

셀룰러 CDMA 시스템에서의 음성제어 서비스 지원을 위한 우선 순위 호 수락제어

A Prioritized Call Admission for Supporting Voice Activated/Controlled Services in Cellular CDMA Systems

위 성 철*, 김 동 우**
(Sung-Chul Wi*, Dong-Woo Kim**)

*한양대학교 이동통신망연구실, **한양대학교 전자컴퓨터학부
(접수일자: 2002년 7월 22일; 채택일자: 2002년 10월 22일)

셀룰러 시스템에서 음성제어 웹 브라우징 혹은 음성제어 주식거래 같은 특별한 음성제어 응용서비스 (VCS: voice control application services)를 채택할 때, 적당한 VCS의 서비스 등급을 유지하기 위해서 OVS (ordinary voice communications service)에 요구되는 채널품질보다 더 좋은 채널품질이 필요하다. 무선정체 (air congestion)를 피하기 위해서, 수신기의 잡음레벨이 정해진 임계값보다 더 높지 않거나 기지국의 다른 호가 모든 채널 처리자원 (channel-processing resource)을 점유하지 않았다면, 호는 보통 수락되어진다. 잡음 레벨의 임계값은 음성통화 서비스의 배경잡음레벨을 포함하여 보통 10 dB 정도이다. 기지국이 OVS 호 처리방법으로 VCS의 호를 수락할 때, OVS와 VCS 호의 일부분이 같은 확률로 채널을 점유하지 못하고 블로킹 되어진다. 만일 같은 임계값 10 dB가 사용되면, 수락되어진 VCS의 호는 나쁜 채널품질에 노출이 되고 강제로 블로킹 되어진다. 사용자의 관점에서 진행중인 호의 강제종료는 새로운 호를 블로킹하는 것보다 더 바람직하지 못 하다. 한편으로 VCS을 위한 낮은 임계값을 사용하면, VCS의 블로킹 확률은 OVS의 블로킹 확률보다 더 높아지게 된다. 이 논문에서는, 블로킹 확률을 줄이고 적당한 채널 품질을 유지하기 위해서 VCS에 우선순위를 주는 호 수락 정책을 제안한다.

핵심용어: 음성제어, 무선서비스, 호수락제어

부고분야: 음향 통신기술 분야 (6.5)

When special voice control application services (VCS) such as voice-controlled web browsing or voice-controlled stock transactions are introduced in cellular systems, a channel quality better than that for ordinary voice communications service (OVS) is necessary in order to keep a suitable grade of VCS. To avoid air congestion, calls are normally admitted if there exists a channel-processing resource not occupied by other calls in the base as well as the interference level at the receiver is not higher than a predefined threshold. The threshold is usually 10 dB noise-rise over the background noise level for voice communications service. When the base admits VCS attempts in exactly the same manner as it handles OVS calls, the same fraction of those will be not successful in taking the channel and then blocked. If the same noise-rise threshold is used as 10 dB, however, the admitted VCS calls might suffer from bad channel quality and finally be dropped. From the user's point of view, the forced termination of ongoing calls is significantly undesirable than blocking new call attempts. When using a lower noise-rise threshold for VCS, on the other hand, the blocking probability of VCS gets higher than that of OVS. In this paper, a call admission policy that gives a priority to VCS is considered in order to reduce the blocking probability and keep an adequate channel quality.

Keywords: Voice-controlled service, Call admission control

ASK subject classification: Acoustic communication (6.5)

I. 서론

셀룰러 이동 네트워크는 서비스 지역을 담당하는 셀들의 집합으로 구성된다. 한 셀 안에서 발생하는 새로운 호는 그 셀에 위치한 기지국에 의해서 서비스를 받게 된다. 수신기에서 측정된 잡음레벨이 정해진 임계값보다 높지 않거나 다른 호가 모든 채널처리 자원(channel-processing resource)을 점유하지 않았다면 해당 호는 수락되어진다. 임계값은 보통 음성통화 서비스(OVS)의 경우 배경잡음레벨을 포함하여 10 dB 정도이다. 그러나 사용자가 음성제어 웹 브라우징 혹은 음성제어 주식거래와 같은 특별한 VCS(voice control application service)에 필요한 더 좋은 채널 품질을 원할 때 잡음레벨 임계값은 좋은 채널 품질을 유지하기 위해서 OVS(ordinary voice communications service)의 임계값보다 더 낮아야 한다.

OVS 호 처리 방법과 같은 방법으로 기지국이 VCS의 호를 수락할 때, OVS와 VCS 호의 일부는 같은 비율로 채널점유를 성공하지 못하고 블록킹 되어진다. 그러나 만약 같은 임계값 10 dB가 사용되어지면, 수락된 VCS 호는 나쁜 채널 품질에서 서비스를 받게 되어 통화가 불가능해진다. 사용자의 관점에서 진행중인 호의 강제종료는 새로운 호를 블록킹하는 것보다 바람직하지 않다. 다른 한편으로는 VCS를 위해 낮은 임계값을 사용한다면, VCS의 블록킹 확률은 OVS의 블록킹 확률보다 더 높아진다. 이 논문에서는 채널 품질을 유지하기 위해 낮은 잡음레벨이 필수적인 VCS의 블록킹 확률을 줄이기 위해서 VCS에 우선순위를 주는 호 수락정책이 제안된다.

핸드오프 호에 우선순위를 주는 호 수락정책은 이동통신 분야에서 오랫동안 연구되어 오고 있다[1]. 현재 주파수 분할 다중접근(FDMA) 혹은 시분할 다중접근(TDMA) 시스템에서 모든 주파수 슬롯 혹은 타임슬롯이 음성통화 혹은 데이터 전송에 할당되어질 때, 새로운 호의 블록킹이나 강제종료가 일어난다. 이런 시스템에서 강제종료의 확률을 줄이기 위해서 많은 핸드오프 채널을 예약해 두어 새로 발생하는 호보다 핸드오프 호에 채널할당의 우선순위(priority)를 준다. 이때 예약된 채널을 가드채널(guard channels)로 정의한다. 새로운 호는 사용 가능한 채널의 수가 가드채널의 수와 작거나 같으면 블록킹 되어진다. 그러나 핸드오프 호는 셀 안의 모든 채널이 점유되어져 가용할 채널이 없을 때만 실패한다.

CDMA시스템에서는 이동국을 서비스하는 수신처리장치(receiver-processors)에 여유가 있는 한 이동국의 서비스 요구는 수락되어질 수 있다. 그러나 처리 장치는 시

스템 구축 비용 중 비싼 부분에 해당하기 때문에 각 기지국이 갖추고 있는 수신처리장치(receiver-processors)의 수는 한정되어 있거나 최소화 되어진다. 따라서 호 시도는 처리장치의 과부하상태로 인해 블록킹되어질 수 있다. 만약 처리장치의 일부분을 VCS를 위해서 예약하면 VCS 호에 우선권을 줄 수 있다. 이런 경우에 가드채널 정책(GCP: guard channel policy)이 호 수락제어에 활성화되어진다고 말할 것이다. CDMA 시스템에서는 모든 이동국은 스펙트럼 주파수 할당을 공유하고, 용량은 접속중인 모든 이동국으로부터의 총 간섭 레벨에 의해서 제한되어진다. 과점속된 이동국 때문에 잡음레벨이 어떤 레벨 이상으로 증가할 때 호 품질은 떨어질 것이다. 이 경우에 적당한 호 품질을 유지하기 위해서 ICAC(interference-based call admission control)이 필요하다[2,3]. 잡음레벨이 배경잡음보다 높게 설정된 임계값에 도달할 때 기지국은 OVS 호 혹은 VCS 호의 블록킹을 결정한다. 각각의 서비스에 요구되는 채널품질이 다르기 때문에 OVS 호와 VCS 호의 블록킹을 위해서 서로 다른 임계값이 사용되어진다.

이 논문에서는 실제 CDMA 시스템을 위해 GCP만을 적용하고 ICAC는 적용하지 않는 호 수락, GCP를 적용한 ICAC, GCP를 적용하지 않은 ICAC등의 여러 가지 우선순위 호 수락정책을 비교한다. 이 정책들을 비교하기 위해 OVS 호의 블록킹 확률(P_o)과 VCS호의 블록킹 확률(P_v)이 성능기준으로 고려되어진다. 우리는 이 확률들이 어떻게 얻어지고, 우선순위의 적당한 레벨이 수학적으로 어떻게 결정되는지 보여준다. 또한 VCS에 대한 우선 순위 부여는 P_o 의 증가와 P_v 의 감소를 야기시키게 될 것으로 기대 되므로 $B = \alpha P_o + (1 - \alpha) P_v (0 \leq \alpha \leq 1)$ 를 기준 전체 블록킹 확률(overall blocking probability)로 채택하여 수치적 실험을 수행하였다.

II. 시스템 모델

각 기지국은 채널요소(channel elements)로서 정의된 동질의 수신처리장치(receiver-processors) C 개를 갖추고 있다고 가정한다. 만약 가드채널(guard channel) 개념이 적용된다면, $K(\leq C)$ 채널이 VCS의 호를 위해 우선 할당되어진다. 그림 1은 이 논문에서 고려되어지는 기지국 모델을 나타낸다. 이 연구에 사용된 트래픽 모델에서 주요한 가정은 다른 논문에서 연구된 모델과 유사하다 [1,4-6].

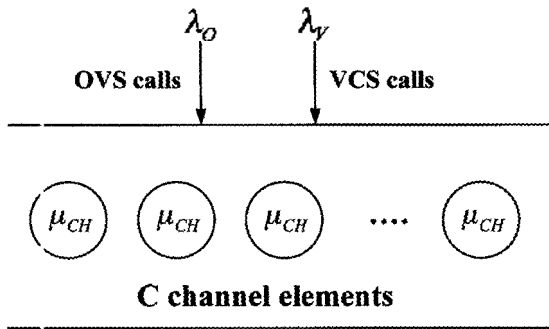


그림 1. 기지국 모델
Fig. 1. A base station model.

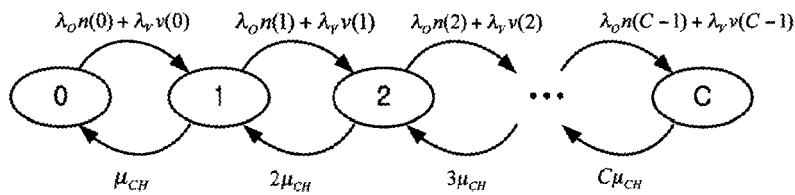
- 기지국에 OVS 호와 VCS 호의 도착과정 (arrival processes)은 각각 평균속도 λ_o 와 λ_v 을 가지는 포아송 과정 (Poisson processes)이다.
- 한 셀 안에서 이동국이 머무르는 시간과 통화 시간은 각각 평균 $1/\nu$ 과 $1/\mu$ 을 가지고 지수함수 확률분포를 가진다.
- 채널 보유시간은 이동국이 특정한 셀 안에 머무르는 시간으로 정의되어지며 평균 $1/\mu_{CH} = 1/(\nu + \mu)$ 을 가지는 지수함수 확률 분포를 가진다[7,8].
- 그리고, 블록킹 된 호는 대기행렬에 포함되지 않는다. 블록킹 되어진 호를 저장하거나 대기행렬에 포함시키는 우선순위 정책은 핸드오프 호[9,10], 새로운 호[11], 또 가지의 호 모두[12]를 대기행렬에 포함시키는 모형과 같이 고려되어질 수 있다. 이 버퍼링 정책은 대기중인 호로 인해 새로운 지연 문제를 일으키고, 순수한

가드 채널 방법으로도 VCS 호를 위한 충분한 우선 순위를 줄 수 있으므로[13] 이 연구에서는 블록킹 되어진 호는 제거되어진다고 가정한다.

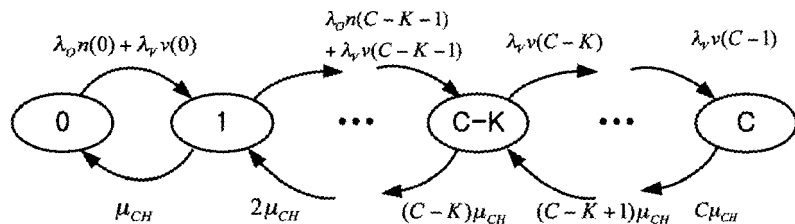
호 접속 요구 (OVS 호 혹은 VCS 호사도)가 기지국에 도착할 때, 그 기지국은 수신기의 잡음레벨과 채널처리 하드웨어의 가용성을 기준으로 블록킹할 것인지 수락할 것인지 결정한다. 다른 셀뿐만 아니라 해당 셀 안에 있는 이동국으로부터 발생하는 총 잡음 밀도 I_o 가 배경잡음 밀도 N_o 을 정해진 η 값을 초과할 때 블록킹이 일어난다. 만약 OVS 호와 VCS 호를 위해 서로 다른 임계값 η_o 와 η_v 가 사용된다면 ICAC가 활성화 되어진다. 더욱이 채널 요소가 제한된다면, OVS 호 요구를 수락하기 위하여 기지국에 사용 가능한 채널요소가 K 보다 더 많이 있어야만 한다. 만약 모든 채널 요소가 이미 기지국에 발생된 호에 할당되어졌다면 VCS 요구 또한 블록킹 되어진다. 만약 $K=0$ 으로 설정되면, 채널 요소 K 의 예약에 의한 VCS 호의 우선 순위는 없어진다.

III. 블록킹 확률

기지국에서 현재 채널요소를 점유한 접속중인 이동국의 수를 나타내는 양의 정수 j 로 선택된 기지국의 상태를 정의한다. ICAC가 적용되고 수신기에서 측정된 잡음레벨이 정해진 값보다 크다면, 기지국에 사용 가능한 채널



(a) GCP가 없는 ICAC을 적용한 기지국
(a) for a base using ICAC without GCP



(b) GCP가 있는 ICAC을 적용한 기지국
(b) for a base using ICAC with GCP

그림 2. 상태 천이 속도 다이어그램
Fig. 2. State transition rate diagrams.

요소가 존재하더라도 호 시도는 수락되지 않을 것이다. $n(j)$ 와 $v(j)$ 는 각각 j 상태에서 이동국이 기지국에 연결되어질 때 OVS 호 그리고 VCS 호가 수락되어질 확률이다. 그림 2는 상태전이 다이어그램 (state transition rate diagrams)을 나타낸다. 그림 2(a)는 GCP가 활성화되지 않은 ICAC가 적용된 기지국을 나타내고, 그림 2(b)는 GCP가 활성화된 ICAC가 적용된 기지국을 나타낸다. 만약 OVS 호와 VCS 호를 위해 같은 간섭 임계값이 사용된다면, $\eta_o = \eta_v$ 으로 ICAC의 특별한 경우로서 취급되어진다. 만약 $\eta_o = \eta_v = \infty$ 이면 ICAC는 활성화 되지 않는다. 통계적으로 균형상태에 있는 동질의 기지국을 가정하면, j 상태에서 이동국이 기지국 안에서 서비스되어지는 상태 확률 $P_j (0 \leq j \leq C)$ 을 다음 식으로부터 얻을 수 있다.

$$P_j = \frac{R(j)/(j! \mu_{CH}^j)}{1 + \sum_{i=1}^C \{R(i)/(i! \mu_{CH}^i)\}} \quad (1)$$

$$R(j) \stackrel{\text{def}}{=} \prod_{l=0}^{j-1} r(l) \quad (2)$$

위의 방정식에서 $r(l)$ 는 그림 2의 상태전이 다이어그램 안에서 정의된 도착률 (arrival rate)이다.

GCP가 활성화되지 않은 ICAC의 경우:

$$r_{ORD}(l) \stackrel{\text{def}}{=} \lambda_o n(l) + \lambda_v v(l), \quad 0 \leq l \leq C-1; \quad (3)$$

GCP가 활성화된 ICAC의 경우:

$$r_{GCP}(l) \stackrel{\text{def}}{=} \begin{cases} \lambda_o n(l) + \lambda_v v(l), & 0 \leq l \leq C-K-1; \\ \lambda_v v(l) & C-K \leq l \leq C-1. \end{cases} \quad (4)$$

참고로 GCP가 활성화된 ICAC와 GCP가 활성화되지 않은 ICAC 사이에서 식 (1)은 같은 형태를 가진다. 그러나 차이점은 $R(j)$ 을 계산할 때, 각각 식 (3)에 있는 r_{ORD} 와 식 (4)에 있는 r_{GCP} 를 적용하는 점이 틀리다. 이후로는 GCP가 활성화된 ICAC와 GCP가 활성화되지 않은 ICAC를 표현 하기 위해서 ORD, GCP를 각각 윗첨자와 아랫첨자에 사용한다. 이 표현들은 필요없다면 때때로 삭제되어질 수 있다. 블록킹 확률은 각각 OVS 호와 VCS 호에 대한 모든 가능한 상태의 합으로 얻어질 수 있다.

GCP가 활성화되지 않은 ICAC

$$P_o^{ORD} = \sum_{j=0}^{C-1} \{1 - n(j)\} P_j^{ORD} + P_C^{ORD}, \quad (5)$$

$$P_v^{ORD} = \sum_{j=0}^{C-1} \{1 - v(j)\} P_j^{ORD} + P_C^{ORD}, \quad (6)$$

GCP가 활성화된 ICAC

$$P_o^{GCP} = \sum_{j=0}^{C-K-1} \{1 - n(j)\} P_j^{GCP} + \sum_{j=C-K}^C P_j^{GCP}, \quad (7)$$

$$P_v^{GCP} = \sum_{j=0}^{C-1} \{1 - v(j)\} P_j^{GCP} + P_C^{GCP}. \quad (8)$$

P_o 와 P_v 을 사용하면 각 서비스의 핸드오프 호 도착률을 아래와 같이 얻을 수 있다[5,6,9].

$$\lambda_i^{(H)} = \lambda_i (1 - P_i) / (P_i + \theta), \quad i \in \{O, V\}, \quad (9)$$

여기서 $\theta = \mu/v$ 이고 이동성을 나타낸다.

다음에서는 $n(j)$ 와 $v(j)$ 을 계산한다. 기지국 안에 j 개의 이동국이 있을 때, 시스템 대역폭 (W)에 포함된 총 잡음은 정해진 셀 안에 있는 j 개의 이동국으로부터의 잡음과 다른 주변의 셀 k 안에 있는 이동국으로부터의 잡음 그리고 배경 잡음들의 합이다.

$$I_o W = \sum_{i=1}^j \rho_i E_i R + \sum_{k \neq i}^{\text{other cells}} \sum_{i=1}^k \rho_i E_i R + N_o W, \quad (10)$$

여기서 E_i 는 비트 에너지이고, R 은 데이터 전송률, 그리고 ρ_i 는 음성활성화를 나타내고 0과 1의 값을 가지는 다음과 같은 확률을 가지는 랜덤 변수이다.

$$P(\rho_i = 1) = \bar{\rho}. \quad (11)$$

주변 셀로부터의 잡음이 해당 기지국의 평균잡음 레벨을 1/2과 2/3 사이의 잡음비로 증가시킨다는 결과[14,15]를 사용하면, 식 (10)을 식 (12)로 표현된다.

$$I_o W = (1 + f) \sum_{i=1}^j \rho_i E_i R + N_o W, \quad (12)$$

여기서 f 는 선택되어진 셀의 잡음과 다른 셀 잡음과의 비이다.

만약 식 (13)을 만족하면, ICAC가 활성화된 기지국은 각각 OVS 호 혹은 VCS 호를 다음과 같은 조건 아래서

블록킹 한다.

$$\frac{I_o}{N_o} > \eta_o \quad \text{or} \quad \frac{I_o}{N_o} > \eta_v \quad (13)$$

따라서, 식 (12)와 식 (13)으로부터 식 (14)를 만족하면 각각의 호 시도는 블록킹되어질 것이다.

$$Z \stackrel{\text{def}}{=} \sum_{i=0}^j \rho_i \epsilon_i > \frac{(W/R)(1-1/\eta_o(\text{or } \eta_v))}{1+f} \quad (14)$$

여기서 $\epsilon_i = E_i/I_o$ 은 각각의 사용자의 요구되는 에너지 대 잡음비로서 원하는 프레임 에러율을 유지하기 위해서 예를 들면 1%) 이동 무선 전화환경에 따라 변한다. ϵ_i 의 실험 적인 데이터로부터 [16] ϵ_i 의 확률 밀도함수는 각각 미디언 (median) $m=7$, 표준 편차는 $\sigma=2.5$ dB 값을 가지 는 로그-노말 (log-normal) 확률 밀도에 의해 근사화된다. Z 는 j 개의 랜덤변수의 합이기 때문에 로그-노말 (log-normal) 근사화를 사용하여 [17]로부터 다음을 얻을 수 있다.

$$E(Z) = j\bar{\rho} \exp(\beta m) \exp[(\beta \sigma)^2 / 2]; \quad (15)$$

$$VAR(Z) = j\bar{\rho} \exp(\beta m) \exp[2(\beta \sigma)^2], \quad (16)$$

여기서 β 는 상수 $(\ln 10)/10$ 이다. 마지막으로 Z 에 중심 극한정리 (central limit theorem)을 적용하여 식 (17)을 얻을 수 있다.

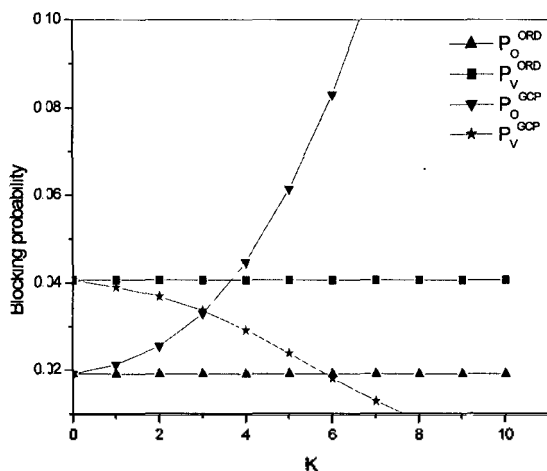


그림 3. K의 변화에 따른 도착 호의 블록킹 확률:

$\lambda_o = 30; \lambda_v = 15; \eta_v = 8 \text{ dB}; \theta = 3; C = 30$

Fig. 3. The blocking probabilities of arriving calls as a function of K:

$\lambda_o = 30; \lambda_v = 15; \eta_v = 8 \text{ dB}; \theta = 3; C = 30.$

$$n(f)(\text{or } \nu(j)) = 1 - Q \left[\frac{Z_o(\text{or } Z_v) - E(Z)}{\sqrt{VAR(Z)}} \right] \quad (17)$$

여기서 Z_o 는 (또는 Z_v)는 식 (14)에서 부등식의 오른쪽 부분에 해당한다.

IV. 수치 계산

수치계산 실험을 위해 셀룰러 CDMA 성능 연구에 사용 되어진 시뮬레이션을 위한 입력 파라미터 값들을 사용하였다 [1, 5, 6, 13, 14, 18]. ($1/\mu=120$ s/call, $W=1,2288$ MHz; $R=9600$ bps; $\eta_o=10$ dB; $f=0.55$; $m=7$ dB; $\rho=0.4$; $\sigma=2.5$ dB) $\lambda_i^{(h)}$ ($i \in \{O, V\}$)는 λ_i, P_o, P_v 와 이동성을 나타내는 파라미터 θ 에 종속적이다. 그리고 P_o 와 P_v 는 다시 $\lambda_i^{(h)}$ 에 종속적이다. 따라서, P_o, P_v, λ_i 을 계산하기 위해 반복절차 (iterative procedure) ([2, 5, 6]에서 처럼)를 사용하였다. 초기에 $\lambda_i^{(h)}$ 값을 $0.1\lambda_i$ 로 설정하고, 반복적으로 P_o, P_v 를 계산한다. 만약 유효숫자 4자리까지 $\lambda_i^{(h)}$ 값의 변동이 없거나 반복 횟수가 20,000번을 초과하였을 때 반복절차를 중단하였다.

우리들의 주요한 관심 중의 하나는 GCP가 적용되었을 때, VCS 호의 블록킹 확률의 감소이다. 그림 3은 가드채널의 수 K 의 함수로써 원하는 성능을 나타낸다. GCP가 적용되지 않은 VCS 호는 OVS 호보다 더 높은 블록킹 확

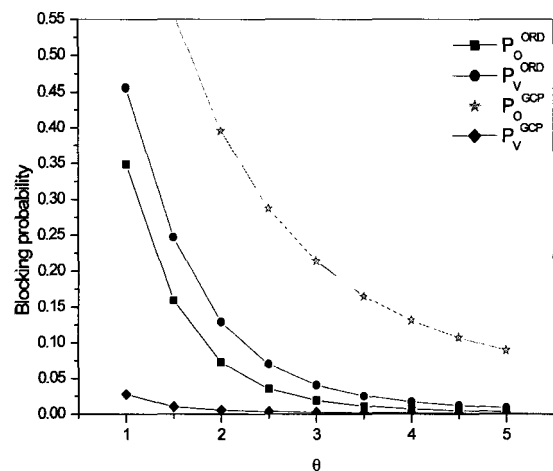


그림 4. θ의 변화에 따른 도착 호의 블록킹 확률:

$\lambda_o = 30; \lambda_v = 15; \eta_o = 10 \text{ dB}; \eta_v = 8 \text{ dB}; C = 30$

Fig. 4. The blocking probabilities of arriving calls as a function of θ :

$\lambda_o = 30; \lambda_v = 15; \eta_o = 10 \text{ dB}; \eta_v = 8 \text{ dB}; C = 30.$

를 가진다. 즉 VCS 호의 블로킹 확률은 0.04이고, OVS 호의 블로킹 확률은 0.02이다. GCP가 채택이 될 때 VCS 호의 블로킹 확률이 감소하기 시작하고 $K=3$ 일때 OVS의 블로킹 확률과 같아지게 되고 K 가 증가하면 할수록 더 감소된다. VCS 호의 블로킹 확률에 대한 성능 향상은 OVS 호의 블로킹 확률의 증가 비용으로 얻어진다.

그림 4는 θ 의 함수로서 이동성에 따라 블로킹 확률이 어떻게 변하는지 보여준다. $\theta(=\mu/v)$ 가 증가한다 것은 한 셀에서 이동국의 통화시간은 짧고 머무르는 시간은 길다는 것을 의미한다. 앞에서 말한 바와 마찬가지로 전

체적으로는 VCS호의 블로킹 확률은 OVS 호의 블로킹 확률보다 작고, θ 가 증가할수록 이동성이 줄어들어 전체적인 트래픽 부하가 줄어들어 블로킹 확률은 줄어든다.

그림 5는 VCS호의 임계값 η_V 의 증가에 따른 성능을 나타낸다. 낮은 임계값을 사용할수록 VCS 호의 블로킹 확률은 높아지고 OVS 호의 블로킹 확률은 줄어든다. 그림 6과 그림 7은 각각 OVS 호와 VCS 호의 평균 도착속도 λ_O 와 λ_V 에 따른 성능을 나타내었다. 그림 6과 그림 7에서 볼 수 있듯이 도착률이 증가할수록 OVS 호와 VCS 호의 블로킹 확률이 증가한다. 그림 8은 K 의 변화에 따른

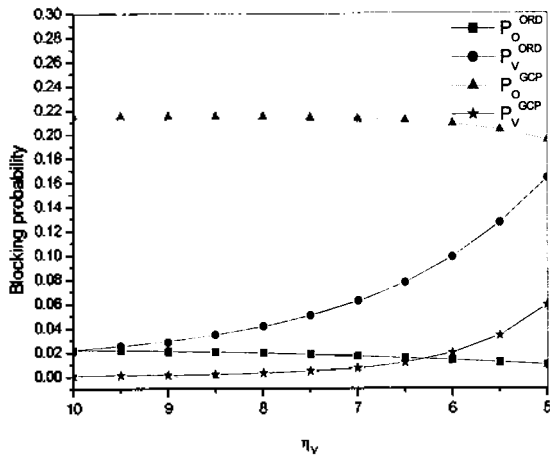


그림 5. η_V 의 변화에 따른 도착 호의 블로킹 확률:

$$\lambda_O = 30; \lambda_V = 15; \eta_V = 10 \text{ dB}; \theta = 3; C = 30$$

Fig. 5. The blocking probabilities of arriving calls as a function of η_V :

$$\lambda_O = 30; \lambda_V = 15; \eta_V = 10 \text{ dB}; \theta = 3; C = 30.$$

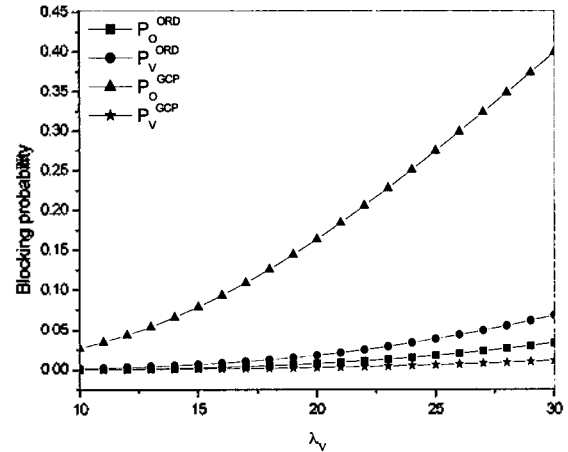


그림 7. λ_V 의 변화에 따른 도착 호의 블로킹 확률:

$$\lambda_V = 0.5 \lambda_O; \eta_O = 10 \text{ dB}; \eta_V = 8 \text{ dB}; C = 30$$

Fig. 7. The blocking probabilities of arriving calls as a function of λ_V :

$$\lambda_V = 0.5 \lambda_O; \eta_O = 10 \text{ dB}; \eta_V = 8 \text{ dB}; C = 30.$$

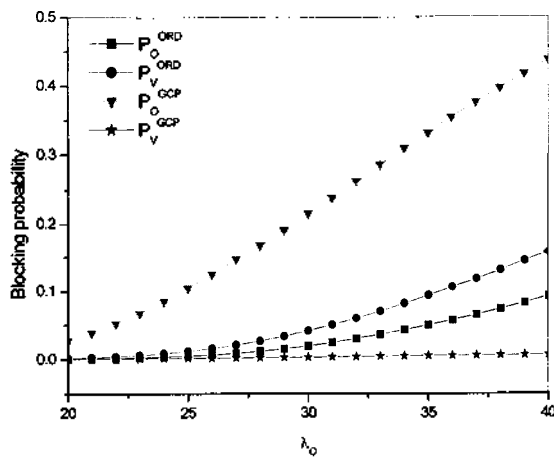


그림 6. λ_O 의 변화에 따른 도착 호의 블로킹 확률:

$$\lambda_V = 0.5 \lambda_O; \eta_O = 10 \text{ dB}; \eta_V = 8 \text{ dB}; C = 30$$

Fig. 6. The blocking probabilities of arriving calls as a function of λ_O :

$$\lambda_V = 0.5 \lambda_O; \eta_O = 10 \text{ dB}; \eta_V = 8 \text{ dB}; C = 30.$$

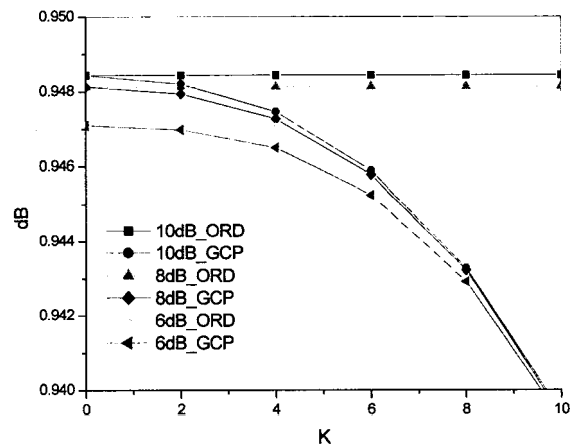


그림 8. K 의 변화에 따른 $\bar{\eta}$:

$$\theta = 3; \lambda_V = 15; \lambda_O = 30; C = 30$$

Fig. 8. The average of $\bar{\eta}$ as a function of K :

$$\theta = 3; \lambda_V = 15; \lambda_O = 30; C = 30.$$

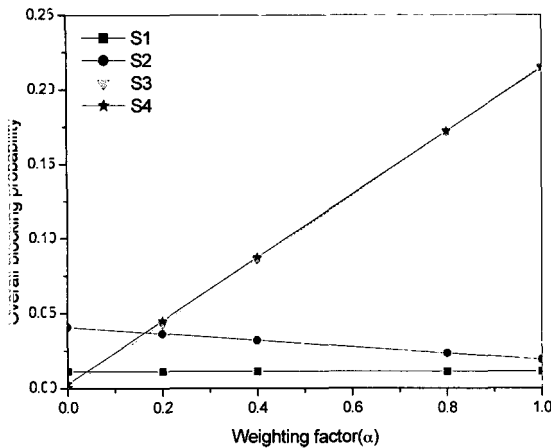


그림 9. α 의 변화에 따른 도착 호의 전체 블록킹 확률:

$\theta=3; \lambda_V=30; \lambda_O=15; C=30$

Fig. 9. The overall blocking probabilities of arriving calls as a function of α : $\theta=3; \lambda_V=30; \lambda_O=15; C=30$.

\bar{n} (평균 간섭신호대 배경잡음 비)의 값을 나타내었다. 결과를 보면 GCP가 활성화되지 않은 호 수락 정책에서는 K 값에 상관없이 일정한 값이 유지되고 GCP가 활성화된 호 수락 정책에서는 K 값이 증가함에 따라 \bar{n} 가 줄어든다. 따라서 GCP가 평균 간섭신호를 감소시키는 역할을 한다는 것을 알 수 있다.

그림 9는 가중치 파라미터 (α)에 따른 전체 블록킹 확률 (B)의 성능을 나타낸 것이다. 비교에 사용된 S1, S2, S3, S4의 환경은 다음과 같다.

S1: $\eta_O = \eta_V = \infty (n(j) = v(j) = 1), K = 0,$

S2: $\eta_V = 8 \text{ dB}, \eta_O = 10 \text{ dB}, K = 0$

S3: $\eta_O = \eta_V = \infty, K = 10$

S4: $\eta_V = 8 \text{ dB}, \eta_O = 10 \text{ dB}, K = 0$

α 가 증가할수록 S3, S4 영역의 전체 블록킹 확률은 선형적인 증가를 하고, S2 영역의 전체 블록킹 확률은 조금씩 감소하고 S1 영역의 전체 블록킹 확률은 거의 변하지 않는다는 것을 알 수 있다.

V. 결론

이 논문에서는 VCS에 대한 우선순위 호 제어정책의 성능을 살펴보았다. 현재 논문에서는 OVS의 호의 블록킹 확률 (P_O)과 VCS 호의 블록킹 확률 (P_V)을 주요 성능측정 기준으로 고려하였다. 우선 순위가 부여된 VCS 호 시

도는 P_O 의 증가 비용으로 P_V 의 감소를 얻을 것으로 기대 되기 때문에, P_O 와 P_V 사이의 상충이 되는 점을 확인하기 위한 전체 블록킹 확률 (B)이 또한 고려되었다. GCP가 적용되는 ICAC는 VCS와 같은 특별한 QoS (Quality of Service) 요구 조건을 가지는 호의 품질 유지를 위한 강력한 도구로 사용될 수 있다는 것을 실험을 통해 보였고, VCS호에 대한 우선 순위 적용의 경우 $K=3$ 으로 설정하면 OVS호에 대한 블록킹 확률을 일정 수준 유지하면서 목적을 일룰 수 있다는 것을 보였다. 이러한 연구 결과는 VCS를 셀룰러 이동통신에 적용할 때 네트워크 운용에 대한 기본 자료로 사용될 수 있을 것이다.

감사의 글

본 연구는 소프트웨어진흥원의 ITRC 프로그램의 지원으로 이루어졌습니다.

참고 문헌

1. Y.-B. Lin, S. Mohan and A. Noerpel, "PCS channel assignment strategies for hand-off and initial access," *IEEE Personal Commun.*, 47-56, 3rd Quarter 1994.
2. Y. Ishikawa and M. Umeda, "Capacity design and performance of call admission control in cellular CDMA systems," *IEEE J. Select. Areas*, 15 (8), 1627-1635, Oct. 1997.
3. D. Kim, "Efficient interactive call admission control in power-controlled mobile systems," *IEEE Trans. Veh. Technol.* 49 (3), 1017-1028, May 2000.
4. C.-J. Chang, T.-T. Su and Y.-Y. Chiang, "Analysis of a cut-off priority cellular radio system with finite queuing and reneging/dropping," *IEEE/ACM Trans. Networking*, 2 (2), 166-175, Apr. 1994.
5. Y.-B. Lin, S. Mohan and A. Noerpel, "Queuing priority channel assignment strategies for hand-off and initial access for a PCS network," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, 43 (3), 704-712, Aug. 1994.
6. B. Gavish and S. Sridhar, "Threshold priority policy for channel assignment in cellular networks," *IEEE Trans. Computers.*, 46 (3), 367-370, Mar. 1997.
7. R. A. Guerin, "Channel occupancy time distribution in a cellular radio system," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, VT-35 (3), 89-99, Aug. 1987.
8. X. Lagrange and B. Jabbari, "Fairness in wireless microcellular networks," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, 47 (2), 472-479, May 1998.
9. D. Hong and S. S. Rappaort, Traffic model and performance analysis for cellular mobile radio telephone systems with prioritized and non-prioritized handoff procedures, *IEEE Trans. Veh. Technol.*, 35 (3), 77-92, Aug. 1986.

10. C. H. Yoon and C. K. Un, "Performance of personal portable radio telephone systems with and without guard channels," *IEEE J. Select. Areas*, 11 (9), 911-917, Aug. 1993.
11. R. A. Guerin, "Queuing-blocking system with two arrival streams and guard channels," *IEEE Trans. Commun.*, 36, 153-163, 1988.
12. Q-A. Zeng, K. Mukumoto and A. Fukuda, "Performance analysis of mobile cellular radio system with priority reservation handoff procedures," *Proceedings of VTC '94*, 1829-1833, 1994.
13. S.-H. Oh and D.-W. Tcha, "Prioritized channel assignment in a cellular radio network," *IEEE Trans. Commun.*, 40, 1259-1269, 1992.
14. K. J. Gilhousen, I. M. Jacobs, R. Padovani, A. J. Viterbi, I. A. Weaver and C. E. Wheatly, "On the capacity of a cellular CDMA system," *IEEE Trans. Veh. Technol.*, 40 (2), 303-312, May 1991.
15. A. J. Viterbi, A. M. Viterbi and E. Zehavi, "Other-cell interference in cellular power-controlled CDMA," *IEEE Trans. Commun.*, 42 (4), 1501-1504, Apr. 1994.
16. A. M. Viterbi and A. J. Viterbi, "Erlang capacity of a power controlled CDMA system," *IEEE J. Select. Areas*, 11 (6), 892-900, Aug. 1993.
17. W. Feller, *An Introduction to Probability Theory and Its Applications*, I, 2nd ed. New York:Wiley, 1957.
18. EIA/TIA IS-95, Mobile station-base station compatibility

standard for dual-mode wideband spread spectrum cellular system, 1993.

저자 약력

• 위 성 철 (Sung-Chul Wi)



2001년 2월: 한양대학교 전자컴퓨터학부 졸업 (공학사)
2003년 2월: 한양대학교 전자공학과 졸업 (공학석사)

• 김 동 우 (Dong-Woo Kim)



1994년 8월: 한국과학기술원 졸업 (공학박사)
1994년 7월~2000년 2월: 신세기통신 기술연구소
선임연구원
2000년 3월~현재: 한양대학교 전자컴퓨터학부 조
교수