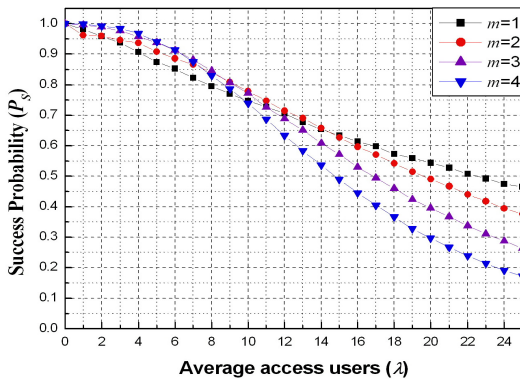


그림 6. 푸이송 분포로 랜덤하게 발생한 사용자  $\lambda$ 에 따른 성공확률( $N_s = 32$ )

생한 사용자들이 슬롯을 랜덤하게 선택하였을 때의 성공분포이다. 수학적 모델을 실험한 그림 1와는 유사한 형태를 보이고 있다.

그림 4는 각 사용자의 액세스할 확률이 푸이송 분포를 가질 때 각 평균 액세스 사용자  $\lambda$ 와 슬롯의 수  $m$ 에 따라 액세스를 성공할 확률이 변화하는 그래프이다. 그림 3의 (b)는 그림 4의 (a)에서  $\lambda$ 가 0과 20인 경우를 확대한 것이다.

그림 5는 그림 3의 조건에서 각 평균 액세스 사용자  $\lambda$ 에 따라 액세스를 성공할 확률을 최대화 하는 최적의 슬롯의 수를 보여준다. 액세스 확률이 푸이송 분포를 갖는 경우에도 이항 분포와 유사하게 평균 사용자 수가 증가함에 따라 최적의 슬롯 개수가 4에서 3, 2, 1로 변화하는 것을 볼 수 있다.

그림 6은 실제로 푸이송 분포에 따라 랜덤하게 발생한 사용자들이 슬롯을 랜덤하게 선택하였을 때의 성공분포이다. 수학적 모델을 실험한 그림 4와는 유사한 형태를 보이고 있다.

pp.185-202, 2000.

[3] J. I. Capetanakis, "Tree algorithm for packet broadcast channels," IEEE Trans. Inform. Theory. Vol.IT-25, pp.505-515, Sept, 1979.

[4] N. Abramson, "Multiple access in wireless digital networks," Proc. IEEE, Vol.82, pp.1360-1369, Sept. 1994.

[5] L. Kleinrock and F. A. Tobagi, "Packet switching in radio channels: Part 1-carrier sense multiple access modes and their throughput delay characteristics," IEEE Trans. Commun., Vol.COM-23, pp.1400-1416, Dec. 1975

[6] Hui Liu, Guoqing Li, "OFDM-Based Broadband Wireless Networks Design and Optimization", John Wiley & Sons Inc., Nov. 2005.

임 민 중 (Min-Joong Rim)

정회원



1987년 서울대학교 전자공학과 학사

1993년 University of Wisconsin-Madison, Electrical and Computer Engineering 박사

1993년~2000년 삼성전자 선임연구원

2000년~현재 동국대학교 IT학부 정보통신공학전공 부교수

<관심분야> 이동통신, 무선통신, 통신 VLSI, 통신 소프트웨어

신 영 주 (Young-Joo Shin)

정회원



2006년 2월 동국대학교 전자공학과 학사

2007년~현재 동국대학교 IT학부 정보통신공학 전공 석사 과정

<관심분야> 이동 통신, 무선통신, OFDMA, 통신 소프트웨어

임 대 운 (Dae-Woon Lim)

정회원



1994년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 학사

1997년 2월 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사

2006년 8월 서울대학교 전기·컴퓨터공학부 박사

1995년 9월~2002년 8월 LS산전 선임연구원

2006년 9월~현재 동국대학교 IT학부 정보통신공학전공 조교수

<관심분야> OFDM, 부호 이론, 시공간 부호