

모바일 무선환경에서 신경망 자원예측에 의한 적응 호 수락제어

Adaptive Call Admission Control Based on Resource Prediction by Neural Network in Mobile Wireless Environments

이진이*

Jin-Yi Lee*

요 약

본 연구는 모바일 환경에서 신경망 기법을 이용하여 서비스 호가 요구하는 대역폭의 크기를 예측하고, 목표 핸드오프호 손실확률 이하로 유지시키는 신경망 자원예측에 의한 적응 호 수락제어기법을 제안한다. 이 기법은 목표 핸드오프호의 손실확률을 설정하여 그 기준치 이상으로 핸드오프호의 손실확률이 발생하면 예약 대역폭의 양을 증가시켜 부정확한 예측으로 인해 핸드오프호의 손실확률이 증가되는 것을 방지하여 핸드오프호의 GoS(Grade of Service)를 보장하기 위함이다. 제안한 신경망 자원예측과 목표 핸드오프호 손실확률에 기초한 적응 호수락제어기법의 성능을 기존의 호 수락제어기법과 비교하여 핸드오프호 손실확률을 기준치 이하로 유지할 수 있음을 보인다.

Abstract

This paper presents an adaptive call admission control(CAC) algorithm based on a target handoff call dropping probability in mobile wireless environments. This method uses a neural network for predicting and reserving the bandwidth demands for handoff calls and new calls. The amount of bandwidth to be reserved is adaptively adjusted by a target value of handoff call dropping probability(CDP). That is, if the handoff CDP exceeds the a target CDP value, the bandwidth to be reserved should be increased to reduce the handoff dropping probability below a target value. The proposed method is intended to prevent from increasing handoff call dropping probability when bandwidth to be reserved is not enough for handoff calls due to an uncertain prediction. Our simulations compare the handoff CDP in proposed CAC with that of an existing CAC. Results show that the proposed method sustains handoff call dropping probability below our target value.

Key words : adaptive call admission control, resource prediction by neural network, a target handoff call dropping probability

I. 서 론

모바일 무선망에서는 무선자원의 제한으로 인해 셀 내의 서비스 호들이 요구하는 자원의 양을 효율적

으로 할당할 수 있는 자원할당 기법이 핵심기술로 되어 있다. 특히 이러한 자원할당문제는 셀 내의 서비스 호들이 폭주하거나 정체되는 상황에서는 매우 심각한 문제로 대두된다.

* 청운대학교 디지털방송공학과(Dept.of Digital Broadcasting and Electronic Engineering, Chungwoon University)

· 제1저자 (First Author) : 이진이
· 투고일자 : 2009년 2월 24일
· 심사(수정)일자 : 2009년 2월 25일 (수정일자 : 2009년 4월 13일)
· 게재일자 : 2009년 4월 30일

무선자원의 효율적인 할당을 위한 채널할당기법과 일정한 크기의 채널용량을 갖는 무선시스템에서 호의 서비스 등급(GoS : Grade of Service)을 만족시키기 위한 호 수락제어기술이 많이 제안되어 있다[1-4]. 채널할당기법은 크게 호의 종류에 따라 일정한 채널의 크기를 할당하는 고정 채널할당기법과 특정 호의 서비스 등급을 상대적으로 더 중요하게 생각하여 호의 발생률에 따라 채널을 할당하는 동적채널할당기법, 그리고 호가 요구하는 자원의 양을 예측하여 그 예측된 양을 예약하는 예측채널할당기법, 그리고 예약되는 대역폭의 양을 조정하는 적응 대역폭 예약방법으로 구분할 수 있다.

호 수락제어는 기본적으로 호를 서비스 할 수 있는 채널이 있을 때는 호를 수락하고, 그렇지 못할 경우는 거절한다. 그러나 이러한 기본적인 호 수락제어 방식은 호의 서비스 등급 및 채널의 사용률을 저하시키기 때문에 호가 요구하는 서비스 등급을 만족시키고, 채널의 사용효율을 높이기 위해 채널할당기법과 호 수락제어가 결합되어 호를 서비스하게 된다. 예측 기반 호 수락제어방법에는 모바일의 이동성에 따라 모바일이 셀에 도착하는 시간 및 특정 셀에서 이탈 시간, 셀의 체류시간, 이동방향 등을 예측하여 모바일의 이동 경로상의 셀에 자원을 예약하는 기법과 특정 셀에서 호들이 사용한 자원의 양을 기초로 앞으로 사용할 대역폭의 양을 예측하여 호를 처리하는 방법이 있다[5].

무선망의 호 처리를 위해 지능신호처리 기법을 사용하는 연구에는 채널할당기법에 유전자 알고리즘을 이용한 연구[6], 퍼지이론을 이용한 채널할당과 호 수락제어기법[7], 신경망기법을 이용한 호 수락제어 등이 있다.

본 논문의 연구와 관련이 있는 대역폭 예약에 의한 호 수락제어 방법과 신경망에 의한 호 수락제어 방법의 대표적인 연구에는 다음과 같은 것들이 있다. Carlos Oliveira, et al.[8]는 서비스 호를 실시간 호와 비실시간 호로 구분하고 그 각각의 호를 신규호와 핸드오프호로 구별한다. 대역폭 예약은 호가 발생한 이웃셀에 대역폭을 모두 예약하고, 사용자가 이동한 셀의 예약된 대역폭은 사용되지만 그렇지 않은 셀의 예약된 대역폭은 반환이 된다. 예약되는 대역폭의 양은

측정된 핸드오프호의 손실률과 예약된 대역폭의 사용률에 따라 예약되는 양이 조절된다. 따라서 이 연구의 호수락제어는 이웃셀의 정보를 필요로 하고 망 전체의 중앙통제 방식이 아닌 각자의 기지국에서 이루어지는 분산 호수락제어방식이다. Fei Yu, et al.[9]는 목표하는 핸드오프호의 손실률을 보장하기 위하여 모바일의 이동성예측기법을 이용하는데, 이동성 예측은 과거의 이동경로에 데이터 압축기법을 적용하여 핸드오프할 셀과 핸드오프할 시점을 확률적으로 예측하며, 예약 대역폭의 크기는 확률값에 비례하여 정해진다. 또한 수락 드레시홀드(threshold)를 정하여 목표 핸드오프호의 손실률과 자원이용률을 조절한다. A. Aljadhari, et al.[10]는 모바일의 방향예측기법에 의한 방향 드레시 홀드값을 정의하여 MLC (Most Likely Cluster) 셀을 결정하며, 시간예측기법에 의해 MLC 셀에 모바일이 도착하는 시간, 셀의 이탈시간과 체류시간을 추정하고, 대역폭은 모바일이 MLC 셀에 머무는 추정된 체류시간동안에만 예약된다. T. Zhang, et al.[5]는 이웃셀을 고려한 복잡한 확률적 모델을 배제하고, 특정 셀에서 특정호가 사용한 대역폭의 크기를 시계열 예측방법을 사용하여 예측하고, 그 예측된 양을 예약하는 방법이다. 이 방법의 특징으로는 호의 도착모델과는 무관하게 적용할 수 있으며 복잡한 확률적 모델과 대등한 호 처리 성능을 보이고 있다. C. W. Ahn, et al.[11]는 동적 호수락제어 방법에서 다양한 유형의 멀티미디어 서비스 호들이 제각기 요구하는 서비스등급을 만족시켜야 하는 문제를 다목적 최적화 문제로 보고, HNN(Hopfield Neural Network)을 사용하여 빠르게 최적의 GoS 벡터를 얻고, 대역폭의 공평한 분배를 통해 자원의 이용률과 호 수락율을 높인다. O. Lazaro, et al. [12]는 최적의 채널할당을 위해 HNN의 에너지 함수를 도입하고, 이 에너지 함수를 모바일의 이동성과 결합하여 핸드오프호의 채널할당을 제어하여, 신규호와 핸드오프호의 차단확률의 균형을 이룬다.

본 논문의 연구는 T. Zhang, et al.[5]의 자원예측을 시계열 예측이 아닌 신경망기법으로 예측하는 방법을 제시하고, 원하는 핸드오프호의 손실율의 드레시홀드를 정하여 이 보다 많은 핸드오프호의 손실이 발생 할때는 신규호를 차단하여 원하는 핸드오프호의

드레스 홀드값을 유지하는 목표 핸드오프 손실률에 적응하는 신경망 예측기법에 의한 호 수락제어 알고리즘을 제안한다. 2장에서는 제안한 신경망 예측기법과 적응 호 수락제어 알고리즘을 기술한다. 3장에서는 시뮬레이션을 통하여 제안된 알고리즘의 성능을 보이고, 4장에서는 본 논문의 연구 결론과 향후 연구과제에 대해 기술한다.

II. 제안한 신경망 자원예측에 의한 적응 호 수락제어기법

제안한 신경망기법을 이용한 무선망의 자원예측 방법과 핸드오프 호의 GoS 를 보장하는 적응 호수락 제어 방법에 대해 기술한다.

2-1. 신경망 자원예측기법[13]

호가 요구하는 채널 수를 예측하기 위하여 3 계층 전방향 구조의 신경망을 사용하며 그 구조는 그림 1에 나타내었다.

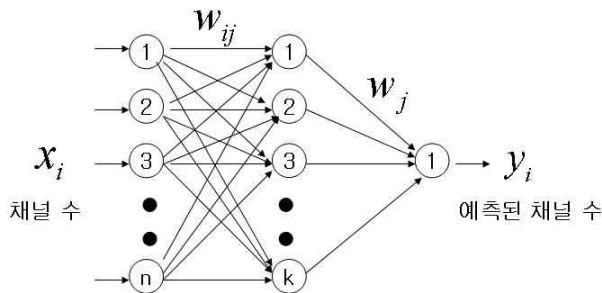


그림 1. 3 계층 전방향 신경망
Fig.1. 3 layer forward neural network

신경망 학습단계에서는 입력층으로 특정 호가 각각의 시점(t_i)에서 사용한 채널 수 $X_i = [x_1, x_2, \dots, x_n]$ 가 입력되고, 출력층의 Y_i 는 그 다음 시점 t_{n+1} 에서 사용한 채널수 x_{n+1} 이 지정되어 신경망을 훈련하며, 이때 가중치들은 오차 역전파 알고리즘을 사용하여 갱신된다. 입력층 과 은닉층 사이의 가중치는 W_{ij} ($1 \leq i \leq n, 1 \leq j \leq k$) 이고, 은닉층과 출력층 사이의 가중치는 W_j 이다.

신경망 예측단계에서는 각 층간의 학습된 가중치를 이용하여 이전 시점($t_i, 1 \leq i \leq n$)에서 사용한 채널수들이 n 개 입력되면, 그 다음 시점 t_{n+1} 에 사용할 예측된 채널 수 Y_i 를 얻는다.

2-2. 적응 호 수락제어기법

제안한 핸드오프 손실률에 따라 자원의 예약량을 조절하여 목표 핸드오프 손실률을 보장하는 핸드오프 수락제어 알고리즘과 신규호 수락제어 알고리즘에 대해 기술한다.

2-2-1. 핸드오프호의 제어 알고리즘

핸드오프호가 연결을 요구하면 예약된 자원의 양을 할당하여 서비스되도록 하며, 예약량이 부족할때는 기존의 방법[5]에서는 손실되었지만, 본 논문의 연구에서는 목표 핸드오프호의 손실율을 정하여 기준치 이상으로 핸드오프호의 손실율이 발생하면 핸드오프호를 위한 예약 대역폭의 양을 증가시켜 목표 핸드오프호 손실률 이하로 유지시킨다.

그림 2 는 목표 핸드오프호의 손실률에 기초하여 예약 대역폭의 크기를 조절하는 적응알고리즘을 나타낸다. 여기서 C 와 $C_T^p(t)$ 는 각각 셀의 대역폭 용량과 모든 호가 사용할 예측된 용량의 크기를 나타낸다. $C_h^p(t)$ 와 $C_h^a(t)$ 는 각각 핸드오프호가 사용할 대역폭의 예측양과 실제 요구한 대역폭의 양을 나타낸다. $p_{hd,target}(t)$ 와 $p_{hd}(t)$ 은 각각 목표하는 핸드오프호 손실률과 핸드오프호의 현재 손실확률을 나타낸다. N 은 목표 핸드오프호 손실률을 만족시키기 위하여 핸드오프호 예약채널의 수를 증가시키는 양을 나타낸다.

```

HC-control {
/*neural net prediction & reservation*/
find  $C_h^p(t), C_h^a(t), p_{hd}(t), p_{hd,target}(t)$ ;
/*call admission control*/
if ( $C < C_T^p(t)$ )
call reject :
    
```

```

else
  if ( $C_h^p(t) \geq C_h^a(t)$ )
    call accept ;
  else
    if ( $p_{hd,target}(t) \geq p_{hd}(t)$ )
      call reject ;
    else
       $C_h^p(t) = C_h^p(t) + N$  ;
    return ;
  }

```

그림 2. 핸드오프호의 적응 수락제어 알고리즘
Fig. 2. Admission adaptive control algorithm for handoff calls.

2-2-2. 신규호의 제어 알고리즘

신규호가 연결을 요구하면 그 다음 예측구간에서 핸드오프호가 요구하는 예측된 대역폭의 양을 제외한 나머지 용량으로 신규호의 수락/거절을 결정한다. 그림 3 은 신규호의 제어 알고리즘이다.

```

NC-control {
/* neural net prediction*/
find  $C_h^r(t) = \max(C_h^p(t + \Delta t) - C_h^a(t), 0)$ ,
 $C_T^a(t)$ ;
/*call admission control*/
if ( $C - C_T^a(t) \geq C_h^r(t)$ ) or
( $C - C_T^p(t + \Delta t) \geq C_h^r(t)$ )
  call accept ;
else
  call reject ;
}

```

그림 3. 신규호 수락제어알고리즘
Fig. 3. Admission control algorithm for new calls.

여기서 $C_h^r(t)$ 는 핸드오프호를 위해 예약해두는 용량, $C_T^a(t)$ 은 모든 호가 실제 사용하는 대역폭의 양을 나타낸다. Δt 는 예측간격을 나타낸다. 신규호는 t 와 Δt 간격내에서 발생하는 핸드오프호를 위한 용량을 제외한 용량으로 서비스를 한다.

III. 성능 평가

시뮬레이션을 통하여 모든 호가 요구하는 자원의 양과 핸드오프호가 요구하는 자원의 양을 신경망기법으로 예측한 결과와 목표 핸드오프호 확률을 보장하는 적응 호수락제어의 성능을 기술한다. 모든 호가 평균적으로 지속되는 시간은 200[sec], 평균 채널점유 시간은 100[sec], 신규호의 평균 도착율(포아송분포, λ_n)은 0.1[개/초]에서 0.5[개/초]로 하였다. 그림 4 는 $\lambda_n=0.1$ [개/초] 일때, 모든 호가 요구하는 전체 채널의 수와 예측 채널수, 핸드오프호의 채널수와 예측 채널수, 그리고 각각의 예측오차 채널수를 비교한 것이다. 이러한 트래픽 발생조건은 모든 호가 평균적으로 요구하는 자원의 양은 약 20개의 채널, 핸드오프호가 요구하는 자원의 양은 약 13개의 채널을 사용하는 것으로 한다.

자원예측을 위한 신경망 구조는 입력노드 수가 20개, 은닉층의 노드 수가 10개, 출력층의 노드 수가 1개 인 3 계층 전방향 신경망이다. 예측오차는 전체 호에 대해서는 약 1.6개, 핸드오프호에 대해서는 약 1.0개 채널 수를 나타내며 근접한 예측의 결과를 보여준다. 예측간격 Δt 는 5[sec]로 하였다.

그림 5 와 그림 6 은 셀용량이 30[개]채널일 때, 제안한 적응 호수락제어기법의 성능을 기존의 호수락제어기법[5]의 성능과 비교한 것이다. 목표 CDP(call dropping probability) 를 만족시키기 위한 예약채널의 조절량 $N=1$ 로 하였다. 그림 5 는 호의 도착률에 따른 핸드오프호 손실률을 비교한 것이다. 기존의 방법은 Wiener 예측기법을 사용하여 목표 CDP 를 0.05 로 하였을 경우 호 도착률에 따른 핸드오프호 손실확률을 나타낸 것으로 호 도착률이 0.4[개/초] 까지는 목표 핸드오프호 손실률을 만족함으로 볼 수 있다. 본 연구에서 제안한 적응 핸드오프호 수락제어는 목표 CDP를 0.03 으로 하향 조정하였을 경우를 나타낸 것이며, 호 도착률이 0.4[개/초]까지는 목표 CDP를 만족함을 볼 수 있다.

그림 5는 신규호의 차단율을 비교한 것으로 제안한 기법에서는 상대적으로 신규호의 차단확률이 증가됨을 볼 수 있다.

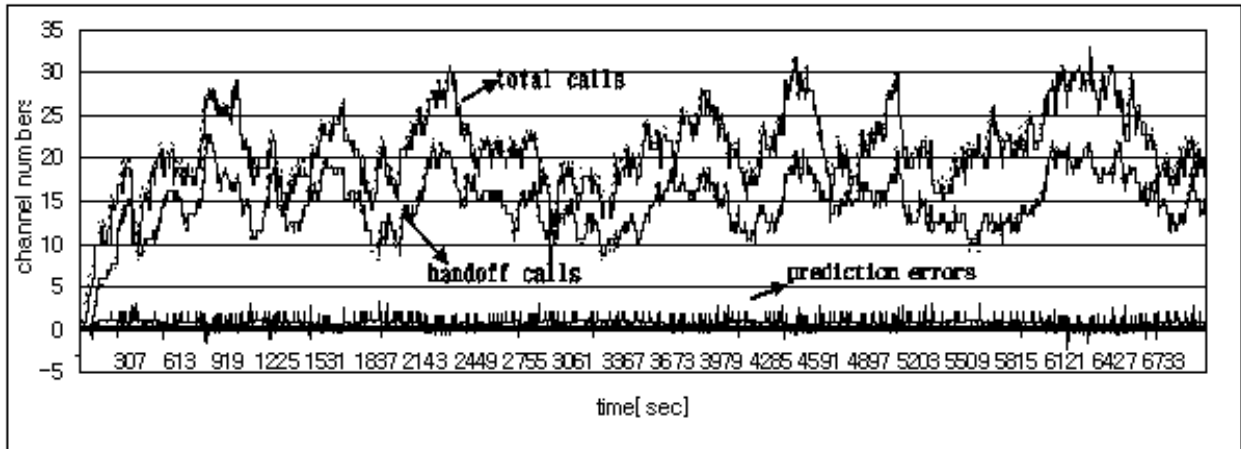


그림 4. 모든 호와 핸드오프호가 요구하는 실제채널의 수와 신경망기법에 의한 예측채널의 수 비교
 Fig. 4. Total number of channels requested by all and handoff calls : actual versus prediction by neural networks, respectively.

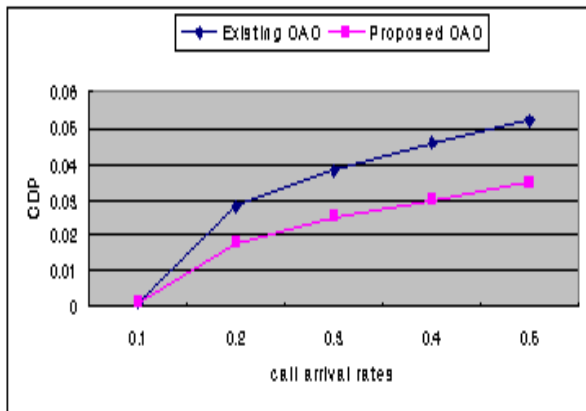


그림 5. 핸드오프호 손실확률의 비교
 Fig.5. Comparison of handoff call dropping probability

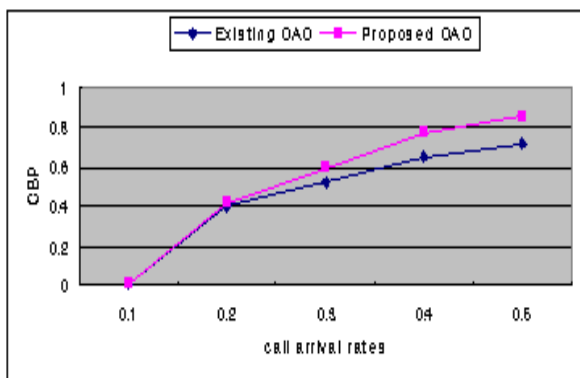


그림 6. 신규호의 차단확률 비교
 Fig. 6. Comparison of new call dropping probability.

IV. 결 론

본 논문의 연구에서는 자원의 예약기법에 의한 호 차원의 수락제어를 실시할 때 신경망 기법을 이용하여 요구자원의 양을 예측하는 기법을 제시하고, 예측의 부정확성으로 인한 핸드오프호가 손실되는 경우를 대비하여 목표 손실확률을 유지하도록 하는 핸드오프호 손실확률에 따른 적응 호수락제어 기법을 제안하고, 기존의 호수락 기법과 비교하였다. 그 결과 목표 핸드오프호 손실확률을 유지 할 수 있음을 보였다. 그러나 이 방법은 상대적으로 신규호의 손실확률이 증가되는 점과 채널의 재할당에 따른 호처리 시간의 지연문제를 갖고 있다.

향후에는 이러한 문제를 해결하기 위해 멀티미디어 환경하의 호의 서비스 특성을 고려하여 핸드오프호 손실확률과 신규호의 목표 차단확률을 함께 설정하여, 핸드오프호의 손실확률과 신규호의 차단확률 간의 균형을 이룰 수 있는 호수락제어 기법과 자원의 재할당에 따른 호 처리시간의 지연문제에 대한 연구가 필요하다.

참 고 문 헌

[1] I. Katzela and M. Naghshineh, "Channel assignment schemes for cellular mobile telecommunication

- systems : A comprehensive survey," *IEEE Personal Comm.*, vol. 3, no. 3, pp. 10-31, June 1996.
- [2] Y. Zhang, "An efficient channel allocation strategy for mobile cellular networks," *Proc. IEEE Vehicular Technology Conf.(VTC '99)*, vol.1, pp. 611-616, 1999.
- [3] K.-N. Chang and D. Kim, "Optimal prioritized-channel allocation in cellular mobile systems, " *Computers and operations research*, vol. 28, pp. 345-356, 2001.
- [4] E.Yanmaz and O.K. Tonguz, "Handover performance of dynamic load balancing schemes in cellular networks," *Proc. IEEE Symp. Computer and Comm. (ISCC '05)*, pp.295-300, 2005.
- [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, Oct. 2001.
- [6] Ngo, C. Y. and O. K. Li, "Fixed channel assignment in cellular radio networks using a modified genetic algorithm," *IEEE Trans. on Vehicular Technology*, vol. 47, no. 1, pp.163-172, 1998.
- [7] G. Edwards and R. Sankar, "Hand Off Using Fuzzy Logic," *GLOBECOM*, pp.524-528, 1995.
- [8] C. Oliveira, J.B. Kim and T. Suda, " An Adaptive Bandwidth Reservation Scheme for High- Speed Multimedia Wireless Networks," *IEEE JSAC*, vol. 16, no. 6, pp. 858-874, Aug. 1998.
- [9] F.Yu & V.Leung, "Mobility-Based predictive call admission control and bandwidth reservation in wireless cellular networks," *IEEE INFOCOM '01*, Anchorage, Alaska, April 2001.
- [10] A. Aljadhah, et al." Predictive mobility support for QoS provisioning in mobile wireless environments," *IEEE J. Select. Areas Commun.*, vol. 19, no.10, pp 1915-1930, Oct. 2001.
- [11] C. W .Ahn and R. S.Ramakrishna, "QoS Provisioning Dynamic Connection -Admission Control for Multimedia Wireless Networks Using a Hopfield Neural Network," *IEEE Trans. Vehicular Tech.*, vol. 53, no. 1, pp. 106-117, Jan. 2004.
- [12] O. Lazaro and D. Girma, " A Hopfield Neural Network - Based Dynamic Channel Allocation with Handoff Channel Reservation Control," *IEEE Trans. Veh. Technology*, vol. 49, no.5, pp. 1578-1587, 2000.
- [13] 이진이, " 무선 셀룰러 망에서 신경망 자원예측에 의한 동적 채널할당기법", *한국항공학회 학술발표회 논문집*, pp.256-260, 2008. 10.

이진이 (李鎭伊)



1985. 숭실대학교 전자공학과 학사.
 1988. 숭실대학교 전자공학과 석사.
 1994. 숭실대학교 전자공학과 박사.
 1999-2001. The winters & summers
 vacations, rsch. scholar, Okla. State
 University,
 2009. Marquis who's who in the

world

1995.3. ~ 현재 청운대학교 디지털 방송공학과 교수
 관심분야 : 이동통신기술, 통신신호처리, 방송통신기술,
 퍼지신경망 응용