

IEEE 802.16e의 호 수락 제어 SRN 모델링

김경민* · 노철우*

*신라대학교

Call Admission Control SRN Modeling of IEEE 802.16e

Kyung-min Kim* · Chul-woo Ro*

*Silla University

E-mail : cybermin@silla.ac.kr, cwro@silla.ac.kr

요 약

무선 이동통신 시스템은 음성 위주의 서비스에서 고속의 데이터 전송 및 멀티미디어 서비스로 다양화되고 서비스 수요도 증가되고 있다. 이러한 환경에서 다양화된 서비스에 대한 QoS를 보장하는 호 수락 제어 기법에 대한 연구가 진행되고 있다. SRN(Stochastic Reward Net)은 페트리 넷의 확장형으로 성능분석을 위한 다양한 기능을 가진 모델링 도구이다. 본 논문에서는 4세대 이동통신 기술로 기대되고 있는 IEEE 802.16e에서 정의하고 있는 4가지 서비스 클래스를 고려한 호 수락 제어 기법에 대한 모델을 SRN을 이용하여 개발한다.

ABSTRACT

In wireless mobile communication systems, priority of voice service through high speed data and multimedia transmission requires increased service diversification. Research is being carried out in this environment, on the call admission control techniques to guarantee the diversified service's QoS. SRN (Stochastic Reward Net) is an extended version of Petri nets, well know modeling and analysis tool. In this paper, we develop SRN call admission control model considering the 4 classes of services in the 4th generation IEE 802.16e mobile communication Technology.

키워드

CAC, SRN, IEEE 802.16e, QoS

1. 서 론

무선 이동 통신 시스템은 기존의 음성 서비스 뿐만 아니라 영상, 데이터 서비스 등 다양한 멀티 미디어 서비스를 요구하고 있다. 이러한 환경에서 다양한 어플리케이션을 효과적으로 수요하고 서비스별 QoS(Quality of Service)를 보장해야 한다. 현재 국내 이동통신 서비스는 와이브로와 HSDPA(High Speed Data Packet Access)가 제공되고 있다. 와이브로는 초고속 데이터 통신 기술에 이동성을 제공하는 기술이고, HSDPA는 WCDMA(Wideband Code Division Multiple Access)의 속도를 더운 높은 초고속 이동통신 기

술이다.

와이브로 규격의 근간이 되는 IEEE802.16e 표준은 QoS를 보장하기 위해 모든 서비스를 UGS(Unsolicited Grant Service), rtPS(Real-time Polling Service), nrtPS(non-Real-Time Polling Service)와 BE(Best Effort Service)로 분류한다[1].

본 논문에서는 IEEE 802.16e에서 분류한 4가지 서비스 클래스에 대한 호 수락 제어(Call Admission Control)를 SRN(Stochastic Reward Net)을 이용하여 모델링하고 성능을 분석해 본다.

II. IEEE802.16e 서비스 클래스

표 1은 802.16의 QoS 서비스 클래스 분류를 나타낸다[1].

UGS는 주기적으로 고정된 사이즈의 데이터를 발생시키는 실시간 스트림(예 : E1/T1, VoIP without silence suppression)을 위해 설계되었다. UGS 서비스는 QoS를 위해 기지국이 해당 단말기에 주기적인 간격으로 데이터를 전송할 수 있는 상향링크 자원을 할당하게 된다. 이러한 서비스의 이점은 전송을 위해 요청을 보내는 단말기의 오버헤드와 지연을 계산할 수 있다.

rtPS 서비스는 주기적으로 가변적인 데이터를 발생시키는 실시간 스트림(예 : MPEG)을 위해 설계되었다. rtPS의 상향링크 자원할당은 UGS와 같이 주기적으로 상향링크 자원을 할당해주는 것이 아니라 기지국은 주기적으로 단일 폴링을 하여 단말기가 자원요청을 할 수 있도록 한다. 자원요청을 받은 기지국은 다음 상향링크 프레임에 요청한 만큼의 상향링크 자원을 해당 단말기에 할당한다.

nrtPS는 최소 데이터율을 요구하며 가변적인 크기의 데이터를 발생시키는 지연에 둔감한 데이터 스트림(예 : FTP)을 스케줄링 하기 위해 설계되었다. nrtPS는 rtPS와 유사한 방식을 채택하고 있으나 단말기는 rtPS와 달리 단일 폴링과 경쟁 폴링 두 가지 모두를 이용하여 자원요청을 할 수 있다.

BE는 최소 서비스 레벨이 정해지지 않은 데이터 스트림(예 : HTTP) 서비스를 위해 설계되었으며 nrtPS와 동일하게 모든 폴링을 이용하여 자신이 필요로 하는 자원을 요청 할수 있다.

표 1. IEEE 802.16e QoS 분류

서비스	트래픽 형태	대표응용
UGS	Real-time CBR	VoIP
rtPS	Real-time VBR	MPEG video
nrtPS	Non-real time traffic	FTP, Telnet
BE	Non-real time traffic	HTTP, E-mail

III. 시스템 모델

1. SRN

SRN은 Petri Net(PN)의 확장형이다. 페트리 네트는 장소와 천이의 두 타입의 노드를 갖는 이분(bipartite) 방향 그래프이다. 각 장소는 토큰을 포함하고 있다. 그래프 표현으로 장소는 원으로 표현하고, 천이는 바로 표현되며 토큰은 점이나 숫자로 표현한다. 각 천이는 0개 이상의 입력 아크를 입력 장소로부터 가지며 출력장소로 나가는 0

개 이상의 출력아크를 갖는다. 마킹은 모든 장소에 있는 토큰들의 할당에 의하여 페트리 네트의 상태를 묘사한다. 주어진 초기 마킹으로부터 천이들의 발사 순서에 의한 도달 가능한 모든 마킹들의 집합으로 표현되는 도달성 그래프가 생성된다.

모델링 도구로 잘 알려진 추계적 페트리 네트는 모델 규격을 명세화 할 수 있는 다양한 그래프 기능을 가지고 있으며 대응되는 연속시간 마르코프 체인(CTMC)의 해에 의해 페트리 네트 모델의 해를 구할 수 있다. 추계적 페트리 네트는 각 천이에 발사시간을 할당한 페트리 네트의 확장모델이다. 천이가 지수분포의 발사시간을 가지는 천이를 시간천이(timed transition)이라고 하고 0의 발사시간을 가지는 천이 즉 시간의 지체 없이 바로 발사되는 천이를 즉시천이라고 한다.

Generalized SPN(GSPN)은 최소 하나의 즉시천이가 발사 가능한 무형 마킹과 시간천이들의 마킹인 유형 마킹으로 구성된다. GSPN에 마킹종속, 다중금지아크, 가드 함수 등의 모델링 기능을 강화하여 복잡한 시스템을 간결한 모델로 모델링할 수 있게 해준 모델이 SRN이다[2]. SRN에서 각 유형 마킹은 하나 이상의 보상을 배정받을 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 기댓값으로 표현된다. 시스템의 성능지표 값을 얻기 위해서는 SRN 모델에 적당한 보상 값을 배정하여 구할 수 있다. SRN 모델의 해를 구하기 위해 SRN 소프트웨어 도구인 SPNP[3]를 사용한다.

2. IEEE 802.16e 호수락 제에 SRN모델

IEEE 802.16e 규격은 한 개의 기지국(BS:Base Station)과 한 개 이상의 단말(SS:Subscriber Station)들이 상호 통신하는 점 대 다중점(PMP:Point-to-Multipoint) 망구조와 기지국 없이 단말들이 상호 통신할 수 있는 그물(Mesh) 망구조를 가진다[4]. 기지국과 단말 사이의 통신은 단말에서 기지국으로 전송하는 상향링크와 기지국에서 단말로 전송하는 하향링크를 통해서 이루어진다. 단말은 기지국에 상향링크에 대한 대역폭 요청을 위해 대역폭 요청 매커니즘을 사용한다. 기지국은 단말에 의해 요청된 대역폭을 할당하기 위한 방식으로 GPC(Grant per Connection)과 GPSS(Grant per SS) 방식이 있다[5]. GPC 방식은 각 서비스의 개별적인 접속에 대해 대역폭이 할당되고 GPSS는 사용 가능한 대역폭의 일부가 각 단말에 할당되고 각 단말은 관련된 접속에 대한 대역폭 할당 책임을 가진다.

본 논문에서는 점 대 다중점 망구조에서 GPS 방식에 대한 호 수락 제어 기법을 고려한다. 각 서비스는 예약된 대역폭의 양은 다르고 전체 대역폭은 서로 다른 서비스 클래스 사이에 공유된다.

또한, 각 서비스 클래스는 상위 클래스가 하위 클래스 보다 높은 우선순위를 가지고, 각 서비스는 서로 다른 임계치 값을 가진다.

새로운 접속 요청 호가 발생하면 기지국의 사용 가능한 대역폭을 계산한다. 사용 가능한 대역폭이 접속 요청 호에 해당하는 서비스의 최소 대역폭 보다 많은 경우 접속 요청은 수락된다. 그렇지 않은 경우, 요청된 호의 서비스 클래스보다 하위 클래스의 사용 중인 대역폭을 확인한다. 하위 클래스 중에서 사용 중인 대역폭이 해당 클래스의 임계치보다 많은 경우 대역폭을 반납한다.

그림 1은 본 논문에서 사용된 호 수락 제어 알고리즘이다.

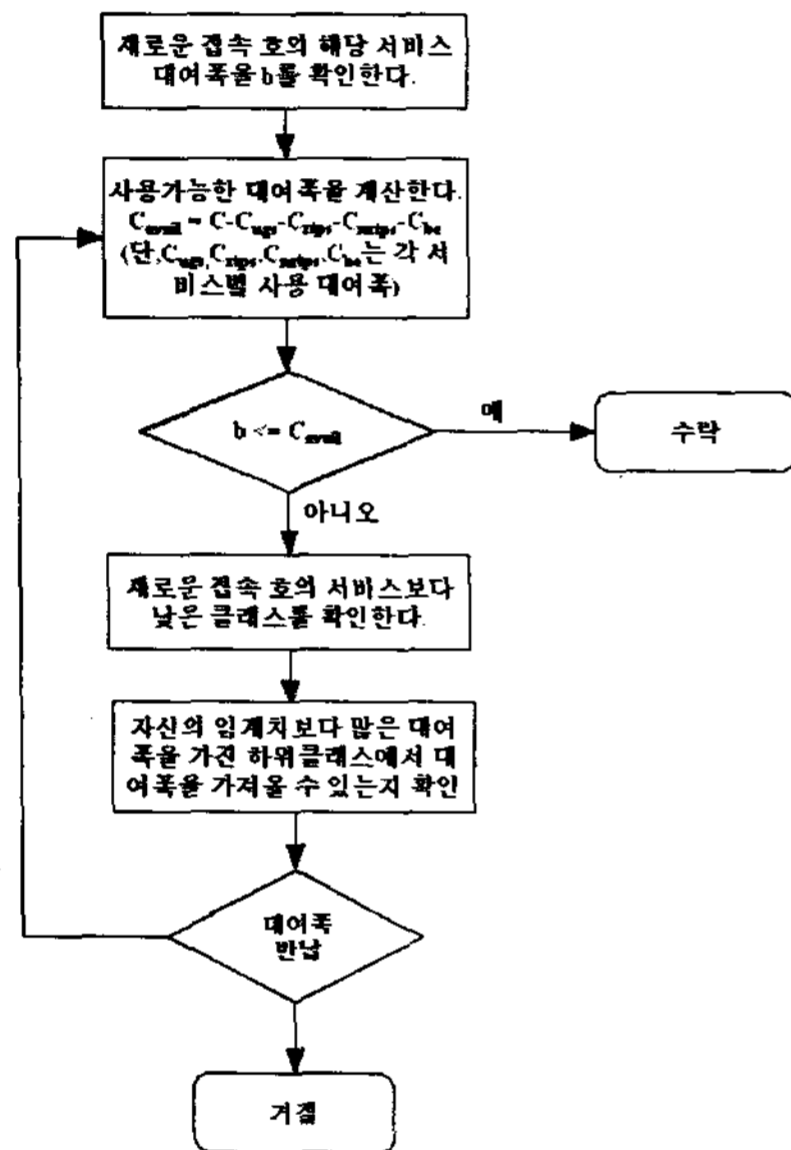


그림 1. 호수락제어알고리즘

그림 2는 그림1의 호 수락 제어 알고리즘에 대한 SRN 모델이다. 천이 UGS_t1, rtPS_t1, nrtPS_t1, BE_t1은 해당하는 서비스에 대한 신규 호의 발생을 나타내고 도착률은 λ인 포아송 분포를 따른다. 발생된 호는 각각 장소 UGS, rtPS, nrtPS, BE에 쌓이게 된다. 접속 요청 호가 수락되면 각 서비스별로 하나의 접속한 요청에 대한 사용 대역폭, 즉 최소 대역폭은 b_ugs, b_rtps, b_nrtps, b_be로 나타내고 각 천이에서 각 장소로의 다중 아크로 표현된다. 천이 UGS_t2, rtPS_t2, nrtPS_t2, BE_t2는 접속 서비스 시간을 나타내고, 각각 μ_ugs, μ_rtps, μ_nrtps, μ_be인 지수분포를 따른다. 각 서비스 클래스의 임계치는 t_ugs, t_rtps, t_nrtps, t_be이고 임계치의 합은 전체 사용 가능한 대역폭이다.

천이 UGS_t1, rtPS_t1, nrtPS_t1, BE_t1의 발사조건 함수에 의해 호 수락이 결정된다. 임의 천이 rtPS_imm, nrtPS_imm, BE_imm은 상위 클래스의

신규 접속 호가 발생한 경우 사용 가능한 대역폭이 발생한 서비스의 최소 대역폭보다 작은 경우에 해당 클래스의 임계치 보다 큰 경우에 발사된다.

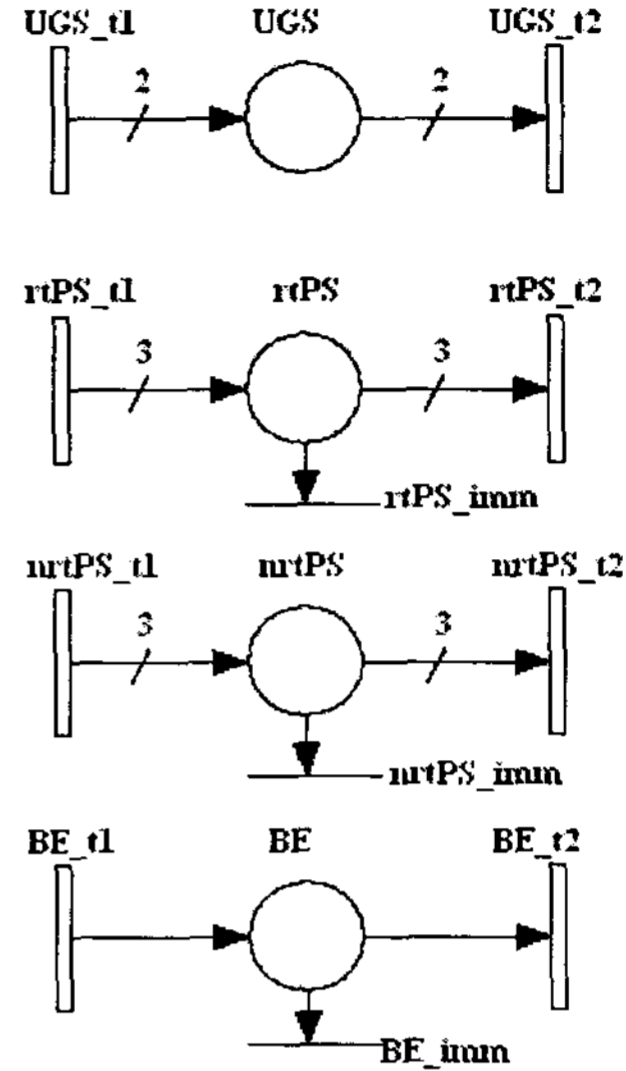


그림 2. 호수락제어SRN모델

각 천이에 대한 발사조건 함수 표2와 같다. 천이 UGS_t1, rtPS_t1, nrtPS_t1, BE_t1의 각각의 발사조건 함수는 사용 가능한 대역폭(avail)이 최소 대역폭보다 크고 사용 중인 대역폭(ongoing)이 전체 대역폭보다 작은 경우 발사된다. 천이 rtPS_imm, nrtPS_imm, BE_imm의 각각의 발사조건 함수는 해당 클래스에서 사용 중인 대역폭이 임계치 값보다 큰 경우 상위 클래스에서 상위 클래스의 최소 대역폭이 사용가능한 대역폭 보다 작거나 사용 중인 대역폭이 전체 대역폭보다 큰 경우에 발사된다.

표 2. 발사조건함수

천이 UGS_t1의 발사 조건 함수
<code>if (b_ugs <= avail && ongoing <= C) return(1); else return(0);</code>
천이 rtPS의 발사 조건 함수
<code>if (#("rtPS") > t_rtps) { if (b_ugs > avail ongoing > C) return(1); else return(0); } else return(0);</code>
천이 nrtPS의 발사 조건 함수
<code>if (#("nrtPS") > t_nrtps) { if (b_ugs > avail b_rtps > avail ongoing > C) return(1); else return(0); } else return(0);</code>
천이 BE의 발사 조건 함수
<code>if (#("BE") > t_be) { if (b_ugs > avail b_rtps > avail b_nrtps > avail ongoing > C) return(1); else return(0); } else return(0);</code>

IV. 수치결과

본 논문에서는 성능지표로 신규 호에 대한 차단 확률을 구한다. 차단 확률은 신규 호 발생시 사용 가능한 대여폭이 최소 대여폭보다 작거나 사용 중인 대여폭이 전체 대여폭보다 크거나 상위 클래스를 위해 대여폭을 반납한 경우에 대한 확률의 합으로 계산된다. 표 3은 차단확률을 구하기 위해 사용한 매개변수 값이다.

표 3. 매개변수

매개변수		값
UGS	예약임계치(t_{UGS})	4
	최소 대여폭(b_{UGS})	2
	서비스율(μ_{UGS})	0.75/min(1.3분)
rtPS	예약임계치(t_{rtPS})	8
	최소 대여폭(b_{rtPS})	3
	서비스율(μ_{rtPS})	0.6/min(1.6분)
nrtPS	예약임계치(t_{nrtPS})	3
	최소 대여폭(b_{nrtPS})	3
	서비스율(μ_{nrtPS})	0.45/min(2분)
BE	예약임계치(t_{BE})	1
	최소 대여폭(b_{BE})	1
	서비스율(μ_{BE})	0.3/min(3분)

그림 3은 도착률에 따른 신규 호 차단 확률을 나타낸다. 도착률이 증가할수록 우선순위가 가장 낮은 BE 클래스의 호 차단 확률이 다른 서비스 클래스보다 증가함을 보여준다.

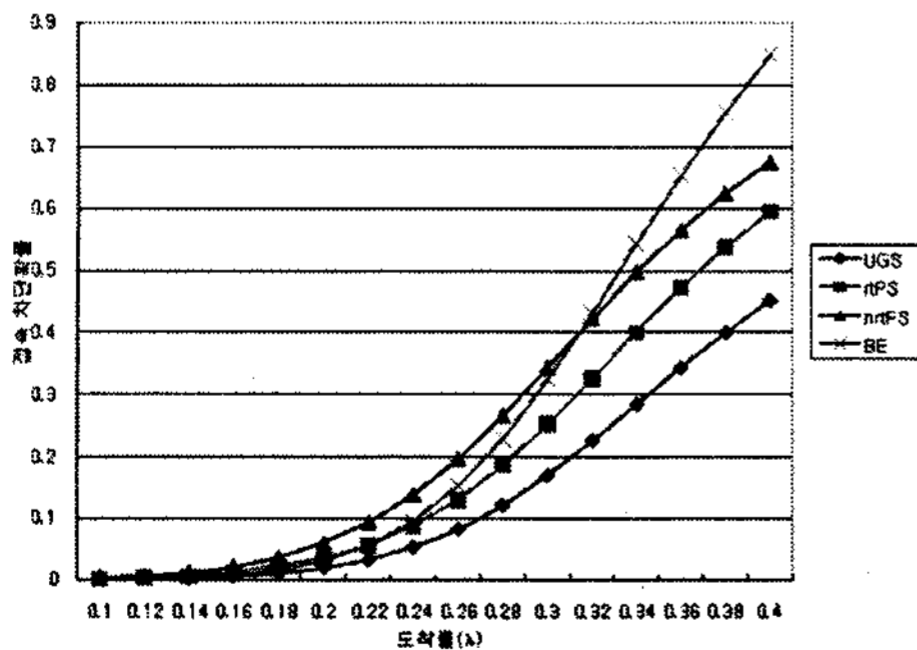


그림 3. 도착률에 따른 신규 호 차단확률

V. 결론

본 논문에서는 서로 다른 QoS를 요구하는 서비스에 대해 서비스별 최소 대여폭을 할당하고

클래스 간의 우선순위를 부여한 호 수락 제어 SRN 모델을 개발하였다. 향후 각 서비스별 트래픽의 특성을 분석하여, 이를 모델링하고 호 수락 결정 후 기지국에서 발생하는 스케줄링 기법을 모델을 개발하고자 한다.

참고문헌

- [1] "IEEE Standard for Local and Metropolitan Area Networks," IEEE 802.16 Standard, 2004.
- [2] G. Ciardo, A. Blakemore, P. F. Chimento, "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.48, pp.145-191, 1993.
- [3] G.Ciardo, K.S.Trivedi, "SPNP Usrs Manual, Version 6.0", Technical report, Duke Univ., 1999.
- [4] Sarat Chandra and Anirudha Sahoo,"An Efficient Call Admission Control for IEEE 802.16 Networks," IEEE Workshop on LANMAN 2007, June 2007.
- [5] Dusit Niyato and Ekram Hossain,"A Queueing-Theoretic and Optimization-Based Model for Radio Resource Management in IEEE 802.16 Broadband Wireless Networks," IEEE TRANSACTIONS ON COMPUTERS, VOL. 55, NO. 11, NOVEMBER 2006.