

무선 네트워크에서 신규 호 서비스를 향상 위한 채널할당에 관한 연구

정희원 임영훈*, 배성수*, 오영환**

A Study on the Channel Assignment Scheme on Enhancing New Call Service in Wireless Network

Lim Young-Hoon*, Seong-soo Bae*, Oh Young-Hwan** *Regular Members*

요 약

본 논문에서는 무선 통신망에서 요구되는 핸드오프 호의 차단 확률을 보장하면서 신규 호의 블로킹 확률을 줄이기 위해 트래픽의 변동 특성과 핸드오프 호 비율을 이용한 가변 가드 채널방식을 제안하였다. 제안한 방식에서 핸드오프 발생 비율이 신규 호 발생 비율보다 낮은 경우 채널의 비효율적 사용의 문제점을 개선하기 위하여 정해진 핸드오프 호의 QoS(Quality of Service)를 보장할 수 있는 가드 채널 수를 재 설정한 후 나머지 채널을 신규 호에 할당하여 신규 호의 블로킹 확률을 낮출 수 있도록 하였다. 제안한 방식의 성능을 평가하기 위하여 수학적 분석을 하였고 핸드오프 호 차단 확률, 신규 호 블로킹 확률 및 채널 이용률 관점에서 기존의 가드 채널 방식과 비교하였다.

ABSTRACT

In this paper, we propose a Fractional Channel Reservation(FCS) scheme to satisfy a desired handoff dropping probability and to reduce the blocking probability of new calls using mobility characteristics and incoming handoff rate in mobile communication networks. When the ratio of the handoff call arrival rate is less than the ratio of the new call arrival rate, the proposed scheme is capable of determining the number of the guard channels which can guarantee the Quality of Service(QoS) in terms of the request handoff dropping probability and allocating dynamically the wireless channels the new calls according to the rest of the guard channels to reduce the new call blocking probability. Also we perform mathematical analysis and simulation to evaluate the performance of proposed scheme, and compare to conventional guard channel scheme in terms of dropping probability, blocking probability, and the utilization efficiency of wireless channels.

I. 서 론

최근 통신망의 발전과 더불어 무선 이동 통신망은 현대 통신의 중요한 요소 중의 하나가 되었고 가까운 미래에는 음성, 데이터, VBR 형태의 비디오 등 광범위한 형태의 대역폭에 기반한 서비스 요구가 증가할 것이라고 예상된다. 그러나 한정된 무선

자원과 이동 통신 가입자의 급격한 증가 등으로 인해 서비스 영역은 매크로 셀(Macrocell)에서 마이크로 셀(Microcell)이나 피코 셀(Picocell)등으로 점점 좁아지고, 주파수 채널들은 제한된 주파수를 효율적으로 사용하기 위해 여러 번 재사용하게 된다^[1].

* 광운대학교 전자통신공학과(you7004@explore.kwangwoon.ac.kr)
논문번호 : 00165-0510, 접수일자 : 2000년 5월 10일

이러한 환경에서는 네트워크에 신규호 트래픽의 증가와 더불어, 기존의 셀룰러 환경에서 이동 사용자에 의해 발생하는 핸드오프 비율 보다 더 높은 핸드오프 비율이 발생하여 핸드오프 호 차단 확률이 증가한다. 핸드오프 호의 차단은 통신 도중에 호의 절단이 발생하므로 서비스 품질에 심각한 영향을 줄 수 있다. 따라서 신규 호에 비해 핸드오프 호에 보다 높은 서비스 우선 순위가 주어진다.

현재까지의 무선 통신망에서는 신규 호보다 핸드오프 호에 우선권을 부여함으로써 강제 종료 확률을 줄이기 위한 다양한 연구가 이루어졌다^{2, 3, 4, 5, 6}.

신규 호보다 핸드오프 호에 우선권을 주는 기본적인 방법으로 가드 채널 방식이 있다. 가드 채널 방식은 채널들 중 고정된 수의 채널을 우선적으로 핸드오프 호에 할당한다^{7,8,9,10}. 즉, 기지국에서 점유된 채널의 수가 미리 정해진 임계값에 도달하였을 때, 신규 호는 차단되고 핸드오프 호만이 수락된다. 이 방식은 핸드오프 호의 차단 확률을 낮게 유지할 수 있다는 장점이 있지만 핸드오프 호 차단 확률의 감소는 신규 호의 서비스 품질에 대한 감소 없이는 이루어 질 수 없다. 또한 큐잉 방식은 이용 가능한 모든 채널이 점유되었을 때 핸드오프 호를 강제 종료시키는 대신 빈 채널이 발생할 때까지 대기시킴으로써 강제 종료확률을 줄인다.

그러나 기존의 방식은 트래픽의 변동 특성을 고려치 않고 채널을 고정적으로 예약하기 때문에 전체 트래픽에서 핸드오프 호가 차지하는 비율이 작은 경우에 이용 가능한 채널이 있음에도 신규 호의 연결설정은 수용되지 못하여 과도한 신규 호 블로킹 확률이 발생하고 무선 자원의 이용률은 저조하게 된다. 따라서 핸드오프 호의 요구되는 강제 종료 확률을 보장하면서 트래픽의 변동 특성을 고려하여 신규 호 블로킹 확률을 낮추고 망의 자원의 이용률을 향상시키기 위한 채널할당방식이 필요하다.

본 논문에서는 핸드오프 호 요구보다 신규 호 요구가 빈번해지는 경우에, 핸드오프 도착 비율과 시스템에서 수락된 호의 비율에 따라 가드 채널 내에 예약 채널 수의 할당을 예측함으로써 핸드오프를 위해 예약된 채널들 중 사용되지 않는 부분을 신규 호에 할당한다. 그리고 신규 호의 채널할당 요구를 만족시키고 채널의 낭비를 최소화하여 전체 채널에 대한 이용률을 높일 수 있는 채널 할당 방식을 제안하였다. 또한 제안한 방식에 의해 총 전송되는 트래픽의 양을 증가시킬 수 있게된다.

II. 트래픽 변동 특성에 따른 가변 가드 채널 방식

2.1 무선 채널 모델

그림 1은 제안한 적응적 가변 가드 채널 할당 방식에 대한 무선 채널 모델을 나타낸다. 기지국내에서 사용중인 채널 수가 고정된 임계값($n-g$)에 도달할 때까지는 핸드오프 호와 신규 호가 무선 채널을 공유한다. 그러나 임계값을 초과하는 나머지 채널은 우선적으로 핸드오프를 위해 예약된다. 한편 각 기지국에 위치한 제어기(controller)에서는 자신의 셀로 진입해 들어오는 핸드오프 비율, 신규 호의 도착률과 핸드오프 호의 도착률의 비율로 정의되는 트래픽 특성 변수 $\alpha = \lambda_h / \lambda_n$ 과 수락된 호의 비율 (Admitted rate)을 측정한다. 여기서 수락된 호 비율 (Admitted rate)은 호 설정에 성공한 신규 호와 핸드오프 호의 전체 평균 비율이다. 호 수락 비율 (Admitted Rate)은 하나의 기지국이 전송한 부하량을 의미한다. 진입 핸드오프 호 비율(Incoming Handoff Rate)은 일정 주기동안 진입을 시도하려는 핸드오프 호의 수를 의미하고 주기적으로 계속해서 측정된다. 트래픽 특성 변수(α)는 기지국내에서의 신규 호 발생비율과 핸드오프 호 발생비율의 비율을 의미한다.

이러한 측정값들을 기반으로 해서, 기지국은 미리 정해진 수준이하로 핸드오프 차단 확률을 유지할 수 있는 채널 수를 예측하고 핸드오프 호를 위한 채널 수를 예약한다. 즉 공유채널에서 수락된 호 (Admitted Rate) 중에서 신규 호 비율과 핸드오프 비율에 따라 가드 채널에서 실제로 집행되는 핸드오프 채널 수를 결정한다. 그리고 미리 결정되어 있는 가드 채널에서 예약 채널의 차이만큼은 신규 호에 할당한다.

기지국이 핸드오프 진입 비율을 알 수 있다면, 각 기지국은 얼마나 빨리 핸드오프 호가 도착하고 얼마나 빨리 그 호들을 위해 채널들을 예약해야하고 서비스 여부를 실제적으로 결정할 수 있다. 그리고 정해진 수준이하로 핸드오프 블로킹 확률을 유지할 수 있는 예약 채널의 수를 결정하고 이용되지 않는 나머지 채널을 신규 호에 할당하여 신규 호의 차단 확률을 낮춘다.

적응적 가변 가드 채널 예약 방식에서는, 과도하게 채널이 예약되어 있는 경우에는 측정된 비율 값들은 재 설정함으로써 기지국의 부하 변동을 갱신하고 핸드오프 호들을 위한 예약 채널 수를 동적으

로 조절한다. 따라서 실시간 트래픽의 핸드오프 호의 처리를 위한 지연이 거의 발생하지 않는다.

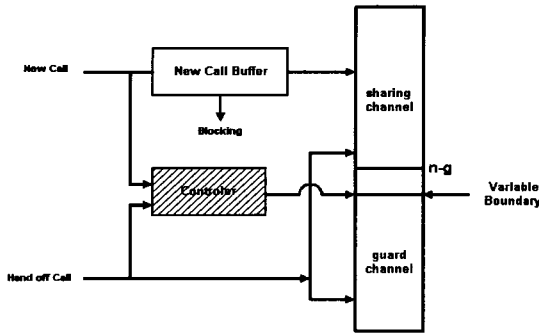


그림 1. 무선 채널 모델

2.2 호 처리 알고리즘

핸드오프 호 요구 실패는 신규 호 요구 실패보다 서비스 신뢰성의 저하에 더 큰 영향을 미치게 되므로, 핸드오프 호가 신규 호보다 우선적으로 처리되도록 하였다.

한편, 핸드오프 호 발생비율이 신규 호 발생비율보다 낮은 경우 신규 호가 호 설정을 요구하면 기존 가드 채널 방식과 달리 호 설정 요구를 즉시 차단하지 않고 신규 호의 서비스를 위해 제어기에서 새로운 임계값을 결정한 후 여분의 채널이 존재한다면 무선 채널을 할당함으로써 신규 호의 과도한 블로킹 확률을 낮추고 한정된 망 자원의 이용률을 향상시킬 수 있도록 하였다.

핸드오프 예약비율을 고려한 적응적 가변 가드 채널 알고리즘

- 단계1 /신규 호와 핸드오프 호를 구분한다./
 - (1.1) 신규 호이면 단계2로 가고 핸드오프 호이면 단계4로 간다.
- 단계2 /신규 호의 서비스 여부를 결정한다./
 - (2.1) 사용 중인 채널의수 < n-g 이면 신규 호는 서비스된다.
 - 아니면 신규 호는 단계3으로 간다.
- 단계3 /신규 호와 핸드오프 호의 비율을 결정하고 채널수를 결정한다./
 - (3.1) $N \geq LN(Pf + \rho - 1/Pf) / LN\rho$ 을 계산한다.
 - (3.2) $N \leq g$ 이면 신규 호는 블로킹 되고
아니면 신규 호는 가드 채널을 이용한다.
- 단계4 /핸드오프 호의 서비스 여부를 결정한다./
 - (4.1) 사용 중인 채널의수 < n 이면 핸드오프 호는 서비스된다.
 - 아니면 핸드오프 호는 차단된다.

그림 2는 적응적 가변 가드 채널 방식의 호 처리 알고리즘을 보여준다.

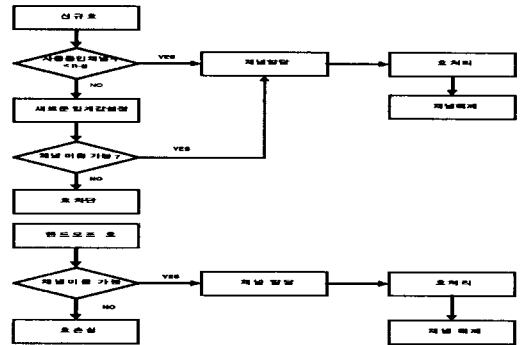


그림 2. 호 처리 알고리즘

2.3 최적의 임계값(N) 설정

그림 3은 가변 가드 채널 방식에서 호 수락 제어를 갖는 기지국의 구성도를 나타낸다. 기지국의 구성도로부터 각각의 기지국은 FIFO 큐 시스템으로 고려할 수 있다. 신규 호의 도착과 핸드오프의 도착은 각각 평균 λ_n 과 λ_h 를 갖는 포와송 과정이다. 또한, 호 서비스 시간은 평균 $1/\mu$ 을 갖는 지수분포를 따른다고 하였다.

제한한 가변 가드 채널 할당 방식을 사용한다면, 각각의 기지국에서 예약되는 채널의 사이즈는 평균 핸드오프 도착률 λ_h , 평균 호수락 비율 λ_a 를 갖는 M/M/1/N 큐잉 시스템으로 모델화 할 수 있다.

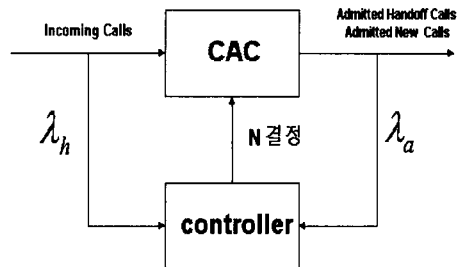


그림 3. 호 수락 제어를 갖는 기지국의 구성도

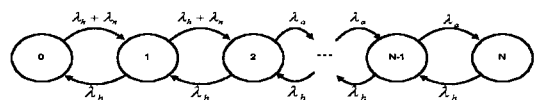


그림 4. 새로운 가드 채널을 위한 상태천이도

핸드오프 QoS를 보장하고 신규 호를 위한 새로

은 임계값을 위한 채널의 수 N은 그림 4의 상태 천이도로부터 구할 수 있다.

$$\lambda_a p_0 = \lambda_h p_1 \quad (1)$$

$$(\lambda_a + \lambda_h) p_j = \lambda_a p_{j-1} + \lambda_h p_{j+1} \quad (2)$$

$j=1, 2, \dots, j-1$

$$\lambda_h p_N = \lambda_a p_{N-1} \quad (3)$$

정상상태 확률 값을 구하면 다음과 같다.

$$P[X=j] = \frac{(1-\rho)\rho^j}{1-\rho^{N+1}} \quad (4)$$

$$(\text{단, } \rho = \lambda_a/\lambda_h = \frac{\lambda_a + \lambda_h}{\lambda_h})$$

그러므로 핸드오프 차단 확률, P_{HB} , 에 대한 QoS 를 보장하기 위하여, 각각의 기지국은 최소한의 예약 채널 수 N을 결정할 수 있다.

$$P[X=0] = \frac{1-\rho}{1-\rho^{N+1}} \leq P_{HB} \quad (5)$$

$$N \geq \ln \frac{P_{HB} + \rho - 1}{P_{HB}} / \ln \rho \quad (6)$$

방정식 (4)로부터 $1/\rho = \lambda_h/\lambda_a$ 이다. 여기서 $1/\rho$ 은 전체 수락된 호들 중에서 핸드오프 호에 대한 비율을 의미한다. 핸드오프 시도가 높은 비율로 진입하면 할수록, $1/\rho$ 값은 더 커지며 핸드오프 호를 위한 더 많은 채널을 예약해야 한다.

$$1/\rho = \frac{\lambda_h}{\lambda_n + \lambda_h} \quad (\text{단 } 0 \leq 1/\rho \leq 1) \quad (7)$$

큐잉 모델로부터 각각의 기지국에서 핸드오프 서비스에 필요한 예약 채널의 사이즈를 주기적으로 측정되는 비율에 따라 다시 결정한다. 주기적으로 측정된 비율을 재 설정하는 것은 기지국이 부하량의 변동을 갱신하는 것으로써 핸드오프 호에 대한 예약을 능동적으로 조절할 수 있다.

III. 기지국에서의 수학적 분석

본 절에서는 적응적 가변 가드 채널 할당방식에 대한 수학적 분석을 위한 트래픽 특성 파라미터는 표 1과 같다. 또한, 무선 채널은 동일한 크기의 대

역폭을 갖는다고 가정하였다. 이와 같은 가정은 기지국 내의 채널 수보다 이동 가입자의 수가 훨씬 클 때 합리적이다.

표 1. 적응적 가드 채널 할당 분석을 위한 파라미터

λh	λh 의 포와송 프로세스에 따라 도착하는 핸드오프 호의 도착률
λn	λn 의 포와송 프로세스에 따라 도착하는 신규 호의 도착률
μh	μh 의 포와송 프로세스에 따라 서비스되는 핸드오프 호의 서비스율
μn	μn 의 포와송 프로세스에 따라 서비스되는 신규 호의 서비스율

입의 시간 t에서 현재 서비스 중인 호의 수가 k 개 있다고 할 때 채널이 임계값(n-g)에 도착하기 전의 트래픽 특성과 채널이 임계값(n-g)을 초과했을 때 트래픽 특성은 다음과 같다.

표 2. 채널 모델 분석을 위한 파라미터

상태	무선 채널의 수
n	입의 셀에서 총 이용 가능한 채널의 수
λa	$\lambda n + \lambda h$, 임계값(n-g) 이전의 호 도착률
λb	$\lambda h + (s-\beta)\lambda n$, 임계값(n-g)이후에서 새로운 임계값(N)사이에서의 호 도착률
λh	λh , 새로운 임계값(N)이후의 호 도착률
μ	$\mu n + \mu h$, 호 서비스율

이와 같은 트래픽 특성을 기반으로 적응적 가드 채널 방식을 분석하기 위해 그림 5와 같이 M/M/n/n 마코프 모델을 정의하였고, 표 2에서는 이를 분석하기 위한 관련 파라미터를 정의하였다.

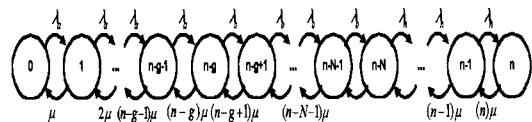


그림 5. 가변 가드 채널 방식 분석을 위한 상태 천이도

임계값(n-g)에 도달하기 전의 n-g 개의 상태 확률과 새로운 임계값(N)이 결정된 후의 상태확률은 M/M/n/n 모델의 평형 방정식의 일반해로부터 식(9)

와 같이 구할 수 있다.

$$P_k = \frac{\rho_a^k}{k!} P_0, \quad 1 \leq k \leq n-g \quad (9)$$

$$P_k = \rho_b^k \frac{(n-g)!}{k!} P_{n-g} \\ = \rho_b^k \frac{\rho_a^{n-g}}{k!} P_0, \quad n-g < k \leq n-N \quad (10)$$

$$P_k = \rho_c^k \frac{(n-N)!}{k!} P_{n-N} \\ = \rho_c^k \frac{\rho_b^{n-N} \rho_a^{n-g}}{k!} P_0, \quad n-N \leq k \leq n \quad (11)$$

여기서 트래픽 부하 $\rho_a, \rho_b, \rho_c, \rho_d$ 는 식(13)과 같이 정의된다.

$$\rho_a = \lambda_a / \mu, \quad 1 \leq k < n-g \\ \rho_b = \lambda_b / \mu, \quad n-g \leq k < n-N \\ \rho_c = \lambda_h / \mu, \quad n-N \leq k \leq n \quad (13)$$

제안한 모델이 정상 상태 시스템이 되기 위해서 모든 상태의 총 합은 1이 되어야한다.

$$\sum_{k=0}^{n-g} P_k + \sum_{k=n-g+1}^n P_k + \sum_{k=n-N+1}^n P_k = 1 \quad (14)$$

모든 상태 확률을 정리하여 P_0 값을 구하면 다음과 같다.

$$P_0 = \left[\sum_{k=0}^{n-g} \frac{\rho_a^k}{k!} + \rho_a^{n-g} \sum_{k=n-g+1}^n \frac{\rho_b^k}{k!} P_0 + \rho_b^{n-N} \rho_a^{n-g} \sum_{k=n-N+1}^n \frac{\rho_c^k}{k!} \right]^{-1} \quad (15)$$

신규 호는 임계값(n-g)에 도달하기 전에는 핸드오프 호와 무선 채널을 공유한다. 그러나 임계값을 초과했을 때는 새로운 임계값(N)이 결정된 후 여분의 채널이 있는 경우에는 서비스가 가능하다. 따라서 신규 호 블로킹 확률은 식 (16)과 같다.

$$P_B = \sum_{k=N}^n P_k \quad (16)$$

핸드오프 호의 요구는 기지국에서 이용 가능한 채널이 있다면 항상 서비스된다. 그러나 기지국에 모든 채널이 사용되어 이용 가능한 채널이 없다면 핸드오프 호의 요구는 수용할 수 없어 강제적으로 호는 종료된다. 따라서 이용 가능한 채널 수가 한정된 기지국에서 핸드오프 호의 강제 종료 확률은 식

(17)과 같이 상태 확률 P_c 로 정의할 수 있다.

$$P_F = P_c \quad (17)$$

채널 이용률 P_u 는 식 (18)과 같이 정의된다.

$$P_U = \frac{\sum_{k=0}^n k P_k}{n} \quad (18)$$

IV. 성능 분석 및 비교

4.1 성능 분석 환경

2장에서 제안한 실시간 트래픽의 적응적 가변 가드 채널 방식의 성능분석을 위해 기지국의 전체 채널 수가 20개인 시스템으로 가정하였다. 핸드오프 호의 도착률은 하루에 걸쳐 시간에 따라 변동한다고 가정하고 핸드오프 호의 차단 확률, 신규 호 블로킹 확률 및 가드 채널 수를 구하였다. 또한, 무선 채널은 동일한 크기의 대역폭을 갖는다고 가정하였다.

성능분석을 위하여 입력 부하가 전체 시스템의 80%(Ed=16어랑)일 때 핸드오프 호의 요구되는 강제 종료 확률 0.001을 만족하도록 GCS의 가드 채널수를 8개로 설정하였고 FCS는 가변시켰다.

임계값 이전과 이후에서의 트래픽 세기 ρ_a, ρ_b 와 ρ_c 를 정규화하기 위하여 시스템의 입력 부하 ρ 를 식(1)과 같이 정의하였다.

$$\rho = \frac{\lambda_n + \lambda_h}{\mu} \quad (19)$$

식(19)과 트래픽 변동 변수 α 로부터 신규 호의 도착률과 핸드오프 호의 도착률은 다음과 같이 유도되고 이를 바탕으로 ρ_a, ρ_b, ρ_c 를 아래와 같이 입력부하 ρ 를 이용하여 나타낼 수 있다

$$\lambda_n = \frac{\mu\alpha}{1+\alpha} \quad (20)$$

$$\lambda_h = \frac{\mu\alpha\rho}{1+\alpha} \quad (21)$$

$$\rho_a = \frac{\lambda_a}{\mu} = \frac{\lambda_n + \lambda_h}{\mu} = \rho \quad (22)$$

$$\rho_b = \frac{\lambda_b}{\mu} = \frac{(s-\beta)\lambda_n + \lambda_h}{\mu} = \frac{\rho(\alpha + (s-\beta))}{1+\alpha} \quad (23)$$

$$\rho_c = \frac{\lambda_c}{\mu} = \frac{\lambda_h}{\mu} = \frac{\rho\alpha}{1+\alpha} \quad (24)$$

4.2 성능 분석 및 고찰

표 3과 표 4는 α 와 $1/\rho$ 의 변화에 따른 제안한 방식에서 최적의 임계값에 대한 결과를 제시하였다. 핸드오프 호 발생비율과 신규 호 발생비율에 대한 비율인 α 는 구간 $[0.1,1]$ 에서 변화하도록 하였고 그에 따라 $1/\rho$ 값을 구하여, 3.2절에서 유도한 식에 수치를 입력하여 구하였다.

표 3. 예약 채널 수($P_{HB}=0.001$)

α	$1/\rho$	ρ	N	G
0.1	0.09	11	2.88	3
0.2	0.16	6	3.46	4
0.3	0.23	4.3	3.97	4
0.4	0.28	3.5	4.41	5
0.5	0.33	3	4.81	5
0.6	0.37	2.6	5.31	6
0.7	0.41	2.4	5.65	6
0.8	0.44	2.25	5.96	6
0.9	0.47	2.1	6.34	7
1	0.5	2	6.65	7

표 4. 예약 채널 수($P_{HB}=0.005$)

α	$1/\rho$	ρ	N	G
0.1	0.09	11	2.21	3
0.2	0.16	6	2.57	3
0.3	0.23	4.3	2.88	3
0.4	0.28	3.5	3.13	4
0.5	0.33	3	3.38	4
0.6	0.37	2.6	3.65	4
0.7	0.41	2.4	3.84	4
0.8	0.44	2.25	3.97	4
0.9	0.47	2.1	4.22	5
1	0.5	2	4.39	5

표3과 표 4에서의 결과를 그래프로 나타내면 다음의 그림 6과 같다

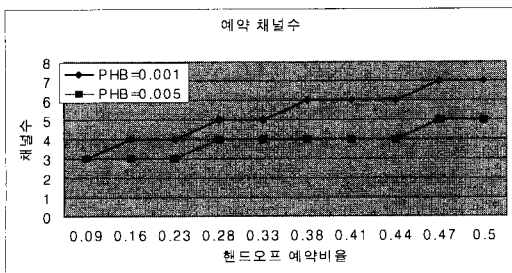


그림 6. 핸드오프 예약 비율에 따른 예약 채널 수

그림 6에서 보는 바와 같이 α 의 값이 커짐에 따라 최적의 임계값(N)값은 증가한다. 이렇게 임계값이 증가하는 이유는 핸드오프 호 발생비율이 증가하여 시스템은 핸드오프 차단 확률을 보장하기 위하여 최적의 임계값(N)값도 늘어나야 하기 때문이다.

또한, 표 3과 표 4는 핸드오프 차단 확률을 각각 0.001과 0.005로 다르게 설정한 경우에 시스템에서 필요한 예약 채널의 수의 변화를 보여준다.

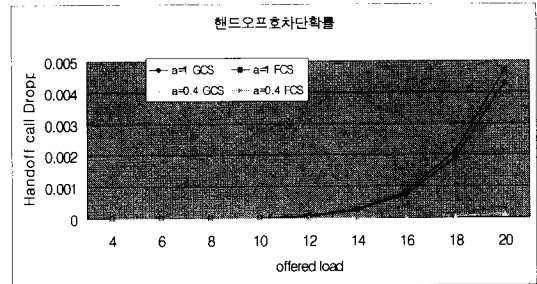


그림 7. 핸드오프 차단 확률

그림7은 기존의 가드 채널 방식과 제안한 방식에서 입력부하 및 핸드오프 예약 비율에 따른 핸드오프 차단확률을 비교하였다. 그림에서 보는 바와 같이 α 와 $1/\rho$ 값이 증가함에 따라 핸드오프 호 차단 확률은 증가한다. 전체 트래픽에서 핸드오프 호의 비율이 커짐에 따라 더 많은 핸드오프 호가 강제적으로 종료될 수 있다는 것을 의미한다.

입력 부하가 80%($\rho=16$ 어량)일 때 두 방식은 모두 0.001이하의 강제 종료확률을 보장할 수 있다.

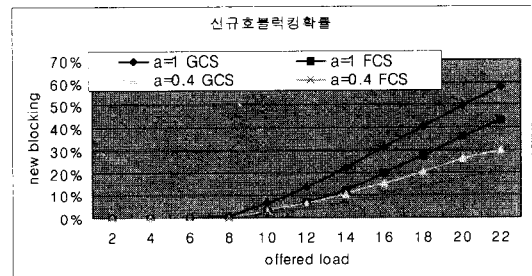


그림 8. 신규 호 블록킹 확률

그림8은 기존의 가드 채널 방식과 제안한 방식의 신규 호 블록킹 확률을 비교하였다. 그림에서 보는 바와 같이 핸드오프 호의 비율이 증가함에 따라 신규 호의 블록킹 확률은 증가한다. 이는 전체 트래픽

에서 핸드오프 호의 비율이 증가함에 따라 신규 호가 채널을 할당받을 수 있는 기회가 더욱 줄어들기 때문이다.

입력 부하가 80%일 때 제안한 방식의 신규 호 블록킹 확률은 20%이하가 되며, 이는 기존의 방식의 신규 호 블록킹 확률보다 10%이상 낮은 값이다.

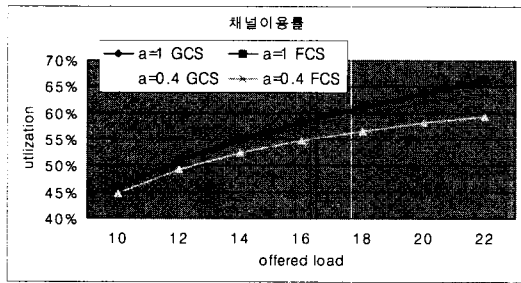


그림 9. 채널 이용률

그림9는 입력부하에 따른 채널 이용률을 보여준다. 입력부하가 80%일 때 α 의 값이 1일때는 58%으로 거의 비슷한 채널 이용률을 갖는다. 제안한 방식은 α 의 값이 0.4일 때에도 α 가 1인 경우와 비슷한 채널 이용률을 보이지만 기존 가드 채널 방식은 약 7%정도 이용률이 떨어진다. 이는 트래픽이 변하더라도 거의 일정한 수준의 채널 이용률을 이용할 수 있기 때문에 망 관리를 일정하게 할 수 있다.

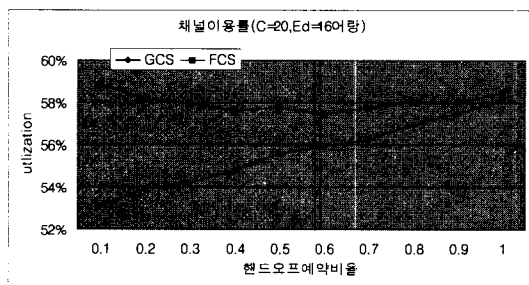


그림 10. 핸드오프 예약 비율에 따른 채널이용률

그림10은 핸드오프 예약비율의 변화에 따른 채널 이용률을 보여준다. 가드 채널 방식은 핸드오프 발생비율이 낮은 경우에 가드 채널의 수가 높게 설정됨으로써 채널의 이용률이 저하된다. 반면에 제안한 방식은 기존의 방법보다 낮은 트래픽 부하에서도 높은 채널 이용률을 보여준다.

예약 채널이 8개인 가드 채널 방식은 55.6%의

평균 채널 이용률을 가진다. 반면에 제안한 방식은 기존 가드 채널 방식보다 높은 58.9%의 평균 채널 이용률을 가진다. 결론적으로 전체 호 중에서 핸드오프 호의 비율이 50%($\alpha = 1$)이하라고 가정했을 때, 예약 채널이 8개인 가드 채널 방식과 비교하면, 제안한 방식은 0.001의 핸드오프 호 강제 종료 확률을 보장하면서 기존의 가드 채널 방식보다 낮은 신규 호 블록킹 확률과 높은 채널 이용률을 가진다.

V. 결론

본 논문에서는 무선 네트워크 시스템에서 핸드오프 호의 강제 종료 확률을 보장하면서, 신규 호의 블록킹 확률을 줄이고, 무선 채널의 이용률을 향상시키고 위한 적응적 가변 가드 채널 방식을 제안하였다.

제안한 방식에서 무선 채널을 평균 호 수락 비율과 평균 핸드오프 도착률의 비율로 정의되는 핸드오프 예약 특성 변수에 따라 동적으로 할당한다. 이를 위하여 새로운 성능 파라미터인 핸드오프 예약 비율 변수를 M/M/1/N 큐잉 모델로부터 유도했고, 이 변수에 따라 무선 채널을 적응적으로 가변시켰다.

성능 분석 결과로 제안한 방식은 단말기의 트래픽 특성 변화에 따라 망 성능이 크게 좌우되지 않고 일정한 성능을 보장할 수 있었고, 핸드오프 호의 강제 종료 확률을 10^{-3} 이하로 보장하면서 기존의 방법보다 신규 호의 블록킹 확률을 10% 정도 줄일 수 있었다. 이는 전송되는 트래픽 양은 부과 트래픽이 80%인 경우 18 call정도 개선됨을 보였고 무선 자원의 이용률을 7%정도 향상시킬 수 있었다.

참고 문헌

- [1] Mahmoud Naghshine and Anthony S. Acampora, "QoS Provisioning in Micro-Cellular Networks Supporting Multimedia Traffic," Proc. of *IEEE INFOCOM'95*, Boston, pp. 1075~1084 April, 1995.
- [2] D. Hong, S. S. Rappaport, "Traffic Model and Performance Analysis for Cellular Mobile Radio Telephone Systems with Prioritized and Nonprioritized Handoff Procedures," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol. VT -35, No.3, pp. 77-92, August, 1986.

[3] Ramachandran Ramjee, Ramesh Nagarajan, Don Towsley, "On Optimal Call Admission Control in Cellular Networks," *Proc. of IEEE INFOCOM' 96 the Conference on Computer Communication* Vol. pp 42-50, Mar. 1996.

[4] Roch Guerin, "Queueing-Blocking System with Two Arrival Streams and Guard Channels," *IEEE Trans. Comm.* VOL. 36, NO. 2, Feb. 1988.

[5] Antony S. Acampora and Mahmoud Naghshine, "Control and Quality of Service Provisioning in High Speed Microcellular Networks," *IEEE Personal Comm. Mag.*, VOL. 1, No. 2, 1995

[6] K. C. Chua, B. Bensaou, W. Zhuang, S. Y. Choo, "Dynamic Channel Reservation(DCR) Scheme for Handoffs Prioritization in Mobile Micro/Picocellular Networks," *IEEE International Conference on* Vol.1, pp 383-387.Mar, 1998

[7] Doru Clain , Djamel zeglache, "Performance and Handoff Analysis of an Integrated Voice-Data Cellular System," *Proceedings of the IEEE 1997 International Conference on Universal Personal Communications*

[8] Clain, Djamel zeglache, "A Probabilistic Model for Handling Voice and Data Traffic in Wireless Networks," *Proceedings of the IEEE 1998 International Conference on Universal Personal Communications*, Vol 1, pp 317-321, October 1998

[9] A. Lombardo, G. Morabito, S.Palazzo, G. Schembra, "An Adaptive Threshold-Based Call Admission Strategy for Wireless Networks," *Personal Wireless Communication*, 1999 *IEEE*, pp 423-427, 1999

[10] il-woo Lee, seok-koo Lim, kee-seong Cho, "Performance Comparison Analysis of Hand-over Algorithms" *IEEE ICCS/ISPACS '96*

[11] 류병환, 박영욱, 김경수, 백장현, "CDMA 시스템에서 복수의 트래픽 종류를 고려한 호 수락 제어 기법의 연구," *한국 통신 학회지*, pp538-546, Vol. 24 No.4A

[12] 이인행, 김영훈, "데이터 통신과 패킷교환" *홍릉 과학출판사*, pp345-364

임 영 훈(Young-Hoon Lim)



1998년 2월: 서울 산업대학교
전자공학과 공학사
2000년 8월: 광운대학교
전자통신공학 석사
2000년 7월~현재:
다빛정보기술 연구원

<주관심 분야> 이동 통신, Mobile IP

배 성 수(Seong-soo Bae)

1995년 2월: 광운대학교 전자통신공학과 공학사
1997년 2월: 광운대학교 전자통신공학과 석사
1998년~현재: 광운대학교 전자통신공학과 박사과정

오 영 환(Young-Hwan Oh)

정회원

한국통신학회 논문지 제 17호 3호 pp.225~231참조
현재: 광운대학교 전자통신공학과 교수