

핸드오프호를 위한 신경망을 이용한 예약 채널 조정 기법

(A Channel Reservation Adjustment Scheme for Handoff Call using Neural Network)

문 영 성 [†] 이 종 찬 ^{**} 김 남 훈 ^{***}
(Youngsong Mun) (Lee jongchan) (Nam-hoon Kim)

요 약 이동통신망의 발전으로 인해 한정적인 주파수 자원을 효율적으로 사용하여 폭증하는 가입자를 수용하기 위해 셀의 환경은 점점 작아지고 있다. 가입자에게 신규호의 실패보다 더 민감한 핸드오프호가 자주 발생함에 따라 핸드오프호 처리의 중요성이 증대되었다. 따라서, 셀마다 핸드오프호를 위한 예약 채널을 두어 어느 정도 신규호의 블럭킹율의 증가를 감수하더라도, 핸드오프호의 강제종료율을 낮추는 방법이 제안되었다. 이러한 예약 채널 할당 기법에서는 예약 채널을 몇 개로 할 것인가가 중요한 문제가 된다. 왜냐하면 예약 채널 수를 과다하게 설정하면 핸드오프가 빈번하지 않은 셀에서는 채널의 낭비를 초래하고, 적게 설정하면 핸드오프가 빈번한 셀은 핸드오프 강제종료율이 높아지게 되기 때문이다.

이러한 문제를 해결하기 위해 본 논문은 신경망 모델 중 다층 퍼셉트론을 이용하여 셀에서 요구되는 최적의 예약율을 구하여 셀의 환경이 변할 때마다 적용할 수 있는 방법을 제안한다. 본 논문에서는 모의 실험을 통해 이동통신 시스템에서의 핸드오프 예약율을 주기적으로 최적화 시킴으로써 핸드오프가 자주 발생하는 셀에서는 핸드오프 강제종료율을 낮추고, 핸드오프가 빈번하지 않은 셀은 채널의 손실을 막아 시스템의 전체적인 효율이 향상됨을 보인다.

Abstract As mobile and wireless communication evolve, cell size becomes smaller to accommodate the sharply increasing number of subscribers. In a smaller cell, handoff occurs more often. Since handoff call is considered more important than new one, channel reservation schemes have been proposed. They reserves a number of channel for handoff calls at each cell. In channel reservation schemes, the number of reserved channel for handoff calls is very important. Because the improper number of reserved channel may causes wasting channels if handoff occurs rarely and increasing forced call termination probability of handoff call if handoff occurs more often.

To solve these problems, this thesis proposes a scheme that each cell has optimal reservation channel by using neural network. As the optimal reservation channel is maintained periodically, we can reduce forced call termination probability of handoff call in a cell where handoff occurs more often, and prevent channel waste in a cell where handoff occurs rarely. And we prove that total efficiency is improved by simulation.

1. 서 론

과거에 컴퓨터가 현재처럼 발전하리라고는 그 누구도 상상하지 못했던 것처럼 정보통신 분야의 눈부신 발전 또한 지금 현재로서 얼마나 진전될지 상상하기 어렵다. 현재의 정보통신 분야는 광대역 정보통신(B-ISDN: Broadband Integrated Services Digital Network)을 기반으로 한 고속화를 계속 추진하고 있으며, 이와 더불어 커다란 이슈가 되고 있는 이동통신(Mobile Communication) 분야 또한 초기의 이동통신 시스템과는 비교도 안될 만큼 놀라운 성장이 날로 거듭되고 있

· 이 논문은 1999년도 두뇌한국21사업 핵심분야에 의하여 지원되었음

[†] 종신회원 : 숭실대학교 컴퓨터학부 교수
mun@computing.soongsil.ac.kr

^{**} 학생회원 : 숭실대학교 컴퓨터학부
chan@sunny.soongsil.ac.kr

^{***} 학생회원 : 한국정보통신대학원대학교 공학부
논문결수 : 1997년 10월 8일
심사완료 : 1998년 10월 21일

다[1].

이동통신 시스템은 그 수요가 점차 증가하여 제 1 세대인 아날로그 셀룰라 시스템으로는 그 수요를 감당할 수 없어 제 2 세대인 디지털 이동통신 시스템으로 발전하였다. 현재 사용되고 있는 제 2 세대 이동통신 시스템도 또한 보다 저렴한 서비스 형태가 다양한 제 3 세대 이동통신으로 일컫는 개인 통신 시스템(PCS: Personal Communication Services)으로 발전하고 있는 추세이며, 국·내외에서 활발히 서비스가 제공되고 있다 [2-3].

이와 같은 이동통신 시스템의 발전은 보다 많은 가입자를 수용하고, 다양한 서비스를 제공하겠다는 목표 아래 추진되고 있다. 제한적인 주파수 자원을 보다 효율적으로 사용하여, 폭증하는 가입자의 수요를 감당하기 위해 이동통신 시스템은 셀의 크기를 점차 줄여 나가고 있다. 제 1 세대인 아날로그 셀룰라 시스템에서 사용하는 매크로 셀의 크기는 그 반경이 수 km에 달하였으나, 개인 통신 시스템에서 사용되는 피코 셀 혹은 마이크로 셀은 그 반경이 수 백m 이내의 크기로 줄어들었다. 셀의 크기를 줄임으로 인하여 주파수의 재사용 빈도를 높이고 단말기의 전력 소모를 줄이며, 단말기의 소형화와 저 가격화를 이룰 수 있다는 장점을 갖는다. 그러나 이러한 장점에 반하여, 셀 크기의 축소로 인한 여러 가지 고려해야 할 문제점이 나타나게 된다. 셀의 모양이 불규칙해 지며, 시간·위치에 따른 셀 당 통화량의 변화 폭이 커지고, 또한 기지국의 수가 증가하여 MSC(Mobile Switching Center)에서 처리해야 하는 호 처리 요구가 증가한다는 것이다. 그러나 무엇보다 고려해야 할 점은 잦은 핸드오프가 발생한다는 것이다[4].

가입자에게 신규호의 실패보다 더 민감한 핸드오프에 대한 성능을 향상하기 위해 핸드오프의 강제종료율을 줄이는 방법이 많이 연구되어 왔다. 이것은 신규호의 블럭킹율을 줄이는 것보다 우선되어 연구되어 왔으며, 대부분의 연구가 신규호보다 핸드오프에 우선 순위를 두어 다소의 신규호 블럭킹율을 감수하고 핸드오프의 강제종료율을 낮추는 방법들을 제안하였다[5-6].

기존의 핸드오프를 위한 채널 예약 기법으로는 핸드오프를 위한 예약 채널을 두는 방법과 핸드오프를 위해 큐를 두는 방법, Sub-Rating 기법 등이 있다. 핸드오프를 위해 미리 채널을 예약하는 방법은 이동통신 환경에 있어서 매우 유용한 방법이다 따라서 본 논문은 이러한 핸드오프를 위해 예약 채널을 두는 방법에 있어서의 야기 될 수 있는 단점들을 보완하려고 한다.

예약 채널을 두는 방법 또한 예약율을 고정하는 방법과 예약율을 변화시키는 방법이 있다. 예약율을 고정하는 방법들은 셀의 트래픽 변화에 능동적으로 대처하지 못하는 단점이 있다. 또, 기존의 채널의 예약율을 동적으로 변화하는 방법은 오버헤드가 크고, 트래픽이 버스티한 순간에 오히려 나쁜 성능을 내는 단점이 있다. 따라서 이에 대한 단점을 보완하기 위해 주기적으로 채널 예약율을 조정하는 방법을 제안하였다. 예약 채널의 수를 조정하는 데 있어 가장 확실한 방법은 사람이 직접 그 상황에 적절한 채널 예약율을 판단해 정해주는 것이다. 그러나 이것은 너무 많은 인력 낭비를 초래할 것이다. 따라서 본 논문은 이를 대신하기 위해 신경망을 이용하여, 핸드오프가 빈번하지 않은 셀은 예약으로 인한 호의 낭비를 최소한으로 하고 핸드오프가 빈번히 발생하는 셀은 핸드오프에 대한 강제종료율을 보다 낮추기 위해 예약율을 높이는 방법을 제안하였다.

본 논문의 2장은 기존의 연구 동향과 연구 배경에 대해 언급하고, 3장은 채널 예약의 최적을 구하기 위한 트래픽 모델을 제시하고, 신경망을 위한 학습데이터를 얻는다. 4장은 제안한 신경망을 이용한 예약 채널 조정 기법에 대해 서술한다. 5장에서는 실험 및 결과 분석을 기술하고, 6장에서는 결론과 향후 연구 방향을 제시할 것이다.

2. 기존의 연구 동향 및 연구 배경

이동통신 시스템은 보다 많은 가입자를 수용하기 위해서, 셀의 크기를 점차 줄여 가기 때문에 핸드오프를 처리하는 것은 시스템의 성능에 있어서 중요한 위치를 차지하게 되었다. 이것은 앞으로 지금의 음성 서비스를 넘어서는 다양한 서비스를 제공하는 시스템에 있어서도 그 중요성은 계속 증대되리라 예상된다.

한정된 주파수를 사용하는 데 있어 가장 중요한 문제는 채널을 어떻게 할당할 것인가 하는 문제이다. 채널 할당 방식은 크게 고정 채널 할당(Fixed Channel Allocation)과 동적 채널 할당(Dynamic Channel Allocation)으로 구분된다. 고정 채널 할당은 특정한 셀에 사용할 각 채널 집합을 미리 각 셀에 할당한다. 즉, 일정 수의 채널들이 영구적으로 각 셀에 할당된다. 고정 할당의 경우 설계 과정에서의 정확한 예측과 간섭의 예측이 매우 중요하며, 주파수 채널의 재사용 거리를 최소화하여 최적의 재사용 패턴을 구현할 수 있게 된다. 하지만 일단 채널이 기지국 별로 할당되고 난 후에는 통화량의 변화 등에 대한 대처 능력이 없다[7].

동적 채널 할당은 크게 집중 제어 동적 채널 할당

(CDCA, Centralized DCA)과 분산 제어 동적 채널 할당(DDCA, Distributed DCA)으로 분류할 수 있다. 초기의 동적 할당의 연구는 기존의 고정 할당과 비교하여 약간의 향상을 보인 고정 최소 재사용 거리 전략을 사용했다. 그 이후로 많은 연구들이 진행되었고 미래에 무선망의 용량 증가를 위한 새로운 동적 할당이 제안되었다. 일반적으로 집중 제어를 사용하는 기법은 최적의 해법을 제공하지만 시스템의 제어가 한 곳에 집중되므로 그에 따른 큰 오버헤드를 가진다. 그러므로 현재의 마이크로/피코셀 환경에는 중앙 제어에 비하여 알고리즘이 간단한 분산 제어가 더 현실적이다. 이는 망 내의 다른 기지국과의 상호 정보 교환 없이 셀 내의 정보만을 사용하기 때문이다[8].

이 외에도 고정 채널 할당과 동적 채널 할당의 장점을 조합한 혼합 채널 할당(Hybrid Channel Allocation), 인접한 셀로부터 채널을 빌려 오는 채널 차용 할당(Borrowing Channel Allocation)과 단말기와 기지국에서 주변의 상황을 여러 가지 파라미터로 측정하여 이를 근거로 단말기 또는 기지국에서 채널을 할당하는 방식인 분산 동적 채널 할당(Distributed Dynamic Channel Allocation)등이 있다[9-11].

한편, 통화중 연결이 끊어지는 것은 신규호에 대한 블럭킹율에 비해 사용자의 서비스에 대한 불만은 더 크게 느껴질 것이다. 이러한 이유로 핸드오프에 대한 강제 종료율을 낮추는 방법이 많이 연구되었다.

Hong은 전체 채널에 일부를 핸드오프를 위한 예약 채널로 사용하고, 나머지 채널은 신규호와 핸드오프호가 둘 다 사용할 수 있는 방법을 제안하였다[12]. 또, Rappaport는 가용 채널 부족 시 핸드오프호를 버퍼에 대기시킴으로써 핸드오프호 강제종료율을 줄이는 방안을 제안하였다[13].

S. Tekinay는 핸드오프에 우선 순위를 두는 방법을 크게 예약 채널을 두는 방법과 예약 없이 버퍼를 두는 방법으로 나누고, 예약 채널을 두는 방법에 있어서 채널의 낭비를 단점으로 들어 채널의 예약 없이 버퍼를 두는 방법을 연구하였다. 이 연구에서 S. Tekinay는 기존의 FIFO 큐를 사용하는 방법의 단점을 보완하기 위해 우선 순위 큐를 두는 방법을 제안하였다[14]. 이외에 다른 방법으로는 모든 채널이 이미 사용 중일 때, 음성 부호화기가 데이터 전송 속도를 반으로 낮추어서 두 개의 채널로 나눈 다음 하나는 기존의 호를 서비스하고 다른 하나로 핸드오프호를 서비스하는 Sub-rating 기법[15] 등이 있다.

예약 채널을 두는 방법은 예약 채널로 인한 신규호의

블럭킹율이 다소 높아질 수 있고 채널의 낭비를 초래할 수 있다는 단점이 있다. 또, 단순히 큐만을 두는 방법은 예약 채널을 두는 경우 보다 신규호에 대한 블럭킹율을 낮출 수 있으나, 핸드오프 시 가용 채널이 없어 큐를 사용하게 되면 지연을 겪게 될 수도 있고, 신규호가 많이 발생하는 셀에서는 핸드오프호에 대한 강제종료율이 예약 채널 기법에 비해 높아질 수 있을 것이다.

본 논문에서는 채널을 동적으로 할당하는 가와 고정으로 할당하는 가에 초점을 맞춘 것은 아니다. 본 논문은 할당 방법에 상관없이 셀마다 예약 채널을 가장 효율적으로 둘 수 있는 방법이 없겠는가에 그 초점을 둔 것이다. 따라서 핸드오프호에 대한 강제종료율을 낮추는데 있어서 보다 신뢰적이며 효율적인 채널의 예약을 통하여 신규호보다 핸드오프호에 우선 순위를 두는 방법을 고려하되, 예약으로 인한 낭비를 최소화하고, 신규호의 블럭킹율과 핸드오프호의 강제종료율을 적절히 고려하기 위해 신경망을 이용하여 각 셀마다 독자적으로 채널의 예약율을 조절하는 방법을 제안하였다.

3. 트래픽 모델과 학습데이터

3.1 트래픽 모델

본 절에서는 제안한 방법에 요구되는 학습데이터를 추출하기 위해 트래픽 모델을 가정하고 시뮬레이션 하였다. 트래픽 모델은 마이크로 셀만이 존재한다고 가정하고, 각 마이크로 셀에서 발생하는 트래픽은 음성 트래픽만을 가정한다. 각각의 셀에서 발생하는 트래픽은 신규호와 핸드오프호를 가정하여 처리한다. 전체 채널은 N개라고 가정하고, 그 중 N-C개를 핸드오프호를 위한 예약 채널로 둔다. 따라서 채널 중 C개는 신규호와 핸드오프호가 같이 사용하지만 N-C개는 핸드오프호만 사용할 수 있다.

각 셀에서의 발생하는 신규호의 발생은 평균이 λ_n 인 포아송 분포를 따른다고 가정하고, 신규호의 가정으로 인하여 핸드오프호의 발생율도 신규호와 마찬가지로 평균 λ_n 를 따르는 포아송 분포를 가정한다. 하나의 셀 안에서 채널 사용이 끝나는 것은 통화가 완료되거나 핸드오프 될 때이다. 이때, 호의 평균 지속 시간은 평균이 $1/\mu_n$ 인 지수 분포를 따르고, 핸드오프율은 평균이 $1/\mu_n$ 인 지수 분포를 따른다고 가정한다.

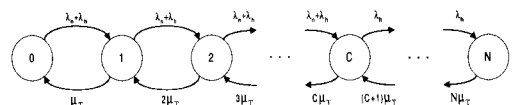


그림 1 트래픽 모델의 상태 전이도

가정한 트래픽 모델의 상태 천이도를 그려보면 [그림 1]과 같다. [그림 1]에서 보이는 μ_T 는 μ_n 과 μ_h 의 합이다.

[그림 1]의 상태 천이도로부터 마이크로 채널이 j 개 사용될 확률을 P_j 라 하면 P_j 는 다음의 식으로 표현할 수 있다[12].

$$P_0 = \left[\sum_{k=0}^C \frac{(\lambda_n + \lambda_h)^k}{k! \mu_T^k} + \sum_{k=C+1}^N \frac{(\lambda_n + \lambda_h)^C}{k! \mu_T^k} (\lambda_h)^{k-C} \right]^{-1}$$

$$P_j = \frac{(\lambda_n + \lambda_h)^j}{j! \mu_T^j} P_0, \quad \text{for } j = 1, 2, 3, \dots, C$$

$$\frac{(\lambda_n + \lambda_h)^C}{j! \mu_T^j} (\lambda_h)^{j-C} P_0, \quad \text{for } j = C+1, \dots, N$$

이로부터 신규호의 블럭킹율(PB)과 핸드오프 강제종료율(Pfh)은 각각 다음과 같다.

$$P_B = \sum_{j=C}^N P_j, \quad P_{fh} = P_N$$

3.2 학습데이터

앞 절에서 가정한 트래픽 모델로부터 학습데이터로 적절한 채널 예약율과 신규호의 발생율, 핸드오프호의 발생율, 신규호의 블럭킹율, 핸드오프호의 강제종료율을 구하기 위해 시뮬레이션을 수행하였다.

시뮬레이션을 위한 몇 가지 가정은 다음과 같다. 전체 시스템은 마이크로 셀로 이루어져 있으며, 각 셀은 한 변의 길이가 200m 인 정사각형 셀을 가정한다. 평균 통화 시간은 120초로 가정하고, 각 마이크로 셀의 전체 채널 수는 20개를 가정하였다. 또 단말기의 이동 속도는 0.1m/s ~ 1.9m/s 사이의 균일 분포를 따르는 것으로 가정하였다. 신규호의 발생율은 0.02에서 0.4까지 0.02씩 증가시키면서 동시에 핸드오프 채널 예약율을 10% - 50%까지 10%씩 증가시키면서 적절한 학습데이터를 얻었다. 시뮬레이션은 C언어를 사용하였고, PC상의 Visual C++ 4.0 컴파일러와 Sun Spark Classic에서 제공되는 C컴파일러를 사용하였다.

이러한 데이터를 근거로 원하는 핸드오프 강제종료율과 신규호 블럭킹율을 어느 정도 유지해 주는 최적의 채널 예약율을 각각의 셀마다 구하여 시스템에 적용할 수 있다.

이장에서 수행한 시뮬레이션은 적절한 예약율을 선택할 근거를 찾기 위한 것이다. 따라서 이미 서비스 중인 시스템의 데이터와 같은 이 보다 좋은 학습데이터가 미리 존재한다면 이 과정을 생략했을 것이다.

4. 신경망을 이용한 예약 채널 조정 기법

4.1 신경망 모델

앞에서 언급했듯이, 핸드오프호를 위한 예약 채널의 수를 고정하는 방법은 핸드오프가 자주 발생하는 셀에서는 핸드오프호의 블럭킹율을 높이는 결과를 갖고, 핸드오프가 자주 발생하지 않는 셀에서는 신규호의 블럭킹율을 높이는 것을 감수하고 핸드오프호의 강제종료율을 낮추려는 의도인 예약의 의미가 없어지게 된다. 즉, 채널의 낭비를 초래하게 된다. 따라서 각각의 셀마다 그 셀의 환경에 맞추어 최적의 셀 예약율을 갖는 것이 채널의 낭비를 막을 수 있을 뿐만 아니라, 중요한 핸드오프호의 강제종료율을 낮출 수 있을 것이다.

각각의 셀에 핸드오프호를 위한 최적의 예약율을 정하는 것은 쉬운 일이 아니다. 왜냐하면, 셀에서의 상황은 사용자의 이동성을 고려해 볼 때 그 상황을 예측하기란 곤란하기 때문이다. 즉, 사용자의 이동성을 예측하기가 어렵기 때문에 각 셀마다 어느 정도의 트래픽이 발생할지 또는 핸드오프가 어느 정도 발생하는지 알 수 없다. 각 셀마다 발생하는 핸드오프호의 발생율이 같거나 혹은 미리 이것을 알 수 있다면 핸드오프를 위한 예약 채널을 고정하여도 좋을 것이다. 그러나, 실제 상황은 그렇지 않다. 따라서, 본 논문에서는 각 셀마다의 트래픽 특성을 고려하여 채널의 예약율을 변경할 수 있는 방법을 제안한다.

핸드오프호를 위한 최적의 채널 예약율을 구하기 위해 본 논문에서는 신경망 모델을 도입하였다. 이 신경망 모델에서 하는 일은 주기적으로 셀의 상황을 반영하여 예약율을 셀에서 요구되는 최적의 예약율로 변경해 주는 것이다. 이 때 신경망에서 예약율로 선택하는 근거를 위해 학습데이터가 요구된다. 즉, 각 셀마다 각기 환경이 다르기 때문에 가변적이어야 하는 핸드오프 채널 예약율을 정하기 위해서는 적절한 수치가 요구된다. 이를 통하여 신경망을 학습하고, 이러한 학습을 거친 신경망은 스스로 적절한 예약율을 선택하여 셀에 제공하게 된다. 이로 인하여 신경망은 셀의 상황에 따라 채널 낭비를 최소한으로 하며, 핸드오프호의 강제종료율을 적정 수준으로 유지시켜 주는 역할을 한다.

3장의 트래픽 모델을 시뮬레이션 하여 얻은 학습데이터를 가지고 신경망 모델을 학습한다. 학습데이터를 반드시 이것으로 채택할 필요는 없으며, 시스템 설계자가 적절한 학습데이터를 설정하여 자신의 시스템에 맞게 정하여 준다면 보다 좋은 효율을 낼 수 있을 것이다.

본 논문에서 선택한 신경망 모델은 다층 퍼셉트론(Multi-layer Perceptron)이다. 다층 퍼셉트론은 입력층(Input Layer)과 출력층(Output Layer) 사이에 하나 이상의 은닉층(Hidden Layer)을 가지는 신경망 모델이다.

이 다층 퍼셉트론은 주로 최적화 문제에 많이 사용된다.

다층 퍼셉트론은 각각의 입력 값에 대한 원하는 출력 값을 내기 위해서 입력층과 은닉층 사이와 은닉층과 출력층 사이의 연결 강도(weight)를 적절한 값으로 계속해서 바꾸어 준다. 입력 값을 은닉층에서 비선형화하여 출력층으로 보내기 때문에 단층 퍼셉트론이 해결할 수 없었던 문제들을 해결할 수 있게 되었다. 원하는 출력 값을 내기 위해 연결 강도를 계속 조절하는 과정을 반복하게 되는데 이를 에러 백프로파게이션(EBP: Error Back Propagation) 알고리즘이라 한다. 에러 백프로파게이션 알고리즘은 에러를 최소화하는 쪽으로 연결 강도를 조절하게 된다. 이때, 에러는 원하는 값에서 실제 출력값을 뺀 차이로 결정하게 된다[16-17].

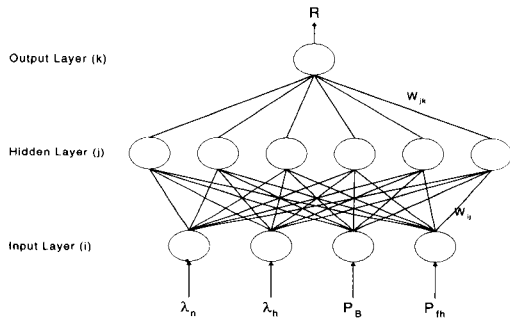


그림 2 제안한 최적의 예약율을 구하는 다층 퍼셉트론

즉, 본 논문에서는 은닉층이 하나인 다층 퍼셉트론을 이용한다. 학습을 하기 위해 입력값으로 신규호의 발생율, 핸드오프호의 발생율, 핸드오프 강제종료율, 신규호 블러킹율을 입력한다. 입력한 값으로부터 실제 출력값인 채널 예약율을 구하고 이를 원하는 출력값과 비교해서 그 차이를 줄이는 방향으로 연결 강도를 조정해 나간다.

학습데이터를 통하여 학습을 마친 다층 퍼셉트론 모델은 각각의 셀에서 가동하게 된다. 우선, 그 셀의 기존의 평균적인 신규호 발생율과 핸드오프호 발생율, 신규호의 블러킹율, 핸드오프 강제종료율을 입력하여 현재 셀에서의 최적인 핸드오프 예약율을 구하여 셀의 예약율을 변경한다. 변경 후 일정 기간 동안 다시 셀에서 서비스가 이루어진 후에 다시 입력값으로 4가지 요소인 신규호의 발생율, 핸드오프호 발생율, 신규호의 블러킹율, 핸드오프 강제종료율을 넣어 주면 그 상황의 셀에 적합한 채널 예약율이 나오게 된다. 계속해서 이처럼 예약율을 조정하고 셀을 운영하는 작업을 반복하여 지속적인 셀의 변화에 능동적으로 적용할 수 있게 된다.

[그림 2]는 본 논문에서 제안한 구체적인 다층 퍼셉

트론의 모델을 보여준다. 여기서 λ_n 은 신규호의 발생율이고, λ_h 는 핸드오프호의 발생율, P_{fh} 는 핸드오프 강제종료율, P_B 는 신규호의 블러킹율, R 은 이로 구할 수 있는 실제 출력값, 즉 입력값에 대한 채널 예약율을 의미한다. 제안한 신경망 모델은 에러 백프로파게이션 학습 알고리즘을 사용한다.

실제 시스템의 운영은 [그림 3]과 같은 형태로 이루어 질 것이다. 시스템이 가동된 후 타이머가 expire되면 신경망이 가동되어 셀에 새로운 채널 예약율이 할당되고 다시 timer가 가동된다. 여기서 시스템을 운영하는 사람은 시스템에 들어갈 신경망 모델의 학습데이터를 선택해야 하므로 어떤 데이터를 사용할 지 결정해야 할 것이다(본 논문에서는 가정한 트래픽 모델을 시뮬레이션하여 학습데이터를 구하였다).

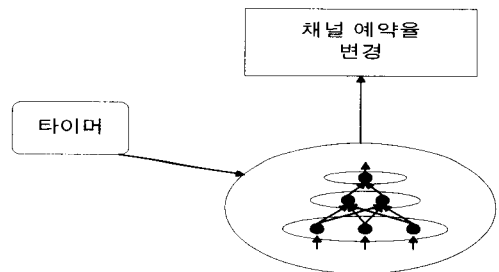


그림 3 제안한 예약 채널 조정 기법 구조도

학습데이터는 하루나 일정 기간의 평균치로도 할 수 있겠지만, 어느 특정 시간대만의 데이터를 모아서 이것의 평균치로도 할 수 있을 것이다. 또, 시스템 운영자는 어느 정도의 시간 후에 신경망 시스템을 적용할 지를 시스템에 적절하게 결정해야 할 것이다. 이 시간은 타이머를 통하여 조절할 수 있을 것이다.

5. 실험 및 분석

5.1 실험에서의 고려 사항

신경망을 위한 학습데이터는 120개를 사용하였다. 이때, 사용한 학습데이터는 3장에서 시뮬레이션을 수행하여 구한 것이다. 각각의 상황을 고려한 데이터를 가지고 신경망을 학습시킨 후 최적의 채널 예약율을 구하였다. 즉, 한 셀에서 신규호의 발생율이 A, 핸드오프호의 발생율이 B인 상태에서 핸드오프호의 강제종료율과 신규호의 블러킹율을 고려하여 최적의 예약율을 찾아낸 상태에서 위의 5가지 요소를 학습데이터로 선정하였다.

[그림 4]는 핸드오프호의 발생율과 신규호의 발생율

을 고려하고 적절한 핸드오프호 블럭킹율과 신규호의 강제종료율을 고려함에 따른 채널 예약율의 변화를 보이고 있다. 이와 같은 예약율의 변화를 가지고 각 셀에 채널 예약율을 적절하게 조정해 주는 것이다.

그 외의 시뮬레이션을 위한 가정은 학습데이터를 위해 사용했던 가정들을 사용하도록 한다. 즉, 전체 시스템은 25개의 마이크로 셀로 이루어져 있으며, 각 셀은 한 번의 길이가 200m 인 정사각형 셀을 가정한다. 이때, 평균 통화 시간은 120초로 가정하고, 각 마이크로 셀의 전체 채널 수는 20개를 가정하였다. 또 단말기의 이동 속도는 0.1m/s~1.9m/s(0.36km/hour~6.84km/hour)사이의 균일 분포를 따르는 것으로 가정하였다. 그리고 단말의 진행 방향은 동, 서, 남, 북만으로 움직인다고 가정하였다. 이 때, 셀의 경계에 걸치는 단말은 없다고 하였고 제일 바깥의 셀에 있던 이동 단말들이 시스템의 경계를 벗어나면 그 반대편의 셀에 들어가는 것을 가정하였다.

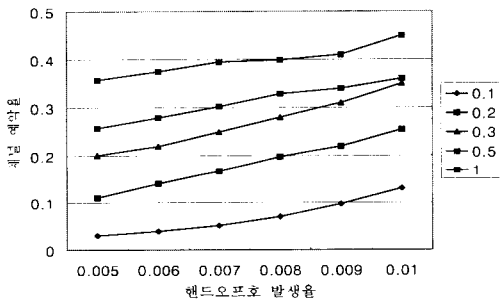


그림 4 신규호와 핸드오프호의 변화에 따른 채널 예약율

5.2 실험 결과 분석

제안한 방법의 효율을 분석하기 위해 특정 셀에서 핸드오프호의 발생율을 점차 늘려 가며 신규호의 블럭킹

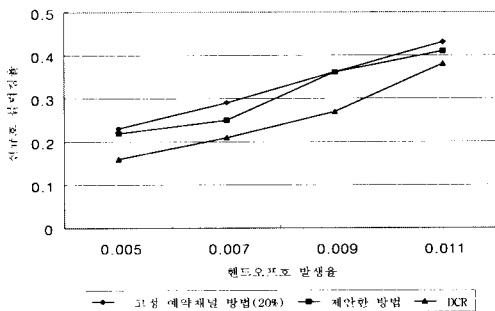


그림 5 핸드오프호 발생율에 따른 신규호 블럭킹을 비교

율([그림 5])과 핸드오프호의 강제종료율을 측정하였다 ([그림 6]).

이 때, 예약 채널율을 20%로 고정하는 방법, DCR (Dynamic Channel Reservation)방법[18]과 제안한 방법을 비교하였다. DCR방법은 현재의 셀에서 전체 채널 중 70%이상이 사용되고 있으면, 예약 채널의 수를 감소시켜 주고, 다시 정상적인 상태가 될 때 정상적으로 예약 채널의 수를 맞추어 주는 방법이다.

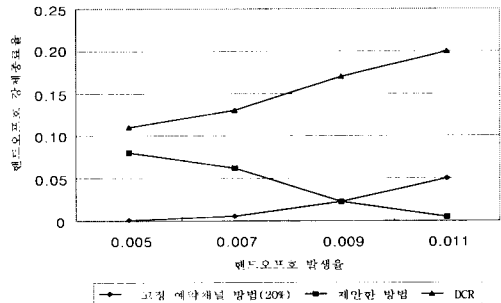


그림 6 핸드오프호 발생율에 따른 핸드오프호 강제종료율 비교

핸드오프호의 변화는 일정 기간 t시간을 주기로 변화시켰다. 제안한 방법은 현재 셀의 상황을 반영하여 채널 예약율을 변화시키는 것이므로 효율을 측정하기 위해 셀의 트래픽 변화는 2시간을 기준으로 하였다.

따라서 [그림 5]와 [그림 6]에서 볼 수 있듯이 기존의 고정적인 방법은 셀의 트래픽 변화에 적응하지 못하나 제안한 신경망을 이용한 예약 채널 조정 기법은 t시간 후에 셀의 트래픽 변화에 적응하였다. 즉 핸드오프호의 발생이 더 많아지면 제안한 방법은 강제종료율을 적정 정도 유지시켜 주지만 채널 예약율을 고정하는 방법은 강제종료율이 다소 높아짐을 볼 수 있다.

또, DCR의 경우 신규호의 블럭킹율에 있어서는 좋은 성능을 보이나 정작 핸드오프호에 대한 강제종료율은 호의 발생율이 증가함에 따라 매우 좋지 못한 성능을 보인다.

[그림 5] 과 [그림 6]에서 교차점이 생기는 것은 제안된 방법의 예약율이 예약율을 고정하는 방법과 동일하게 20%의 예약율을 가지는 경우를 나타낸다. 교차점 이후에 제안한 방법의 성능이 보다 안정적임을 볼 수 있다.

또, [그림 7]과 [그림 8]은 신규호의 발생율을 늘려 가며 신규호의 블럭킹율과 핸드오프호의 강제종료율을 각각 측정한 것이다. 이때도 제안한 방법은 두 가지 요

소 즉, 핸드오프 강제종료율과 신규호 블럭킹율을 적절히 가만하여 안정된 모습을 보임을 알 수 있다. 신규호 발생율이 늘어감에 대한 적응도가 다른 두 가지 방법에 비해 더 뛰어난 것을 볼 수 있다. [그림 7] 과 [그림 8]에서 일치점은 제안된 방법의 예약율이 예약율을 고정하는 방법과 동일하게 20%의 예약율을 가지는 경우를 나타낸다.

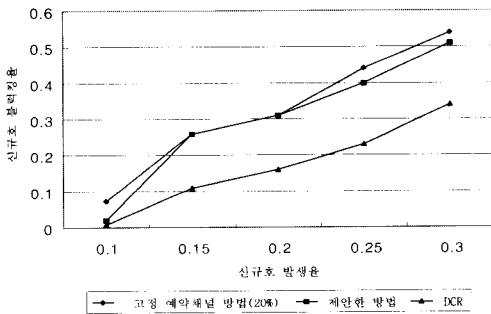


그림 7 신규호 발생율에 따른 신규호 블럭킹율 비교

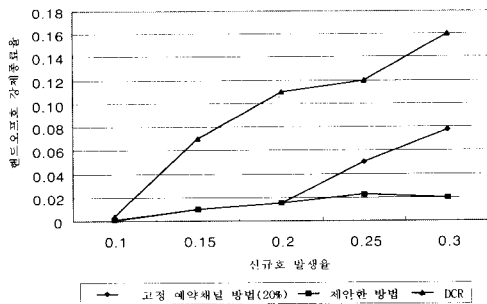


그림 8 신규호 발생율에 따른 핸드오프호 강제종료율 비교

6. 결론 및 향후 연구 방향

이동통신 시스템은 아날로그 시스템, 디지털 시스템을 거쳐 개인 휴대통신(PCS) 서비스를 준비중에 있으며, IMT-2000 및 WATM등 보다 광대역의 다양한 멀티미디어 서비스를 제공받을 수 있는 시스템들로 이동하고 있는 추세이다. 이러한 흐름들은 궁극적으로 보다 많은 가입자를 수용하고 보다 다양한 서비스를 가입자들에게 제공하는 것을 목표로 하고 있다.

이러한 목적을 이루기 위해서는 제한적인 주파수 자원을 보다 효율적으로 사용하여야 하므로, 이동통신 시스템은 셀의 크기를 점차 줄여 나가고 있다. 아날로그 셀룰라 시스템에서 수 km에 달하던 셀의 크기는 개인

통신 시스템에서는 수 백m 이내의 크기로 줄어든다.

이러한 셀의 크기의 감소는 빈번한 핸드오프를 초래하게 되므로 핸드오프호의 강제종료율을 줄이는 방법에 대한 연구가 중요한 문제로 대두된다.

핸드오프호의 강제종료율을 줄이는 연구에 있어서 채널을 예약하는 방법들이 있는데 이 때, 기존의 연구들은 채널 예약율을 셀의 특성을 반영하지 않고 일률적으로 두는 경향이 있다. 따라서, 본 논문은 신경망 모델을 이용하여 각 셀의 환경에 맞게 채널 예약을 최적화 하여 핸드오프호가 빈번히 발생하지 않는 셀에서는 필요 없는 예약으로 인한 채널의 낭비를 막고 핸드오프호가 빈번히 발생하는 셀에서는 예약율을 좀 더 높여 줌으로써 원하는 수준으로 강제종료율을 낮추는 방법을 제안하였다.

실험 결과로부터 제안한 방법은 신규호의 블럭킹율과 핸드오프의 강제종료율을 일정 정도 원하는 수준까지 유지해 주는 것을 볼 수 있다. 이 때, 핸드오프호가 더욱 중요하기 때문에 핸드오프호의 강제종료율을 먼저 고려하였다. 이로부터 전체적인 시스템의 효율을 향상시킬 수 있음을 보였다.

본 논문에서 고려한 학습데이터는 여러 가지 가정을 둔 상황에서 시뮬레이션을 수행하여 얻은 것이지만, 이 학습데이터를 보다 실질적인 데이터로 고려한다면 보다 정확한 예약율을 구할 수 있을 것으로 본다. 또, 제안한 방법은 채널의 예약율을 고려함에 있어서 신규호 발생율, 핸드오프호 발생율, 신규호 블럭킹율, 핸드오프 강제종료율 등 네 가지 요소만을 생각했지만, 단말의 속도 등 보다 다양한 요소들을 채널 예약율을 결정하는데 사용할 수도 있을 것이다.

참고 문헌

- [1] R. Pandya, "Emerging Mobile and Personal Communication Systems", IEEE Communication Magazine, pp 44 - 51, Jun. 1995.
- [2] J.E. Padgett, C.G. Günther and T. Hattori, "Overview of Wireless Personal Communication", IEEE Communication Magazine, pp 28 - 41, Jan. 1995.
- [3] D.J. Goodman, "Network Control for Wireless Communications," IEEE Communications Magazine, pp. 116-124, Dec. 1992.
- [4] IEEE Communication Magazine, Special Issue, Microcell Technology: Microcell Design Principles, Apr. 1993.
- [5] F.N. Pavlidou, "Mixed Media Cellular Systems", IEEE Transactions on Communications, Vol 42,

- No. 2/3/4, pp. 848-853, Apr. 1994.
- [6] S. S. Rappaport and L. Hu, "Microcellular Communication Systems with Hierarchical Macrocell Overlay: Traffic Performance Models and Analysis", Proceeding of the IEEE, Vol. 82, No. 9, pp. 1383-1397, Sep. 1994.
- [7] M. Zhang and P. Yun, "Comparisons of Channel Assignment Strategies in Cellular Mobile Telephone System", IEEE Transaction on Vehicular Technology, Vol. VT-38, No. 4, pp. 211-215, Nov. 1990.
- [8] K.N. Silvarajan and R.J. McEliec, "Dynamic Channel Assignment in Cellular Radio", in Proceeding IEEE VTC'90", pp. 631-637, May 1990.
- [9] T.J. Kahwa and N.D. Georganas, "Hybrid Channel Assignment Scheme in Large-scale Cellular Structured Mobile Communications System", IEEE Transaction on Communications, Vol. COM-26, pp. 432-438, 1978.
- [10] D.C. Cox and D.O. Reundink, "A Comparisons of Some Channel Assignment Strategies in Large-scale Cellular Structured Mobile Communications System", IEEE Transaction on Communications, COM-20, pp. 190-195, 1992.
- [11] D.K. Park and K. Okada, "Performance of Distributed Dynamic Channel Assignment in Cellular Systems", in Proceeding MDMC'94, pp. 61-64, Nov. 1994.
- [12] D.H. Hong and S.S. Rappaport, "Traffic Model and Performance Analysis for Cellular Mobile Radio Telephone Systems with Prioritized and Non-prioritized Handoff Procedures," IEEE Transactions on Vehicular Technology, vol. 35, no. 3, pp. 77-92, Aug. 1986.
- [13] C. Purzynski and S.S. Rappaport, "Traffic Performance Analysis for Cellular Communication Systems with mixed Platform Types and Queued Handoffs", VTC'93, pp. 848-853, May 1993.
- [14] S. Tekinay and B. Jabbari, "A Measurement-Based Prioritization Scheme for Handovers in Mobile Cellular Networks", IEEE Journal on Selected Areas in Communications, vol. 10, no. 8, pp 1343-1350, Oct. 1992.
- [15] Yi-Bing Lin, Anthony R. Noerpel, "The Sub-rating Channel Assignment Strategy for PCS Hand-offs", IEEE Transactions on Vehicular Technology, Vol. 45, No. 1, pp. 122-130, Feb. 1996.
- [16] R.P. Lippmann, "An Introduction to Computing with Neural Nets", IEEE ASSP Megazine, pp 4 - 22, Apr. 1987.
- [17] J.A. Freeman and D.M. Skapura, "Neural Networks: Algorithms, Application and Programming

Techniques", Addison-Wesley Publishing Company, 1991.

- [18] J. Lee and Y. Mun, "Channel Allocation and Handover Schemes for Personal Communications Systems", Proceeding IEEE VTC'96, Vol. 2, pp. 943-947, April 1996.



문영성

1960년 1월 27일생. 1983년 2월 연세대학교 전자공학과 졸업(학사). 1986년 6월 캐나다 University of Alberta 전기공학과 졸업(석사). 1993년 8월 미국 University of Texas, Arlington 컴퓨터학과 졸업(박사). 1987년 7월 ~ 1994년 2월 한국통신 전임연구원. 1992년 11월 미국 Supercomputing 학술대회 최우수 학생논문상 수상. 1994년 3월 ~ 현재 숭실대학교 컴퓨터학부 부교수. 1997년 정보처리학회 논문지 편집위원. 1999년 Journal of Supercomputing 편집위원. 2000년 경실련 정보통신위원회 전문위원. 관심분야는 Mobile IP, IPOA, Mobile Ad-hoc Networks, IMT-2000, Wireless Multimedia.



이종찬

1994년 2월 군산대학교 컴퓨터학과(공학사). 1996년 8월 숭실대학교 대학원 전자계산학과(공학석사). 2000년 8월 숭실대학교 컴퓨터학 박사. 관심분야는 IMT-2000, Mobile Tracking, Wireless Multimedia.



김남훈

1996년 2월 숭실대학교 전자계산학과 졸업(학사). 1998년 2월 숭실대학교 전자계산학과 졸업(공학석사). 1998년 3월 ~ 현재 한국정보통신대학원대학교 공학부 박사과정. 관심분야는 Active Network, Artificial Intelligence, Integrated IP and ATM, IPv6.