

차별화된 서비스를 갖는 인터넷 망에서 호 블로킹 확률의 공평성을 위한 수락 제어 정책 Heuristic 알고리즘 연구

Admission Control Policy Heuristic Algorithm for fairness of Call Blocking Probability in Differentiated Service Networks

민 준 기*
Jun Ki Min

이 우 섭**
Woo Seop Rhea

정 중 수***
Jong Soo Chung

요 약

최근, 차별 서비스 망에서는 다양한 차세대 인터넷 서비스들을 지원하기 위해 효율적인 자원 관리를 위한 연구로서 동적 프로비저닝 (Dynamic Provisioning) 기법들을 이용한 수락 제어 메커니즘 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만, 수락 제어 메커니즘이 망에 적용되더라도 서로 다른 대역폭을 요구하는 서비스들에 대한 호 설정 요구가 들어오며 불공평한 호 블로킹 확률이 존재한다. 본 논문에서는 큰 대역폭을 요구하는 서비스와 작은 대역폭을 요구하는 서비스들 사이에 공평한 호 블로킹 확률을 제공하는 새로운 수락 제어 정책 Heuristic 알고리즘을 제안한다. 특히 제안된 알고리즘은 모의 실험 결과를 통하여 호 블로킹 확률의 공평성 및 높은 대역폭의 사용율을 제공할 수 있음을 보여 주었다.

Abstract

Recently, as the research of effective resource management for supporting of various next generation Internet service, the admission control mechanisms using the dynamic provisioning methods in differentiated service networks are studied. However, even though admission control mechanism is applied to the network, there exists the unfairness of call blocking probability among the different bandwidth requested services. In this paper, we propose the new admission control policy heuristic algorithm that provides fairness of call blocking probability between the large bandwidth requested service and the small bandwidth requested service. The simulation results show that the proposed algorithm provides not only blocking probability fairness but also high bandwidth utilization.

☞ Keyword : 수락제어, 수락제어 정책, DiffServ

1. 개 요

최근, 인터넷 망의 광대역화와 다양한 인터넷 멀티 미디어 콘텐츠 개발로 인터넷 방송, VoIP(Voice Over Internet Protocol), VoD(Video On Demand)와 같이 서비스 품질 보장을 요구하는 다양한 응용 서비스들이 출현하게 되었으며 이에 따라, 인

터넷 서비스 사용자들과 인터넷 서비스 제공자들에게 차별화 된 서비스를 제공할 수 있도록 IP망에서의 서비스 품질 보장 기술이 요구되고 있다 [1]. 이러한, 차세대 인터넷 서비스를 위해 인터넷 망의 확장성을 위한 차별 서비스(Differentiated Service) 망이 제안되었는데[2,3], 차별 서비스 망은 데이터 패킷들을 간단하게 처리하기 위해 망 구조나 프로비저닝이 더욱 복잡하며 옛지 노드에서 망내 자원의 상태를 알 수 없기 때문에 망 내에서 폭주가 발생할 가능성이 높다. 이를 위해 차별 서비스 망에서도 Bandwidth Broker 및 동적 프로비저닝 기법등을 이용한 수락 제어 메커니즘이 필요하며 이에 대한 다양한 연구가 진행되고

* 정 회 원 : 한국통신기술협회(TTA)

jakimin@tta.or.kr(제 1저자)

** 정 회 원 : 한밭대학교 정보통신학부 교수

wsrhee@hanbat.ac.kr(공동저자)

*** 정 회 원 : 안동대학교 전자산업공학부 부교수

jschung@andong.ac.kr(공동저자)

[2004/11/18 투고 - 2005/01/20 심사 - 2005/03/03 심사완료]

있다[4,5].

그러나, 차별 서비스 망에서 수락 제어 메커니즘이 적용되더라도, 같은 서비스 등급으로 처리되는 트래픽들이 서비스 종류에 따라 다른 대역폭을 필요로 한다. 이에 따라, 차별 서비스 망에서 같은 서비스 등급에 대해 수락 제어 메커니즘을 수행하면, 큰 대역폭을 요구하는 서비스 (**HDTV(High Definition Television)**급 방송 서비스, **HDTV급 VOD** 서비스 등)들은 빈번하게 발생하는 작은 대역폭을 요구하는 서비스 (**VoIP**, 양방향 게임, 화상 회의등)들 보다 높은 호 블로킹 확률(**CBP : Call Blocking Probability**)이 발생하게 된다.

이러한 이유는 수락 제어를 처리하는데 있어서 큰 대역폭을 요구하는 서비스보다 빈번히 발생하는 작은 대역폭을 요구하는 서비스들이 망에 접속할 기회가 많은 “**reverse pecking order**” 가 발생하기 때문이다[6,7]. 즉, 망에 **10Mbps** 대역폭이 남아 있을 경우, **HDTV**급 서비스가 요구되기 전에 빈번히 발생하는 낮은 대역을 요구하는 **VoIP** 등의 서비스가 요구되어 수용될 경우, **HDTV**급 서비스 요구는 블로킹되는 현상이다. 따라서, 이러한 문제를 해결하기 위해서 큰 대역폭을 요구하는 서비스와 작은 대역폭을 요구하는 서비스 사이에서 호 블로킹 확률의 불공평성을 해결할 수 있는 수락 제어 정책을 필요로 한다.

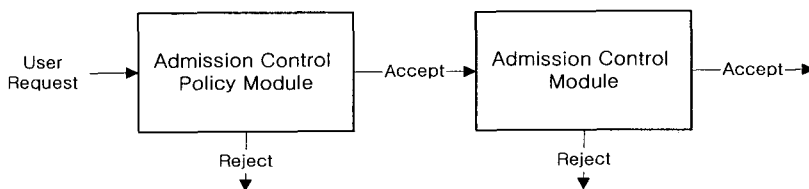
2. 수락 제어 정책

본 논문에서는 그림 1과 같이 수락 제어 모듈 앞 부분에 수락 제어 정책을 처리하는 기능 모듈을 제안하였다. 또한, 이러한 수락 제어 정책 모듈에는 호 블로킹 확률의 공평성을 위해 모의 실험

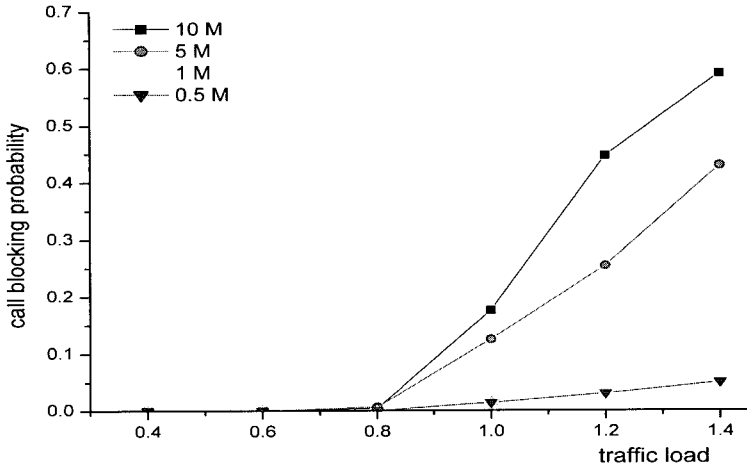
성능 평가를 통한 수락 제어 정책 **Heuristic** 알고리즘을 제안하였다.

본 논문에서 제안된 **Heuristic** 알고리즘에 대한 성능 평가를 위해서 4종류의 입력 트래픽 (**10 Mbps, 5 Mbps, 1 Mbps, 0.5 Mbps**)을 만들어 수락 제어 정책을 수행했을 경우와 정책이 없을 때, 각 입력 트래픽 종류에 따른 호 블로킹 확률을 비교하였다. 이를 위한 모의 실험에는 **ns-2**를 이용하였으며, “**peer to peer**” 모델에 3개의 엣지 링크를 사용하였다. 각 엣지 링크 대역폭은 **120 Mbps**이고, 코어 링크는 **360 Mbps** 대역폭을 사용한다. 3개의 입력 엣지 링크에서 호 설정 요구에 발생하는 트래픽 부하는 $((\lambda_i / \mu_i) / C) a_i$ 로 정의한다. 여기서 i 는 입력 트래픽 종류이고, λ_i 는 호 설정 요구 간격, $1/\mu_i$ 는 평균 호 점유 시간, C 는 링크 용량, a_i 는 요구 대역폭을 나타낸다.

그림 2는 수락 제어 정책을 수행하지 않았을 경우 각 입력 트래픽들에 대한 호 블로킹 확률을 나타낸다. 이 모의 실험 결과에서 보듯이 입력 트래픽의 부하가 낮을 경우에는 모든 트래픽의 요구를 받아들일 수 있어 트래픽 부하 **0.8** 이내에서는 호 블로킹 확률 불공평성 문제가 없다. 그러나 입력 트래픽 부하가 증가 되면서 낮은 대역폭을 요구한 서비스를 처리하는 동안 높은 대역폭을 요구하는 서비스의 호 설정 요구는 블로킹되고 있는 것을 볼 수 있다. 특히 입력 트래픽 부하가 **1.4**일 때 **0.5Mbps** 입력 트래픽에 대한 호 블로킹 확률은 **0.05** 인데 반하여 **10Mbps** 입력 트래픽에 대한 호 블로킹 확률은 **0.6**으로 나타나는 것을 볼 수 있다. 따라서 **10Mbps**를 요구하는 새로운 호 접속 요구는 대부분 거절되면서 입력 트래픽 종류



〈그림1 수락 제어 정책 개념도〉



〈그림 2〉 수락제어 정책이 없을 경우의 입력 트래픽 종류에 따른 호 블로킹 확률

에 따라서 호 블로킹 확률에 대한 불공평성이 높아짐을 알 수 있다.

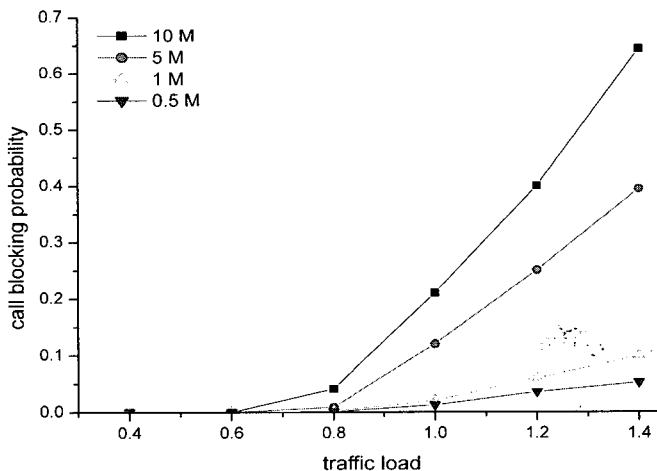
그림 2 수락제어 정책이 없을 경우의 입력 트래픽 종류에 따른 호 블로킹 확률

3. 수락 제어 정책 Heuristic 알고리즘

3.1 WFQ 알고리즘을 사용한 수락제어 정책

앞장의 모의 실험 결과에서 수락 제어 정책이 없

는 경우에 입력 트래픽 종류에 따른 불공평한 호 블로킹 결과를 보았다. 이를 해결하기 위해 이 장에서는 우선 여러 개의 큐를 가진 WFQ(Weighted Fair Queuing) 스케줄링을 사용한 간단한 수락 제어 정책 알고리즘을 고려해 보았다. 이 알고리즘은 새로운 서비스에 대한 호 설정이 요구 되면 이를 입력 트래픽 종류에 따라 준비된 큐에 삽입하고, WFQ 알고리즘에 의해서 스케줄링 하는 알고리즘이다. 특히, 큰 대역폭을 요구한 입력 트래픽은 WFQ 스케줄링에 의해서 높은 우선 순위를



〈그림 3〉 WFQ 알고리즘을 이용한 수락제어 정책에 대한 호 블로킹 확률

가지도록 설정한다.

그림 3은 WFQ를 사용한 수락 제어 정책에 대한 모의 실험 결과를 나타내고 있다. 그러나 그림 3의 결과에서 나타난 바와 같이 WFQ 알고리즘을 이용한 수락 제어 정책은 수락 제어 정책이 없는 그림 2의 모의 실험 결과와 유사하다. 이러한 이유는 WFQ 스케줄링 알고리즘은 각 큐들을 동시에 처리 하기 때문이다. 즉, 이것은 각 입력 트래픽 종류에 따라 모든 큐에 새로운 서비스의 요구가 모두 입력되어 있을 경우에만 알고리즘의 성능이 보장된다. 그러나, 그림3에서 알 수 있듯이 현실적으로 모든 입력 트래픽 종류들에 대한 호 설정 요구가 동시에 요구되기는 어렵다.

3.2 EPUB 알고리즘을 사용한 수락 제어 정책

이 장에서는 새로운 수락 제어 정책 **Heuristic** 알고리즘인 **EPUB (Equivalent Proportion of Used Bandwidth)** 알고리즘을 제안한다. EPUB 알고리즘의 기본적인 개념은 각 입력 트래픽 종류에 따른 대역폭 사용의 차이를 제어하고 유지하는 것이다. 이 알고리즘은 먼저, 망에서 서비스되고 있는 입력 트래픽 종류에 따라 사용되는 대역폭을 검사하고, 최대 대역폭을 사용하는 입력 트래픽, $Ub_{w_{max}}$, 과 최소 대역폭을 사용하는 입력 트래픽, $Ub_{w_{min}}$, 사이에 공평성 계수 δ 에 따른 대역폭 사용의 차이를 제한하는 것이다.

그림 4에 제안된 알고리즘에 대한 모사 코드를 볼수있다. EPUB 알고리즘은 새로운 서비스에 대한 호 설정 요구가 들어오면 요구한 서비스를 검사하여 입력 트래픽 종류에 따라 분류한다. 최소 대역폭을 사용하는 입력 트래픽 종류이면 수락 제어 모듈에서 바로 처리하고, 최대 대역폭을 사용하는 입력 트래픽 종류이면 사용되고 있는 대역폭 과 요구한 대역폭의 합이 최소 대역폭을 사용하는 입력 트래픽 대역폭 사용량과의 차이가 공평성 계수보다 적은지를 체크한다. 만일 적으면 요구된 서비스를 수락 제어 모듈에서 처리하고, 아니면

요구한 서비스를 거부한다. 이는 최소 대역폭을 사용하는 트래픽과 최대 대역폭을 사용하는 트래픽간의 대역폭 사용량을 유지시키기 위한 것이다. 이때, 최대 대역폭 사용 트래픽과 최소 대역폭 사용 트래픽은 호 설정이 요구되는 트래픽의 종류에 시간적으로 따라 달라질 수 있다.

```

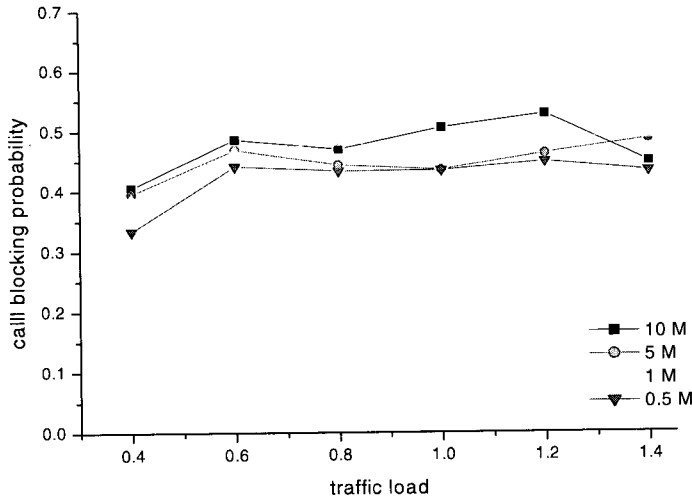
min = Search_Min( $Ub_{w_i}$ );
max = Search_Max( $Ub_{w_i}$ );

if ( $i == min$ )
Admission Control Module ;

else if ( $i == max$ )
    if ( $(Ub_{w_{max}} + req_i - Ub_{w_{min}}) <= \delta$ )
Admission Control Module;
    else
    Reject;
else
    if ( $Ub_{w_i} + req_i < Ub_{w_{max}}$ )
Admission Control Module;
    else if ( $(Ub_{w_i} + req_i - Ub_{w_{max}}) <= \delta$ )
Admission Control Module;
    else
    Reject;
-  $Ub_{w_i}$  : Used bandwidth of traffic type  $i$ .
- min : The traffic type which has minimum used bandwidth.
- max : The traffic type which has maximum used bandwidth.
-  $req_i$  : Requested bandwidth of currently arrived traffic type  $i$ 
-  $\delta$  : Fairness coefficient.
    
```

〈그림 4〉 EPUB 알고리즘에 대한 모사 코드

그림 5에서 보는것과 같이 EPUB 알고리즘은 항상 입력 트래픽 부하에 상관 없이 각 입력 트래픽 종류에 대해 공평한 블로킹 확률을 제공한다. 그러나, 호 블로킹 확률의 공평성만을 고려한 관계로 EPUB 알고리즘은 입력 트래픽 부하가 낮은 경우에 충분한 대역폭이 있어도 대역폭 사용율이 낮은 결점을 갖고 있다. 즉, 그림 5에서 입력 트래픽 부하가 0.6 이하인 경우에도 호 블로킹 확률이 0.4 이상이 되는 높은 블로킹 확률을 보여주고



〈그림 5〉 EPUB 알고리즘을 이용한 수락제어 정책의 호 블로킹 확률

있다. 또한 아래 그림에서 트래픽 부하 0.6에서 1.2사이에서 1.0M 트래픽이 5M 트래픽보다 호 블로킹 확률이 높은 이유는 시뮬레이션시 랜덤하게 트래픽을 발생시켜 그 발생된 시간에 입력된 트래픽 종류의 대역 사용량을 제어하기 때문에 발생하는 현상이나 제안된 메카니즘에 따른 각 트래픽 종류에 따른 호 블로킹 확률의 공평성을 보여주는 결과로 제시되어 질 수 있다.

3.3 EPDT 알고리즘을 사용한 수락 제어 정책

EPUB 알고리즘은 각 입력 트래픽 종류에 대한 공평한 블로킹 확률의 관점에서는 좋은 성능을 보여준다. 그림 5에서 보는 EPUB 알고리즘은 공평한 블로킹 확률을 제공하기 때문에 낮은 입력 트래픽 부하에서 높은 호 블로킹 확률을 보여주고 있다. 즉, 낮은 입력 트래픽 조건에서 호 블로킹 확률이 높은 것은 대역폭 사용율이 낮다는 것을 의미한다. 특히, 입력 트래픽 부하가 1.0 일때 EPUB 알고리즘의 호 블로킹 확률은 그림2에서 보여준 수락 제어 정책을 하지 않았을 때 보다 4배가 크고, 입력 트래픽 부하는 1.0 이하일 경우에 그 차이는 더 크게 나타난다. 따라서 이 장에서는 공평한 호

블로킹 확률과 높은 대역 사용률을 보장할 수 있는 EPDT (EPUB with Predefined Threshold) 알고리즘을 제안한다.

그림 6은 EPDT 알고리즘의 모사 코드를 보여 준다. EPDT 알고리즘은 현재 사용되는 대역폭이 할당된 대역폭의 임계치 Δ 를 초과할 경우에만 EPUB 알고리즘을 적용하고 그렇지 않으면, 요청한 새로운 호는 곧바로 수락 제어를 처리한다. 이러한 의미는 EPDT 알고리즘은 입력 트래픽의 부하가 높을 경우에만 수락 제어 정책을 실행한다는 것이다.

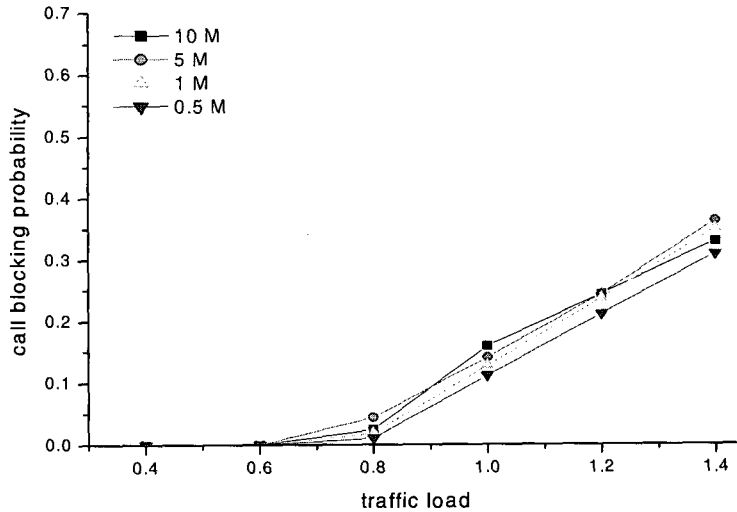
```

if (TUbw <= (Tbw * Δ))
    Admission Control Module;
else
    EPUB Algorithm;
    
```

TUbw : Currently used bandwidth
Tbw : Allocated bandwidth
Δ : Threshold of Tbw (use 0.9 in simulation).

〈그림 6〉 EPDT 알고리즘에 대한 모사 코드

그림 7은 EPDT 알고리즘에 대한 블로킹 확률의 결과를 나타낸다. 이 제안된 알고리즘은 그림 4에서와 같이 입력 트래픽 종류에 따른 블로킹 확



〈그림 7〉 EPDT 알고리즘을 이용한 수락제어 정책의 호 블로킹 확률

를을 공정하게 제공하는 동시에, **0.8** 이하의 낮은 입력 트래픽 부하에서도 낮은 블로킹 확률을 제공하고 있다.

이에 따라, **EPDT** 알고리즘은 2가지 문제점에 대한 해결책을 제공한다. 첫번째로는 **EPUB** 알고리즘의 문제점인 낮은 입력 트래픽 부하에서 낮은 대역폭 사용률과 두번째로는 수락 제어 정책의 부재에 대한 문제점인 서로 다른 입력 트래픽 종류에 대한 불공평한 호 블로킹 확률이다. 특히, 그림 2에서 입력 트래픽 부하가 **1.4** 이상 일 때 **10Mbps** 입력 트래픽에 대한 호 블로킹 확률이 **0.6** 이상인데 반하여 그림 7의 **EPDT** 알고리즘은 모든 입력 트래픽 종류에 대한 호 블로킹 확률이 **0.4** 이하로 공정하게 제공된다. 또한, 그림4에서 **EPUB** 알고리즘의 호 블로킹 확률이 입력 트래픽 종류에 관계없이 **0.45** 정도이나 그림7의 **EPDT** 알고리즘은 입력 트래픽 부하가 **1.0** 이하에서는 블로킹 확률이 평균 **0.15** 이하를 제공하며 입력 트래픽 부하에 비례하여 증가하는 것을 보여 주고 있다.

4. 결 론

차별 서비스 망에서 다양한 차세대 인터넷 서비

스들을 지원하기 위해 효율적인 자원 관리를 위한 연구로서 동적 프로비저닝 (**Dynamic Provisioning**) 기법들을 이용한 수락 제어 메커니즘 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만, 수락 제어 메커니즘이 망에 적용되더라도 서로 다른 대역폭을 요구하는 서비스들에 대한 호 설정 요구가 들어오며 불공평한 호 블로킹 확률이 존재한다. 특히, 모의 실험 결과에서 보듯이 높은 입력 트래픽 부하인 경우 큰 대역폭을 요구하는 서비스는 작은 대역폭을 요구한 서비스보다 높은 호 블로킹 확률을 가진다. 이에 따라, 본 논문에서는 수락 제어 정책에 대한 필요성과 **EPDT** 알고리즘을 이용한 수락 제어 정책 **Heuristic** 알고리즘을 제안하였다. 처음, 본 논문에서 제안한 **EPUB** 알고리즘은 각 입력 트래픽 종류에 사용된 대역폭의 차이를 공정성 계수 안에서 유지시킴으로써 각 입력 트래픽 종류에 대한 공평한 호 블로킹 확률을 유지시킨다. 그러나, 모의 실험 결과에서 알 수 있듯이 **EPUB** 알고리즘은 호 블로킹 확률만을 지나치게 고려하여 입력 트래픽 부하가 낮을 때 충분한 대역폭이 있어도 대역폭 사용률이 낮은 단점을 지니고 있다. 따라서, 본 논문에서는 최종적으로 **EPDT** 알고리즘을 제안 하였고 모의 실험 결과를 통하여 제안된

EPDT 알고리즘이 호 블로킹 확률의 공정성 및 높은 대역폭의 사용율을 제공할 수 있음을 보여주었다.

REFERENCES

- [1] X. Xiao and L.M.Ni, "Internet QoS: A Big Picture," IEEE Network Magazine, pp.8-18, March/April 1999.
- [2] S.Blake, D.Black, M.Carlson, E.Davies, Z.Wang and W.Weiss, "An Architecture for Differentiated Services," IETF RFC 2475, Dec. 1998.
- [3] K.Nichols and B.Carpenter, "Definition of Differentiated Services Behavior Aggregates and Rules for their specification," IETF draft-ietf-diffserv-ba-def-01, Feb. 2000.
- [4] R.R.-F. Liao and A.T.Campbell, "Dynamic Core Provisioning for Quantitative Differentiated Service," IEEE IWQoS2001, May 2001
- [5] W.S.Rhee, J.H.Lee and S.H.Kim, "Scalable qDPM2 Mechanism: Admission Control for Differentiated Service Networks," IEEE Commun. Letters, Vol.7, No.9, pp.454-456, Sep.2003.
- [6] E.D.Sykas, K.M.Vlamos, I.S. Venieris and E.N. Protonotarios, "Simulative analysis of optimal resource allocation and routing in IBCN's," IEEE JSAC, Vol.9, No.3, pp. 486-491, April 1991..
- [7] Y.C. Lai and S.F. Tsai, "Some Fair Measurement-based Admission Controls," IEEE Globecom 2001, pp.2566-2570, Nov. 2001.

◎ 저자 소개 ◎



민 준 기(Jun-Ki Min)

1993년 2월 한남대학교 전자계산학과 (석사)
2003년 9월 현재 국립 안동대학교 정보통신공학 박사과정
1993년 2003 우송대, 대덕대, 혜천대, 경기대, 경기대 정보통신대학원 시간강사
1980년 8월-1999년6월 ETRI
1999년 7월-2001년5월 LOCUS
2001년 7월~현재 TTA
관심분야 : 데이터네트워크, 멀티미디어, BPM, Workflow, eBiz, etc.,
email: jakimin@tta.or.kr



이 우 섭(Woo Seop Rhea)

1983년 홍익대학교 전자계산학과 졸업(학사)
1995년 충남대학교 대학원 전산학과 졸업(석사)
2003년 충남대학교 대학원 컴퓨터학과 졸업(박사)
1983년 3월 2005년 3월 한국전자통신연구원, 광대역통합망연구단, 책임연구원/팀장
2005년 3월~현재 국립 한밭대학교 정보통신컴퓨터공학부 교수
관심분야 : 멀티미디어 QoS, 멀티미디어 통신, etc.
E-mail : wsrhee@hanbat.ac.kr



정 중 수(Jong Soo Chung)

1983년 2월 연세대학교 전자공학과 (석사)
1993년 8월 연세대학교 전자공학과 (박사)
1983년 3월 1994년 2월 ETRI
1987년 8월 1989년 8월 벨지움 Alcatel/Bell Telephone사 객원연구원
2000년 1월 2001년 1월 미국 UMASS/Lowell 전산학과 객원교수
1994년 3월~현재 국립 안동대학교 공과대학 전자정보산업학부 부교수
관심분야 : 데이터네트워크, 멀티미디어, BPM, etc
email: jschung@andong.ac.kr