

무선 셀룰러 망에서 위너모델에 기초한 자원예측 방법의 성능개선

이진이*

요약

무선 셀룰러 망에서 제한된 무선자원을 효율적으로 이용하기 위해서는 핸드오프 호가 요구하는 자원의 양을 정확히 예측하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 미래의 핸드오프 호가 요구하는 자원의 양을 기존의 방법보다 정확히 예측함으로써 자원의 낭비를 줄일 수 있는 방법을 제안한다. 위너모델을 개선한 기존의 방법은 현재의 핸드오프 호가 사용하는 자원의 양(대역폭)을 토대로 미래의 핸드오프 호가 요구하는 자원의 양을 예측함으로써 이웃 셀의 트래픽 정보를 이용하여 자원의 양을 예측하는 방법보다 자원예측을 위한 처리과정이 훨씬 간단하다. 그러나 기존의 방법에서는 실제 요구한 양과 예측한 자원의 양의 차이인 자원의 예측 오차량의 크기가 예측시점의 경과에 따라 증가하여 자원의 낭비를 초래한다. 본 연구에서는 예측시점의 경과에 따라 예측 오차량의 크기를 감소시키는 감소 지수 파라메타를 도입하여 기존방법의 자원낭비를 줄였다. 시뮬레이션을 통하여 제안된 방법이 기존의 방법보다 원하는 핸드오프 호 손실률에서 핸드오프 호가 필요로 하는 자원의 양을 정확히 예측함으로써 자원의 이용률에서 성능이 우수함을 보인다.

A Performance Improvement of Resource Prediction Method Based on Wiener Model in Wireless Cellular Networks

Jin-Yi Lee^{*}

ABSTRACT

To effectively use limited resources in wireless cellular networks it is necessary to predict exactly the amount of resources required by handoff calls at a future time. In this paper we propose a method which predicts the amount of resources needed by handoff calls more accurately than the existing method based on Wiener processes. The existing method uses the current demands to predict future demands. Although this method is much simpler than using traffic information from neighbor cells, its prediction error increases as time elapses, leading to waste of wireless resources. By using an exponential parameter to decrease the magnitude of error over time, we show in simulation how to outperform the existing method in resource utilization as well as in prediction of resource demands.

키워드: 무선 셀룰러 망(Wireless Cellular Network), 위너모델(Wiener Model), 감소 지수 파라메타(A Decreasing Exponential Parameter), 무선자원예측(Resource Prediction)

1. 서론

무선 통신망에서 한정된 주파수 자원을 효과적으로 사용하는 기술은 아날로그 무선망에서 주파수 분할 다중화(FDMA) 방식과 디지털 무선망에서 셀룰러 방식이다. 무선 셀룰러 망에서는 셀의 크기를 작게 하여 주파수 재사용율을 증가시켜 제한된 주파수자원을 효율적으로 사용하지만, 핸드오프 발생율의 증가로 핸드오프 호 수락제어 과정이 매우 복잡하게 된다. 셀룰러 무선망의 특성상 핸드오프 손실률이나 신규 호의 차단율을 완전히 제거할 수는 없기 때문에, 서비스 호의 요구 품질(QoS)을 만족시키는 범위 내에서 자원을 할당하여 서비스를 제공한다[1-3]. 자

원 할당문제는 신규 호를 차단하는 것보다는 진행중인 호가 이웃 셀로 핸드오프 할 때 핸드오프 호가 손실이 되는 문제를 더 중요시하기 때문에, 핸드오프 호에 우선권을 주어 자원을 할당하는 방법에 대한 연구가 대부분이다[2, 4]. 핸드오프호에 우선권을 두고 호를 처리하는 기본적인 방법은 핸드오프 호만 전용으로 사용할 수 있는 일정량의 자원을 확보해 두는 것이다[5]. 그 외 핸드오프 호에 우선권을 두고 처리하는 방법으로 큐잉방법이 있는데, 이 방법은 핸드오프호가 발생했을 때 가용자원이 없으면 일정시간 대기시킨 후, 가용자원이 발생 할 때 서비스를 받게 한다[5-6]. 또 다른 자원 할당 방법은 실시간 호와 비 실시간 호에 따라 자원 분배를 다르게 하는 자원 분배 스케줄링 방법이 있다[7]. 이러한 자원의 효율적인 분배 및 예약을 위해서는 호가 필요로 하는 자원의 양을 정확히 예측하는 것이 중요

* 본 연구는 2002년도 창원대학교 학술연구조성비 지원에 의해 연구되었음.

† 정 회 원 : 창원대학교 전자공학과 교수

논문접수 : 2004년 6월 5일, 심사완료 : 2004년 11월 3일

하다. 미래의 핸드오프 호가 필요로 하는 자원의 양을 예측하는 방법에는 이웃 셀에 있는 모바일의 트래픽 정보를 실 시간적으로 기지국들이 서로 교환하면서 결정하는 방법이 있다[4,8-10]. 그러나 이 방법을 이용하여 자원의 요구량을 예측하기 위해서는 셀의 크기, 망의 형상(network topology), 서비스 별로 이웃 셀에 존재하는 모바일 사용자의 수, 모바일의 속도와 이동패턴(주어진 시간에 핸드오프 할 확률을 계산)등이 요구되며, 고려하는 요소가 많을수록 보다 정확한 예측이 가능하지만 처리과정은 대단히 복잡하게 될 뿐만 아니라, 이들 요소들은 서로 복잡한 상관관계를 갖고 있어 정확히 모델링 하는 것은 극히 어려운 일이다. 이러한 모바일의 이동성에 기초하여 요구량을 예측하는 방법이 아닌 셀 차원에서 예측하는 방법이 있다[11]. 이 방법은 특정 셀에서 이전에 소요되었던 자원의 양을 기초로 미래에 모바일이 요구하는 양을 워너모델을 개선하여 예측하는 방법으로 이웃셀의 트래픽 상황을 이용하는 예측방법보다 훨씬 간단하며, 성능 또한 거의 대등한 것으로 되어 있다.

한편 이웃 셀의 모바일 정보를 이용하여 미래의 핸드오프 호가 요구할 자원의 양을 결정하는 방법에서는 핸드오프 호의 도착과정을 포아송 분포, 핸드오프 호의 지속시간과 채널 점유시간을 지수 분포, 핸드오프 호가 요구하는 자원의 양을 일정한 것으로 모델링 하여 접근한다. 그러나 이러한 접근 방법은 무선망의 환경에서는 적합하지 않다. 무선망은 다음과 같은 특성을 갖고 있다.

첫째, 핸드오프 호들은 서로 다른 다양한 서비스 품질을 요구하므로 그 서비스 품질을 충족시키기 위해서는 서비스 종류별로 각각 다른 크기의 무선자원의 양을 필요로 한다.

둘째, 기지국이 통제하는 셀은 점점 작아져 피코 셀 구조를 갖기 때문에 잦은 핸드오프 호가 발생할 뿐만 아니라, 핸드오프 호의 도착 과정 또한 포아송 분포보다는 비 포아송 분포이고, 비정적인(nonstationary) 분포를 갖게 된다. 그리고 셀 내부에서 호가 하나의 채널을 점유하고 있는 시간도 지수 분포보다는 임의의 분포를 갖게 된다.

셋째, 셀내의 모바일 속도 또한 저속에서부터 고속의 광범위한 속도로 이동하기 때문에 이웃 셀의 모바일 상태와 움직임에 대한 정보를 실 시간적으로 수집하고 전달하는 것이 더욱 복잡하고 어렵게 된다. 따라서 무선망 환경에서는 다양한 트래픽 특성을 모델링하고 주변 셀의 트래픽 상황을 참조하여 미래에 요구되는 무선자원을 예측하는 방법보다는 셀에서 이전에 요구되었던 자원의 양과 현재 사용중인 자원의 양을 직접

판측하여 앞으로 필요한 자원의 양을 예측하는 방법이 적합하다.

본 연구에서는 무선 셀룰러 망에서 일정한 시간 후에 핸드오프 호들이 셀에 요구하는 자원의 양을 현재 사용하는 자원의 양을 기초로 예측하는 기존의 예측방식(기본 워너모델을 개선한 방식)을 분석하고, 기존의 무선자원 예측방법의 단점인 과도한 예측 양으로 인한 무선자원의 낭비를 줄이기 위한 방법을 제안한다. 2장에서는 핸드오프 호 손실률과 워너모델에 기초한 자원 예측 방법을 기술하고, 3장에서 시뮬레이션을 통해 기존의 방법과 제안된 방법의 성능을 평가 비교한다. 4장에서 결론을 기술한다.

2. 워너모델에 기초한 무선자원의 예측

미래의 핸드오프 호가 원하는 품질을 만족하면서 서비스되기 위해서는 필요한 자원의 양을 미리 예측하여 예약할 필요가 있다. 필요한 자원의 양을 예측하는 방법에는 자원의 양을 결정하는데 영향을 주는 요소들을 모델링하여 예측하는 방법이 있다[12-14]. 이들 방법에서는 핸드오프 호의 도착과정을 포아송 분포, 셀에서의 핸드오프 호의 지속시간과 채널의 점유시간을 지수분포, 핸드오프 호가 요구하는 자원의 양은 동일한 것으로 가정한다. 그러나 이러한 가정은 서로 다른 크기의 다양한 자원의 양을 요구하고, 핸드오프 호의 도착과정, 지속시간 그리고 채널 점유시간 등이 일정한 분포가 아닌 무선망에서는 적합하지 않다. 따라서 핸드오프 호의 도착과정이 비 포아송이고, 핸드오프 호가 다양한 크기의 자원의 양을 요구하고, 핸드오프 호의 지속시간과 채널 점유시간도 임의의 분포를 가질 때, 미래의 호가 요구하는 자원의 양을 예측하는 워너모델에 기초한 무선자원의 예측방법을 기술한다. 즉, 무선 환경에서 셀이 요구하는 무선자원의 양을 확률과정(stochastic process)으로 기술하고, 원하는 핸드오프 호 손실률을 만족하는 자원의 요구 양을 신뢰수준과 신뢰구간을 기초로 한 구간예측(interval prediction)을 사용하여 예측한다[11, 15].

2.1 핸드오프 호 손실 확률(CDP : Call Dropping Probability)

워너모델에 기초한 자원 예측방법에서는 시점 t 에서 모든 종류의 핸드오프 호가 사용하는 자원의 양을 $R(t)$ 라고 할 때, 예측 시간간격 Δt 시간 후에 요구하는 자원의 변화량 ΔR 는 정규분포를 갖는 확률변수이고 이 값을 추정함으로써 미래의 시간 $t + \Delta t$ 에서 요구하는 자원의 양 $R(t + \Delta t)$ 을 예측할 수 있다. 핸드오프 호 손실 확률은 구간 예측을 사용하여 다음 식(1)에 의해 결정된다.

$$Prob(\Delta R \leq L) = 1 - CDP \quad (1)$$

여기서 L 은 핸드오프 호의 원하는 손실확률을 보장할 수 있는 자원의 크기를 나타내며, CDP 는 원하는 핸드오프 호의 손실률을 나타낸다. ΔR 에 대한 $(1 - CDP) \times 100\%$ 를 상한신뢰 한계(upper confidence bound)라고 한다.

2.2 워너 모델에 기초한 핸드오프 호의 무선 자원 양의 예측방법

임의의 셀에서 핸드오프 호가 시점 t 에서 요구하는 자원의 양을 확률과정(stochastic process) $R(t)$ 로 표시하고, 이 확률과정을 워너모델로 모델링하여 미래의 시점에서 핸드오프 호가 요구하는 자원의 양을 예측한다. 워너 모델에 기초한 방법은 미래의 $R(t)$ 값을 현재의 $R(t)$ 값으로 예측하는 마르코프 과정이고, 요구 자원의 변화량 ΔR 는 서로 독립으로 가정한다. 그리고 ΔR 을 추정할 때 이전의 시점에서 사용되었던 자원 양들의 표본 값을 사용한다. 여기서 $R(t)$ 는 서비스 종류별 개개의 핸드오프 호가 요구하는 무선 채널의 수, 모든 종류의 핸드오프 호가 요구하는 자원의 양, IP-layer의 대역폭, IP 주소의 수를 나타낼 수 있으며, 본 연구에서는 특정 시점에 모든 종류의 핸드오프 호가 요구하는 전체 대역폭의 양을 나타낸다.

2.2.1 표준 정규 확률변수 (α)에 의한 자원의 예측[11]

기본 워너모델을 사용하여 Δt 시간간격 마다 핸드오프 호가 요구하는 자원의 변화량을 표준정규 확률 변수인 α 값을 사용하여 모델링 하면 다음 식(2) 와 같다.

$$\Delta R = R(t) - R(t - \Delta t) = \alpha \sqrt{\Delta t} \quad (2)$$

여기서, α 값은 평균이 0이고, 표준편차가 1인 표준정규 확률변수이다. 이 모델은 Δt 값과는 무관하게 아래의 성질들을 갖는다.

- ① ΔR 는 평균이 0이고 표준편차가 Δt 인 정규확률 변수로 모델링하고, 예측간격 Δt 의 ΔR 값은 Δt 의 시작 시점과는 무관하다.
- ② 서로 인접하지 않는 예측간격 Δt_1 과 Δt_2 에 대한 ΔR_1 과 ΔR_2 는 서로 독립이다.

식(2)의 기본 워너모델을 기초로 무선 환경의 핸드오프 호가 요구하는 자원 요구의 변화량 ΔR 의 모델링은 식(3)과 같다.

$$\Delta R = \mu \Delta t + \alpha \delta \sqrt{\Delta t} \quad (3)$$

여기서, ΔR 는 평균 $\mu \Delta t$ 와 표준편차 $\delta \sqrt{\Delta t}$ 을 갖는 정규분포이다. μ 와 δ 는 각각 ΔR 의 평균 편이율(drift rate)과 표준편차율(standard deviation rate)을 나타내며 각각 다음 식(4),(5)으로 추정된다.

$$\hat{\mu} = \frac{\sum_{i=0}^{k-1} (r(t - i\tau) - r(t - i\tau - \tau))}{k\tau} = \frac{r(t) - r(t - k\tau)}{k\tau} \quad (4)$$

$$\hat{\sigma} = \frac{1}{\sqrt{\tau}} \sqrt{\frac{\sum_{i=0}^{k-1} [r(t - i\tau) - r(t - i\tau - \tau) - \hat{\mu}\tau]^2}{k}} \quad (5)$$

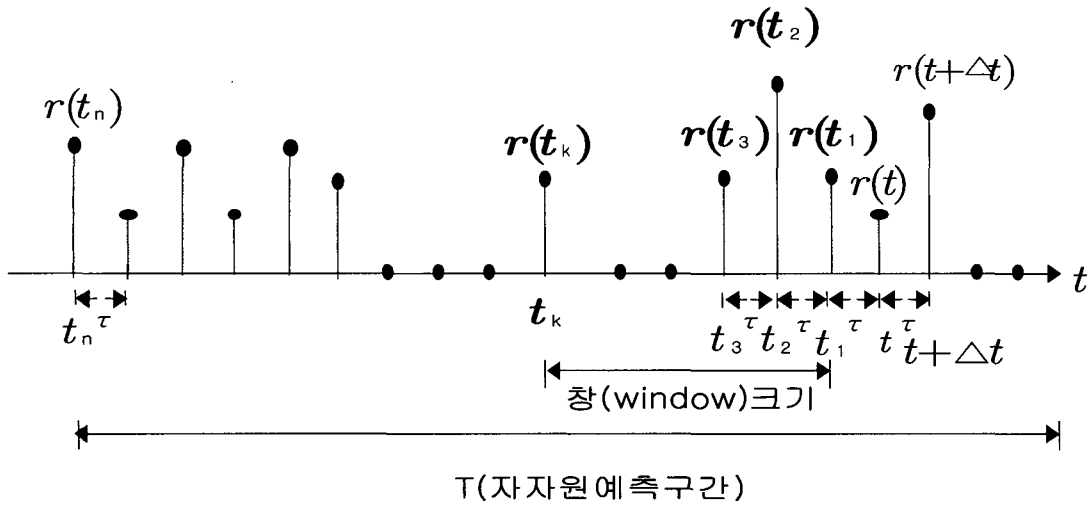
여기서, $r(t)$ 는 자원의 양 $R(t)$ 의 샘플값, τ 는 $r(t)$ 의 샘플간격, k 는 이전에 요구되었던 자원 요구량의 샘플 개수(window 크기)를 나타낸다.

2.2.2 제안한 지수함수 ($\alpha e^{-t/T}$)에 의한 자원 예측

워너모델을 개선한 기존의 자원예측 방법은 요구 자원의 변화량 ΔR 를 평균값이 $\mu \Delta t$ 이고 분산값이 $\delta^2 \Delta t$ 인 정규분포의 확률변수로 모델링 하고 α 값은 예측 시점마다 동일한 고정된 값을 사용함으로써 핸드오프 호의 실제 요구량과 예측한 요구량의 차이인 예측자원의 오차량이 예측시점이 경과함에 따라 증가하여 자원의 이용률을 저하시키는 문제점을 갖고 있다. 본 연구에서는 이 점을 해결하기 위하여 고정된 값의 예측 파라메타 α 대신 예측구간(T)에 대한 예측시점(t)이 경과함에 따라 크기가 감소하는 감소지수 파라메타를 사용하는 자원 예측방법을 제안한다. 고정 파라메타 값 α 대신 감소 지수 파라메타를 사용하여 요구 자원의 변화량을 모델링 하면 다음의 식 (6)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\Delta R = \mu \Delta t + \alpha e^{(-t/T)} \delta \sqrt{\Delta t} \quad (6)$$

이 제안된 방법은 기존의 예측방법에서 자원 변화량의 분산을 나타내는 항에 감소 지수 파라메타를 사용하여 예측시점이 경과함에 따라서 예측오차의 편차가 커지는 것을 줄임으로써 기존 방법보다 자원의 이용률을 증가시킬 수 있다. 본 연구에서 제안한 방식에 필요한 파라메타 $r(t)$, τ , Δt , T 의 관계를 그림으로 표시하면 (그림 1)과 같다. 필요한 자원의 양을 예측할 때 Δt 의 예측간격 마다 $\hat{\mu}$ 와 $\hat{\sigma}$ 값을 추정하는 계산량을 줄이기 위해 $\hat{\mu}$ 와 $\hat{\sigma}$ 값을 일정 주기마다 추정할 수도 있다. 여기서는 필요한 자원을 정확하게 예측하기 위하여 예측간격 마다 $\hat{\mu}$ 와 $\hat{\sigma}$ 값을 추정하는 것으로 하였다.



(그림 1) 제안된 방법에 의한 핸드오프 호의 자원 요구량 예측

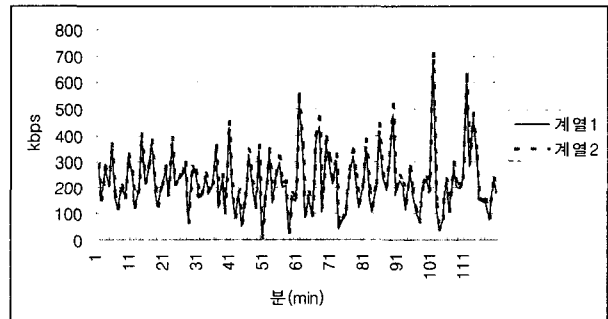
3. 제안된 무선자원 예측방법의 성능평가

본 연구에서 제안한 자원예측의 성능을 기존의 예측방식과 비교하기 위하여, 핸드오프 호의 트래픽 특성이 포아송 호 도착이고 지수분포의 채널 점유시간을 갖는 경우와 비정적(nonstationary) 호 도착과 지수분포의 채널 점유시간을 갖는 경우에 대해 시뮬레이션을 수행하였다.

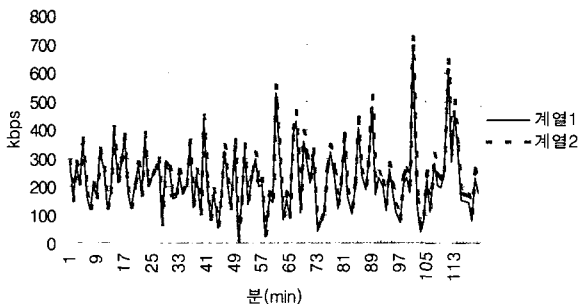
3.1 포아송 핸드오프호 도착, 지수함수분포의 핸드오프호의 채널 점유시간

실제 핸드오프 호가 요구하는 자원의 양을 포아송 핸드오프호 도착 $\lambda_h=5$ [개/분](최저 0개에서 최대 14개)과 지수분포의 채널점유 시간 $1/\mu_h=5$ [분] (최대호 지속시간 33[분])을 갖고, 음성과 인터넷 서비스의 자원(대역폭) 요구량을 고려하여 16[Kbps]에서 71[Kbps] 사이의 균일분포의 자원을 요구하는 것으로 하였다. 자원의 샘플링 간격 $\tau=1$ [분], 자원의 예측간격 $\Delta t=1$ [분]으로 하였다.

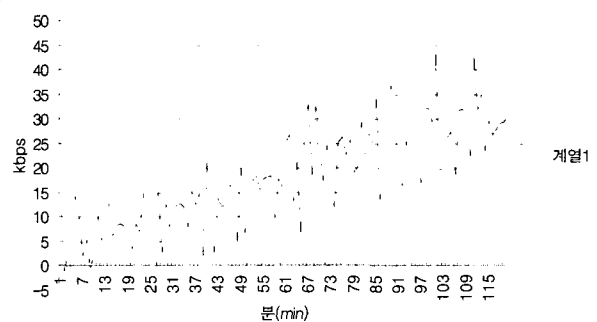
(그림 2)는 핸드오프 호의 자원요구량(계열 1)과 기존의 방법에 의한 예측된 자원의 양(계열 2, $\alpha=0.018, T=120$ [분])을 나타낸 것이고, (그림 3)은 핸드오프호의 자원요구량(계열 1)과 제안된 방법에 의해 예측된 자원의 양(계열 2, $\alpha e^{-t/T}, \alpha=0.018, T=120$ [분])을 나타낸다.



(그림 3) 핸드오프호의 자원 요구량(계열1)과 제안된 방법에 의한 자원의 예측량 (계열2, $\alpha e^{-t/T}, \alpha=0.018, T=120$ [분])

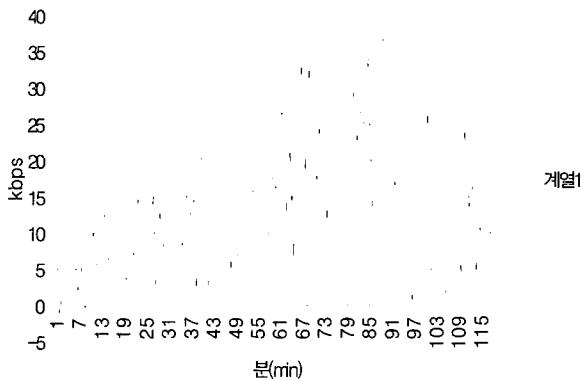


(그림 2) 핸드오프호의 자원요구량(계열1)과 기존의 방법에 의한 자원의 예측량(계열2, $\alpha=0.018$)

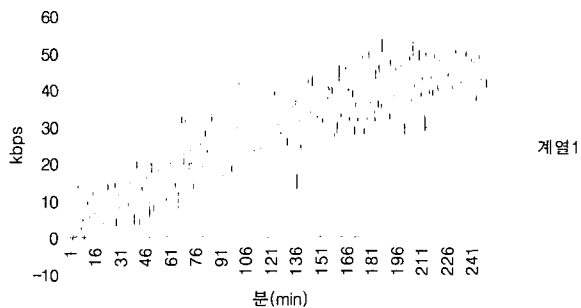


(그림 4) 실제 요구량과 예측된 자원 요구량의 차이

(그림 4)와 (그림 5)는 각각 기존의 방법과 제안된 방법에 의한 자원의 예측 오차량을 나타낸 것이다. 기존의 방법은 예측구간 내에서 고정된 α 값을 사용함으로써 핸드오프 호가 요구하는 자원 요구량이 시간에 따라 증가하여 그 분산값이 큰 경우에는 예측된 자원의 오차량 또한 증가되는 것을 알 수 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 연구에서는 시간에 따라 오차량의 크기를 감소시키는 음의 지수 파라메타를 사용하여 예측 오차량이 증가되는 것을 어느 정도 줄일 수 있다. 따라서 제안된 방법은 핸드오프 호가 요구하는 자원 요구량의 분산값이 큰 경우에는 기존의 방법보다 자원의 요구량을 더 정확히 예측하여 자원 이용률을 높일 수 있다.

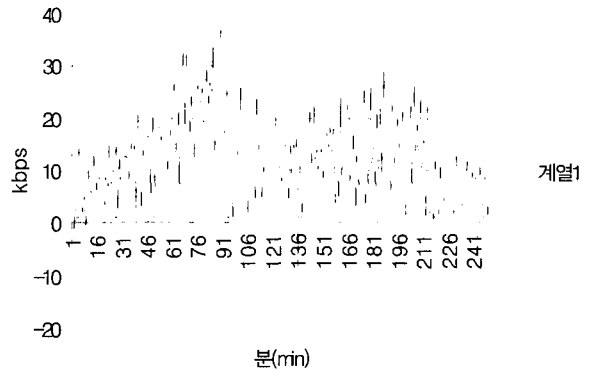


(그림 5) 실제 요구량과 예측된 자원 요구량의 차이
($\alpha e^{-t/T}$, $\alpha = 0.018$, $T = 120$ [분])



(그림 6) 기존의 방법에 의한 자원의 예측오차량 (CDP : 0.012, 평균초과량 : 24.300[kbps])

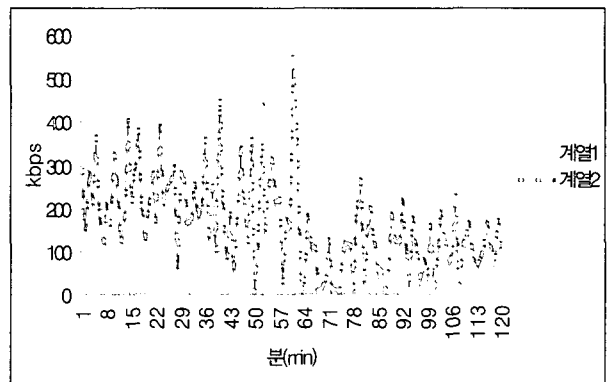
(그림 6)과 (그림 7)은 원하는 핸드오프 호 손실확률을 0.012로 가정하였을 때, 예측구간을 길게 한 경우 ($T=250$)의 자원의 예측 오차량을 나타낸 것이다. 자원 예측 구간이 길어지면 제안된 방법이 예측자원의 오차량을 더욱 줄일 수 있음을 알 수 있다. 제안된 방법이 자원의 평균 예약 초과량에서 약 2배의 개선을 보이고 있다.



(그림 7) 제안된 방법에 의한 자원의 예측 오차량 (CDP : 0.012, 평균초과량 : 14.221[kbps])

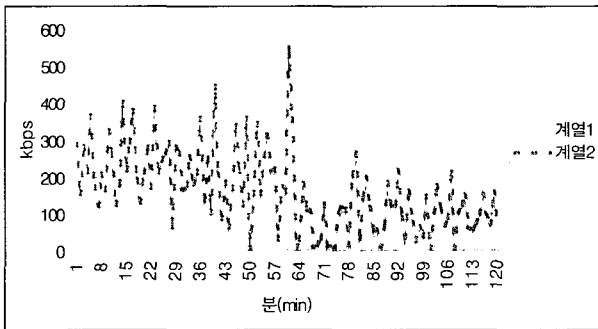
3.2 비정적(nonstationary) 핸드오프 호 도착과 지수 분포의 채널 점유시간

핸드오프 호 도착과정이 비정적인 경우에 기존의 방법과 제안된 방법의 성능을 평가 비교한다. 핸드오프 호 도착과정을 처음 60[분] 동안은 평균도착율 $\lambda_h = 5$ [개/분]이고, 마지막 60[분] 동안은 평균 도착율 $\lambda_h = 2$ [개/분]으로 한다. 호의 채널 점유시간은 두 경우 모두 $1/\mu_h = 5$ [분]인 지수분포를 갖는 것으로 하였다. 핸드오프 호가 요구하는 자원의 양은 16[Kbps]에서 71[Kbps] 사이의 균일 분포로 하였다. 자원의 샘플링 간격 $\tau = 1$ [분], 자원의 예측간격 $\Delta t = 1$ [분]으로 하였다. (그림 8)과 (그림 9)는 각각 비정적 핸드오프 호의 자원 요구량(계열 1)을 기존의 방법(계열 2)과 제안된 방법(계열 2)을 사용하여 요구 자원을 예측했을 때의 자원 예측량을 나타낸 것이다. (그림 10)과 (그림 11)은 기존의 방법과 제안된 각각의 방법에 의한 자원의 예측 오차량을 나타낸 것이다.

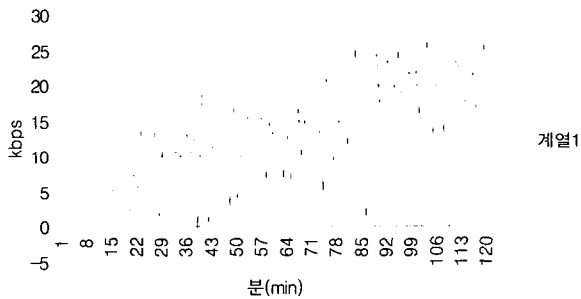


(그림 8) 비정적 도착 핸드오프 호의 자원 요구량(계열1)과 기존의 방법에 의한 자원 예측량 (계열 2, $\alpha = 0.015$)

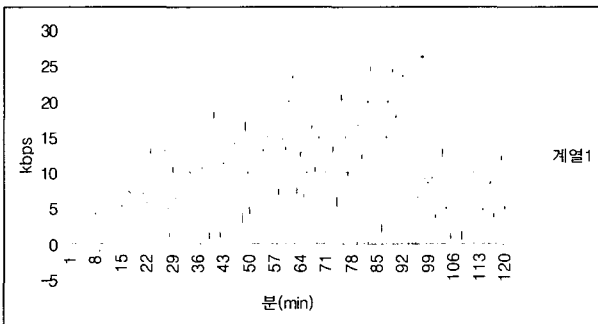
(그림 10)의 기존의 방법에 의한 자원의 예측 오차량은 처음 60[분]까지는 자원 요구량이 증가함에 따라 자원의 예측 오차량도 증가하지만, 그 후 요구량이 감소하여 상대적으로 분산값이 줄어든 부분에서는 예측 오차량이 15[kbps]와 25[kbps] 사이에서 일정함을 볼 수 있다. 이것은 기존의 식(3)의 위너모델링 방법은 자원 요구량의 분산정도에 크게 영향을 받음을 의미한다. (그림 11)은 제안된 방법이 포아송 분포의 호 도착에서와 마찬가지로 자원의 예측 오차량을 어느 정도 줄일 수 있음을 보여준다.



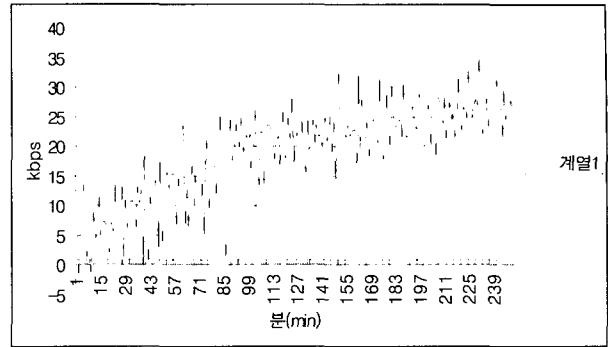
(그림 9) 비정적 도착 핸드오프 호의 자원 요구량(계열1)과 제안된 방법에 의한 자원 예측량 (계열 2, $\alpha=0.015$, $T=120$ [분])



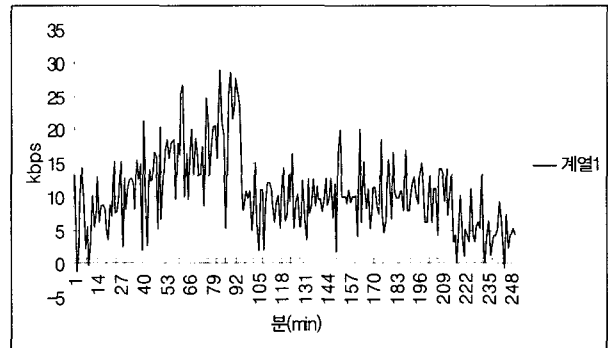
(그림 10) 실제 요구량과 예측된 자원 요구량의 차이 ($\alpha=0.015$)



(그림 11) 실제 요구량과 예측된 자원 요구량의 차이 ($ae^{-\alpha T}$, $\alpha=0.015$, $T=120$ [분])



(그림 12) 기존 방법에 의한 자원의 예측 오차량 (CDP : 0.012, 평균초과량 : 18.810[kbps])



(그림 13) 제안된 방법에 의한 자원의 예측 오차량 (CDP : 0.012, 평균초과량 : 10.511[kbps])

원하는 핸드오프 호의 손실률을 0.012로 가정하였을 때 자원의 예측구간을 길게 하여 각각의 방법에 의한 자원의 예측오차량을 각각 (그림 12)와 (그림 13)에 나타내었다. 예측구간이 길어지면 기존의 방법에서는 자원 요구량의 오차가 증가되지만, 제안된 방법에서는 오차량의 크기가 상대적으로 줄어들어 자원의 평균초과량에서 약 1.8배의 개선을 보이고 있다.

3.3 핸드오프 호 손실률과 자원의 초과 평균 예측량의 비교

본 절에서는 원하는 핸드오프 호 손실률과 동일한 α 값에서 기존의 방법과 제안된 방법에 의한 자원의 초과 평균 예측량을 비교하였다(α 값은 원하는 핸드오프 호 손실률을 만족하는 값으로 선정하였다).

<표 1>과 <표 2>는 각각 3.1 절과 3.2 절의 트래픽 환경에서 원하는 핸드오프 호 손실률 $CDP \leq 0.05$ 에서 자원 예약의 초과 평균 예측량을 비교한 것이다. 두 경우 모두 제안된 방법이 원하는 핸드오프 호 손실률을 만족하면서 평균적으로 약 8[kbps]의 대역폭 자원을 절약할 수 있음을 알 수 있다.

〈표 1〉 포아송 분포의 핸드오프호 도착

α		0.017	0.018	0.019	0.02	0.03	0.05	0.08	0.1
핸드오프호 손실률		0.016	0.016	0.016	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
초과평균 예측량 [kbps]	기존 방법	16.960	17.954	18.948	19.942	29.879	49.755	79.568	99.444
	제안 방법	13.334	14.115	14.895	15.676	23.481	39.090	62.505	78.114

〈표 2〉 비정적분포의 핸드오프호 도착

α		0.015	0.017	0.018	0.019	0.02	0.03	0.05	0.08	0.1
핸드오프호 손실률		0.025	0.016	0.016	0.016	0.008	0.00	0.00	0.00	0.00
초과평균 예측량 [kbps]	기존 방법	13.060	14.941	15.882	16.822	17.763	27.170	45.983	74.204	93.017
	제안 방법	10.263	11.771	12.525	13.279	14.033	21.576	36.660	59.285	74.370

4. 결 론

무선 셀룰러 망에서 핸드오프 호가 정해진 서비스 품질을 만족하면서 서비스되기 위해서는 필요한 자원의 양을 예측하고 예약하는 것이 필요하다. 본 연구에서는 위너모델을 개선한 기존의 자원예측 방법보다 핸드오프 호가 요구하는 자원의 양을 상대적으로 정확히 예측함으로써 제한된 무선 자원의 이용률을 높일 수 있는 방법을 제안하였다. 시뮬레이션을 통하여 기존의 위너모델을 개선한 자원예측 방법에서는 핸드오프 호가 필요로 하는 자원 양의 분산값이 클 경우 자원예측 오차량이 증가하는 것을 확인하였고, 이를 개선하기 위한 제안된 방법은 기존의 방법보다 예측 오차량을 줄임으로써 무선자원의 이용률을 높일 수 있음을 보였다. 그러나 제안된 예측방법은 감소 지수파라미터를 사용함으로써 자원 예측 오차량의 크기가 주기적인 감소특성을 보였다. 이것에 대한 수학적 분석을 통하여 예측구간 전체에서 균등한 예측 오차량을 보임으로써 초과 평균 예측량을 줄여 자원의 이용률을 높일 수 있는 예측 방법의 개발이 필요하다. 이를 위하여 자원 요구량의 분산값에 따라 자원 예측구간의 길이를 변화시켜 자원의 예측 오차량을 줄일 수 있는 방법과 채널의 유희시간을 고려함으로써 자원의 이용률을 높일 수 있는 방안이 연구되어야 한다.

참 고 문 헌

[1] I. Katzela and M. Naghshineh, "Channel Assignment Schemes for Cellular Mobile Telecommunicaion

Sys-tems : A Comprehensive Survey," IEEE Personal Communications, pp.10-31, June, 1996.

[2] S. Tekinary and B. Jabbari, "Handover and Channel Assignment in Mobile Cellular Networks," IEEE Communications Magazine, pp.42-46. Nov., 1991.

[3] M. Sidi and D. Starobinski, "New Call Blocking versus Handoff Blocking in Cellular Networks," Wireless Networks, Vol.3, No.1, pp.15-27, 1997.

[4] M. Naghshineh and M. Schwartz, "Distributed Call Admission Control in Mobile/Wireless Networks," IEEE J. Select. Areas Commun., Vol.14, No.4, pp.711-716, May, 1996.

[5] D. Hong and S. S. Rappaport, "Traffic Model and Performance Analysis for Cellular Mobile Radio Telephone Systems with Prioritized and Nonprioritized Handoff Procedure," IEEE Trans. on Vehicular Technology, Vol.VT-35, No.3, pp.77-92, Aug., 1986.

[6] S. Tekinary and B. Jabbari, "A Measurement Based Prioritization Scheme for Handover in Cellular and Microcellular Networks," IEEE J. Select. Areas Commun., Vol.10, No.8, pp.1343-1350, Oct., 1992.

[7] M. Naghshineh and A. S. Acampora, "OoS Provisioning in Micro-Cellular Networks Supporting Multiple Classes of Traffic," Wireless Networks, 2, pp.195-203, 1996.

[8] S. Choi and K. G. Shin, "Predictive and Adaptive Bandwidth Reservation for Hand-Offs in QoS Sensitive Cellular Networks." in Proc. ACM SIGCOMM '98, Vancouver, pp.155-166, Sep., 1988.

[9] S. Choi and K. G. Shin, "Comparison of Connection Admission Control Schemes in the Presence of Hand-Offs in Cellular Networks," in Proc. ACM/IEEE MobilCom 1998. Dallas, Oct., 1998.

[10] D. A. Levine, I. F. Akyildiz and M. Naghshineh, "A Resource Estimation and Call Admission Algorithm for Wireless Multimedia Networks using the Shadow Cluster Concept," IEEE/ACM Trans. on Networking, Vol.5, No.1, pp.1-12, Feb., 1997.

[11] Tao Zhang, Eric van den Berg, Jasmine Chennikara, Prathima Agrawal, Jyh-Cheng Chen, and Toshikazu Kodama, "Local Predictive Resource Reservation for Handoff in Multimedia Wireless IP Networks," IEEE J. Select. Areas Commun., Vol.19, No.10, Oct., 2001.

[12] X. Luo, I. Thng, and W. Zhuang, "A Dynamic Pre-Reservation Scheme for Handoffs with GoS Guarantee in Mobile Networks," in Proc. IEEE Int. Symp. Computers Commun., July, 1999.

[13] L. Ortigoza-Guerrero and A. H. Avami, "A Prioritized

Handoff Dynamic Channel Allocation Strategy for PCS,”
IEEE Trans. Vehic. Technol., Vol.48, pp.1203-1251, July,
1999.

- [14] S. Kim and T. F. Znati, “Adaptive Handoff Channel Management Schemes for Cellular Mobile Communication Systems,” in Proc. ICC '99.
- [15] Alberto Leon-Garcia, Probability and Random Processes for Electrical Engineering, Addison Wesley, 2nd Ed. 1994.



이진이

e-mail : jinyi@chungwoon.ac.kr

1985년 숭실대학교 전자공학과(공학사)

1988년 숭실대학교 대학원 전자공학과
(공학석사)

1994년 숭실대학교 대학원 전자공학과
(공학박사)

1995년~현재 청운대학교 전자공학과 교수

관심분야 : 고속통신망, 디지털 통신, 퍼지 신경망 응용