

추계적 페트리 네트를 이용한 무선망에서의 호 수락 제어 기법

A Call Admission Control Technique of Wireless Networks using Stochastic Petri Nets

노철우

신라대학교 컴퓨터정보공학부

중심어 : 호 수락 제어, 채널 할당, 추계적 페트리 네트, SRN

Cheul-Woo Ro (cwro@silla.ac.kr)

Div. of Computer and Information, Silla University

Keyword : Call Admission Control, Channel Allocation, Stochastic Petri Net, SRN

요 약

본 논문에서는 무선망에서 핸드오프 호의 분실확률을 줄일 수 있는 호 제어 기법을 제안한다. 제안한 기법은 진행 중인 시스템 용량인 유효로드와 임계치를 이용하여 호의 수락 여부를 결정하며 측정된 유효로드가 미리 정해진 임계치보다 크면 신규 호는 차단시키고, 핸드오프 호는 큐잉을 허용한다. 호 수락 제어 기법의 성능분석을 위하여 추계적 페트리 네트의 확장인 SRN 모델이 개발된다. SRN 모델링 기법은 성능 분석을 위하여 필요한 마르코프 체인의 복잡한 해석적 분석 대신 보상 개념에 의한 손쉬운 성능분석 수행방법을 보여준다.

Abstract

In this paper, a call admission control(cac) technique is proposed to reduce the dropping probabilities of handoff calls in wireless networks while guaranteeing QoS to the users. The proposed technique is based on the estimated effective load for the target cell if a call is accepted. When the estimated effective load is higher than a predetermined threshold, a new call is blocked and a handoff call is queued irrespective of the availability of channels. The SRN, an extended Stochastic Petri Net, models are constructed to compare the performance of the techniques. The SRN uses rewards concepts instead of the complicate numerical analysis required for the Markov chain models. As a result, the SRN modeling techniques provide an easier way to carry out performance analysis for call admission control and channel allocation.

I. 서론

시스템에서 핸드오프 호 분실확률(dropping probability)을 줄이기 위한 전형적인 방법은 핸드오프 호를 위하여 미리 정한 채널 수만큼의 채널을 예약하는 가드채널 방식[1-2]과 그래도 채널이 부족할 경우 핸드오프 호의 큐잉[3]을 허용하는 방식이다. 핑퐁 효과 등을 방지하기 위한 소프트 핸드오프가 IS-95[4] CDMA 시스템에서 활용화 되었다. 일반적인 채널 할당과 호 수락 제어 정책은 셀의 기지국이 가지고 있는 채널 풀에 있는 가용채널 수에 의하여 결정된다. 채널 풀에 가용채

널수가 가드채널 수 이상 있으면 신규 호를 허용하고 가용채널이 없으면 큐잉을 허용한다. 무선망에서 FDMA/TDMA 시스템은 주파수나 타임 슬롯을 채널 자원으로 하여 고정된 채널 수를 시스템 용량으로 갖고 있으며 채널 할당을 해 준다. 반면 CDMA 시스템의 채널 용량은 고정적인 정수개의 채널로 볼 수 없다. CDMA 시스템에서는 여러 사용자가 동시에 같은 무선 주파수를 공유하여 사용하며 시스템 용량은 간섭에 제한되며 사용자가 백그라운드 잡음에 얼마나 민감 한가에도 좌우된다. 즉 CDMA 시스템에서는 채널 풀의 채널 수보다는 시스템이 가지고 있는 무선 자원인 시스템 용량 중 사용중인 용량인 유효 로드(effective load)를 계산하는 것이 더욱 중요하다.

* 본 연구는 신라대학교 2001년도 교내학술 연구지원비로 이루어졌음
접수번호 : #031111-001
접수일자 : 2003년 11월 11일, 심사완료일 : 2003년 12월 9일

*교신저자 : 노철우, e-mail : cwro@silla.ac.kr

따라서 본 논문에서는 FDMA/TDMA 시스템에 손쉽게 적용할 수 있는 가용채널 개수 존재 여부에 의한 호 수락 제어 방식을 고려한 후, CDMA 방식에 적합한, 셀에서의 유효로드를 계산하여 도착 및 발생하는 신규 호와 핸드오프 호에 대한 호 수락 여부를 결정하는 호 수락 제어 기법을 제안한다. 제안한 호 수락 제어 기법은 신규 호 도착에 따른 셀에서의 로드를 계산하고 계산된 측정치와 미리 정해진 임계치와의 비교에 의하여 호 수락 결정을 수행한다. 또한 제안된 기법과 고정된 정수개의 채널 풀을 관리하는 방식인 가용채널 계산에 의한 호 수락 제어 기법과의 비교분석을 수행한다.

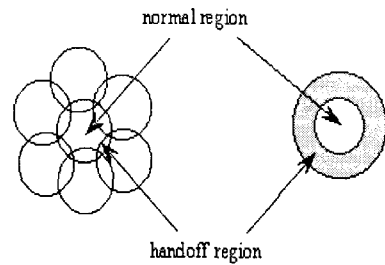
이를 위하여 성능분석에 널리 사용되고 있는 추계적 페트리 넷트의 확장형인 Stochastic Reward Net(SRN)[5]을 이용하여 호 수락 제어와 채널 할당을 수행할 수 있는 모델을 개발한다. SRN은 모델에 적절한 보상(reward)를 부여함으로써 원하는 성능지표를 쉽게 계산할 수 있는 모델링 도구이다. 핸드오프 호에 대한 가드채널과 큐잉을 허용하는 SRN 모델을 개발하고 이 모델을 기본으로, 호 수락 제어 기법으로 가용채널 수 계산에 의한 기법과 유효로드 계산에 의한 기법을 수행할 수 있는 모델로 확장한다. 보상 개념에 의하여 이들 모델에 대한 성능분석을 수행한다.

II. 호 수락 정책

본 논문에서 제안하는 호 수락 정책은 셀에서 관찰되는 시스템 용량인 로드를 제어한다. 현재 사용 중인 시스템 용량인 유효로드를 계산하고 수용할 수 있는 최대 용량인 임계치와의 비교를 수행한다. 임계치 보다 작으면 호를 수락하고 아니면 신규 호는 차단시키고 진행 중인 핸드오프 호는 큐잉을 허용하며 타이아웃 시 분실시킨다. 채널 풀의 채널 용량인 고정된 정수 개의 채널로부터 신규 호와 핸드오프 호의 수락 여부를 결정하는, 즉 가용채널 수에만 의존하는 호 수락 정책과 비교 분석한다.

1. 소프트 핸드오프

IS-95에서는 소프트 핸드오프 프로세스가 정의되었다. 소프트 핸드오프에서는 단말기가 통신 링크를 결정하기 전에 두 개 이상의 기지국과 통신할 수 있으며 "make before break" 정책을 사용함으로써 하드 핸드오프에서 발생하는 핑퐁 효과를 피할 수 있다[4]. 따라서, 무선망에서 소프트 핸드오프 프로세스를 묘사하기 위하여 목표 셀은 그림 1처럼 정규 영역(NZ: normal zone)과 핸드오프 영역(SHZ)으로 나눈다.



a) 셀룰라 망 b) 단순화된 셀
그림 1. 정규영역과 핸드오프 영역

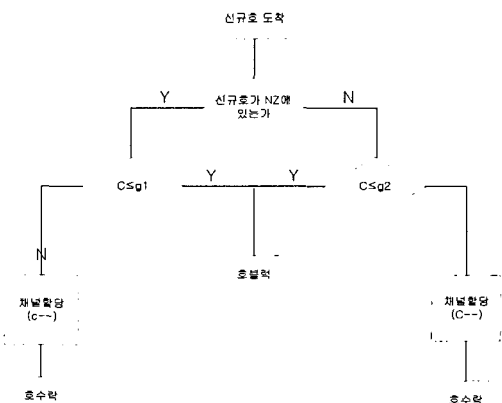
2. 가용채널 수에 의한 호 수락 정책

2.1. 신규 호 수락 제어 정책

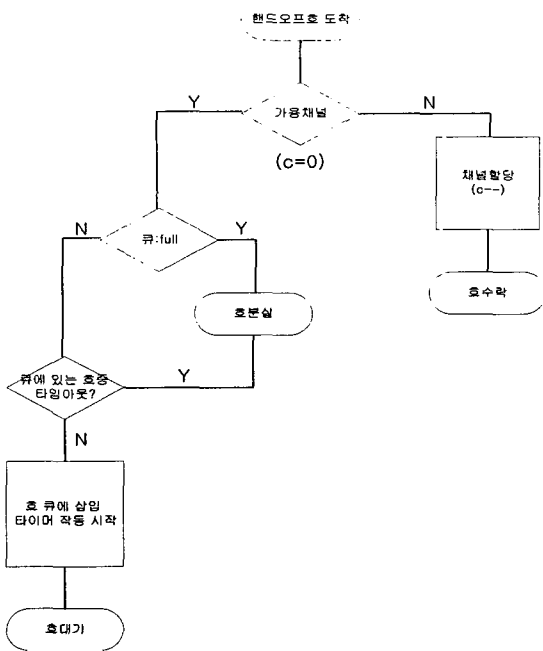
신규 호를 받아들일 수 있는 가용채널이 채널 풀에 존재하는지를 검사한다. NZ 또는 SHZ 에서의 핸드오프 호를 위한 가드채널 이상의 여유채널이 있다면 신규 호를 수락하고 아니면 차단한다.

2.2. 핸드오프 호 수락 제어 정책

채널 풀에 가용채널이 있지만 하면 핸드오프 호는 수락되어 처리된다. 가용채널이 없으면 호는 큐에 저장되어 가용채널이 생길 때까지 기다린다. 큐 저장 시 큐가 이미 꽉 차 있으면 (full) 진행 중인(on going) 호는 분실된다. 큐에 저장된 호는 타이머가 작동되며 주기적으로 타이아웃이 발생되는지 가용채널이 생기는 지를 검사한다. 타이아웃 발생 시는 호는 큐에서 나오게 되고 분실 처리된다. 그림 2는 가용채널 계산에 의한 호 수락 제어 절차를 나타내고 있다. 그림 2에서 C는 채널 풀에 남아 있는 가용채널 개수를 나타내며, g1과 g2는 NZ와 SHZ에서 발생한 호에 대한 가드채널 수를 나타낸다.



(a) 신규 호 수락 정책



(b) 핸드오프 호 수락 정책

그림 2. 호 수락 정책 (가용채널 수 계산)

3. 유효로드 계산에 의한 호 수락 정책

3.1. 신규 호 수락 제어 정책

신규 호가 도착하면 목표 셀의 기지국은 신규 호가 NZ 또는 SHZ에 있는지를 조사한다. 그 후 목표 셀의 유효로드(EL)를 다음 식에 의하여 계산한다. EL이 임계치보다 크다면, 즉 목표 셀이 이미 포화되었다면 신규 호는 차단된다. L_NZ는 NZ에서 진행중인 호의 개수를 나타낸다.

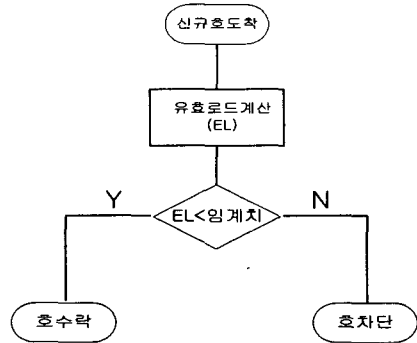
$$EL = L_{NZ} + \omega * L_{SHZ}$$

NZ에서 발생한 신규 호는 목표 셀로부터 채널을 할당받으나 SHZ에서 발생한 신규 호 및 핸드오프 호는 목표 셀과 이웃 셀로부터 채널을 할당받을 수 있다. 즉 SHZ에서 발생한 호의 로드에는 가중치가 붙어야 하는데, 목표 셀로부터 할당받은 자원을 ω 로 하고 이를 가중치로 계산한다. 즉 양측 셀로부터 0.5~1.0의 자원을 할당 받을 수 있다. 이때 목표 셀로부터 할당받는 자원이 ω 이다.

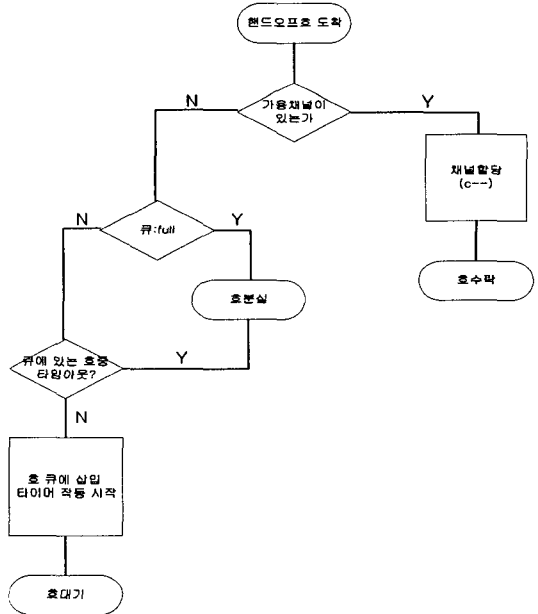
3.2. 핸드오프 호 수락 제어 정책

소프트 핸드오프 호 호가 발생되면 셀에서 발생한 유효로드를 계산하여 미리 정해진 임계치와 비교한다. 임계치 보다 작다면 호는 수락되나 계산된 값이 임계치 보다 크다면 핸드오프 호는 큐에 저장된다. 큐가 꽉 차었다면 저장되지 못하고

호는 분실된다. 큐에 저장된 호는 타이머가 작동되며 유효로드가 임계치 아래로 떨어지면 큐로부터 나와 호는 서비스되나 큐에서 타임아웃이 되면 호는 분실된다. 그림 3은 유효로드 계산에 의한 호 수락 제어 절차를 나타내고 있다.



(a) 신규 호 수락 정책



(b) 핸드오프 호 수락 정책

그림 3. 호 수락 정책 (유효로드 계산)

III. SRN 모델링

1. 추계적 페트리 네트

모델링 도구로 잘 알려진 추계적 페트리 네트(Stochastic Petri Net: SPN)[6]는 모델 규격을 명세화할 수 있는 다양한 그래픽 기능을 가지고 있으며 대응되는 연속시간 마르코프 체

인(CTMC)의 해에 의해 페트리 넷 모델의 해를 구할 수 있다. 또한 추계적 페트리 넷 소프트웨어 도구인 SPNP[7]는 페트리 넷 모델로부터 CTMC 및 CTMC의 해를 자동으로 생성하고 계산해 준다.

추계적 페트리 넷은 각 천이에 발사시간을 할당한 페트리 넷의 확장모델이다. 천이가 지수분포의 발사시간을 가지는 천이를 시간천이(timed transition)이라고 하고 0의 발사시간을 가지는 천이 즉 시간의 지체 없이 바로 발사되는 천이를 즉시(immediate)천이라고 한다. GSPN(Generalized SPN)[6]은 최소한 하나의 즉시천이가 발사 가능한 무형(vanishing) 마킹과 시간천이들의 마킹인 유형(tangible) 마킹으로 구성된다. GSPN에 마킹종속, 다중금지 아크, 가드 함수 등의 모델링 기능을 강화하여 복잡한 시스템을 간결한 모델로 모델링할 수 있게 해준 모델이 SRN이다. SRN에서 각 유형 마킹은 하나 이상의 보상율(reward rate)를 배정 받을 수 있다. 시간천이의 발사율, 다수의 입출력 아크 그리고 하나의 마킹에 대한 보상율과 같은 파라미터는 SRN에서 장소에 있는 토큰 수에 대한 함수로 기술된다. SRN에서 모든 출력 값은 보상율 함수의 기대값으로 표현된다. 시스템의 성능지표 값을 얻기 위해서는 SRN 모델에 적당한 보상율 값을 배정하여 구할 수 있다. 본 논문에서는 성능분석을 위한 SRN 모델을 개발한다.

2 호 수락 제어 SRN 모델

2.1. 가용채널 수에 의한 호 수락 제어 모델

호 수락 제어 모델은 그림 4의 SRN으로 모델링 된다. 핸드오프 호의 발생, 채널 점유 등 모든 행동은 천이 발사에 의한

토큰 이동으로 모델링 된다. 그림 4에서 장소 pool은 셀 기저국에 있는 채널 풀을 나타내며 초기에 신규 호와 핸드오프 호를 위한 N 개의 사용 가능한 채널을 보유하고 있다. 장소 NZ, SHZ는 셀에서의 정규 영역과 핸드오프영역을 각각 나타낸다. 이들 영역에 대한 신규 호 도착은 각각 천이 $tn1$ 과 $tn2$ 로 나타낸다. 장소 NZ와 SHZ에 있는 토큰의 수는 현재 채널을 점유하고 사용/서비스 중인 신규 호의 개수를 나타낸다. 장소 pool에 채널인 토큰이 없는 경우 호가 발생하면 해당 호는 채널을 점유할 수 없으므로 차단된다. 천이 th 는 핸드오프 호 발생을 나타낸다. 천이 tt 은 NZ 안에 있는 동안 호의 정상 종료를, td 는 단말기가 현 셀 영역을 벗어나는 핸드오프와 SHZ 영역 안에서의 호의 종료를 나타낸다. 모델의 서비스 시간에 해당하는 천이의 발사율은 SRN의 마킹종속(# 심볼로 표시)으로 해당 장소에 있는 토큰 수와 서비스율의 곱으로 구해진다. 즉, 할당된 채널의 개수인 토큰 수에 따라 서비스 처리율은 달라진다. 단말기 사용자는 NZ에서 SHZ로 또는 그 반대로 통화하면서 이동할 수 있다. 이는 천이 $tm1$ 과 $tm2$ 에 의하여 모델링 된다. SHZ를 포함하는 이웃 셀에서 보면 $tm1$ 은 핸드오프 호의 도착을 $tm2$ 는 핸드오프 호의 이탈을 나타낸다. 사용자가 SHZ 안에 있을 때 NZ로 이동할 수 있으며 이는 천이 $tm2$ 로 모델링 된다. 또한 이웃 셀로 이동(μ_{hd} 의 비율)하거나 정상적으로 호를 종료(μ_{tt} 의 비율)할 수 있는데 이 두 경우는 천이 td 로 모델링 되며 서비스율은 $\mu_d = \mu_{hd} + \mu_{tt}$ 이 된다.

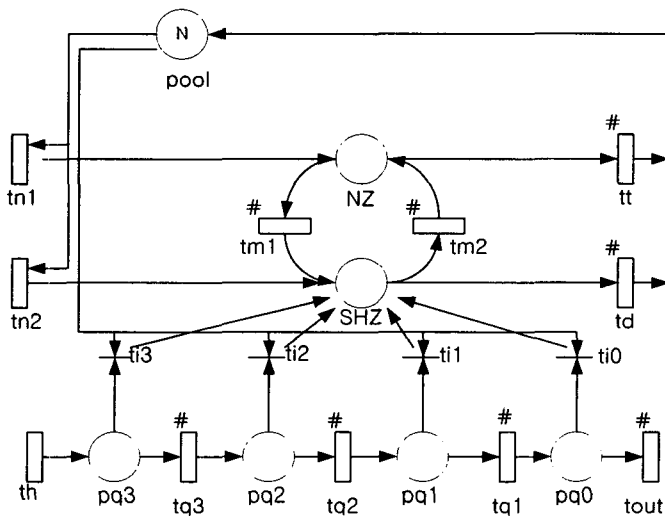


그림 4. 호 수락 제어 SRN 모델(가용채널 수 제어)

1) 가드채널

그림 4의 SRN 모델에서 천이 $tn1$, $tn2$ 는 다음 enabling 함수를 이용하여 가드채널에 대한 모델링을 수행할 수 있다. 장소 $pool$ 에 가드채널 수인 g 개 이상의 가용채널이 있으면 천이는 enabling 함수에 의하여 발사 가능하게 되며 이는 호의 수락을 의미한다. 그렇지 않으면 천이가 발사 불가능하게 됨으로 호가 원천적으로 차단됨을 의미한다. enabling 함수에 의하여 호 수락과 함께 호 차단확률을 구할 수 있다[8].

```
enabling tn1_en() { if (#(pool) <= N - g-1) return (1) else return(0);}
```

2) 큐잉

핸드오프 호의 도착은 천이 th 로 나타내며 셀이 포화상태가 아니면 호는 천이 $ti3$ 에 의하여 즉시 수락된다. 모델에서 얇은 선으로 표현된 천이는 즉시 천이로 천이의 발사가 시간의 지체 없이 즉시 수행되며 정사각형 모양의 바로 표현된 천이는 시간 천이로 천이의 발사율/서비스율 만큼의 시간 경과 후 천이가 발사된다. 유효로드가 임계치를 초과한 경우는 큐가 full 이 아니면 핸드오프 호는 큐에서 기다릴 수 있다. 큐에서 기다리는 동안 타이머는 작동되며 타임아웃이 되면 큐에 있는 호는 분실된다. 점선 사각형은 타임아웃을 가진 큐를 모델링한다. 타임아웃은 상수이나 SRN의 천이는 지수분포를 따르므로 4 단계 Erlang 분포로 모델링 한다[9]. 천이 $tq1$ ~ $tq3$ 와 $tout$ 은 큐에서의 시간 지연으로 Erlang 분포를 나타낸다. 큐에서 기다리는 동안 유효로드가 임계치보다 작아지면 천이 $ti3$ ~ $ti0$ 를 통해 호는 SHZ로 들어가며 호는 수락이 된다. 그렇지 않으면 호는 장소 $pq3$ 에서 $pq2$, $pq1$ 을 거쳐 $pq0$ 에 오게 되고 결국 천이 $tout$ 에 의하여 타임 아웃되고 분실처리 된다. 장소 $pq3$ ~ $pq0$ 는 시간지연을 허용하는 큐를 나타내며 큐 크기는 이들 장소에 있는 토큰의 합으로 표시된다. 큐 최대 크기인 $qlen$ 을 초과할 경우 호는 분실된다.

2.2 유효로드 계산에 의한 호 수락 제어 모델

그림 4는 가용채널 수에 의한 호 수락 제어를 위한 SRN 모델을 나타내며 그림 4에서 장소 $pool$ 및 이 장소와 관련된 천이를 전부 제거하고 해당 천이에 대한 enabling 함수를 아래와 같이 정하면 유효로드 계산에 의한 호 수락 제어 SRN 모델이 된다.

1) enabling 함수

신규 호와 핸드오프 호 도착은 호 수락 제어 조건을 만족시

킬 때에만 받아들여진다. SRN에서는 호 수락 제어가 천이의 발사조건인 enabling 함수에 의해 수행되어 진다. 목표 셀에서 호 수락 조건은 계산된 유효로드가 임계치인 T보다 작으면 된다. 가드채널을 고려한 경우, NZ와 SHZ에서 발생한 신규 호에 대한 수락 조건은 표1의 천이 $tn1, tn2$ 의 조건 식으로 표시된다. 표1에서, $\#(NZ)$ 는 장소 NZ의 토큰 수 즉 진행 중인 호수를 나타내고, T는 임계치를, ω 는 영역에 대한 가중치를, g 는 가드 채널 값을 나타낸다. 큐는 선착순 방식을 적용하며 최대 큐 크기는 $qlen$ 으로 표현된다. 신규 호는 천이 $tn1$ 과 $tn2$ 의 enabling 함수에 의하여 수락 또는 거절된다.

표 1. 호 수락 제어를 위한 enabling 함수

천이	enabling 함수
$tn1$	$\#(NZ) + \omega * \#(SHZ) \leq T - \omega * g - 1$
$tn2$	$\#(NZ) + \omega * \#(SHZ) \leq T - \omega * (g + 1)$
$ti0$	$\#(NZ) + \omega * \#(SHZ) \leq T - \omega$
$ti1$	$\#(NZ) + \omega * \#(SHZ) \leq T - \omega \ \&\& \ \#(pq0)=0$
$ti2$	$\#(NZ) + \omega * \#(SHZ) \leq T - \omega \ \&\& \ \#(pq0)=0 \ \&\& \ \#(pq1)=0$
$ti3$	$\#(NZ) + \omega * \#(SHZ) \leq T - \omega \ \&\& \ \#(pq0)=0 \ \&\& \ \#(pq1)=0 \ \&\& \ \#(pq2)=0$
th	$\#(pq0) + \#(pq1) + \#(pq2) + \#(pq3) < qlen$

IV. 수치결과

1. 입력 파라미터와 성능지표

1.1. 입력 데이터

성능분석을 위해 사용되는 입력 변수 및 데이터 값은 표 2와 같다. 무선망 안의 동질(homogeneous)한 싱글 셀을 가정하고 신규 호와 핸드오프 호의 도착율은 각각 λ_m , λ_h 인 포아송 프로세스를 따르며 λ_h 는 λ_m 에 종속된다[8,10]. 호 서비스 시간과 핸드오프 관련 서비스 시간은 표2의 입력변수로 표현되며 이들 평균값은 지수분포를 따른다고 가정한다. 표 2에서 λ_x 와 μ_y 는 도착율과 서비스율로 천이 tx , ty 의 발사율을 나타낸다.

표 2. 입력변수와 데이터 값

입력변수	데이터값	설명
T	40	임계치
N	40	셀내 전체 가용한 채널 수(CAC1)
a	0.7	NZ/SHZ
타임아웃	1	1분
λ_{n1}		$a * \lambda_n$
λ_{n2}		$(1-a) * \lambda_n$
λ_h		$\mu_{th} / \mu_d * \lambda_n$
μ_{tt}	0.5	평균 호 통화시간, 2분
μ_d	0.65	평균 호 통화시간+핸드오프이탈시간
μ_{m1}	0.5	NZ에서의 평균 거주시간
μ_{m2}	0.15	SHZ에서 NZ로의 호 이동시간
μ_{tout}	4	타임아웃 지연시간
$\mu_{q3} \sim \mu_{q1}$	4	타임아웃 지연시간

1.2. 성능지표

성능지표로 구해지는 호 차단확률(blocking probability)은 채널 풀의 채널 자원 부족에 의한 차단확률을 의미하며 핸드오프 호인 경우는 채널 자원 부족 시 큐잉 처리 후 타임 아웃되어 호를 분실하는 확률과 큐가 가득 찰 확률을 합한 것을 의미한다. 이들 성능지표는 SRN 모델에서 보상 기능을 부여함으로써 다음과 같이 쉽게 구할 수 있다[5].

1) 호 차단확률

계산된 트래픽 로드가 임계치 보다 크면 호는 차단되며 NZ, SHZ 두 영역의 호 차단 확률을 PBN1, PBN2라 하면 이들 차단확률은 해당 천이의 enabling 함수가 작동하지 않는 경우를 reward로 부여함으로써 다음과 같이 쉽게 구할 수 있다.

```
reward_type PBN1() { if (E1) == 0 return (1) else return(0);
reward_type PBN2() { if (E2) == 0 return (1) else return(0);
```

여기서 E1, E2는 표 1의 천이 tn1,tn2의 enabling 함수를 나타낸다.

SRN 모델의 도달성 분석에서 생성되는 마르코프체인의 안정상태 확률에서 위 if 조건을 만족하는 상태에 reward 값으로 1을 부여함으로써 원하는 성능지표의 수치결과를 구할 수 있다. 셀에서의 전체 호 차단 확률 PB 는 다음 식으로 구해진다.

$$PB = a * PBN1 + (1-a) * PBN2$$

2) 호 분실확률

유효로드가 임계치보다 큰 경우 큐잉된 호가 타임아웃이 되는 경우와 큐 full되는 두 경우 호의 분실이 발생한다. 호 분실확률은 다음 식에 의하여 구할 수 있다.

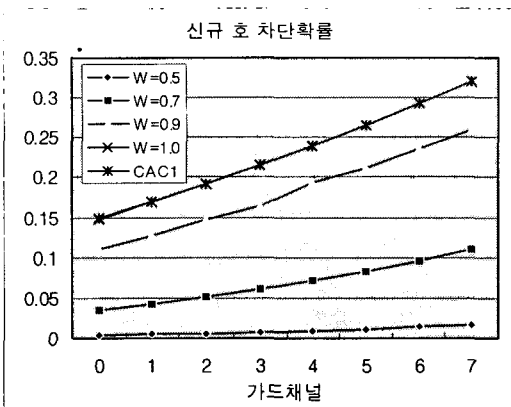
$$PD = \frac{\Lambda_{tout}}{\Lambda_h} + P_f$$

Λ_{hout} 과 Λ_h 는 천이 thout, th의 처리율로 실제 발생된 개수를 의미하고 P_f 는 큐가 full 될 확률을 나타낸다. 즉 호 분실확률은 실제 발생한 핸드오프 호 개수 중에서 타임아웃된 호 개수의 비와 큐가 full 될 확률의 합으로 구해진다.

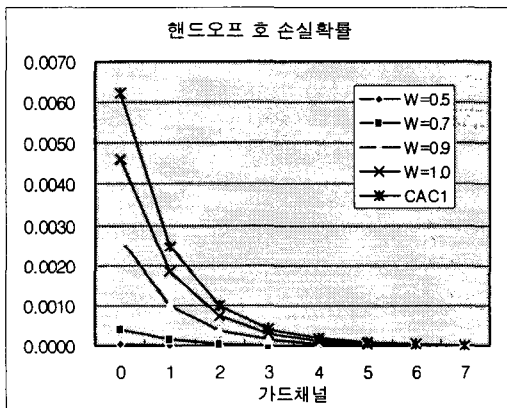
2. 수치결과

2.1. 가드채널과 큐잉에 따른 수치결과

기본 적인 호 수락 제어 정책으로 핸드오프 호를 위하여 가드채널과 큐잉을 허용하였다. 그림 5에서 CAC1은 가용채널 계산에 의한 호 수락 제어 기법의 수치결과를 의미하고 나머지는 본 논문에서 제안하는 유효로드 계산에 의한 수치결과로 기중치에 따른 변화 값을 보여준다. 그림 5의 수치결과와 같이 가드채널을 증가함으로써 신규 호 차단확률(PB) 값의 증가를 감수하더라도 핸드오프 호 분실확률(PD) 값이 충분히 작아지는 것을 알 수 있다. 유효로드 계산에 의한 수치결과는 기중치인 W값에 의존함을 보여주며 W값이 작을수록 PB와 PD값이 작아짐을 볼 수 있다. 그림 5에서 w=1.0인 경우 수치결과가 CAC1 값에 근소한 차이로 작기 때문에 마치 하나의 선으로 보인다. CAC1은 N=40인 경우의 수치결과로 항상 유효로드 계산에 의한 수치결과보다 커짐을 알 수 있다. 즉 원하는 PD 값을 줄이는 호 수락 제어 기법으로는 W와 임계치 조정에 의한 유효로드 계산 방식이 더 효율적임을 알 수 있다.



(a) 신규 호 차단확률



(b) 핸드오프 호 분실확률

그림 5. 가드채널에 의한 수치결과

큐잉을 허용한 경우 역시 큐 증가에 따라 PB 값의 증가대신 PD 값의 감소를 가짐을 알 수 있다. 표 3은 큐 크기에 따른 수치결과(Erl= 20, g=1, T=40, W=1.0)를 보여준다.

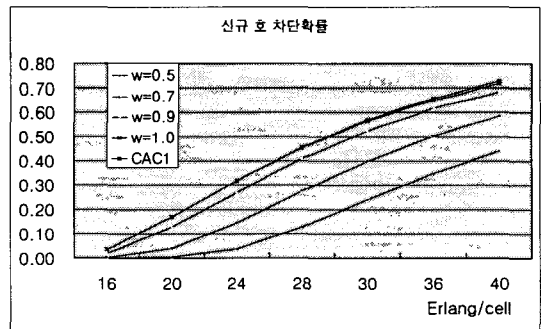
표 3. 큐 크기에 따른 수치결과

큐 크기	PB	PD
1	0.163810656	0.014327861
2	0.167618831	0.005113111
3	0.168969114	0.001839204
4	0.169449859	0.000671521
5	0.169620923	0.000255372
6	0.169681622	0.000107479
7	0.169703077	0.000055132

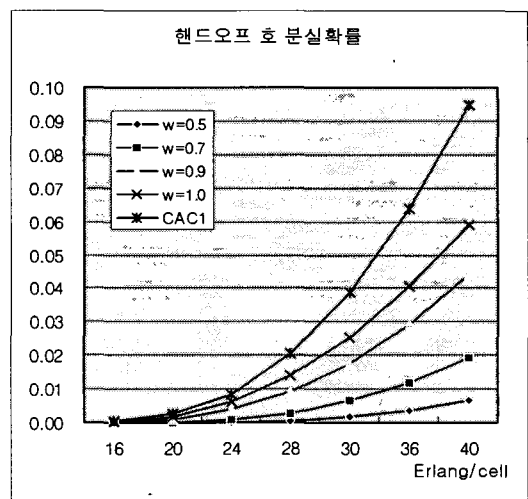
2.2 제공 트래픽에 따른 수치결과

본 논문에서 제안하는 호 수락 제어 기법은 기본적으로 임

계치 T 값을 신규 호 수락의 기준으로 사용한다. 그림 6은 트래픽 증가에 따른 호 수락 제어기법의 결과를 보여준다. 그림 6에서 트래픽이 증가할수록 PD 값의 증가(0.10이하)가 PB 값의 증가(0.7이상)에 비하여 상당히 작아짐을 알 수 있다. 즉 트래픽 증가에 따른 PD 값의 증가를 방지할 수 있으며 이는 상대적으로 PB 값의 증가를 갖는 대신 PD 값의 감소를 가짐을 의미한다. W 값이 작을수록 PB와 PD 값이 작아지는데 이의 결정은 이웃 셀과의 트래픽 환경에 영향을 받는다. W=1인 경우는 PB 값이 CAC1에 비해 약간 작아 거의 같은 선으로 보이며 PD 값은 CAC1과 차이가 남을 볼 수 있다. 중요 변수는 임계치 T와 핸드오프 호를 위한 가중치 W로 이들 값은 시뮬레이션이나 실험적 통계치에 의하여 계산되어 질 수 있다. 여기서 정의되는 임계치 값은 망 운영자의 정책에 의해 선택되어야 하는 값으로써 핸드오프 호에 대한 서비스 등급을 결정짓는다.



(a) 신규 호 차단확률



(b) 핸드오프 호 분실확률

그림 6. 트래픽에 따른 수치결과 (g=1, N=40, qlen =3)

V. 결론

본 논문에서는 셀에서의 유효로드 계산에 의한 호 수락 제어 기법을 제안하였다. 제안된 호 수락 제어 기법은 가드채널과 큐잉을 고려하되 채널 풀의 가용채널 개수 존재 여부에 의한 방식이 아니라 도착 및 발생하는 신규 호와 핸드오프 호에 대한 셀에서의 로드를 계산하고 계산된 측정치와 미리 정해진 임계치와의 비교에 의하여 호 수락 결정을 수행한다. 또한 제안된 기법과 고정된 정수개의 채널 풀을 관리하는 방식인 가용채널 계산에 의한 호 수락 제어 기법과의 비교분석을 수행할 수 있는 SRN 모델을 개발하고 성능분석을 수행하였다. 추계적 페트리 네트의 확장 모델인 SRN 모델은 보상 개념에 의하여 손쉬운 성능지표 설정 및 성능분석을 수행할 수 있음을 보여 주었으며, 수치결과는 원하는 핸드오프 호의 분실 확률을 줄이는 호 수락 제어 기법으로 유효로드 계산에 의한 방식이 가용채널 수 계산에 의한 방식보다 더 효율적임을 보여 주었다.

호 차단 확률과 분실 확률 사이에는 항상 트레이드 오프가 있다. 본 논문에서 제시한 호 수락 제어 기법은 분실 확률을 줄일 수 있는 좋은 방식 중 하나가 될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] D. Hong and S. S. Rappaport, "Traffic Model and Performance Analysis for Cellular Mobile Radio Telephone Systems with Prioritized and Nonprioritized Handoff Procedures," IEEE Trans. on Vehicular Technology, Vol. vt-35, No. 3, pp. 77-92, Aug. 1986.
- [2] S. Kovvuri, V. Pandey, "A Call Admission Control (CAC) Algorithm for Providing Guaranteed QoS in Cellular Networks," International Journal of Wireless Information Networks, Vol. 10, No. 2. April 2003.
- [3] Y.B.Lin, S.Mohan, "Queueing Priority Channel Assignment Strategies for PCS Handoff and Initial Access," IEEE Trans. Veh. Tech., Vol. 43, pp. 704-712, No. 3, August, 1994.
- [4] TIA/EIA/IS-95, Mobile Station-Base Station Compatibility Standard for Dual-Mode Wideband Spread Spectrum Cellular System, Telecommunications Industry Association, May 1995.
- [5] G. Ciardo, A. Blakemore, P. F. Chimento, et al, "Automated generation and analysis of Markov reward models using stochastic reward nets," Linear Algebra, Markov Chains, Queueing Models, IMA Volumes in Mathematics and its Applications(C. Meyer & R. J. Plemmons, Eds), Vol. 43, pp. 145-191, 1993.
- [6] Ajmone-Marsan A., Balbo G., "A class of generalized stochastic Petri nets for the performance evaluation of multiprocessor systems," ACM Trans. Comp.. Systems, Vol. 2, No. 2, pp. 93-122, 1984.
- [7] G.Ciardo, K.S.Trivedi, "SPNP Users Manual, Version 5.01," Technical report, Duke Univ., 1998.
- [8] 노철우, "무선망에서 패킷 재전송과 채널할당 성능분석을 위한 SRN 계층 모델링," 정보처리학회 논문지, Vol. 8-C, No. 1, 2001.
- [9] D.Aldous, L.Shepp, "The least variable phase type distribution is Erlang, Stochastic Models," Vol. 3, No. 3, pp. 467-473, 1984.
- [10] G. Haring, R. Marie, R. Puigjaner, and K. S. Trivedi, "Loss formulae and their optimization for cellular networks," IEEE Trans. on VT, 50(3), pp. 664-673, May 2001.

노 철 우(Cheul-Woo RO)

정희운



1980년 2월 : 서강대학교(이학사)
 1982년 2월 : 동국대학교(이학석사)
 1995년 2월 : 서강대학교(이학박사)
 1982년 ~ 1999년 : 한국전자통신
 연구소 패킷 소프트웨어
 개발실 선임연구원

1996년 ~ 1998년 : 미국 Duke 대학교 컴퓨터 공학과 객원교수
 1991년 ~ 현재 : 신라대학교 컴퓨터정보공학부 교수
 <관심분야> : 통신 프로토콜 설계/검증/시험, 페트리 네트 모
 델링 및 분석