

무선 가입자 액세스 망에서 QoS 패킷 스케줄러에 관한 연구

정희원 장재신*, 최진식**, 곽동용***

A study on a packet scheduler for wireless access networks

Jae-Shin Jang*, Jin Seek Choi**, Dong Yong Kwak*** *Regular Member*

요약

미래의 통신망은 유, 무선 가입자 망이 혼합된 형태로 존재하고, 통신망 내에는 다양한 형태의 트래픽이 존재할 것으로 생각된다. 이때 각 트래픽이 요구하는 QoS 요구조건은 서로 상이하기 때문에 다양한 QoS 요구를 동시에 만족시킬 수 있는 QoS 제어기법이 가입자 망에서 필요하다. 본 논문에서는 가입자 망 중에서 설치가 용이하고 유지 보수가 저렴하며, 가입자의 이동성을 제공할 수 있는 무선 가입자 망 환경에서 새로운 QoS 제어기법인 W-JoBS 방법을 제안하였다. W-JoBS 기법은 기존의 JoBS 기법을 무선 가입자 망에 효율적으로 적용하기 위해 채널오류가 빈번하게 발생하는 무선채널 환경에서 트래픽 클래스 간의 공정성을 보장하기 위해 서비스 보상기법과 채널상태를 고려한 스케줄링 기법을 추가한 새로운 개념의 QoS 제어기법이다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통하여 성능 평가를 수행하였고, 수치계산결과를 통해 무선 가입자 망 환경에서 W-JoBS 기법이 기존 JoBS 기법에 비해 우수함을 보였다.

Key Words : W-JoBS, JoBS, 버퍼관리, 패킷 스케줄러, 보상서비스, QoS

ABSTRACT

Future communication networks would consist of wired and wireless access networks where there would be various types of traffic services. To meet the QoS requirements of those various traffic services simultaneously, new QoS control schemes are required. Since they are simple to deploy, cheap to manage, and easy to support subscriber mobility, wireless access networks are considered here. In this paper, a wireless joint buffer management and scheduling (W-JoBS) scheme, which is a modified version of the original JoBS algorithm at error-prone wireless access networks, is proposed. W-JoBS scheme is for providing service fairness among traffic classes with service compensation and channel-state dependent packet scheduling schemes. With computer simulation, this proposed W-JoBS scheme is evaluated and the performance of W-JoBS is compared with that of the original JoBS.

I. 서론

음성통신을 시작으로 출발했던 통신은 실시간 서비스가 중심인 회선교환 서비스와 비실시간 특징과 손실

지연에 민감한 서비스가 중심인 패킷교환 서비스로 분리되어 발전해 왔다. 그러나 인터넷을 통한 데이터 서비스 수요가 증가하고, 음성서비스도 패킷교환 서비스를 통해 제공하는 VoIP(Voice over IP) 서비스가 등

* 인제대학교 공과대학 전자정보통신공학부 (icjoseph@inje.ac.kr), ** 한양대학교 컴퓨터교육과 (jinseek@hanyang.ac.kr)

*** 한국전자통신연구원 (dykwak@etri.re.kr)

논문번호 : KICS2004-06-072, 접수일자 : 2004년 6월 30일

※ 본 논문은 ETRI와 2003년도 인제대학교 학술연구조성비 보조에 의한 것임 (This work was supported by ETRI and by the 2003 Inje University research grant.)

장하면서 패킷교환 서비스에 대한 비중이 점차 증대되고 있는 현실이다. 한편 차세대 통신 망에서는 All IP 기술을 이용하여 하나의 통합된 망에서 모든 서비스를 수용하는 것이 자연스런 목표다. 따라서 차세대 통신 망에서는 유,무선 가입자 망을 포함하여 가입자 망 구조 형태도 다양할 것으로 기대된다. xDSL 형태의 가입자 망, LAN 형태의 유선 가입자 망으로부터 무선 LAN과 Ad-Hoc 형태의 무선 가입자 망도 존재할 것으로 예측된다. 이러한 차세대 통신망 내에는 음성, 데이터, 비디오와 같이 다양한 형태의 서비스들이 공존할 것으로 생각되기 때문에 각 트래픽이 요구하는 특징들을 만족시키면서 모든 트래픽을 수용할 수 있는 효율적인 QoS 제어기법을 보유하는 것이 매우 중요한 과제이다. 각 트래픽의 QoS들을 만족시키기 위해 한 개의 노드에서 취할 수 있는 방법으로는 버퍼관리와 스케줄링 기법을 예로 들 수 있다. 여기에서 버퍼관리 는 패킷의 손실을 측면에서 차별된 서비스를 제공하는 기법이고, 스케줄링 기법은 지연시간 측면에서 차별된 서비스를 제공할 수 있는 방법이다.

이런 주제를 중심으로 다양한 연구가 진행되어 왔는데, 그 중에서 JoBS(Joint Buffer management and Scheduling)[1] 기법은 버퍼관리와 스케줄링을 통합한 기법으로 2001년도에 제안되었다. 본 논문에서는 기존의 JoBS 기법을 무선 가입자 망 환경에 적용하기 위한 연구를 수행하였고, 그 결과로 Wireless JoBS(W-JoBS) 기법을 제안한다. 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여 다양한 시나리오 환경 하에서 성능분석을 수행하였고, 다양한 환경에서 수치계산결과를 통해 성능이 개선됨을 보여준다. 2장에서는 관련 연구동향에 대해서 기술하고, 3장에서는 제안한 방식의 알고리즘과 시스템 및 트래픽 모델링에 대해서 기술한다. 4장에서 수치계산결과를 제시한 뒤 5장에서 결론으로 끝맺는다.

II. 관련 연구동향

유선 망 환경 기반에서 QoS 패킷 스케줄링에 대한 연구는 이미 많이 진행되었다. 대표적인 기법이 Fair Queuing의 시초인 GPS(Generalized Process Sharing)이다[2]. 그러나 GPS 기법은 Fluid-flow 기반으로 동작하기 때문에 트래픽 클래스 별 Fairness는 완벽하게 보장하지만 패킷 통신망에서 패킷 단위로 처리하고 서비스를 수행하는 환경을 제대로 반영하지 못하는 한계를 갖고 있었다. GPS기법을 패킷 기반으로 확장한 방식이 WFQ(Weight Fair Queuing)이며, WFQ

기법 이후 유선 망 환경에서 QoS 패킷 스케줄링에 대한 연구도 많이 진행되었다. 한편 본 논문에서 고려하고 있는 통신환경은 무선통신 환경으로 유선통신 환경과 달리 다음과 같은 특징을 갖는다.

- 채널용량이 가변적이다.
- 채널오류가 거리에 따라 다르며, 오류유형도 군집오류 형태로 발생한다.
- 하나의 무선 채널을 두고 다수의 이동 단말들이 경쟁하는 구조이다.
- 무선 채널상태를 사전에 정확하게 인지하기가 어렵다.
- 이동 단말기의 경우는 처리능력과 배터리의 제약 을 받는다.

이런 무선 망의 특징을 고려하지 않고 기존 유선 망에서의 QoS 패킷 스케줄러 기법을 무선 망 환경에 그대로 적용할 경우에는 성능이 많이 떨어질 수 있다. 이러한 조건에서 예상되는 문제를 살펴보기 위해 다음과 같은 예제를 고려해보자. 트래픽 Flow가 3개 있다고 가정하자. Flow 1, 2가 사용하는 통신채널은 0과 2초 동안 Error-free 채널이며, Flow 3이 사용하는 통신채널은 0과 1초 동안 채널 오류가 발생하고, 1과 2초 동안에는 양호한 채널을 가진다고 가정하자. 그리고 채널 오류가 발생하지 않은 Flow 간에는 동일한 비율로 서비스를 수행한다고 가정하자. 여기서 가 Flow 의 서비스 비율을 나타낸다고 할 때, 시간 별 각 Flow가 받은 서비스 비율은 식(1)과 같다.

$$\begin{aligned} W_1[0,1] &= W_2[0,1] = 1/2. \\ W_1[1,2] &= W_2[1,2] = W_3[1,2] = 1/3 \end{aligned} \quad (1)$$

따라서 0과 2초 동안에 각 Flow가 받은 총 서비스의 합을 계산하면 식(2)와 같이 나타낼 수 있다.

$$W_1[0,2] = W_2[0,2] = 5/6, \quad W_3[0,2] = 1/3. \quad (2)$$

식(2)에서 확인할 수 있듯이 3개의 Flow들이 받은 서비스의 양이 공정하지 못함을 알 수 있다. 그러므로 무선 망 구간에서는 빈번하게 채널 오류가 발생하는 특성을 QoS 패킷 스케줄러 설계 시에 반영해야만 무선 가입자 망에서 Flow 간 공정성을 보장할 수 있다. 무선 망에서는 자원이 한정되어 있기 때문에 유선 망에서처럼 공정성(Fairness)을 철저히 보장할 수는 없으며, 데이터 전송처리율 (Throughput)을 높이는 것

이 더 중요한 목표일 수도 있다. 하지만 데이터 전송 처리율을 높이면서 Flow간 공정성을 어느 정도 보장할 수 있다면 더욱 더 훌륭한 QoS 제어기법이라 할 수 있다.

무선 환경에서 채널상태 악화에 따른 Flow 간 서비스의 불공정성 (Unfairness) 해결 방법은 채널상태가 나뉘었던 Flow에 대한 차후 서비스 보상문제로 귀착된다. 즉, 채널 오류에 의해 전송하지 못했던 분량을 차후 채널이 정상적으로 복구되었을 때 부가적으로 전송하게 하는 것이다. 보상 모델(Compensation model)에서는 Error-free 서비스 모델을 기준으로 보상 정도를 결정하며, 단기간(Short-term)으로 발생한 채널 오류에 대해서는 투명하게 Flow들 간의 공정성 (Fairness)과 QoS 조건을 만족시켜야 한다. 보상 서비스를 사용하는 무선 Fair queuing의 연구결과로는 IWFQ(Idealized Wireless Fair Queuing) [3][4], CIF-Q(Channel Condition Independent Fair Queuing)[3], SBFA (Server Based Fairness Approach)[3], 그리고 WFS (Wireless Fair Service)[3][5] 방법 등이 있다. 보상서비스 모델은 Error-free 서비스 모델과 Lead & Lag 모델로 이루어져 있는데 Error-free 서비스 모델이란 채널 오류가 발생 시, 서비스 보상을 하기 위한 기준이 되는 모델로서, 전송 오류가 발생하지 않았을 경우 각 Flow들의 전송순서들을 기술한 서비스모델이다. IWFQ 기법은 WFQ 또는 WF2Q[6] 방식을 Error-free 서비스 모델로 사용하며, CIF-Q 기법은 STFQ(Start Time Fair Queuing) 기법을 사용한다. 채널 오류가 발생했을 경우에는 Error-free 서비스모델 결과와 비교하여 보상 정도를 결정한 뒤, 채널상태가 정상상태로 복구하면 Lead & Lag 모델에 의해서 보상서비스를 수행한다. Lead & Lag 모델은 “다른 Flow로부터 언제 전송기회를 양보 받을 것인가” 라는 문제와 “양보 받은 전송기회를 다수 개의 Flow 들 간에 어떻게 나누어 가질 것인가” 를 결정하는 문제로 나눌 수 있다. 여기에서 Lead Flow란 정상적으로 전송해야 할 서비스 양보다 더 많이 서비스를 받은 Flow를 뜻하며, Lag Flow란 채널 오류 등으로 인하여 정상적인 서비스를 받지 못한 Flow를 의미한다.

한편 JoBS[1] 기법에서는 같은 특징을 갖는 다수 개의 Flow들의 묶음을 클래스라 칭하고, 트래픽 Flow들을 클래스 단위로 분류한 뒤 클래스 별 QoS를 제공한다. QoS는 절대적(Absolute) QoS와 상대적(Relative) QoS로 구분하여 서비스 품질을 제공하며, QoS 성능척도로는 평균 지연시간과 평균 패킷 손실

률을 사용한다. 그러므로 절대적 QoS란 평균지연시간과 평균 패킷 손실을 측면에서 지정된 절대 값을 보장하는 QoS, 다시 말하면 식(3)과 같이 표시할 수 있는 QoS를 의미한다.

$$p_{i,s} \leq L_i, \quad D_{i,s}^{max} \leq d_i \quad (3)$$

그리고 상대적 QoS란 클래스 간의 QoS 비(ratio)를 다음과 같이 일정한 값이 되도록 요구하는 QoS를 말하며, 식(4)와 같이 나타낼 수 있다.

$$\frac{\text{Class - 2 Delay}}{\text{Class - 1 Delay}} \approx k, \quad \frac{\text{Class - 2 Loss Rate}}{\text{Class - 3 Loss Rate}} \approx k' \quad (4)$$

본 논문에서는 JoBS 기법을 무선휘경에 적용하는 방법에 대해 연구를 수행하였다. 무선 망에서는 채널상태가 다양하기 때문에 채널상태를 고려하여 스케줄링하면 성능이 개선됨은 확연한 사실이다. 따라서 본 논문에서 기존의 JoBS 기법을 무선 가입자 망 환경용으로 수정한 Wireless JoBS(W-JoBS) 기법을 제안하였다. W-JoBS 기법에서는 JoBS 기법의 버퍼관리와 스케줄링 기법 이외에도 CSDPS (Channel State Dependent Packet Scheduling)[7] 기법을 도입하였고, 채널오류 시에는 보상 서비스 모델을 적용하여 성능을 개선하였다.

III. 알고리즘 설명 및 모델링

먼저 그림 1에 기술한 JoBS 기법에 대해서 설명한다. 패킷이 도착하면 먼저 입력버퍼에 저장하며, 버퍼 오버플로우 현상이 발생할 경우에는 어느 패킷을 폐기할 것인지를 클래스 별 QoS 요구 값을 기반으로 결정한다. 즉, 각 클래스 별 현재 패킷 손실률이 손실률 QoS(절대적 혹은 상대적 QoS) 요구조건을 만족하는지 체크한다. 절대적 QoS는 상대적 QoS보다 우선 순위가 높기 때문에 반드시 만족시켜야 하며, 만약 절대적 QoS를 만족시키지 못할 경우에는 상대적 QoS 조건을 완화시키면서 절대적 QoS 값을 만족시키는 클래스 별 서비스 비율 값을 찾아야 한다. 클래스 별 손실률 QoS를 만족시키도록 패킷 폐기를 완료한 경우에는 절대적 또는 상대적 평균지연시간 QoS를 만족하는지 체크한다. 한편 버퍼 오버플로우 현상이 발생하지 않았을 경우에는 N개의 패킷이 도착할 때마다 절대적 또는 상대적 평균지연시간 QoS를 만족하는지 검사한다.

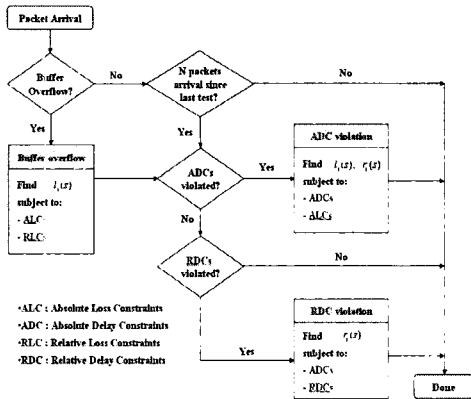


그림 1. JoBS 기법의 동작 절차

본 논문에서 제안하는 방법인 W-JoBS 기법은 앞에서 설명한 기존 JoBS 기법을 그대로 수용한다. 그러나 채널상태가 나빠져서 채널 오류가 발생할 경우에는 다음과 같은 기능을 추가로 갖는다.

- 채널 오류가 발생하는 클래스는 할당 받은 서비스를 채널상태가 양호한 클래스들에게 양보하는 CSDPS 기법을 적용한다.
- Error-free 서비스 모델로 WF2Q를 사용하여 보상서비스를 실시한다.
- Lead & Lag 서비스 모델을 토대로 보상 정도를 결정한다.

클래스 별 서비스 비율 값은 JoBS 기법에 의해 결정하며, 클래스 별 전송 순서는 WF2Q 스케줄링 기법에 의해 결정한다. 그림 2는 채널 오류 시 보상 정도를 결정하기 위해 클래스 별로 lag 파라미터를 운영하는 방법에 대해서 설명하고 있다. 즉, 해당 클래스가 채널상태 악화로 할당된 슬롯에서 패킷을 전송하지 못할 경우에는 lag 값이 슬롯마다 1씩 감소하며, 정규적으로 할당된 슬롯 외에 부가적으로 패킷을 전송할 경우에는 lag 값을 1씩 증가시킨다. 여기에서 슬롯이란 한 패킷을 전송하는데 소요되는 시간을 의미하며, 본 논문에서는 간단하게 슬롯시간은 고정이라고 가정한다.

클래스 별 패킷이 도착할 때마다 WF2Q 기법에 의해 각 클래스의 GPS 가상시간(Virtual time) 관련 파라미터 값(패킷 서비스 시작/종료 시간)을 갱신한다. 그 후, 채널상태가 양호한 클래스가 존재하는지 체크하여 해당 클래스가 존재할 경우에는 WF2Q 스케줄링 기법에 따라서 해당 슬롯에서 전송할 클래스를 결

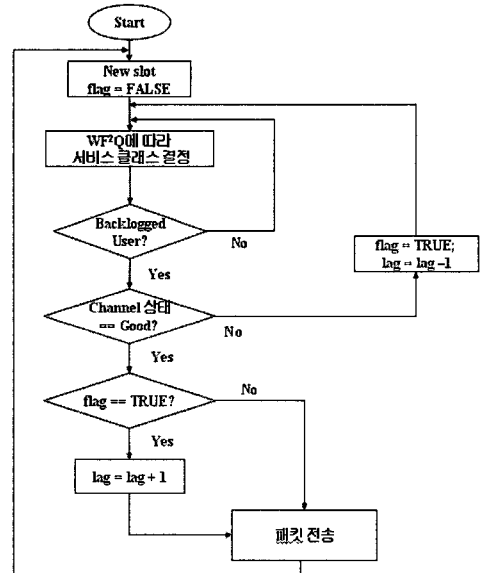


그림 2. lag 파라미터 운영 방법

정한다. 작업 보존방식(Work conservation)이기 때문에 버퍼에 패킷을 보유하고, 채널상태가 양호한 클래스가 존재함에도 불구하고 해당 슬롯에서 패킷을 전송하지 못하는 경우는 발생하지 않는다고 가정한다. 현 시점에서 Lag 클래스가 존재할 경우, WF2Q 스케줄링 기법에 의해 선택된 클래스가 Lead 클래스일 경우에는 확률적으로 해당 슬롯을 양보할 것인지를 결정한다. 양보를 받을 클래스로는 lag 파라미터 값이 가장 작은 클래스가 우선적으로 선택되며, Lead 클래스가 해당 슬롯을 양보하지 않을 경우에는 해당 슬롯에서 서비스한다. 그리고 WF2Q 스케줄링 기법에 따라서 선택된 클래스가 Lag 클래스이거나 lag 파라미터 값이 0인 In-sync 클래스인 경우는 선택된 클래스가 해당 슬롯에서 패킷을 전송한다. 이상의 절차를 체계적으로 정리하여 그림 3에 나타내었다.

클래스 별 패킷의 도착과정은 Pareto 분포로 모델링 하였다. 그리고 각 클래스 별로 입력버퍼가 존재하며, 각 클래스의 입력버퍼의 총 합은 일정하다고 가정하였다. 채널은 {BAD, GOOD} 상태 중 한 상태에 해당된다고 가정하였고, 특별한 언급이 없을 경우에는 무선 채널상태를 Two-state 마코프체인[4]으로 모델링 하였다. 이때는 매 슬롯 당 GOOD (BAD)상태에서 BAD(GOOD) 상태로 전이할 확률이다. 채널상태가 BAD라는 것은 무선 LAN에서 NLOS(Non-Line Of Sight) 채널환경을 모델링 한 것으로 이 상태에서 패킷을 전송하면 100% 전송 실패

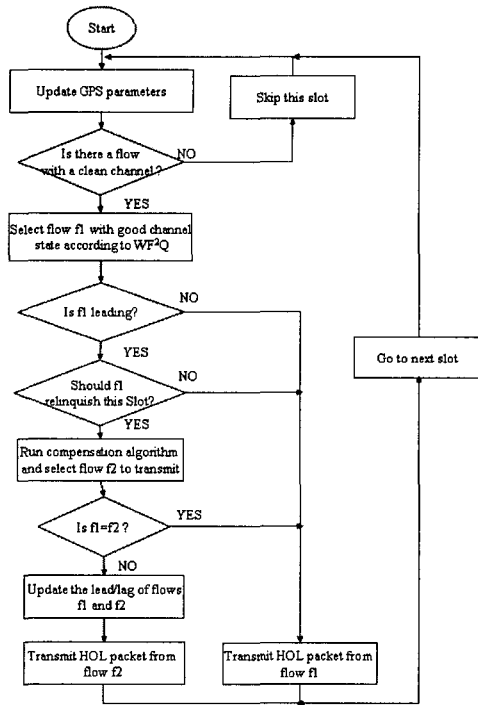


그림 3. 서비스 보상 기법 동작 예

한다고 가정하였다. 반면에 채널상태가 GOOD인 경우에는 클래스의 송수신 측 사이에 LOS(Line Of Sight)가 존재하는 경우를 가정한 것으로 전송성공률이 100%라고 모델링 하였다. 무선 LAN을 포함하여 무선 통신채널은 통상적으로 시간에 따라서 채널용량이 가변적이지만 본 연구에서는 간단한 경우에 대해서 살펴보기 위해 채널용량이 고정이라고 가정하고 성능평가를 수행하였다. 본 연구에서 성능평가에 사용된 트래픽 및 시스템 파라미터는 표 1과 같다.

표 1. 성능분석에 사용된 트래픽 및 시스템 파라미터

파라미터	값	파라미터	값
클래스 개수	4	τ_{max}	0.1 s
가입자 수	150 - 400	N	100
Inter-arrival 평균	300 μ s	수행시간	7.20 s
입력버퍼 크기	6.25 MB	Shape parameter	1.2
링크속도	109 bps	패킷 크기	125 byte
서비스 포기율 p	1.0	채널다운시간	1 s
상대적 QoS 차등비율 (시간지연/손실률)	4 (2)	$P_s (P_r)$	0.09 (0.01)

클래스 별 가입자 수는 동일하게 하였고, 성능평가 척도로는 클래스 별 평균지연시간과 평균 패킷 손실률을 사용하였다. 이 값들은 시간 동안 관련 데이터를 수집하여 시간지연과 패킷 손실률의 평균은 식

(5),(6)과 같은 방법으로 구하였다.

$$\text{평균지연시간} = \frac{(\text{시스템 내에서 대기시간의 총합})}{(\text{서비스된 총패킷의 수})} \quad (5)$$

$$\text{평균 패킷 손실률} = \frac{(\text{버퍼에서 폐기된 패킷 수})}{(\text{도착한 총 패킷 수})} \quad (6)$$

IV. 성능분석 결과

본 논문의 성능분석 결과에서는 우선적으로 클래스 간 상대적 QoS만 존재하는 환경을 고려하였고, 성능분석은 컴퓨터 시뮬레이션[8]을 통해 수행하였다. 먼저 제안된 알고리즘을 검증하기 위해 먼저 참고문헌 [1]의 환경과 유사하게 총 가입자의 수가 그림 4와 같이 변하는 환경에서 성능평가를 수행하였고, 이때 클래스 별 평균지연시간의 변화는 그림 5와 같다. 그림 5의 결과가 참고문헌[1]에서의 결과와 유사하게 트래픽 부하가 1.0에 근접하는 영역에서 클래스 별 상대적 QoS 값을 만족함을 알 수 있다. 즉, 클래스 2의 평균지연시간이 클래스 1의 평균지연시간의 4배가 됨을 알 수 있으며, 이를 통해 성능평가용으로 구현한 시뮬레이션 프로그램이 정상적으로 동작한다고 판단할 수 있다. 한편 그림 6에서는 가입자 수가 300명이고 2초와 3초 사이에서 클래스 1의 채널상태가 BAD상태이며, 나머지 구간에서는 채널상태가 GOOD 상태이고, 클래스 2~4의 경우는 채널상태가 항상 GOOD 상태인 경우의 성능 결과를 제시하고 있다.

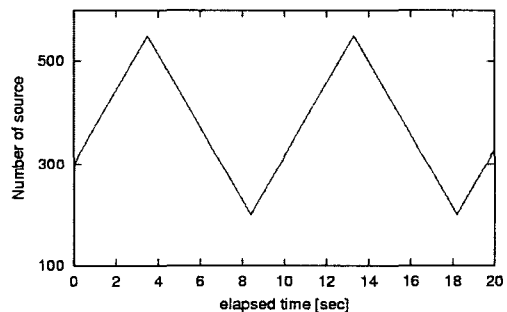


그림 4. 시간에 따른 가입자 수의 변화

기존 JoBS 기법에서 채널상태가 BAD상태인 클래스는 전송하지 못하므로 (설령 전송한다고 하더라도 전송오류 때문에 단말로부터 ACK을 받을 수 없기 때문에 해당 패킷을 버퍼에 계속 저장하고 있어야 하는 것과 동일한 현상으로 설명할 수 있음) 해당 클래스의 큐의 크기는 계속 증가하게 된다. JoBS 기법에

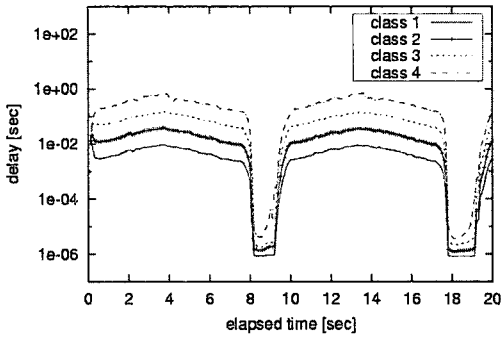


그림 5. JoBS 기법의 클래스 별 지연시간의 분포

서 해당 클래스의 서비스 비율은 현재 버퍼의 크기에 기반하여 결정하기 때문에 큐의 크기가 커지면 QoS를 만족하기 위해 해당 클래스에 대한 할당 서비스 비율도 커지게 된다. 그래서 BAD 시간이 길어지면 모든 클래스가 패킷을 전송하지 못하는 상황이 발생할 수 있지만, 제안된 기법에서는 채널상태가 BAD인 클래스는 채널상태가 양호한 클래스에게 전송기회를 양보한다. 따라서 이 구간에서 클래스 1은 패킷 전송을 못하지만 (그림 6에서 지연시간이 0으로 표시되는데 이것은 식 (5)에서 성공적으로 서비스를 받은 패킷의 수가 0이기 때문인 것으로 실제로 지연시간이 0을 나타내는 것은 아님) 양보를 받은 다른 클래스들이 서비스를 받고 있음을 알 수 있다. 3초 이후 잠시 동안 클래스 1에 대한 보상서비스가 이루어지고, 보상이 완료되면 클래스 간 상대적 QoS를 다시 만족함을 알 수 있다.

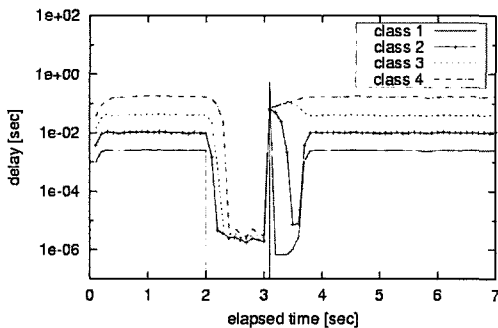


그림 6. 제안된 기법의 클래스 별 지연시간의 변화

한편 그림 7은 각 방식 별 성능을 비교한 것으로 W-JoBS 3은 채널 오류가 없는 환경이고, W-JoBS 2는 클래스 1의 무선 채널상태를 Two-state 마코프체인으로 모델링 한 경우이며, W-JoBS 1은 클래스 1의

무선 채널상태가 2초와 3초 사이에서 BAD상태인 경우이다. Two-state 마코프체인으로 모델링 한 경우는 채널 오류가 대부분 매우 짧은 기간 동안 발생하기 때문에 입력버퍼와 서비스 보상 기법의 도움으로 채널 오류가 없는 경우와 성능이 유사함을 확인할 수 있다. 그리고 본 논문에서 제안한 W-JoBS 기법이 JoBS 기법을 무선 환경에 수정 없이 적용한 경우에 비해 채널 사용 효율(Throughput) 측면에서 성능이 우수함을 보여주고 있다. 이것은 앞에서 설명한 것처럼 JoBS 기법에서는 클래스 1의 채널상태가 BAD상태인 구간이 장시간 지속되는 경우에 모든 클래스가 패킷을 전송하지 못하는 문제가 발생할 수 있지만 W-JoBS 기법에서는 이 현상이 발생하지 않도록 해결한 것에 의한 결과이다.

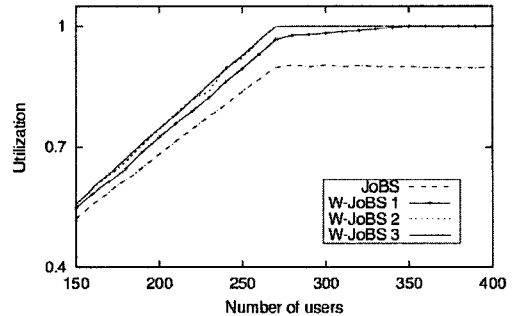


그림 7. 각 기법들의 Utilization 성능 비교

V. 결론

본 논문에서는 JoBS 기법을 무선 가입자 망에 적용할 수 있도록 수정한 W-JoBS 기법을 제안하고, 컴퓨터 시뮬레이션을 통해서 성능을 살펴보았다. W-JoBS 기법은 JoBS 기법에 CSDPS 개념을 추가하였고, 채널상태가 BAD인 경우 받지 못했던 서비스를 채널상태가 GOOD상태로 바뀐 후에 보상 받을 수 있는 보상서비스 모델을 결합하였다. 트래픽 발생은 Pareto 분포로 모델링 하였고, 채널상태 환경은 Two-state 마코프체인과 제안된 기법 동작설명을 위해 클래스 1의 채널상태가 2초와 3초 사이에 BAD상태가 되는 두 가지 모델을 모두 사용하였다. W-JoBS 기법이 기존의 JoBS기법에 비해 성능이 우수함을 확인하였고, 채널환경을 Two-state 마코프체인으로 모델링 한 경우는 대부분 채널오류가 짧은 기간 동안만 발생하기 때문에 채널오류가 없는 경우와 비교하여 별 차이가 없을 정도로 서비스 보상이 이루어짐을 확

인할 수 있었다.

차후 연구에서는 무선 가입자 망의 멀티캐스트 환경에서 적용할 수 있는 멀티캐스트 QoS 스케줄링 기법에 대해서 연구하고자 한다.

참 고 문 헌

[1] J. Liebeherr and N. Christin, "JoBS: Joint buffer management and scheduling for differentiated services," in Proc. of IWQoS 2001, June 2001.

[2] A. K. Parekh and R. G. Gallager, "A generalized processor sharing approach to flow control in integrated services networks: The single-node case," IEEE/ACM Trans. on Networking, vol. 1, no. 3, June 1993.

[3] V. Bharghavan, S. Lu, and T. Nandagopal, "Fair queuing in wireless networks: Issues and approaches," IEEE Personal Commun., pp. 44-53, February 1999.

[4] S. Lu, V. Bharghanvan, and R. Srikant, "Fair scheduling in wireless packet networks," IEEE/ACM Trans. on Networking, vol. 7, no. 4, pp. 473-489, August 1999.

[5] S. Lu, T. Nandagopal, and V. Bharghavan, "Wireless fair service algorithm for packet cellular networks," in Proc. of ACM MOBICOM, October 1998.

[6] J. C. R. Bennet and H. Zhang, "Hierarchical packet fair queuing algorithms," IEEE/ACM Trans. on Networking, vol. 5, no. 5, pp. 675-689, October 1997.

[7] C. Fragouli, et al., "Controlled multimedia wireless link sharing via enhanced class-based queuing with channel-state-dependent packet scheduling," in Proc. of IEEE VTC-98, 1998.

[8] M. H. MacDougall, Simulating computer systems : Techniques and tools, The MIT Press, 1992.

장 재 신 (Jae-Shin Jang)

정회원



1990년 2월 : 동아대학교 전자공학과 학사
 1992년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 석사
 1998년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사
 1997년 7월~2002년 2월 : (주)삼성전자 네트워크사업부 책임연구원

2002년 3월~현재 : 연세대학교 공과대학 전자정보통신공학부 조교수
 <관심분야> 이동통신망, 무선 랜, 무선인터넷, 센서네트워크, QoS control in wireless networks

최 진 식 (Jin Seek Choi)

정회원



1985년 2월 : 서강대학교 학사
 1987년 2월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 석사
 1995년 8월 : 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사
 1995년 9월~2001년 2월 : 공주대학교 조교수

1998년 9월~2000년 9월 : NIST 방문 연구원
 2001년 3월~2004년 2월 : 한국정보통신대학교 조교수
 2004년 3월~현재 : 한양대학교 부교수
 <관심분야> 스위칭 & 라우팅 시스템, 인터넷 QoS, 이더넷, 네트워크프로세서

곽 동 용 (Dong-Yong Kwak)

정회원



1983년 2월 : 동국대학교 전자계산학과 학사
 1985년 2월 : 동국대학교 전자계산학과 석사
 2004년 8월 : ICU 정보통신공학과 박사

1985년~현재 : 한국전자통신연구원 근무
 <관심분야> Flow router, 트래픽 스케줄링, OAM & protection switching mechanism