

# PBMA\_DP에서 요구슬롯의 동적할당 방식의 성능분석

유태화, 최덕규, 조영중  
아주대학교 정보및컴퓨터공학부

## Performance Analysis of Request\_slot Allocation Methods for the Priority-Based Multiple Access with Dynamic Permission(PBMA\_DP) Protocol

Tai-Hwa Yu, Dug-Kyoo Choi, Young-Jong Cho,  
Division of Information and Computer Engineering, Ajou University

### 요 약

PBMA\_DP 프로토콜은 우선 순위에 따라 수락 확률을 변화시켜준다. 수락 확률 수치는 요구슬롯(R-slot)의 개수에 영향을 받는다 따라서 부하가 많아지면 R-slot의 개수를 줄이고, 부하가 적어지면 R-slot의 개수를 늘려 성능의 향상을 꾀할 수 있다 따라서 본 논문에서는 동적으로 R-slot의 개수를 바꾸어주는 알고리즘 두 가지를 제안한다. R-slot의 위치는 고정시키고 개수만 변화시키는 방식과 R-slot의 위치를 변화시키면서 개수도 변화시키는 방식이다. 또한 단말의 개수를 예측하는 방법에 대해 간단히 설명한다. 위의 두 방식에 대한 모의 실험을 시행하여 성능분석을 행한다.

## 1. 개 요

PBMA\_DP(Priority-Based Multiple Access)[1][2]는 RRA(Reservation Random Access)의 한 종류로 Pseudo-Bayesian 알고리즘[3] 등을 사용하여 수락확률(permission probability)  $p$ 를 동적으로 변화시키는 방식이다. 주요 과정은 경쟁과 예약 두 가지 과정으로 나누어진다. 주요 채널은 상향링크, 하향링크 두 개의 채널을 갖는다. 상향링크는 요구슬롯(R-slot)과 정보슬롯(I-slot)으로 이루어지고, 하향링크는 응답슬롯(A-slot)과 정보슬롯(I-slot)으로 이루어진다. R-slot과 A-slot의 개수는 같으며 고정되어 있다.

위에서 R-slot과 A-slot의 개수를 고정시킨 점은 시스템의 부하가 변함에 따라 비효율적으로 대처하게 됨으로써 패킷 버릴 확률과 전송지연을 높이는 요인이 되고 있다. 이러한 성능의 저하를 막기 위해서는 R-slot의 개수를 동적으로 변화시켜 주어야한다. R-slot과 A-slot의 개수를 동적으로 변화시키기 위해 다음과 같은 두 가지 방식을 제안한다. 첫 번째는 동적으로 위치를 결정하는 방법으로 첫 번째 R-slot의 위치는 정해져 있고 나머지 R-slot의 위치는 기지국에서 결정하여 단말에게 알려주어 경쟁을 시도하는 방식이다. 두 번째 방식은 R-slot들의 위치는 고정되어 있고 R-slot의 개수를 동적으로 변화시켜주는 방식이다 이에 대한 자세한 설명은 2장에서 설명하고 3장에서는 모의 실험, 4장에서는 이에 대한 결론을 맺는다.

## 2. 제안된 두 가지 요구슬롯 할당 방식

### 2.1. 동적 위치 할당 방식 (Dynamic Position scheme)

이 방법은 기지국이 다음 R-slot의 위치를 A-slot을 통해 알려주는 방식이다. 프레임의 맨 처음에 나오는 R-slot은 항상 프레임의 가장 처음에 있고 나머지 R-slot의 위치와 개수는 프레임이 시작하기 전에는 알 수가 없다 R-slot의 위치와 개수를 알려주는 방법은 제어 채널이나 동기 채널 등을 이용할 수 있겠지만 기존 논문에서 상향링크, 하향링크 이외에 다른 채널에 대한 언급이 없으므로 R-slot에 대한 응답슬롯인 A-slot을 통해 정보를 보내는 것으로 한다. 프레임의 맨 처음에 있는 R-slot에 대하여 응답이 담긴 A-slot에서 그 프레임의 두 번째 R-slot의 위치를 알려준다. R-slot의 위치가 결정되면 그에 대한 A-slot의 위치는 미리 정한 간격을 두고 A-slot을 정한다. R-slot으로 선정되는 대상 slot의 이전 A-slot과 전파지연, 처리시간을 감안한 위치의 slot을 R-slot으로 하며 대상 slot이 busy일 경우 다음 slot을 대상으로 고려한다. R-slot과 A-slot사이의 간격 또한 같은 점을 고려하여 미리 정해 두게 된다. 여기서는 2 slot을 간격으로 한다. 그림 1 은 R-slot을 할당하는 과정을 설명한 것이다.

본 방식은 시스템의 부하를 고려하지 않고도 자동으로 부하가 많으면 R-slot의 개수는 적어지고 부하가 적으면 R-slot의 개수는 많아진다. 동기에 맞추어 예약을 할 수는 없다

\*이 논문은 정보통신부 대학기초연구지원사업의 연구비에 의해 연구되었음.

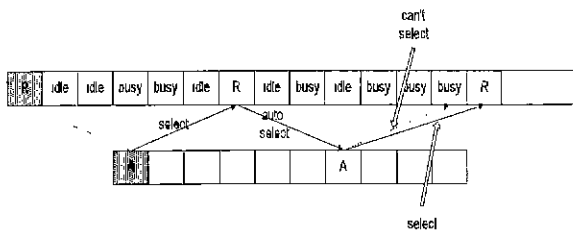


그림 1 동적위치할당 방식에서의 R-slot설정

2.2. 고정 위치 할당 방식 (Fixed Position Scheme)

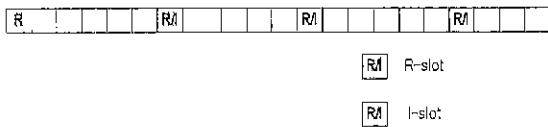


그림 2 프레임 구조

I-slot으로 전환될 수 있는 R-slot을 R/I-slot이라 하자. 그림 2와 같이 프레임의 가장 첫 slot은 R-slot으로 정해져 있고 나머지 R/I-slot과 A-slot들은 프레임 기간을 R-slot의 개수로 나눈  $t_R$  주기로 위치를 미리 정한다. 처음 시스템이 시작하면 R/I-slot은 모두 R-slot으로 사용된다. 시스템의 부하가 많아지면 R/I-slot들을 I-slot으로 사용하고, 시스템의 부하가 적어지면 R/I-slot들을 R-slot으로 사용한다.

시스템의 부하가 많아지면 R-slot으로 쓰이는 R/I-slot중 프레임의 끝 부분에 있는 것이 먼저 전환된다. 그리고 시스템의 부하에 따라 프레임의 끝에서 앞쪽으로 순서대로 전환된다. 또한 R/I-slot에 상응하는 A-slot 또한 I-slot으로 전환된다.

시스템의 부하가 적어지면 I-slot으로 사용되는 R/I-slot중 프레임의 일부분에 있는 것이 먼저 전환된다. 그리고 시스템의 부하에 따라 프레임의 앞에서 끝 쪽으로 순서대로 전환된다. 또한 R-slot으로 쓰일 R/I-slot에 상응하도록 A-slot 또한 다시 만들어져야 한다.

R-slot으로 쓰이는 R/I-slot, I-slot으로 쓰이는 R/I-slot으로 서로 전환되면 R-slot으로 쓰이는 R/I-slot의 개수와 끝을 알 수 없게 된다. 상향링크, 하향링크 채널만 존재한다고 가정했으므로, A-slot을 이용해 R-slot으로 쓰이는 R/I-slot의 끝을 알려준다. A-slot에 다음 R/I-slot이 R-slot으로 쓰이는 R/I-slot인지 I-slot으로 쓰이는 R/I-slot인지 알려주거나 프레임의 첫 번째 A-slot에서 R-slot으로 쓰이는 R/I-slot의 개수를 가르쳐 주어야한다

시스템의 부하와 R-slot의 개수와의 관계에 대한 연구는 다음으로 미룬다

2.3. 우선 순위 방식(Priority scheme)

PBMA\_DP의 우선 순위 방식은 기지국이 단말에게 수락 인자

(permission parameter)를 주어 단말이 자신의 우선 순위와 연관하여 수락을 얻어내어 경쟁에 용한다. 기지국이 단말에게 보내는 수락 인자는 경쟁을 시도할 단말의 수를 예측함으로써 구해진다. 단말의 수를 예측하는 알고리즘은 Pseudo-Bayesian 알고리즘이다. 이 알고리즘은 다음과 같다

$$\eta_{k+1} = \begin{cases} \max(\lambda, \eta_k + \lambda - 1) & , \text{idle or success} \\ \eta_k + \lambda + (e - 2)^{-1} & , \text{collision.} \end{cases} \quad (1)$$

여기서  $\lambda$ 의 값을 기존 PBMA\_DP 프로토콜[2]에서는  $\lambda = \frac{N\pi^{off}F}{S^{av}N_R}$  라고 정의하고 있다. 그러나  $\frac{F}{N_R}$  은 R-slot과 R-slot사이의 시간으로 고정된 값을 갖는다. 따라서 주기적인 방식에서만 가능하다. 그러므로 여기서는  $\frac{F}{N_R}$  대신  $t_k$ 를 사용한다.

$t_k$ 는 k th R-slot과 k-1 th R-slot사이의 시간을 말한다. 동적 위치 할당 방식은 비 주기적인  $t_k$ 를 가지며 고정 위치 할당 방식도 R-slot으로 쓰이는 R/I-slot의 마지막의 것과 다음 프레임의 처음 R-slot과의 시간이 가변적이다. 따라서 일정주기를 가진  $t_R$ , 즉

$\frac{F}{N_R}$ 로  $\lambda$ 를 구할 수는 없다. 따라서  $\lambda = \frac{N\pi^{off}}{S^{av}} t_k$ 이다. 단 위에 서 사용한 변수들의 의미는 다음과 같다.

- $\eta_k$  : k번째에서의 예측된 단말의 개수
- $\lambda$  : 도착비율
- $N$  : 전체 단말의 개수
- $\pi^{off}$  : 묵음 확률(silence probability)
- $F$  : 프레임 기간
- $S^{av}$  : 평균 묵음 기간
- $N_R$  : R-slot의 개수

3. 모의실험

3.1. 환경

모의실험 환경은 [2]와 같다. 다만 기존의 PBMA\_DP와 성능비교를 위해 음성단말만이 존재하며 데이터 단말은 제외시켰다. 또한 고정 위치 할당 방식은 R-slot할당 알고리즘이 아직 완성되지 않은 관계로 차후 연구과제로 남기며 모의실험에서는 제외하였다.

3.2. 패킷 버림 확률(Packet Dropping Probability)

패킷 버림 확률은 전체 패킷의 개수와 잃어버린 패킷의 개수의 비

로 계산을 하였다.

그림 3 은 단말의 개수와 R-slot에 따라 패킷의 버릴 확률을 나타내고 있다. 단말의 개수가 많아짐에 따라 R-slot의 개수가 적은 경우가 더욱 좋은 버릴 확률을 갖는다. 동적 위치 할당 방식의 경우 단말의 개수가 많아짐에 따라 R-slot의 개수는 점점 줄어들기 때문에 다른 R-slot의 개수가 고정된 기존의 PBMA\_DP보다 더욱 낮은 패킷 버릴 확률을 갖게 된다.

### 3.3. 평균 전송 지연

그림 4 는 단말의 개수에 따른 평균 전송 지연을 나타내고 있다. PBMA\_DP는 R-slot의 개수를 4로 설정한 것이다. 그림을 보면 PBMA\_DP는 단말의 개수가 105개 일 때 급격한 상승세로 변한다. 하지만 동적 위치 할당 방식은 PBMA\_DP보다 좀더 완만한 선을 그리고 있다.

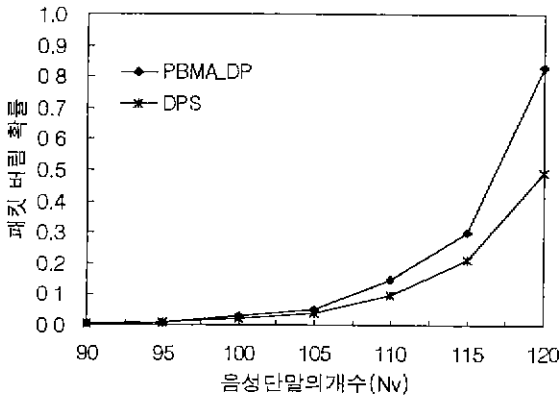


그림 3 음성 단말의 개수에 따른 패킷 버릴 확률

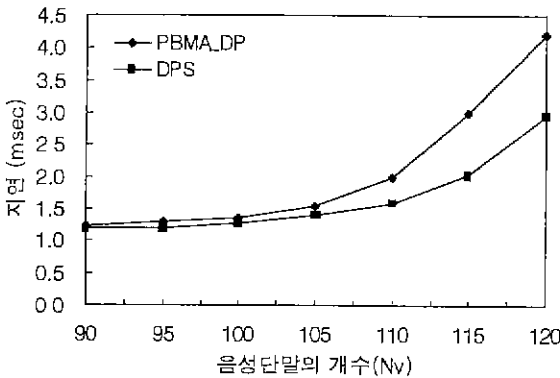


그림 4 평균 전송 지연

### 4. 결론

PBMA\_DP는 R-slot의 개수를 고정시킴으로 인해 패킷 버릴 확률과 전송지연에서 많은 손실을 보고 있다. 이러한 손실을 막기 위해 선 R-slot의 개수를 동적으로 변화시켜 주어야 한다. 동적 위치 할당 방식과 고정 위치 할당 방식은 R-slot을 동적으로 할당하여 부하에 대해 좀더 적극적으로 대처할 수 있다. 동적 위치 할당 방식은 부하의 변화에 대해 매우 쉽게 대처할 수 있는 간단한 방식이다. 그러나 R-slot의 위치가 유동적이라는 점이 단점이 될 수 있다. 고정 위치 할당 방식은 부하의 변화를 직전 측정해야하며 부하에 따라 몇 개의 R-slot을 할당할 지를 결정해야한다. R-slot의 위치가 고정적이라는 장점은 있다. 고정 위치 할당 방식에서 부하의 변화에 따른 R-slot 결정문제는 차후 연구 과제로 남긴다

### 참조문헌

- [1] F. Khan and D. Zeghlache, "Priority-Based Multiple Access (PBMA) for Statistical Multiplexing of Multiple Services in Wireless PCS", *ICUPC'96*, pp.17-21, 1996.
- [2] Ronaldo Moreira Salles and Paulo Roberto, "Performance of Priority-Based Multiple Access with Dynamic Permission (PBMA\_DP) for Multimedia Wireless Networks", *ICC'98*, pp.161-165, 1998.
- [3] D. Bertsekas and R. Gallager, *Data Networks*, second edition, Prentice Hall, 1992.
- [4] D. J. Goodman and S. X. Wei, "Efficiency of Packet Reservation Multiple Access", *IEEE Trans. Veh. Tech.*, vol. 40, pp. 170-176, Feb. 1991.
- [5] S. Nanda, "Stability Evaluation and Design of the PRMA Joint Voice Data System", *IEEE Trans commun.*, vol.42, pp. 2092-2104, May 1994.
- [6] Leonard Kleinrock, *Queueing System*, vol 1.