

A/D 이동 통신망에서 아날로그 호를 위한 채널 공유 방법에 관한 연구

正會員 趙 光 門*, 正會員 金 泰 潤*

A Study on Channel Sharing Method for Analog Calls in Analog/Digital Mobile Communication Network

Kwang Moon Cho*, Tai Yun Kim Regular Members

要 約

본 연구에서는 A/D 이동 통신망에서 아날로그 호를 위한 새로운 채널 할당 방법을 제안하였다. 이 방법은 이동 통신망의 디지털화로 인하여 기존의 아날로그 단말기 사용자에게 대한 서비스 품질을 보장하기 위해서 필요하게 된다.

셀룰라 시스템(cellular system)에서의 채널 할당(channel assignment) 기법을 제시하였고, A/D 이동 통신망에서 아날로그 호를 위한 채널 공유 방법(CSM: channel sharing method)을 제안하였다.

실험 결과 제안한 방법을 사용한 A/D 이동 통신망의 평균 호손률이 기존의 기법에 비해 다소 높게 나타났으나, 아날로그 호에 대한 호손률을 감소시킬 수 있었다. 또한 새로운 방법은 아날로그 호와 디지털 호에 대한 보다 유연한 채널 할당을 가능하게 하여 시스템의 유연성과 적응성을 제공하였다.

ABSTRACT

In this paper a new channel assignment method for analog calls in the analog/digital mobile communication network is proposed. Since the mobile communication network is digitalized, this method is necessary for service quality of analog terminal users.

Channel assignment strategies in cellular systems are presented. Channel sharing method (CSM) for analog calls in A/D mobile communication network is proposed.

Using the proposed method, the mean probability of call blocking for A/D mobile communication network is increased slightly. But the probability of analog call blocking is decreased. And a more flexible assignment of channels for analog calls or digital calls is possible. Therefore, the system flexibility and adaptability is provided.

* 고려대학교 전산과학과

Department of Computer Science, Korea University

論文番號 : 94222

接受日字 : 1994年 8月 26日

I. 서 론

이동 통신망에서 고려해야 할 중요한 사항은 서비스 지역 내에서의 평균 호손률의 감소다. 이를 위해 사용 가능한 주파수 대역을 확장시킬 수 있으나, 그것은 현실적으로 제약이 따른다. 따라서 제한된 주파수 자원의 효율적인 사용 문제가 대두된다.

하나의 호 처리에 사용되는 주파수 채널(channel)을 효율적으로 할당하여 시스템 서비스의 전체 처리 용량을 높이기 위한 연구가 많이 진행되어 왔다. 그 중에서 대표적인 것이 셀룰라 시스템(cellular system)이다^(7,8). 셀룰라 시스템은 일정한 거리가 떨어진 셀에서 같은 주파수 채널을 재사용(reuse)할 수 있어서 시스템에서 사용 가능한 논리적인 채널의 수가 증가된다.

셀룰라 시스템에서는 각 셀에 채널을 어떻게 할당하는가 하는 것이 중요한 문제가 된다. 채널의 할당 기법에 따라 시스템의 성능이 영향을 받게 된다. 셀룰라 시스템에서의 채널 할당 기법으로는 기본적으로 고정 채널 할당 기법이 사용되고 있다. 이 기법을 기본으로 채널 차용 기법을 적용한 방법들이 제시되어 왔다.

이동 통신 서비스의 사용량이 급증하면서 채널 부족 현상이 심각한 문제가 되어 기존의 아날로그(analog) 시스템에서 디지털(digital) 시스템으로의 전환이 이루어지고 있다^(1,9). 현재의 표준에 따르면 하나의 아날로그 채널은 6개의 디지털 채널에 대응한다⁽¹⁾. 따라서 디지털 시스템을 사용하면 최소 6배의 용량 증가를 얻을 수 있게 된다. 그러나 디지털 시스템이 도입되면서 발생한 또다른 문제는 기존의 아날로그 시스템을 사용하던 사용자들에 대한 서비스 문제다. 기존의 아날로그 단말기를 이용하여 디지털 시스템의 서비스를 이용할 수 없기 때문이다.

따라서 시스템 측면에서 디지털과 아날로그를 동시에 지원할 수 있는 공용 시스템의 도입이 필요하게 되었다. 아날로그 단말기 사용자에게 대한 호 처리를 위해서는 아날로그 채널을 할당하고, 디지털 단말기 사용자에게는 디지털 채널을 할당해 주어야 한다. 특히 급격한 디지털화로 인하여 기존의 아날로그 단말기에 할당될 채널의 수가 매우 부족하게 되어 서비스의 품질 문제가 발생한다.

임의적으로 발생하는 호가 아날로그 채널을 필요로 하는지, 디지털 채널을 필요로 하는지에 따라 평균 호손률이 큰 영향을 받게 된다. 따라서 공용 시스템에 사용할 수 있는 채널 할당을 위한 제어 방법이 필요하게 된다.

본 연구에서는 이를 위해 제시된 기법들을 분석한다. 그리고 아날로그 호를 위한 채널 공유 방법(CSM : channel sharing method)을 제안한다. 이 방법을 사용함으로써 A/D 이동 통신망에서 아날로그 호와 디지털 호에 대한 보다 유연한 채널 할당이 가능하게 된다. 현재 우리나라에서 제공되고 있는 아날로그 시스템에서 디지털 시스템으로 변화해 갈 때 기존의 아날로그 시스템 서비스 사용자들에게 편의를 제공할 수 있게 되고, 제한된 주파수 자원을 효율적으로 활용할 수 있게 될 것이다.

II. 기존의 채널 할당 기법

A/D 이동 통신망에서의 채널 할당을 위해 셀룰라 시스템에서의 대표적인 채널 할당 기법의 특징을 제시한다. 그리고 기존의 A/D 이동 통신망에서의 채널 할당 기법에 대한 내용을 분석한다.

1. 셀룰라 시스템의 채널 할당 기법

셀룰라 시스템에서 각 셀에 채널을 할당할 때, 기본적으로 고정 채널 할당(FCA : Fixed Channel Assignment)기법을 사용한다^(3,4,5). 고정 채널 할당 기법은 알고리즘의 구현이 쉬운 반면에 시스템의 구성 이전에 미리 자세한 통화량 예측 분석에 따른 고려가 필요하다. 그 외의 기법들은 시스템의 통화량 변화에 실시간 적으로 대처하기 위한 기법으로서 실제 알고리즘의 구현에는 많은 고려 사항들이 필요하다^(3,6).

고정 채널 할당 기법에서는 각 셀에 사용될 채널 세트가 고정적으로 할당된다. 이웃 셀들에는 채널간의 간섭을 피하기 위해서 다른 채널 세트가 할당된다. 각 채널 세트는 일정한 거리 이상 떨어진 셀에서 재사용 된다. 이를 채널 재사용 거리(cochannel reuse distance)라 한다. 만약 한셀에 할당된 모든 채널이 사용 중이라면 이후에 발생하는 호는 손실된

다.

채널 차용 기법은 임의의 셀에서 사용 가능한 채널이 없을 때, 이웃한 셀에서 채널을 빌려서 사용한다는 개념으로서 몇 가지 변형 기법들이 있다^(2,4,5). 단순 차용(SB : Simple Borrowing) 기법에서는 각 셀에 하나의 채널 세트가 할당된다. 임의의 셀에서 호가 발생하면, 채널 세트 중의 한 채널이 할당된다. 만약 모든 채널이 사용중이면, 이웃 셀의 채널을 차용한다. 이때 채널의 차용이 현재 진행 중인 호에 간섭을 미치지 않아야 한다. 하나의 채널이 차용되면, 몇 개의 다른 셀들에서 그 채널의 사용이 금지된다. 따라서 채널의 차용은 트래픽이 많을 때 문제가 된다.

혼합 할당(HA : Hybrid Assignment) 기법에서는 각 셀에 할당된 채널 세트가 두개의 서브 세트 A, B로 나누어진다. 서브 세트 A의 채널은 해당 셀의 호에 대한 서비스만을 위해 사용되고, B의 채널은 이웃 셀로의 차용만을 위해 사용된다. 트래픽의 양에 따라 결정되는 채널 수 #A : #B의 비율이 시스템의 성능을 결정한다.

채널 순서에 따른 차용(BCO : Borrowing with Channel-Ordering) 기법은 HA 기법을 응용한 것으로서, #A : #B의 비율이 트래픽 양에 따라 자동적으로 변한다. 그리고 각 셀에 할당된 모든 채널은 일정한 순서를 유지하고, 가장 낮은 순위의 채널은 해당 셀에서 발생하는 호에 할당될 최고의 우선 순위를 갖고, 높은 순위의 채널은 이웃 셀에 차용될 최고의 우선 순위를 갖는다. 채널이 차용된 후에, 채널을 차용해 준 셀의 코채널(cochannel) 셀들에서는 그 채널의 사용이 금지된다.

2. A/D 이동 통신망

아날로그 호와 디지털 호를 동시에 처리할 수 있는 공용 시스템에서 적용 가능한 채널 할당을 위한 기법을 분석한다. 분석을 위한 시스템 모델을 설정하고, 아날로그 호와 디지털 호의 발생 비율에 따른 호손률의 상한 값과 하한 값을 분석한다.

2.1 네트워크 모델 및 분석

일반적인 통신망에서처럼 발생하는 호는 발생률 λ

calls/min의 포아송(Poisson) 분포를 따른다. 호의 완료 시간은 평균 $1/\mu$ min/call의 지수(exponential) 분포를 따른다. 이때 호손률 P_B 를 계산하기 위해 열랑(Erlang)식 $B(n, a)$ 를 사용한다^(1,9,11).

$$P_B = B(n, a) = \frac{\frac{a^n}{n!}}{\sum_{i=0}^n \frac{a^i}{i!}} \quad (1)$$

a 는 열랑 식에 따른 발생 통화량으로서 λ/μ 가 되고, n 은 사용 가능한 채널의 수이다.

각 호는 아날로그 또는 디지털 채널을 필요로 하고 서로 독립적이다. 이때 시스템에서 발생하는 아날로그 호의 비율을 $\alpha(0.0 \leq \alpha \leq 1.0)$ 라 하면, 디지털 호의 비율은 $(1-\alpha)$ 가 된다. 각 호의 평균 완료 시간을 1분으로 가정하면 호의 발생률 λ 는 발생 통화량 a 와 같게 된다.

포아송 분포를 형성하는 아날로그 호의 도착률 λ_a 와 디지털 호의 발생률 λ_d 는 다음과 같다.

$$\begin{aligned} \lambda_a &= \alpha\lambda \\ \lambda_d &= (1-\alpha)\lambda \end{aligned}$$

이때 n 개의 아날로그 채널이 사용 가능하다면, 호손률의 상한 값과 하한 값을 다음과 같이 구할 수 있다.

1) 호손률의 상한 값

6개의 디지털 호를 하나의 아날로그 호로 정의함으로써 호손률의 상한 값을 쉽게 구할 수 있다. 호손률의 상한 값 계산을 위한 발생 통화량 λ^* 를 다음과 같이 구할 수 있다.

$$\lambda^* = \alpha + (1-\alpha)\lambda/6$$

발생 통화량 λ^* 에 대한 호손률의 상한 값 $P_B(\alpha)$ 은 식 (1)의 열랑 식에 따라 다음 식 (2)와 같게 된다.

$$P_B(\alpha) = B(n, \lambda^*) \quad (2)$$

2) 호손률의 하한 값

임의적으로 발생하는 호가 서로 독립적으로 아날로그 또는 디지털 호가 될 수 있으므로 호손률의 하한 값은 다음 식 (3)에 근거하여 구할 수 있다.

$$P_B(\alpha) = \alpha P(B|_{\text{analog}}) + (1-\alpha)P(B|_{\text{digital}}) \quad (3)$$

$P(B|_{\text{analog}})$ 와 $P(B|_{\text{digital}})$ 은 각각 아날로그 호와 디지털 호가 손실될 조건부 확률이다. 따라서 $P_B(\alpha)$ 의 하한 값을 구하기 위해서는 $P(B|_{\text{analog}})$ 와 $P(B|_{\text{digital}})$ 의 하한 값을 구하여 합하면 된다. 각 하한 값은 서

로 다른 유형의 호가 다른 유형의 호를 위한 채널을 사용할 수 없다고 가정하면 쉽게 구할 수 있다. 즉 $P(B|_{\text{analog}})$ 를 구하기 위해 디지털 호는 아날로그 호를 위한 채널을 사용할 수 없다고 가정하면, n 개의 채널 모두를 아날로그 호를 위해 사용할 수 있다. 따라서 다음과 같은 식을 구할 수 있다.

$$P(B|_{\text{analog}}) \geq B(n, \lambda_a)$$

이와 비슷하게 디지털 호를 위해서는 $6n$ 개의 채널이 사용될 수 있으므로 다음과 같은 식을 구할 수 있다.

$$P(B|_{\text{digital}}) \geq B(6n, \lambda_d)$$

결과적으로 호손률의 하한 값은 다음 식(4)에 의하여 구할 수 있다.

$$P_f(\alpha) = \alpha B(n, \lambda_a) + (1-\alpha)B(6n, \lambda_d) \\ = \alpha B(n, \alpha\lambda) + (1-\alpha)B(6n, (1-\alpha)\lambda) \quad (4)$$

이상의 분석에 따라 아날로그 호의 발생 비율 α 값의 변화에 대한 호손률의 상한 값과 하한값을 그림 1과 같이 나타낼 수 있다.

2.2 기존의 채널 할당 기법

A/D 이동 통신망에서 사용된 기존의 채널 할당 기법은 셀 내에서 아날로그 호와 디지털 호가 사용할

수 있는 채널을 미리 구분하여 놓는다. 아날로그 호를 위한 채널의 비율을 전체 채널 수의 $\beta(0.0 \leq \beta \leq 1.0)$ 라고 하면, 디지털 호를 위한 채널의 비율은 $(1-\beta)$ 가 된다.

식 (3)의 조건부 확률 식에 따라 호손률은 다음과 같이 구할 수 있다.

$$P_B(\beta|\alpha) = \alpha B(\beta n, \alpha\lambda) + (1-\alpha)B((1-\beta)(6n), (1-\alpha)\lambda)$$

따라서 $P_B(\beta|\alpha)$ 를 β 에 관한 식으로 놓고, 호손률을 최소화 하는 β 값을 구하기 위해 다음의 식을 세울 수 있다.

$$\beta = f(\alpha)$$

이 식으로부터 $f(\alpha) = \alpha$ 를 유추할 수 있다. 즉, 발생하는 아날로그 호의 비율을 α 로 가정했을 때 비례적으로 아날로그 호에 필요한 채널의 비율 β 도 α 와 같은 값을 갖는다는 것이다. 실제의 경우에는 이 결과가 맞지 않지만 실험에 따르면 이와 근사한 값을 얻을 수 있다⁽¹⁾. 따라서 호손률은 다음 식 (5)를 이용하여 구할 수 있다.

$$P_B(\beta|\alpha) \equiv P_B(\alpha) = \alpha B(\alpha n, \alpha\lambda) \\ + (1-\alpha)B((1-\alpha)(6n), (1-\alpha)\lambda) \quad (5)$$

식 (5)에 따라 아날로그 호와 디지털 호의 손률을 계산한 결과가 표 1과 같고, 그래프로 나타내면 그림 2와 같다.

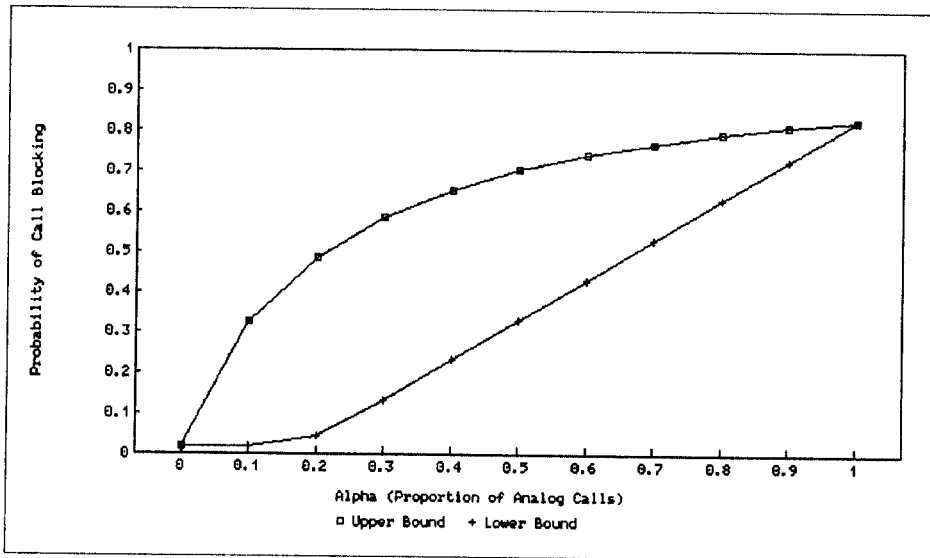


그림 1. α 값에 따른 호손률의 상한과 하한

Fig. 1. Upper & lower bound for the probability of call blocking by the value of α

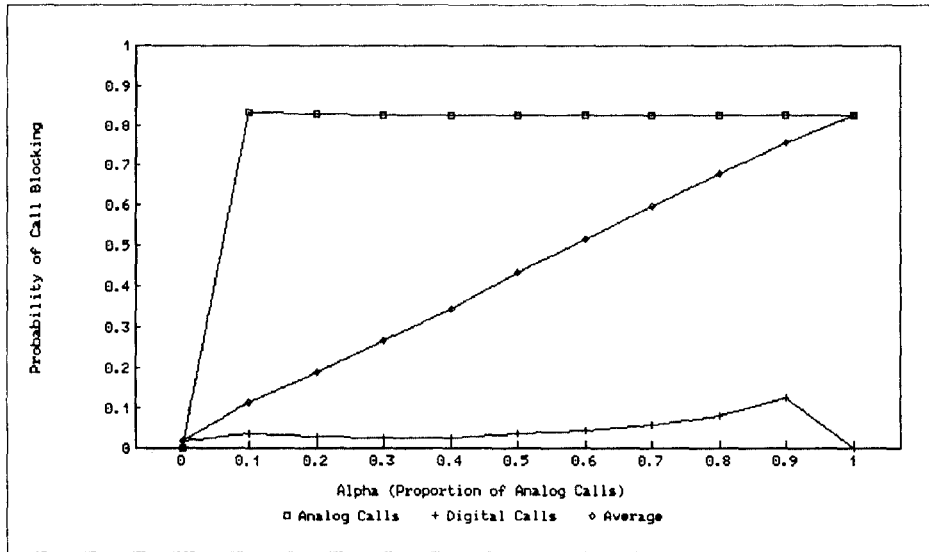


그림 2. A/D이동 통신망에서 기존 기법의 호손율
 Fig. 2. Probability of call blocking for existing method in A/D mobile communications network

표 1. A/D 이동 통신망에서 기존 기법의 호손율 비교
 Table 1. Comparison of the probability of call blocking for existing method in A/D mobile communication network

α 값	아날로그 호손율	디지털 호손율	총 봉쇄율
0.0	0.000000	0.020000	0.020000
0.1	0.831760	0.036813	0.116308
0.2	0.828528	0.028407	0.188432
0.3	0.827386	0.025604	0.266139
0.4	0.826802	0.024203	0.345243
0.5	0.826447	0.036813	0.431630
0.6	0.826208	0.043717	0.513212
0.7	0.826037	0.059751	0.596152
0.8	0.825908	0.079887	0.676704
0.9	0.825807	0.126754	0.755902
1.0	0.825726	0.000000	0.825726

Ⅲ. 아날로그 호를 위한 채널 공유 방법

A/D 이동 통신망에서 아날로그 호를 위한 채널 공유 방법의 시스템 모델을 제시하고, 이 방법에 적용되는 규칙을 제시한다. 그리고 채널 공유 방법에 사용되는 채널 할당 알고리즘과 채널 해제 알고리즘을

작성한다.

1. 시스템 모델

Ⅱ장에서의 결과로부터 똑같은 α 값에 대하여 기존의 할당 기법의 호손율이 하한값보다 크게 나타난다는 것을 알 수 있다. 따라서 호손률의 하한 값보다 근접할 수 있는 새로운 채널 할당 기법이 요구된다. 본 연구에서는 셀룰라 시스템에서의 BCO기법을 변형한 채널 공유 방법을 제안한다. 이 방법을 A/D 이동 통신망에 적용한다⁽¹¹⁾.

기존의 할당 기법에서는 아날로그 호와 디지털 호가 사용할 수 있는 채널이 명목상으로 서로 분리되어 사용되었다. 호의 발생에 일정한 원칙이 없고 아날로그 호 또는 디지털 호의 발생이 서로 독립적이라는 측면에서 이러한 제약 사항은 이미 설명한 대로 시스템의 최적 성능에 대한 장애 요소가 된다. 특히 아날로그 호에 대해서는 평균 호손률이 매우 높게 나타나는 문제가 있다.

본 연구에서 제안한 채널 공유 방법의 성능을 분석하기 위한 시스템 모델을 그림 3과 같이 구성한다.

BCO 기법의 채널 차용 개념을 하나의 셀 내에서의 아날로그 호와 디지털 호 사이의 채널 공유 형태로

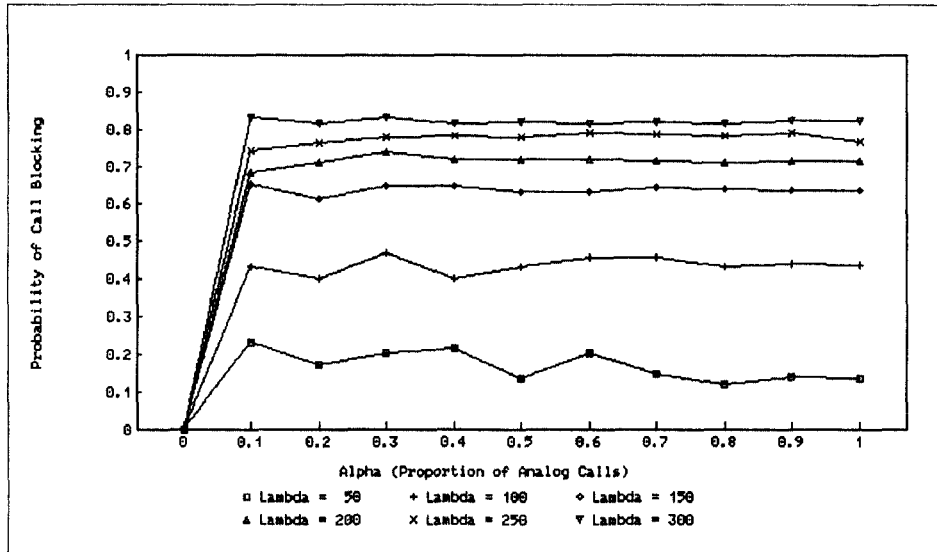


그림 3. 통화량에 따른 기존 기법의 아날로그 호출 손실률
 Fig. 3. Probability of analog call blocking for existing method with the traffic

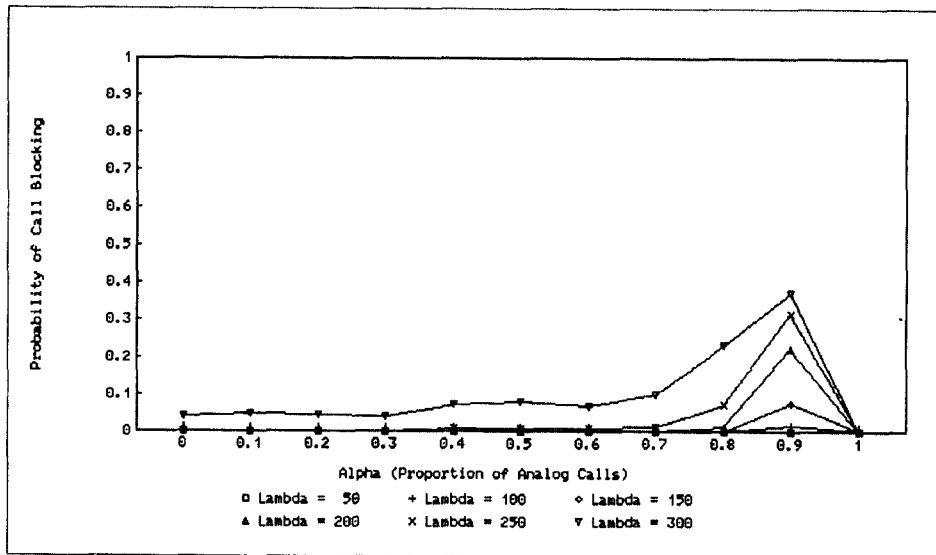


그림 4. 통화량에 따른 기존 기법의 디지털 호출 손실률
 Fig. 4. Probability of digital call blocking for existing method with the traffic

적용한다. 따라서 채널 공유 방법에서는 모든 호가 셀 내의 모든 채널을 사용할 수 있는 유연성을 제공한다. 발생하는 호의 유형에 따른 적응성을 갖게 되고, 통화량의 증가와 α 값의 변화에 따른 각 유형의 호출손실을 알 수 있다.

2. 채널 공유를 위한 알고리즘

2.1 채널 공유의 규칙

채널의 유연성 있는 할당을 위해 채널 순서화(channel ordering)와 채널 재할당(channel reassignment) 개념을 사용한다.

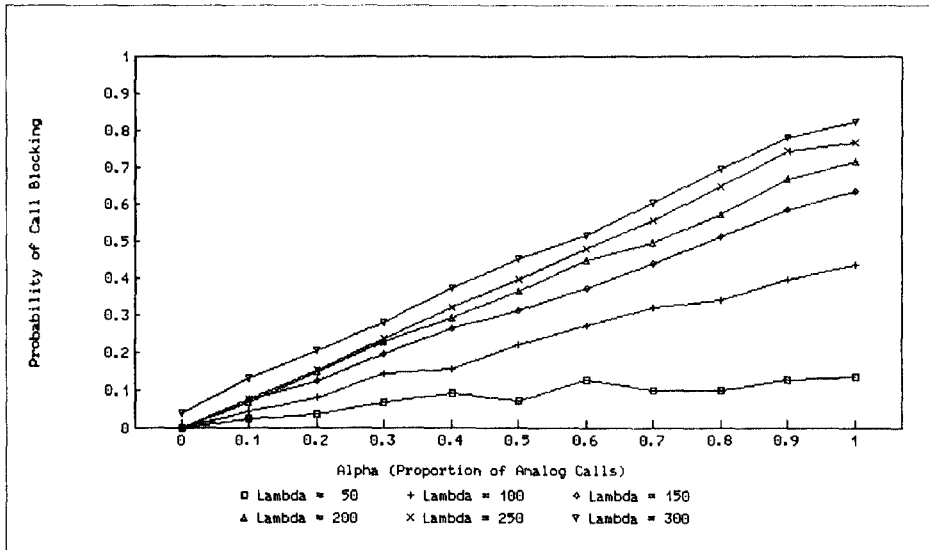


그림 5. 통화량에 따른 기존 기법의 총 호손률
 Fig. 5. Probability of average call blocking for existing method with the traffic

- Objective : Minimize the probability of call blocking(P_B)
- Given : call distribution(Poisson distribution with rate λ)
 duration time of a call (exponential distribution with mean $1/\mu=1$)
- Constraints : FCA model
 number of the channels in a cell: $n=50$
 independence occurrences of analog/digital calls
 common usage of channels in the cell
- Methods : channel ordering & channel reassignment

그림 6. 채널 공유 방법을 위한 시스템 모델
 Fig. 6. System model for channel sharing method

채널 순서화란 그림 7과 같이 각 셀에서 사용 가능한 모든 채널이 일정한 순서를 유지하도록 각 채널에 채널 순위를 부여한 것이다. 발생하는 각각의 아날로그 호에 대해서 순위가 낮은 채널에서부터 차례대로 채널을 할당한다. 디지털 호에 대해서는 순위가 높은 채널에서부터 차례대로 할당한다. 이렇게 함으로써 임의적으로 발생하는 호가 어떤 유형의 호이든 관계 없이 채널을 유연하게 할당할 수 있다.

채널 순서화 개념을 적용함으로써 발생하는 호의 각 유형에 대한 채널의 적응적인 할당이 가능하게 된다. 이러한 채널의 적응적인 할당과 호손률을 낮추기 위하여 적용되는 중요한 개념이 채널 재할당이다. 채널 재할당은 각 호의 완료에 따라서 현재 사용 중인

호의 채널을 다른 채널로 재할당하는 기법으로서 핸드오프(handoff) 기법의 일종이다. 물론 사용 채널의 전환을 위한 추가적인 비용이 들 것이고, 이에 대한 양이 많을 것이지만 이는 효과적인 핸드오프 기법으로써 처리가 될 것으로 가정한다. 채널 재할당을 위해 다음의 두 가지 규칙이 사용된다.

- i) 임의의 아날로그 호가 완료되어 그 호가 사용하던 채널이 해제되면, 보다 높은 순위의 채널을 사용하는 아날로그 호를 방금 해제된 낮은 순위의 채널로 재할당한다.
- ii) 임의의 디지털 호가 완료되어 그 호가 사용하던 채널이 해제되면, 보다 낮은 순위의 채널을 사용하는 디지털 호를 방금 해제된 높은 순위의

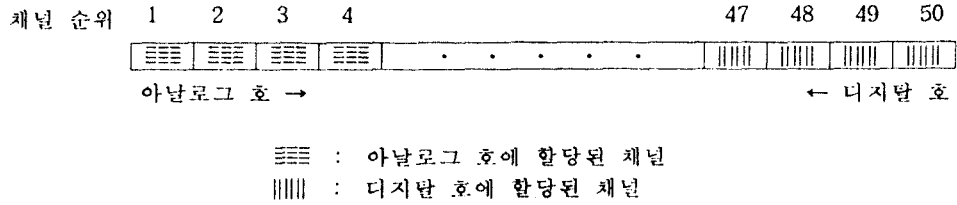


그림 7. 채널 순서화 개념
 Fig. 7. Concept of channel ordering

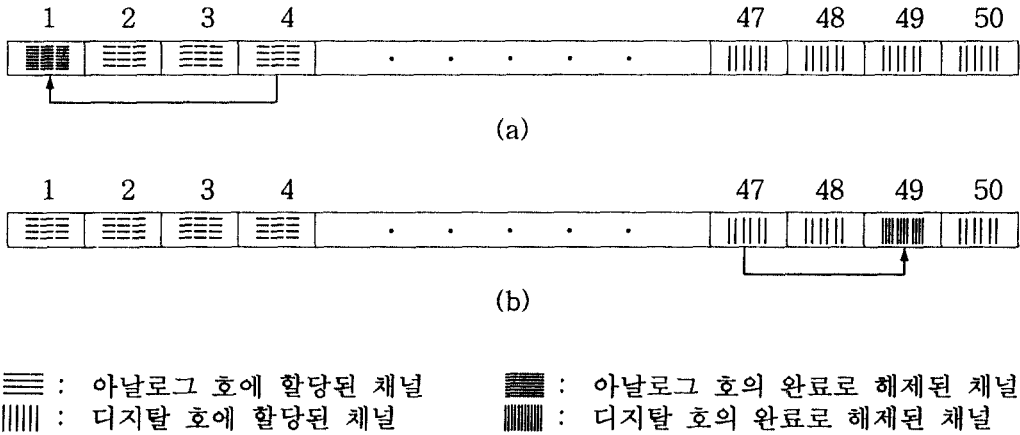


그림 8. 채널 재할당 개념
 Fig. 8. Concept of channel reassignment

채널로 재할당한다.

채널 재사용의 내용은 그림 8과 같다. 그림 8(a)에서 1번 채널을 사용하는 아날로그 호가 완료되어 채널이 해제된다. 이때 4번 채널을 사용하는 아날로그 호가 1번 채널을 사용하도록 채널을 재할당한다. 그리고 4번 채널은 해제되어 다음에 발생하는 임의의 호에 할당될 수 있다.

그림 8(b)에서는 49번 채널을 사용하는 디지털 호 중의 하나가 완료되면, 47번 채널을 사용하는 디지털 호 중의 하나를 49번 채널을 사용할 수 있도록 재할당한다.

이러한 채널 재할당을 통하여 발생하는 호의 독립

성에 대한 유연한 대응이 가능하게 된다. 전체 채널들 중에서 중간 순위를 갖는 채널의 가용성이 높아진다. 새로이 발생하는 호가 아날로그 또는 디지털인지에 관계없이 사용 가능한 채널이 있으면 언제나 할당할 수 있다. 즉, 두 가지 유형의 호 발생 비율에 따른 사용 가능 채널의 수가 임의적으로 정해지지 않으므로 사용 가능한 채널이 있는 한 발생하는 어떤 유형의 호에 대한 서비스도 수행할 수 있게 된다.

2.2 알고리즘

이 절에서는 채널 공유를 위한 알고리즘을 제시한

채널

순위 배열 C

1	1
2	1
3	0
4	0
	.
	.
	.
47	0
48	1
49	1
50	1

배열 S

13	13	13	13	13	13
9	9	9	9	9	9
0	0	0	0	0	0
0	0	0	0	0	0
	
0	0	0	0	0	0
0	0	0	25	29	47
43	4	11	7	8	9
36	23	11	7	4	5

그림 9. 채널 할당 상태를 나타내는 배열
Fig. 9. Array for the status of channel assignment

다. 알고리즘은 크게 2개로 구성된다. 호의 발생에 따른 채널 할당 알고리즘(channel assignment algorithm)과 호의 완료에 따른 채널 해제 알고리즘(channel release algorithm)이다. 채널 해제 알고리즘에서 필요한 경우에 채널의 재할당이 수행된다.

하나의 셀에서 사용 가능한 채널의 수를 50이라고 하자. 이 알고리즘에는 2개의 테이블이 필요하다. 하나는 채널을 나타내는 테이블이고, 다른 하나는 채널의 할당 상태를 나타내는 테이블이다. 그림 9에 이 배열들의 구성이 나타나 있다.

채널을 나타내는 배열 C의 각 원소 값이 1이면 해당 채널이 임의의 호에 할당되어 있음을 나타내고, 0이면 할당되어 있지 않음을 나타낸다.

6개의 디지털 호가 하나의 채널을 동시에 사용할 수 있으므로 채널의 할당 상태를 나타내는 배열 S는 2 차원으로 구성한다. 디지털 호를 위한 채널은 6개의 디지털 호에 대해 부분적으로 사용되고 있음을 알 수 있다. 배열 S의 각 원소 값이 0이면 해당 채널을 사용하는 호가 없다는 것을 나타낸다. 그리고 0이 아니면 해당 채널을 사용하는 호가 있음을 알 수 있다. 배열 S의 원소 값들은 해당 채널에 할당된 호의 완료 시간 값을 갖도록 하였다. 이는 실험을 쉽게 하기 위한 것일 뿐 다른 의미는 없다. 그림 9의 배열 S를 통

하여 현재 2개의 아날로그 호와 15개의 디지털 호가 진행 중임을 알 수 있다.

A/D 이동 통신망의 채널 공유를 위한 알고리즘 중에서 채널 할당 알고리즘이 그림 10에 제시되어 있고, 채널 해제 알고리즘은 그림 11에 제시되어 있다.

그림 10의 채널 할당 알고리즘 수행 과정은 다음과 같다. 우선 새로 발생한 호가 아날로그 호이면, 현재 사용 가능한 채널이 있는지를 파악한다. 만약 사용 가능한 채널이 있으면 그 채널을 아날로그 호에 할당하고, 그렇지 않으면 그 호는 손실된다.

디지털 호에 대해서는 우선 현재 사용 중인 채널 중에서 가장 우선 순위가 낮은 채널에 할당된 호가 6개 미만이면, 그 채널을 새로 발생한 호에 할당한다. 현재 사용 중인 가장 낮은 순위의 채널에 6개의 호가 할당되어 있으면 새로운 채널을 할당한다. 이때 사용 가능한 채널이 없다면 그 호는 손실된다.

IV. 성능 평가

본 연구에서 제시한 채널 공유 방법의 성능을 평가하기 위하여 먼저 다음과 같은 내용의 전제 조건을 세운다. 호의 발생은 발생률의 포아송 분포를 따르고, 호의 완료 시간은 평균 $1/\mu$ 의 지수 분포를 따르

```

Step 1. Assign a channel to an analog call.
  if a usable channel exists then/*아날로그 호에 대한 채널 할당*/
    assign a channel with low order in usable channels to a call.
  else/*아날로그 호의 손실*/
    call is blocked.
  endif
Step 2. Assign a channel to a digital call.
  if a usable channel exists then/*디지털 호에 대한 채널 할당*/
    if lowest channel in use has less than 6 calls then
      assign the channel to a call.
    else
      assign a channel with high order in usable to a call.
    endif
  else if lowest channel in use has less than 6 calls then
    assign the channel to a call.
  else/*디지털 호의 손실*/
    call is blocked.
  endif
endif

```

그림 10. 채널 할당 알고리즘
Fig. 10. Channel assignment algorithm

```

Step 1. Processing for release of an analog call with channel X.
  if X is the largest channel number in use then/*채널의 해제*/
    release the channel X.
  else/*채널의 해제와 재할당*/
    release the channel X.
    reassign the call with the largest channel number to channel X.
    release the largest number channel.
  endif
Step 2. Processing for release of a digital call with channel X.
  if X is the smallest channel number in use then/*채널의 재할당*/
    reassign the lower call in the channel.
    if channel X is empty then/*채널의 해제*/
      release the channel X.
    endif
  else/*채널의 재할당*/
    reassign the call with lowest channel number and lower in this channel.
    if the lowest channel is empty then/*채널의 해제*/
      release this channel.
    endif
  endif

```

그림 11. 채널 해제 알고리즘
Fig. 11. Channel release algorithm

다. 한 셀에 할당된 아날로그 채널의 수는 50개다. 이는 300(50*6) 개의 디지털 채널에 대응한다. 발생 통화량을 충분히 크게 하기 위하여 모든 호가 디지털이라고 가정하면, 즉 300개의 채널이 사용된다고 가정했을 때 이동 통신 시스템에서 요구되는 평균 호손률을 2%를 만족하기 위한 발생 통화량은 다음 식에 따라 $a=285.7$ Erlangs이 된다.

$$P_B=0.02=B(300, a)$$

II 장에서의 식 (1)에서 $a=\lambda/\mu$ 이다. 각 호의 평균 완료 시간 $1/\mu=1$ 분 이라고 가정하면 호의 발생률 λ 는 a 와 같게 된다.

이러한 전제 조건 하에서 다음과 같은 방법으로 채널 공유 방법의 성능을 평가한다⁽¹⁰⁾. 발생 통화량만큼의 서로 다른 난수를 발생하여 이를 시스템에 가해지는 아날로그 호와 디지털 호로 가정하여 이에 대한 채널 할당 과정에 대한 시뮬레이션을 수행한다. 실시간 환경의 30분간에 해당하는 호 발생과 채널 할당, 그리고 호 완료에 대한 채널의 재할당 내용을 시뮬레이션 한다. 이같은 과정 20번의 수행 결과로 구한 각각의 호손률의 평균 값을 계산한다.

채널 공유 방법에 따른 A/D 이동 통신망의 호손률은 표 2와 같고, 그림 12와 같은 그래프로 나타낼 수 있다.

표 2과 그림 12의 결과를 표 1과 그림 2와 비교해

표 2. 채널 공유 방법의 호손율 비교

Table 2. Comparison of the probability of call blocking for channel sharing method.

a 값	아날로그 호손율	디지털 호손율	총 호손율
0.0	0.000000	0.000000	0.000000
0.1	0.313731	0.120841	0.140573
0.2	0.480450	0.233817	0.283560
0.3	0.577041	0.300552	0.383562
0.4	0.638574	0.340796	0.461257
0.5	0.685372	0.360133	0.522988
0.6	0.714856	0.379051	0.580217
0.7	0.740496	0.368705	0.629155
0.8	0.765154	0.356094	0.685046
0.9	0.776179	0.301367	0.729161
1.0	0.789630	0.000000	0.789630

보면, 디지털 호와 전체 호에 대한 평균 호손률이 다소 높게 나타남을 알 수 있다. 그러나 이에 비하여 아날로그 호에 대해서는 호손률이 매우 감소함을 알 수 있다. 따라서 채널 공유 방법을 사용하면 A/D 이동 통신망의 초기 사용에 있어서 기존의 아날로그 단말기를 사용하는 사용자들에게 시스템의 변화에 따른 불이익을 최소화시키면서 좋은 서비스를 제공할 수

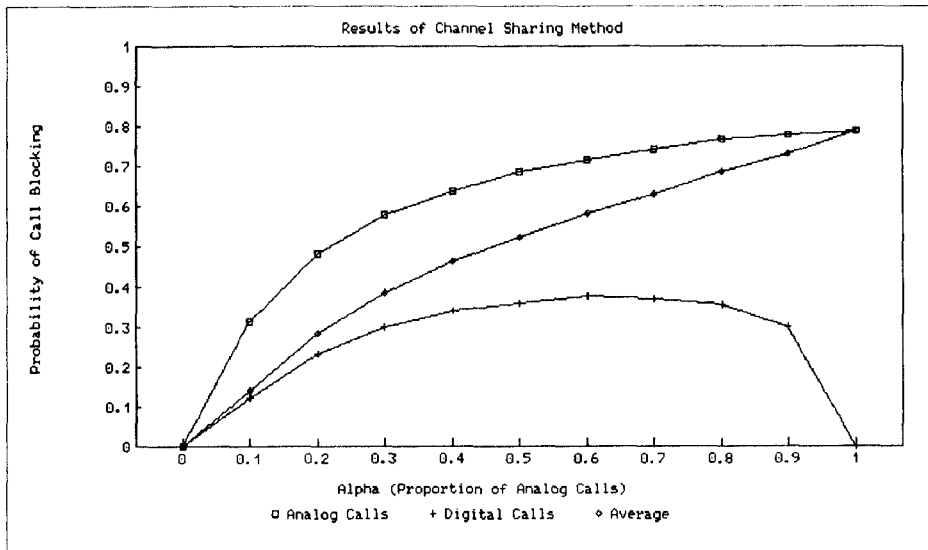


그림 12. 채널 공유 방법의 호손율
Fig. 12. Probability of call blocking for channel sharing method

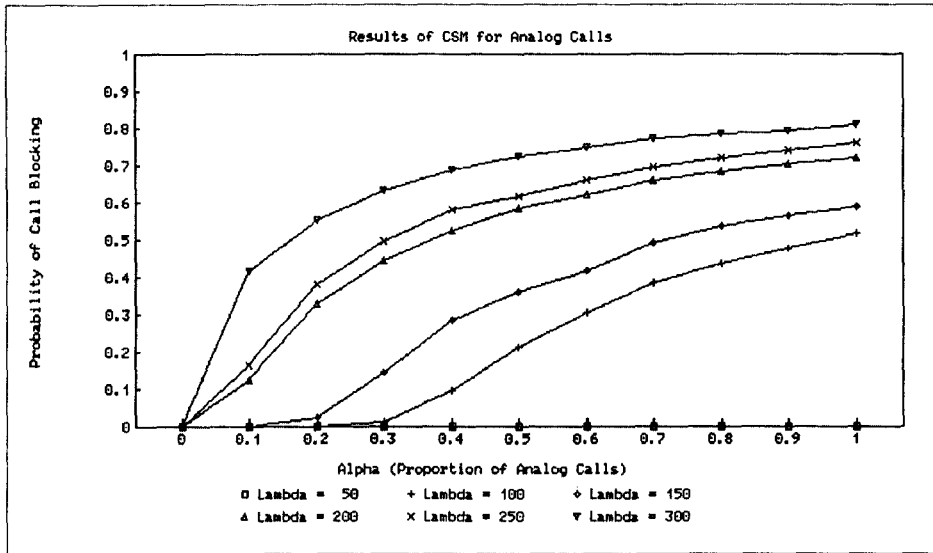


그림 13. 통화량에 따른 채널 공유 방법의 아날로그 호출 손실률
 Fig. 13. Probability of analog call blocking for channel sharing method with the traffic

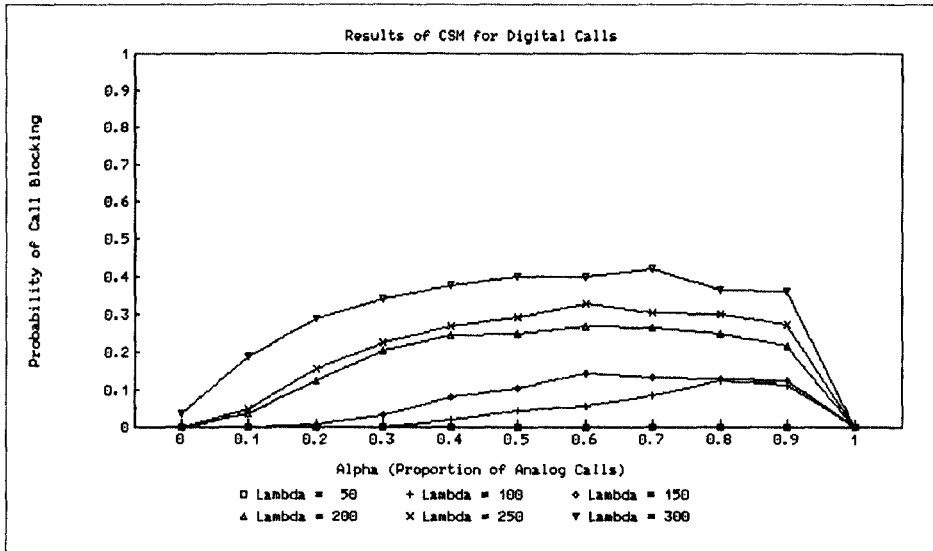


그림 14. 통화량에 따른 채널 공유 방법의 디지털 호출 손실률
 Fig. 14. Probability of digital call blocking for channel sharing method with the traffic

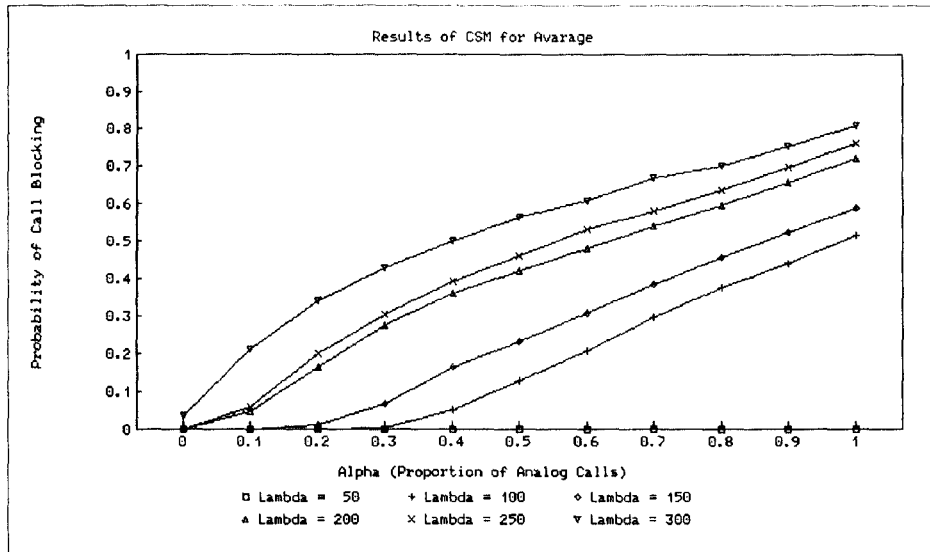


그림 15. 통화량에 따른 채널 공유 방법의 총 호손률
 Fig. 15. Probability of average call blocking for channel sharing method with the traffic

있게 된다.

V. 결 론

이동 통신망의 사용량 급증에 따라 필요로 되는 채널 부족 문제를 해결하기 위한 노력이 많이 진행되어 왔다. 같은 주파수 채널을 재사용할 수 있는 셀룰라 시스템이 구성되었고, 보다 많은 호를 처리하기 위한 디지털 시스템으로의 전환이 추진되고 있다. 디지털 시스템으로의 완전한 전환 이전에 필요한 것이 A/D 이동 통신망이다.

본 연구에서는 A/D 이동 통신망에서 효율적인 채널 할당 기법으로서 채널 공유 방법을 제안하였다. 이 방법의 목적은 전체적인 호손률의 향상보다는 무엇보다 기존의 아날로그 단말기 사용자들을 위한 아날로그 호의 손실을 향상시키기 위한 것이다. 제안한 방법의 기본이 되는 셀룰라 시스템에서의 채널 할당 기법을 제시하였다. 기존의 A/D 이동 통신망의 채널 할당을 위한 기법에 대한 제시와 성능 분석을 하였다.

채널 공유 방법에서는 기존의 기법에서와는 달리 아날로그 호와 디지털 호가 셀 내에서 사용 가능한 모든 채널을 공유하여 사용할 수 있도록 함으로써, 기존의 기법과는 다른 결과를 보여주었다. 아날로그 호에

대한 보다 좋은 결과를 나타내었다. 각 유형의 호에 대한 보다 유연한 채널 할당이 가능하게 되어 시스템의 적응성을 가져왔다. 따라서 채널 공유 방법은 디지털 시스템으로의 완전한 전환 이전에 기존의 아날로그 서비스 사용자들에게 편의를 제공할 수 있도록 사용할 수 있는 채널 할당 방법이라고 할 수 있다.

참고문헌

1. Apostolos K. Kakaes, "Channel Allocation Strategies in Dual Mode Digital Cellular Networks," Proceedings of the IEEE Globecom '90, pp.1553-1558, 1990.
2. David Everitt and David Manfield, "Performance Analysis of Cellular Mobile Communication Systems with Dynamic Channel Assignment," IEEE Journal on Selected Areas in Communications, Vol.7, No.8, pp.1172-1180, OCT. 1989.
3. Jun Tajima and Kenji Imamura, "A Strategy for Flexible Channel Assignment in Mobile Communication Systems," IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol.37, No.2,

- pp.92-103, MAY 1988.
4. Ming Zhang and Tak-Shing P. Yum, "The Nonuniform Compact Pattern Allocation Algorithm for Cellular Mobile Systems," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol.40, No.2, pp.387-391, MAY 1991.
 5. Ming Zhang and Tak-Shing P. Yum, "Comparisons of Channel-Assignment Strategies in Cellular Mobile Telephone Systems," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol.38, No.4, pp.211-215, NOV. 1989.
 6. Said M. Elnoubi, Rajendra Singh, Someshwar C. Gupta, "A New Frequency Channel Assignment Algorithm in High Capacity Mobile Communication Systems," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol.31, No.3, pp.125-131, AUG. 1982.
 7. William C. Y. Lee, "Spectrum Efficiency in Cellular," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol.38, No.2, pp.69-75, MAY 1989.
 8. William C. Y. Lee, "New Cellular Schemes for Spectral Efficiency," *IEEE Transactions on Vehicular Technology*, Vol.36, No.4, pp.188-192, NOV. 1987.
 9. William C. Y. Lee, *Mobile Cellular Telecommunications Systems*, McGraw-Hill, 1989.
 10. 김재주, 조신섭, 김병천, 컴퓨터를 이용한 통계학, 경문사, 1992.
 11. 조광문, 김태윤, "아날로그/디지털 시스템의 효율적인 채널 할당 기법," *정보과학회 학술발표논문집*, 제21권, 제1호, pp.451-454, 1994.4.



趙 光 門 (Kwang Moon Cho)

1988년 : 고려대학교 전산과학과(학사)
 1991년 : 고려대학교 전산과학과(석사)
 1993년 : 고려대학교 전산과학과 박사
 과정 수료



金 泰 潤 (Tai Yun Kim)

1981년 : 고려대학교 산업공학과(학사)
 1983년 : 미국 Wayne State Univ. 전
 산과학과(석사)
 1987년 : 미국 Auburn University 전
 산과학과(박사)
 1988년~현재 : 고려대학교 전산과학과
 교수