

# 무선망의 자원예측을 위한 Adaptive-MMOSPRED 기법을 사용한 호 수락제어

## Call Admission Control Using Adaptive-MMOSPRED for Resource Prediction in Wireless Networks

이진이\*

Jin-Yi Lee\*

### 요 약

본 논문에서는 기존의 MMOSPRED(MultiMedia One Step Prediction)에 의한 멀티미디어 호의 자원 요구량(채널 수)의 예측방법을 개선한 적응 MMOSPRED 기법을 제안하고, 이 기법을 사용한 멀티미디어 무선망의 호 수락제어의 성능을 분석한다. 제안된 적응기법은 자원 요구량의 예측시간 동안 고정된 표준 정규분포의 확률변수 값을 갖는 기존의 MMOSPRED 방법과는 다르게 LMS 알고리즘을 사용하여 자원의 예측 오차량을 최소화시킨다. 시뮬레이션을 통하여 제안된 방법에 의한 자원의 예측 오차량이 기존의 방법보다 감소함을 보이고, 제안된 적응예측기법을 사용한 호 수락제어는 기존의 방법보다 미래의 핸드오프 호가 요구하는 자원의 양을 상대적으로 정확히 예측함으로써, 원하는 핸드오프 호 손실확률에서 신규 호의 수락율을 증가시킴으로써 호 수락제어의 성능이 향상됨을 보인다.

### Abstract

This paper presents adaptive-MMOSPRED method for prediction of resource demands requested by multimedia calls, and shows the performance of the call admission control based on proposed resource prediction method in multimedia wireless networks. The proposed method determines (1-CDP) random variables of the standard normal distribution by using LMS algorithm that minimize errors of prediction in resource demands, while parameters in an existing method are constant all through the prediction time. Our simulation results show that prediction error in adaptive-MMOSPRED method is much smaller than in fixed-MMOSPRED method. Also we can see via simulation the CAC performance based on the proposed method improves the new call blocking performance compared with the existing method under the desired handoff dropping probability.

Key words: Adaptive-MMOSPRED method, LMS Algorithm, New call blocking probability, Handoff dropping probability

### I. 서 론

무선 랜이나 셀룰러 데이터 망에서 무선 데이터의

폭발적인 증가는 더욱 효율적인 무선데이터망의 자원관리를 요구하고 있으며, 자원관리의 어려움은 사용자 별로 서로 다른 서비스 품질(user class- based

\* 청운대학교 디지털방송공학과 (Dept. Digital Broadcasting Eng., Chungwoon University)

· 제1저자 (First Author) : 이진이

· 접수일자 : 2007년 12월 13일

differentiated QoS)을 제공하는데 있다. 이러한 서비스 별로 서로 다른 서비스품질을 제공하는 기술은 제 3 세대 이후의 CDMA 에서 중요한 자원관리 기술로 되어있다 [1,2]. 무선 데이터 망의 자원관리의 근본적인 문제는 제한된 무선자원의 양을 사용자 별로 자원의 할당량을 결정하는 문제이고, 사용자의 서비스품질, 처리율, 사용자의 자원사용에 있어서 공평성, 자원의 이용률 등을 최대화 하는 것 이 목적이다.

미래의 무선통신망은 무선자원의 효율적인 사용을 위해 지금의 셀룰러 기반 구조는 지속될 것으로 보이고[3,4], 셀의 반경은 수 백km에서 수 km로 더욱 축소되는 마이크로/피코셀 구조가 이용될 것이다.

무선 셀룰러 구조는 기지국간에는 유선망으로 구성되고, 모바일 사용자는 무선링크를 통해 기지국과 통신을 한다. 셀의 반경이 작아짐으로써 사용자들이 잦은 핸드오프를 겪게 된다. 핸드오프의 실패로 진행 중인 호가 손실되고, 가용 채널이 없어 신규호가 차단되는 것은 모바일 시스템에서 중요한 성능평가 기준이 된다. 따라서 서비스 중인 호가 핸드오프 시 손실되는 확률을 줄이기 위한 방법으로 핸드오프 호가 필요로 하는 자원(채널)을 미리 예측하여 예약하는 방법이 있다[5]. 핸드오프 호를 위해 필요한 자원을 예측하는 방법에는 이웃 셀의 트래픽 정보를 이용하는 방법과 특정 셀에서 과거에 핸드오프 호가 사용한 자원의 양을 기준으로 필요한 자원의 양을 예측하는 방법이 있다.

본 논문에서는 이웃 셀의 트래픽 정보를 이용하여 핸드오프 호가 요구하는 자원의 양을 예측하는 적응-멀티미디어 MMOSPRED(Multimedia one step prediction)기법을 제안하여, 자원의 예측 오차량을 줄여 호 수락제어의 성능을 향상시킨다. 제안된 방법에서는 기존의 MMOSPRED 예측방법과는 달리 예측 알고리즘의 파라메타 값을 자원 양의 예측시점마다 자원의 예측 오차량을 최소화하는 파라메타를 구하여, 그 값으로 예측량을 정함으로써, 기존의 방법보다 예측량의 오차를 줄인다. II장에서는 기존의 MMOSPRED 예측 알고리즘과 제안된 적응 MMOSPRED 알고리즘을 기술한다. III장에서는 제안된 알고리즘으로 예측된 자원의 양을 기초로 한 호 수락제어 방법을 기술한다. IV 장에서는 시뮬레이션

을 통하여 자원예측의 정확성에서 제안된 적응 MMOSPRED 알고리즘과 기존의 고정 MMOSPRED 알고리즘의 성능을 비교하고, 제안된 알고리즘을 사용한 호 수락제어의 성능을 보인다. V장에서 본 논문의 결론과 향후 연구과제를 기술한다.

## II. 제안한 적응 MMOSPRED 기법

멀티 트래픽 클래스를 갖는 핸드오프 호의 자원예약을 위한 기존의 MMOSPRED (multimedia one step prediction) 알고리즘과 제안한 적응 MMOSPRED 알고리즘을 기술한다.

### 2-1. MMOSPRED 기법 [5,6]

MMOSPRED 기법은 멀티 트래픽 클래스를 갖는 미래의 핸드오프 호가 요구하는 채널의 수를 예측간격  $\Delta t$  마다 한 스텝씩 예측하는 방법으로,  $\Delta t$  초 후 이웃 셀에서  $i$  셀(home cell)로 핸드 오프해 오는 호를 수락하기 위해서  $i$  셀은 식 (1)의 채널의 수  $n_i$ 를 예약 받을 수 있어야 한다.

$$n_i \geq m_i(t + \Delta t) + c(CDP)v_i(t + \Delta t) \quad (1)$$

여기서,  $CDP$ 는 원하는 핸드오프 호의 손실확률이고  $c(CDP)$ 는 원하는 핸드오프호의 손실률을 만족시키는  $N(0,1)$  인 확률 변수값이다. 이 확률변수의 값은  $1 - CDP$  에 해당하는 만큼의 핸드오프 호의 수락을 보장한다.  $m_i(t + \Delta t)$  와  $v_i(t + \Delta t)$ 는 식 (2), (3) 으로 정의된다.

$$m_i(t + \Delta t) = f_i(t)p_s(\Delta t) + \frac{1}{r} \left( p_m(\Delta t) \sum_{s=1}^r f_s(t) \right) \quad (2)$$

$$v_i(t + \Delta t) = \sqrt{f_i(t)v_s(\Delta t) + v_m(\Delta t) \sum_{s=1}^r f_s(t)} \quad (3)$$

여기서,  $f_i(t)$ 는 도착하는 호를 포함하여 홈 셀에서 사용하는 채널의 수를 나타내며,  $f_s(t)$ 는 이웃 셀 중  $s$  이웃 셀에서 사용하는 채널 수를 나타낸다.

$p_m(\Delta t)$ 는  $\Delta t$  초 후에 모바일사용자가 이웃 셀로 움직일 이항확률을 나타내며, 상대적으로  $p_s(\Delta t)$ 는  $\Delta t$  초 동안 모바일 사용자가 현재의 셀에 머물러 있을 확률을 나타낸다. 이들은 각각 다음의 관계식을 갖는다.

$$v_m(\Delta t) = \frac{p_m(\Delta t)}{r} \left( 1 - \frac{p_m(\Delta t)}{r} \right) \quad (4)$$

$$v_s(\Delta t) = p_s(\Delta t)(1 - p_s(\Delta t)) \quad (5)$$

$$p_s(\Delta t) = 1 - p_m(\Delta t) \quad (6)$$

$$p_s(\Delta t) = P(X_D > \Delta t) = \exp\left(-\frac{\Delta t}{T_{channel}}\right) \quad (7)$$

여기서,  $X_D$  는 호의 채널 점유시간을 나타내며,  $T_{channel}$  은 트래픽 모델시 사용하는 평균채널 점유시간을 나타낸다.  $m_i(t + \Delta t)$  와  $v_i(t + \Delta t)$  는 각각  $\Delta t$  초 후에  $i$  홈 셀에서 모든 모바일사용자가 사용할 것으로 예상되는 채널수의 평균과 분산을 나타낸다. 단 이때  $\Delta t$  동안에는 신규 호가 도착하거나 또는 서비스 중인 호가 핸드오프 하거나 서비스를 종료하지 않는 것으로 한다. 즉 예측간격  $\Delta t$  초 동안에 모바일 사용자가 두개 이상의 셀 거리를 이동하지는 않는 것으로 가정한 것이다.

### 2-2. 제안한 적응 MMOSPRED 기법[7]

기존의 자원예측 모델인 식 (1)에서는 확률 변수값  $c(CDP)$  값이 자원의 예측 시간동안 고정된 값을 갖는다. 그러나 제안한 적응 MMOSPRED 기법에서는 요구자원의 예측량과 실제 요구한 자원의 량과의 오차를 최소화하기 위하여 LMS 알고리즘[8,9]을 사용하여, 매  $\Delta t$  마다 자원의 예측 오차량의 자승 평균값을 최소로 하는 확률 변수값을 결정한다. 식(1)의  $c(CDP)$ 를 적응 알고리즘에서는 편의상  $\alpha(t)$  로 표시하며, 아래의 식과 같이 순환적인 방법으로 구해진다.

$$e(t) = n_i(t) - \widehat{n_i(t)} \quad (8)$$

$$D(t) = wD(t-1) + n_i^2(t-1) \quad (9)$$

$$\alpha(t) = \alpha(t-1) + n_i(t-1)e(t-1)/D(t) \quad (10)$$

여기서,  $\widehat{n_i(t)}$  는 예측된 자원의 양을 나타내고  $w$ 는 알고리즘의 적응속도를 조정하는 파라메타로 1에 가까운 값을 갖는다.

## III. 호 수락제어

무선자원의 이용률을 향상시키기 위해서는 핸드오프 호가 요구하는 자원의 양을 정확히 예측하여, 예약하는 것이 필요하며, 원하는 핸드오프 호 손실율을 유지시키기 위해서는 호 수락제어가 요구된다.

### 3-1. 핸드오프 호의 수락/거절

핸드오프 호에 대한 호 수락/거절 제어방식은 식 (11) 에 나타낸다. 즉 핸드오프 호가 연결을 요구할 때 셀이 갖고 있는 여유 채널 수가 요구하는 채널 수 (대역폭)보다 크면 무조건 수락하고, 그렇지 않으면 거절한다.

$$N - (N_h + N_{om}) \geq 0 ; \text{ 핸드오프 호 수락}$$

$$N - (N_h + N_{om}) < 0 ; \text{ 핸드오프 호 거절} \quad (11)$$

여기서,  $N$  는 셀의 채널용량,  $N_h$  는 핸드오프 호가 요구하는 채널의 수,  $N_{om}$  는 사용 중인 채널의 수를 나타낸다.

### 3-2. 신규 호의 수락/거절

예측 구간은  $[t_i, t_i + \Delta t]$  으로 하고, 구간내의 한 시점  $t$  에서 신규 호가 연결을 요구하면 신규 호를 수락한 이 후의  $[t, t_i + \Delta t]$  동안에 도착 할 것으로 예상되는 핸드오프 호가 요구하는 예측된 채널 수  $N_h^r(t)$ 를 고려하여, 다음의 조건식 (12), (13)을 만족하면 수락하고, 그렇지 않으면 거절한다.

$$N - N_h^a(t) \geq N_h^r(t) \quad (12)$$

$$N_h^a(t) = \max \{ N_h^p(t_i + \Delta t) - N_h^a(t), 0 \} \quad (13)$$

여기서,  $N_h^p(t_i + \Delta t)$ 는  $t_i + \Delta t$  에서 핸드오프 호가 요구하는 채널의 예측량을 나타내며,  $N_h^a(t)$ 는  $t$  에서 핸드오프 호가 실제 사용하는 채널의 양을 나타내고,  $N_T^a(t)$  은 신규 호가 요구하는 채널의 양을 포함한 모든 호가 사용하는 채널의 실제 양을 나타낸다. 그리고  $t$  는 현재의 예측 구간  $[t_i, t_i + \Delta t]$  내의 한 시점이다.

#### IV. 시뮬레이션

트래픽 모델링을 위한 호의 평균 지속시간은  $T_{call} = 200$  [초], 셀에서 호의 평균 채널 점유시간은  $T_{channel} = 100$  [초], 셀에 도착하는 신규 호의 평균 도착율은  $\lambda_n = 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5$ [개/초]로 하였다.

셀에 할당된 채널용량  $N = 70$ [개]로 하고 도착

하는 모든 종류의 호는 한 개의 채널을 요구하는 것으로 하였다. 목표  $CDP \leq 0.05$  로 한다. 정확한 예측을 위하여 예측은 매초 마다 실시하고,  $\Delta t = 1$ [sec]로 하였다.

##### 4-1. 예측의 정확성 비교

핸드오프 호가 실제 요구한 채널의 수, 기존의 MMOSPRED 예측방법을 이용한 예측된 채널의 수와 적응 MMOSPRED 예측방법을 이용한 예측된 채널의 수를 나타낸다(그림 1).

그림 2는 예측 오차량을 비교한 것이다. 채널 수의 예측오차의 평균자승은 기존의 예측방식에서는 약 7.8개이고, 적응 MMOSPRED 예측방법을 사용하면 약 2.1개 정도 이다.

##### 4-2. 호 수락제어의 성능비교

핸드오프 호가 연결을 요구할 때는 미리 예약된

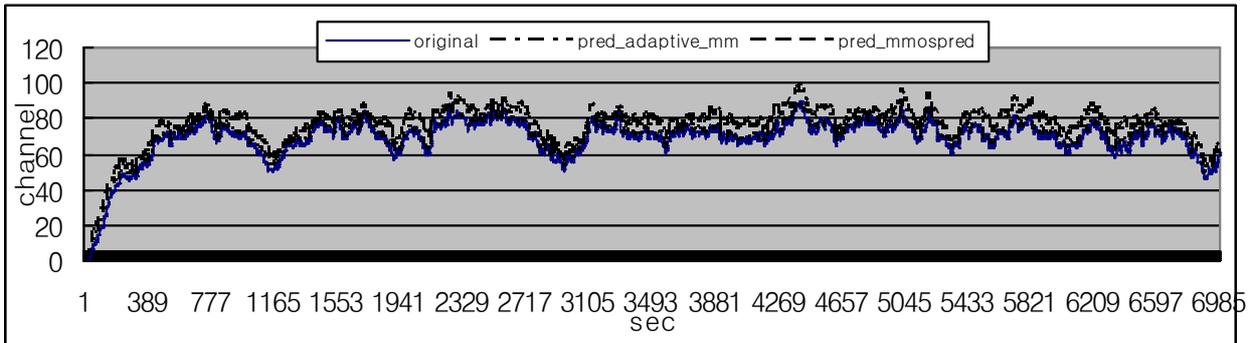


그림 1. 핸드오프호의 실제 요구 채널수와 예측된 채널의 수

Fig. 1. Comparison the performance of an existing method with the proposed method adaptive-MMOSPRED.

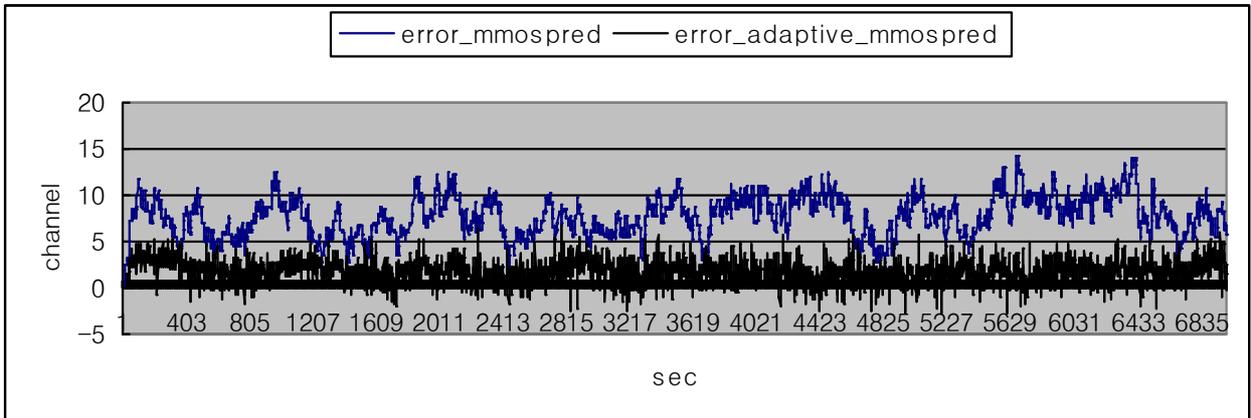


그림 2. 채널의 예측 오차량

Fig. 2. Comparison of prediction error.

채널을 사용하여 수락되고, 신규 호가 연결을 요구하면  $\Delta t$  초 후에 연결을 요구할 핸드오프 호를 위해 예약된 채널의 수를 제외하고, 여유용량이 있으면 수락하고 그렇지 않으면 거절하는 호 수락제어방식을 사용한다. (그림 3) 과 (그림 4)는 각각 기존의 MMOSPRED 방식과 제안한 적응 MMOSPRED 방식을 사용하였을 경우의 핸드오프 호와 신규 호에 대한 호 수락제어의 성능을 나타낸다.

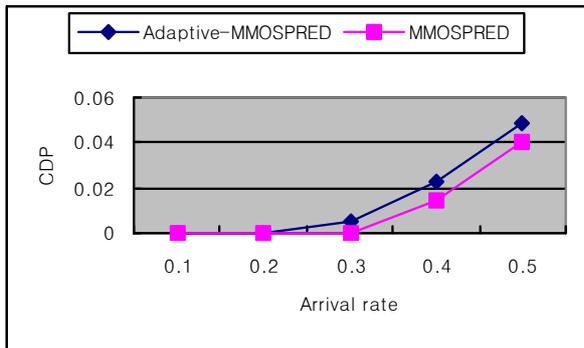


그림 3. 핸드오프 호의 손실확률 비교  
Fig. 3. Comparison of handoff call dropping probability.

기존의 MMOSPRED 예측기법에 의한 핸드오프 호의 손실확률이 적응 MMOSPRED 예측기법에 의한 것 보다 평균 0.02 정도 낮음을 알 수 있다. 이것은 기존의 예측방식이 필요이상으로 많이 자원을 예약함으로써 자원의 낭비를 초래함을 의미한다. 반면에 제안한 적응 MMOSPRED 예측방식은 정확한 예측에 의한 약간의 CDP는 증가하지만(목표  $CDP \leq 0.05$  는 만족시킴), 상대적으로 신규호의 자원 사용률이 증가될 수 있음을 예측할 수 있다.

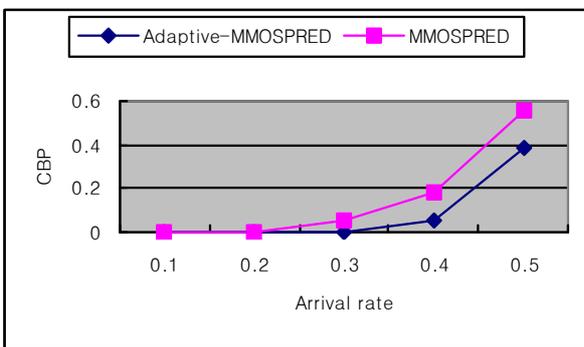


그림 4. 신규 호의 거절확률 비교  
Fig. 4. Comparison of new call blocking probability.

제안된 적응 MMOSPRED 예측방식에 의한 신규 호의 거절확률이 감소됨을 알 수 있다. 이것은 제안된 방식이 핸드오프 호가 요구하는 자원의 양을 상대적으로 정확히 예측함으로써, 핸드오프 호를 위한 과도한 양의 자원예약을 방지하고 신규 호를 위한 가용 채널의 수를 증가시킬 수 있기 때문이다.

### V. 결 론

본 논문에서는 기존의 MMOSPRED방식을 사용하여 멀티미디어 모바일 터미널이 요구하는 자원의 양을 예측할 때 발생하는 자원의 예측 오차량을 줄이기 위한 방안으로 적응 MMOSPRED 방식을 제안하였다. 시뮬레이션을 통하여 핸드오프 호의 자원 요구량에 대한 예측의 정확성과 호 수락 제어의 성능을 제안된 방법과 기존의 방법에서 비교하였다. 시뮬레이션 결과 제안된 적응 MMOSPRED 기법이 기존의 방법보다 자원의 예측 오차량을 줄일 수 있음을 보였다. 또한 호 수락제어의 성능에 있어서도, 제안된 기법을 사용함으로써 핸드오프 호가 요구하는 자원의 양을 기존의 방법보다 정확히 예측함으로써 동등한 핸드오프 호의 손실률에서 신규 호의 거절율을 줄일 수 있음을 보였다. 향후 연구과제는 본 연구에서 제안한 무선자원의 적응 예측 알고리즘을 채널할당기법에 적용하여 자원의 이용률을 높이는 것이다.

### 참 고 문 헌

- [1] M. Chatterjee, H. Lin, and S. K. Das, "Rate allocation and admission control for differentiated services in CDMA data networks," *IEEE Trans. Mobile Computing*, vol.6, no. 2, pp. 179-191, Feb. 2007.
- [2] D. Zhao, X. Shen, and J. W. Mark, " Radio resource management for cellular CDMA systems supporting heterogeneous services," *IEEE Trans. Mobile Computing*, vol. 2, no. 2, pp. 147-160, Apr. 2003.
- [3] H. Jiang, et al., "A new channel assignment and

- sharing method for cellular communications systems," *Proc. of 43rd Vehicular Technology Conference*, pp. 189-193, May 1993.
- [4] P. Ramanathan, et al., "Dynamic resource allocation schemes during handoff for mobile multimedia wireless networks," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 17, pp. 1270-1283, July 1999.
- [5] 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, pp. 1931-1941, Oct. 2001.
- [6] B. M. Epstein, "Resource allocation algorithm for multi-class wireless networks" Ph. D. thesis, Columbia University, 1999.
- [7] 이진이, "무선망의 자원예측을 위한 Adaptive-MMOSPRED 기법을 사용한 호 수락제어," *한국향행학회 종합 학술발표회 논문지*, 2007. 11.
- [8] M L. Honig, and D G. Messerschmitt, "Comparison of adaptive linear prediction algorithm ADPCM," *IEEE Trans. on Comm. vol. com-30*, no. 7, pp. 1775-1785, July 1982.
- [9] R. C. Renninger and J. D. Gibson, "Backward adaptive lattice and transversal predictor in ADPCM," *IEEE Trans. on Comm. vol. com-30*, no. 1, pp. 74-84, Jan. 1985.

## 이진이 (李鎭伊)



1985. 숭실대학교 전자공학과 학사.  
 1988. 숭실대학교 전자공학과 석사.  
 1994. 숭실대학교 전자공학과 박사.  
 1995.~ 현재 청운대학교 디지털 방송공학과 교수

관심분야 : 이동통신기술, 통신신호처리, 방송통신기술, 퍼지신경망 응용