Fairness 보장을 위한 IEEE 802.11e 무선 LAN 패킷 스케줄링 기법 연구

장재신* · 전형익**

A study on fairness packet scheduling scheme in IEEE 802.11e WLAN system

Jaeshin Jang* · Hyung-ik Jeon**

요 약

서비스 가입자는 어떤 지역에 위치하고 있더라도 유사한 형태의 서비스를 동일한 가격에 제공받고 싶어 하는 강한 욕구를 가지고 있기 때문에 단말기의 위치에 따라 채널전송환경이 변하는 무선 통신 환경에서 단말기 별 Fairness를 유지하는 것은 서비스 처리량을 극대화해야 하는 목표와 함께 매우 중요한 목표 중의 하나이다. 따라서 본 논문에서는 무선 LAN 시스템에서 유사한 단말기들 간의 Fairness를 유지하기 위한 패킷 스케줄링 기법을 제안하고 성능분석을 수행하였다. 제안된 알고리즘의 주요 내용은 채널 전송오류에 의해 패킷 전송에서 실패한 무선 LAN 단말의 채널상태가 차후에 양호한 상태로 바뀌면 CW (Contention Window) 값을 감소시켜 채널경쟁에서 높은 우선순위를 갖게 하는 방법으로 보상서비스를 수행하여 것이다. 제안된 알고리즘은 네트워크 시뮬레이터인 NS-2를 이용하여 성능평가를 수행하였고, 수치 결과를 통해 제안된 알고리즘을 적용하였을 경우 유사한 단말 간의 서비스 처리량 차이를 줄일 수 있음을 확인하였다.

ABSTRACT

Since subscribers, who pay the same communication fees, have a strong desire to take similar services with the other users, it is an important issue to provide fairness among those subscribers wherever they are located. Therefore, in this paper we propose a QoS packet scheduler that can provide fairness among wireless LAN terminals and evaluate its performance using computer simulation. The key idea of this scheduler is to reduce the CW value of the wireless LAN terminal that has failed in sending its packets due to channel transmission error in order to offer the wireless LAN terminal a higher transmission priority which is the idea of service compensation. We evaluate its performance using NS-2 network simulator, compare its numerical results to those of IEEE 802.11e without this scheme, and conclude that this scheme can reduce throughput difference between similar wireless LAN terminals.

키워드

QoS, IEEE 802.11e, Fairness, 스케줄링, 보상서비스

Ⅰ. 서 론

인터넷을 통한 서비스가 텍스트와 그림 위주의 웹 서핑 서비스에서 음성, 데이터, 영상 등 다양화된 멀티미디어 정보들을 교환, 검색, 가공하는 복합적인 통신 서비스로 급격하게 바뀌고 있다. 서비스의 다양화와 병행하여

* 인제대학교 정보통신공학과
** (주)케이벨 근무

접수일자 : 2006. 4. 13

언제 어디서든지 자유롭게 네트워크에 연결하여 인터넷 서비스를 가능하게 하는 무선 통신망의 눈부신 발달로 무선 가입자 수가 급격하게 증가하고 있다. 저렴하게 고속 데이터 서비스를 이용할 수 있는 무선 통신망 시스템으로 IEEE 802.11 무선 LAN 시스템[1]이 도입되었고, 점차 다양해지는 응용 서비스들의 요구사항을 만족시키면서 효율적으로 수용하기 위해 IEEE 802.11 위원회에서는 IEEE 802.11e 규격을 제정하여 각 트래픽 별 서비스 품질 차등화를 제공하고 있다[2]. 802.11e 규격은 모든 트래픽을 4가지의 AC(Access Category)로 분류하고 각 AC 별 서로 다른 전송 파라미터를 사용하여 데이터 전송을 시도함으로써 트래픽 클래스 별 차별화된 QoS를 제공한다. IEEE 802.11e 규격을 포함하여 무선 LAN 시스템에서 서비스 차별화에 대한 연구는 많이 진행되었다[3]-[9][12][13]. 그러나 무선 채널 환경은 유선 채널 환경과 달리 채널 전송 오류가 빈번하게 발생하기 때문에 무선통신 시스템의 용량은 근본적으로 낮을 수밖에 없었다. 그래서 무선 통신 시스템에서 서비스 처리용량을 높일 수 있는 방법에 대해 연구가 많이 진행되었으며, 이런 연구의 결과로 무선 LAN 시스템에서 최대 54 Mbps까지 전송할 수 있는 IEEE 802.11a/g 규격이 완성되었다.

한편 유선망에서 트래픽 서비스 클래스들 간 서비스 처리량 측면에서 공정성을 보장하기 위한 연구가 유선망에서 많이 진행되었으며, 무선 채널 환경에서 단말기들 간의 Fairness를 보장하기 위한 연구도 많이 진행되었다[10][11]. 무선 채널환경에서는 단말기의 위치에 따라서 전송오류 및 전송속도가 달라지기 때문에 사용자가 인식하지 못하는 가운데 동일한 서비스 요금을 지불하면서 서비스는 제대로 받지 못하는 문제가 발생할 수 있다. 따라서 동일한 요금을 지불한 가입자나 유사한 단말기들 사이에 Fairness를 보장해주는 것이 매우 중요한 이슈가 되고 있다. 그러므로 본 연구에서는 유사한 서비스를 제공하는 단말기들이 채널 전송오류 때문에 발생할 수 있는 서비스 처리량 차이를 줄일 수 있는 방법을 제안하고 컴퓨터 시뮬레이션을 통해서 성능평가를 수행하였다. 컴퓨터 시뮬레이션은 NS-2 네트워크 시뮬레이터를 사용하였고[15], 알고리즘을 적용하지 않았을 경우의 서비스 처리량과 비교하여 본 연구에서 제안한 기법이 우수한 성능을 제공함을 보였다.

II장에서는 본 연구와 관련된 연구동향을 기술하며, III장에서는 제안한 패킷 스케줄링 방식에 대해서 설명하고 NS-2 시뮬레이션을 수행하기 위한 시스템 및 트래픽 모델링에 대해서 기술한다. IV장에서 NS-2 시뮬레이션을 통해 얻은 수치결과를 제시하고 분석한 뒤 V장에서 결론으로 끝맺는다.

II. 관련 연구동향

CSMA/CD (Carrier Sense Multiple Access/ Collision Detection) 기법에 기반을 둔 유선 LAN 시스템이 초기에는 10Mbps의 저속 시스템이었으나, 최근에는 100 Mbps 이더넷뿐만 아니라 10 Gbps 이더넷 시스템까지 등장하면서 눈부신 발전을 거듭하고 있다. 유선통신 시스템은 전송속도가 계속 증가하고 있으며, 가입자 수가 증가하더라도 유선 전송로를 계속 증설하면 되기 때문에 대역폭이 무한대라고 해도 과언이 아니다. 그러나 무선통신 시스템은 대역폭이 곧 무선 주파수 자원이며, 해당 사업자가 이용할 수 있는 무선 주파수 자원은 한정되어 있기 때문에 제한된 무선 대역폭을 효율적으로 이용하는 것이 매우 중요하다. 그 동안 무선 LAN에 대한 연구는 크게 두 가지 형태로 진행되었는데, 첫 번째 형태는 전송속도를 높이기 위한 연구이며, 이에 대한 결과로 IEEE 802.11 위원회에서는 최대 54 Mbps 속도로 전송 가능한 규격 802.11a/g를 제정하였고, 최근에서는 100 Mbps이상의 속도로 전송 가능한 802.11n 규격작업을 진행하고 있다. 무선 LAN에 대한 두 번째 연구는 데이터 전송 시에 트래픽 서비스 별로 차별화된 서비스를 제공하는 것이다. 이러한 연구의 결과로 IEEE 802.11e 규격이 탄생하였으며[2], 표준화 작업과 병행하여 산학연을 중심으로 무선 LAN 시스템에 대한 다양한 연구가 많이 진행되었다. 그 동안 진행된 연구 내용을 간단하게 요약해보면, 참고문헌[3]에서는 시스템 상태변수를 DCF의 백오프 (Backoff) 카운터 값, 현재 단말의 백오프 레벨, 그리고 마지막 전송부터 현재 시간까지의 슬롯 수를 사용하여 나타낸 뒤, 송신 및 수신을 통한 이벤트가 발생할 상태천이확률을 구하고 이 값을 기반으로 CW 값, IFS (Inter-Frame Spacing) 값, 전송을 위한 단말 수, 재전송 횟수 등을 변화에 따라 다양한 환경에서 시스템의 성능을 분석하였다. 또한 참고문헌[4]에서 유사한 접근방법을 사용하여 IEEE 802.11e EDCF 기법을 성능분석 하였는데, EDCF 기법에서 각 AC (Access Category)는 전송확률 p를 가지는 p-persistent로 모델링 하였으며, 슬롯, 슬롯 클래스, 슬롯 번호란 용어를 사용하여 성능분석을 수행하

였다. 그리고 IEEE 802.11 DCF 기법에서 다양한 트래픽들의 요구사항을 만족시키면서 트래픽들을 효율적으로 수용하기 위한 기법에 대한 연구도 많이 진행되었다. 참고문헌[5]에서는 DCF 기법에서 차등화 서비스를 제공하기 위한 방법으로 트래픽 별로 DIFS (DCF Inter-Frame Space)와 PIFS (PCF Inter-Frame Space)를 달리 사용하여 경쟁시도를 하기 위해 기다리는 지연시간을 다르게 하면서 트래픽 별로 백오프 시간 값도 각각 달리 할당하는 방법으로 서로 다른 트래픽에게 차별화된 QoS를 지원하는 방법에 대한 연구를 수행하였다. 최근에는 802.11e 규격 기반으로 채널 점유를 위해 경쟁할 때 사용되는 백오프 파라미터 값이나 IFS값 등을 트래픽 클래스 별로 다르게 설정하여 차등서비스를 수행하는 방법[6]과 기존의 DCF 기법과의 성능을 비교 분석하는 연구도 진행되었다[7]. 그리고 각 트래픽 별로 가중치를 다르게 설정하여 가중치에 따라 자신의 파라미터 값을 조정하는 스케줄링 기법도 연구되었다[8].

위에서 살펴본 바와 같이 무선통신에서 시스템 성능을 높이기 위한 연구와 서비스 차별화를 보장하기 위한 연구는 많이 진행되었지만, 단말들 간의 Fairness를 보장하기 위한 방안에 대한 연구는 유선망에서의 연구결과와 비교할 때 상대적으로 빈약하다. 특히 무선 LAN 시스템에서 유사한 트래픽 클래스를 사용하는 무선 LAN 단말들에게 서비스 처리량 측면에서 Fairness를 보장하기 위한 방법에 대한 연구는 거의 없다. Fairness를 제공하는 것과 서비스 처리량 극대화를 달성하기 위한 목표는 분명히 서로 상충되지만, 본 연구에서는 두 가지 서로 다른 목표를 적절하게 조화하여 동시에 달성할 수 있는 패킷 스케쥴링 기법을 제안하고 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 성능평가를 수행하였다.

III. 알고리즘 설명 및 모델링

본 연구에서 제안한 패킷 스케쥴링 기법은 각각 IEEE 802.11b 규격[1] 및 IEEE 802.11e EDCA[2] 기법에 기반을 두고 설계되었다. 무선 LAN 시스템의 성능평가에 대한 기존 연구결과들의 대부분은 채널상태와 무관하게 데이터 전송속도가 일정하다고 가정하고 있지만 실제로 운영되는 무선 LAN 시스템은 채널 상태에 따라 데이터 전송속도가 다르기 때문에 본 연구에서는 채널 상태에 따라 데이터 전송속도가 변하는 좀 더 실제적인 환경을 고려하였다. 즉 무선 LAN 송신 기지국(AP: Access Point)을 기준으로 단말기 수신 전력 값의 크기에 따라 서비스 영역을 그림 1과 같이 세 영역으로 구분하였다. 즉 단말이 A영역에 위치할 경우에는 11 Mbps속도로 전송가능하며, B영역에 위치할 경우에는 5.5 Mbps 속도, 그리고 C영역에 위치할 경우에는 2 Mbps속도로 전송하는 것으로 설정하였으며, 송신전력은 NS-2[15]의 무선 LAN 시뮬레이션 코드에 구현되어 있는 값과 동일한 값인 281.838㎽ 값을 사용 하였다. 수신전력 값과 해당 영역과의 관계는 다음과 같이 설정하였다.

- A 영역(11 Mbps): 수신 전력이 2㎼보다 큰 경우
- B 영역(5.5 Mbps): 수신 전력이 2㎼보다 작고 0.2㎼보다 큰 경우
- C 영역(2 Mbps): 수신 전력이 0.2㎼보다 작은 경우

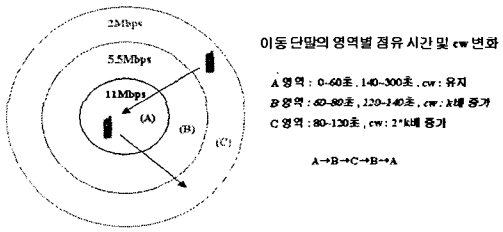

그림 1. 무선 LAN 단말 이동 예
Fig. 1. Mobility example of an WLAN STA

전송속도와 수신전력 사이에 관련된 참고자료를 구하기가 쉽지 않아 본 논문에서는 위 값과 같이 임의로 선정하여 사용하였고, 성능평가에서 사용한 전파모델은 Two-Ray ground reflection 모델을 사용하였으며[14], 이 모델에 따르면 수신 전력의 세기가 거리의 네제곱에 반비례한다. 무선 LAN 단말은 이동단말과 정지단말을 모두 고려하였는데, 이동단말의 경우는 시뮬레이션 시작 후 처음 60초 동안에는 A영역에 머물다가 80초까지는 B영역에 머물며, 이후에는 C영역으로 이동하여 120초까지 머문다. 그 후에 다시 B영역으로 옮겨와서 140초까지 머문 뒤, A영역으로 이동하여 시뮬레이션 종료 때까지 머무는 이동성 모형을 가정하였다. 그리고 무선 채널환경에서 서비스 처리량을 더욱 증대시키기 위해 영역 별로 CW (Contention Window) 값을 달리 설정하여 채널상태가 양호한 지역에 머무는 단말들의 전송기회를 높여주었다. 즉

A영역에 위치할 경우에는 표준에서 권장하는 CW 값을 그대로 사용하며, B영역에 위치할 경우에는 표준에서 권장하는 CW 값보다 k 배 큰 값으로 설정하여 A영역에 위치한 단말들에 비해 전송기회를 감소시켰고, C영역에 위치한 단말들에게는 2k 배 큰 값으로 설정하였다. 그리고 무선 LAN의 성능을 더욱더 증가시키기 위해 채널상태가 악화되어 전송오류 때문에 패킷을 전송하지 못하는 단말은 전송기회를 채널상태가 양호한 단말에게 양보하는 방법을 채용하였다[13].

본 연구에서 제안한 알고리즘의 목표는 동일한 영역에 위치한 단말들이 채널오류를 겪더라도 받을 수 있는 서비스 양의 차이를 감소시켜서 서비스 처리량 측면에서 동일한 영역에 위치한 단말들 간의 Fairness를 가능한 범위 내에서 유지하는 것이다. Fairness보장을 위해 본 연구에서 사용한 아이디어는 서비스 보상 개념을 활용하였으며, 서비스 보상 개념은 채널상태가 악화되어 패킷전송을 제대로 수행하지 못했던 무선 LAN 단말이 차후 채널상태가 양호한 상태로 바뀌면 동일한 영역에 위치한 다른 단말보다 상대적으로 작은CW값을 할당하는 것이다. CW값이 작으면 채널경쟁에서 높은 우선순위를 갖기 때문에 확률적으로 보상서비스를 수혜 받는 효과가 있다. 보상서비스를 실시함에 있어서 강제적으로 갑자기 서비스 보상을 실시하게 되면, 다른 단말들의 성능이 갑자기 저하될 우려가 있기 때문에 확률적으로 보상서비스를 실시하는 것을 권고하고 있다[11].

본 연구에서 제안한 알고리즘을 설명하기 위해 먼저 아래 표기들을 정의한다.

- n_Ret: 패킷 재전송 횟수
- n_CRet: 연속해서 증가한 보상서비스 횟수
- n_SC: 잔여 보상서비스 횟수
- rec_SC: 보상서비스가 진행 중임을 나타내는 flag (ON/OFF)
- n_TH: 보상서비스 필요 여부를 판단하는 Threshold 값
- m_TH: 채널오류상태의 장기간/단기간 여부를 판단하는 Threshold 값

먼저 MAC 계층에서는 패킷을 수신하면 상위계층으로부터 수신한 패킷인지 (무선채널을 통해 전송할 데이터 패킷 혹은 제어 프레임) 하위계층으로부터 수신한 패킷인지 (인접 노드로부터 무선채널을 통해 수신한 패킷 혹은 프레임) 판단한다. 상위계층으로부터 송신을 위해 수신한 패킷이면 패킷 송신절차를 수행하며, 하위계층으로부터 수신한 패킷이면 ACK 프레임인지를 체크한다. 수신한 패킷이 ACK 프레임이 아닐 경우에는 주어진 기타 패킷 수신절차를 수행한다. 수신한 패킷이 ACK 프레임일 경우에는 몇 번 재전송 후에 성공적으로 수신한 ACK프레임인지를 체크하며, 재전송 횟수(n_Ret)가 n_TH 값을 초과한 경우에는 현재 단말이 처해있는 채널상태가 양호하지 못하다고 판단하고, 차후에 보상서비스가 필요하기 때문에 보상서비스 횟수와 연속해서 증가한 보상서비스 횟수를 1회 증가시킨다(n_SC ++, n_CRet ++). 그리고 n_CRet 값이 m_TH값을 초과했을 경우는 해당 단말이 장기간 채널오류상태에 빠져 있다고 판단하며, 장기간 채널 오류상태에 빠진 경우는 보상하는데 한계가 있기 때문에 본 알고리즘에서는 보상서비스를 더 이상 진행하지 않는다. 따라서 보상서비스 관련 파라미터 값을 초기화 시키고 (n_CRet = n_SC = 0), 채널경쟁에서 제일 낮은 우선순위를 할당하기 위해 CW를 최대값으로 설정하여 우선순위를 최하로 낮춤으로써 서비스 처리량 증대를 시도하였다. 왜냐하면, CW를 크게 하면 채널경쟁에서 충돌사건을 분산시키는 효과 때문에 패킷 충돌로 인한 자원낭비를 줄일 수 있기 때문이다. 한편 패킷 재전송 횟수가 n_TH값을 초과하기 전에 ACK 프레임을 수신한 경우는 n_CRet변수와 n_Ret 변수 값을 초기화한 뒤, 보상서비스가 진행 중이면 (rec_SC = ON) ACK 프레임 수신으로 보상서비스가 정상적으로 완료된 것에 해당되기 때문에 보상서비스 횟수를 1회 감소시키고, 보상서비스 진행여부를 나타내는 변수 값을 OFF상태로 설정한다.

한편 패킷 송신 과정을 살펴보면 패킷 재전송 횟수 값이 n_TH보다 작을 경우에만 보상서비스를 진행하며, 잔여 보상서비스 횟수가 0보다 클 경우에는 CW값을 감소시켜 (CW = CW/k) 채널경쟁에서 우선순위를 높여주는 보상서비스를 수행하며, 보상서비스가 진행 중임을 나타내는 플래그 값을 ON으로 설정한 뒤 패킷을 전송한다. 패킷 전송 후 재전송 타이머가 종료되기 이전에 ACK을 수신한 경우는 2번으로 천이하며, 타이머 종료직전까지 ACK 프레임을 수신하지 못한 경우에는 패킷 재전송 횟수 값을 1회 증가시키고 패킷 재전송 절차에 돌입한다(그림 2에서는 1번 위치로 천이하며, MAC 계층에서 재전송 패킷을 수신하면 패킷 수신절차를 수행함).

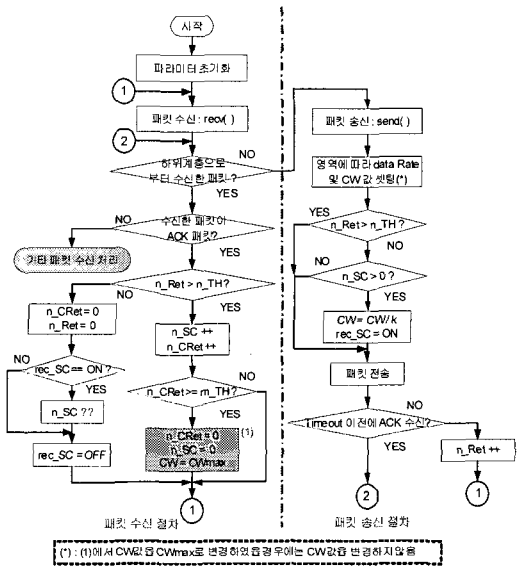

그림 2. 보상 기법을 사용한 Fairness 알고리즘
Fig. 2. Fairness algorithm with compensation scheme

성능평가를 위해 사용한 트래픽 및 시스템 파라미터를 표 1과 표 2에 나타내었으며, Fairness 비교를 위한 성능평가 척도로는 클래스 별 평균 서비스 처리량을 사용하였고 컴퓨터를 이용한 성능평가에서 식 (1) 과 같은 방법으로 구하였다.

$$\text{평균 서비스 처리량} = \frac{(\text{실제 전송된 패킷 크기})}{(\text{평균지연시간})} \quad (1)$$

표 1. 트래픽 파라미터
Table. 1. Parameters for traffic

항 목	값	항목	값
트래픽 종류	비디오	AIFSD	PIFS
Inter-arrival (sec)	Constant (0.01)	CWmin	15
프레임크기(byte)	1464	CWmax	31
AC	2	TXOP limit (msec)	6

표 2. 시뮬레이션 파라미터
Table. 2. Parameters for simulation

파라미터	값	파라미터	값
n_TH	2	m_TH	10
k	2	시뮬레이션 수행시간	1000 sec

Ⅳ. 성능분석 결과

먼저 컴퓨터 시뮬레이션을 이용한 성능평가에서 사용한 단말의 이동성 및 채널환경을 간단하게 기술한다. 3개의 비디오 단말이 존재하는 무선 LAN 환경을 가정하였고, 비디오 단말 1개는 그림 1에 나타낸 절차에 따라서 이동하며, 비디오 단말 2개는 영역 A에 정지해 있다고 가정하였다. 영역 A에 위치한 2개의 비디오 단말 중에서 비디오 단말 1개는 전송 중에 채널 오류가 발생하며 (성능결과 그림에서 "error STA"라고 표기하였음), 나머지 비디오 단말 1개는 성능평가 수행 중 전송오류가 전혀 발생하지 않는 환경을 (결과 그림에서 "no-err STA"라고 표기하였음) 가정하였다. 그리고 본 연구는 참고문헌[13]의 후속연구로 진행하였기 때문에 성능평가를 위해 구현한 시뮬레이션 코드의 검증 및 서비스처리량 극대화 등과 관련된 내용은 해당 참고문헌을 참고하기 바란다. Fairness 성능평가를 위해 n_TH 값을 2로 설정하였고, 패킷 전송 오류는 주어진 확률에 따라 불규칙적으로 발생한다고 가정하였다. 그러므로 재전송 횟수가 2회 이하로 발생하였을 경우에는 채널상태가 좋아졌다고 판단하여 서비스 보상절차를 시작하며, 재전송 횟수가 3회 이상 발생하면, 보상서비스가 필요한 것으로 판단한다. 그림 3과 4는 본 논문에서 제시한 알고리즘을 적용한 경우와 적용하지 않은 경우에 있어서 같은 영역에 존재하는 2개의 비디오 단말 (채널 상태가 나쁜 단말과 채널 상태가 좋은 단말) 의 평균 서비스 처리량과 평균 서비스 처리량의 차이 값을 나타낸 것이다.

그림 3을 참조하면 알고리즘을 적용하지 않은 경우에 비해 Fairness 유지를 위한 알고리즘을 적용하였을 경우 채널 상태가 좋지 않은 단말의 서비스 처리량은 오류 확률이 증가 할수록 Fairness 알고리즘을 적용하지 않은 경우에 비해 증가하는 반면, 오류가 없는 단말은 평균 처리량이 감소하는 것을 볼 수 있다. 이는 오류 확률이 증가 할수록 재전송이 많이 발생하므로 그만큼의 보상이 더욱 수행되기 때문에 오류 단말의 평균 처리량은 증가하지만 오류가 없는 단말의 경우에는 오류 단말의 서비스 처리량의 증가만큼 자신의 서비스 처리량은 감소를 하게 된다.

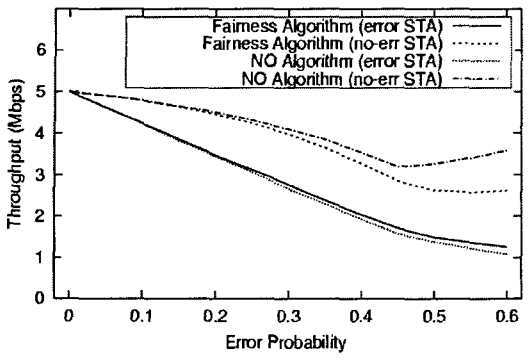

그림 3. 오류 확률에 따른 평균 서비스 처리량 비교
Fig. 3. Throughput comparison for various error probabilities

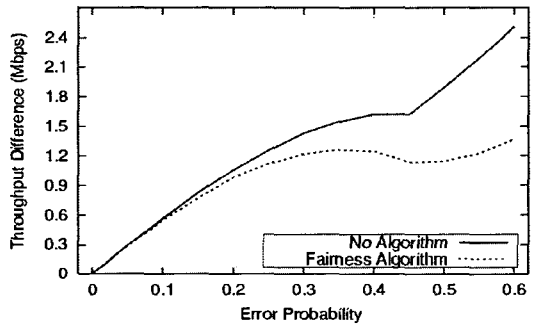

그림 4. 오류 확률에 따른 평균 서비스 처리량의 상대적 비교
Fig. 4. Relative throughput comparison for various error probabilities

이러한 사실은 그림 4에서 보는 바와 같이, 두 단말간의 서비스 차이 량에 의해 확인할 수 있는데 오류 확률이 증가 할수록 알고리즘 적용하지 않은 경우에는 서비스 차이 량이 계속 증가하지만, Fairness 유지를 위한 알고리즘을 적용한 경우에는 평균 서비스 처리량의 차이가 크게 줄어들고 있음을 확인할 수 있다. 그러므로 본 논문에서 제안한 알고리즘을 적용할 경우 서비스 보상을 확률기반으로 수행하기 때문에 단말에서 수혜 받은 서비스의 차이를 정확하게 0으로 보장할 수는 없지만 동일한 영역에 머물고 있는 동일한 서비스 클래스의 단말들 사이의 서비스 처리량 차이를 현저하게 감소시킬 수 있음을 확인할 수 있다. 그리고 오류확률이 0인 경우에도 다른 단말과의 전송 충돌에 의한 재전송이 발생할 수 있는데, 본 연구에서 제안한 Fairness 유지를 위한 알고리즘을 적용하면 전체 서비스 처리량이 소량이지만 증가함을 확인할 수 있었다 (즉 그림 3으로부터 정확하게 확인할 수는 없지만 오류확률이 0인 경우, 알고리즘을 적용하지 않은 경우의 오류 단말의 평균 처리량은 4.9975 Mbps이고, 알고리즘을 적용한 오류 단말의 평균 처리량은 5.0173 Mbps). 이러한 현상은 다른 단말과의 충돌에 의한 재전송이 3회 이상 발생하였을 경우, 다음 기회에서 전송오류를 겪은 단말의 CW값이 반으로 줄어들게 되며, 이는 다른 단말과 채널경쟁 시 충돌확률을 줄여주는 결과를 얻을 수 있기 때문에 전체적으로 평균 서비스 처리량이 소량이지만 증가한다고 설명할 수 있다.

V. 결 론

무선 LAN 시스템은 전송용량 증대와 차별화된 서비스 QoS 제공이란 측면에서 연구가 많이 진행되어왔으며, 이런 연구결과로 54 Mbps까지 전송이 가능한 IEEE 802.11a/g 규격이 제정되었고, 802.11n연구그룹에서는 100 Mbps 이상 전송속도를 제공하기 위한 무선 LAN 시스템을 연구하고 있다. 또 802.11e 규격에서는 트래픽 타입에 따라 채널 액세스 권한에 차이를 주어 트래픽 클래스별 차별화된 QoS를 제공하고 있다. 본 논문 저자는 이러한 연구동향에 발맞춰 무선 LAN 시스템의 용량을 더욱 증대시키기 위해 참고문헌[13]에서 새로운 무선 LAN용 스케줄링 기법을 제안한 바 있으며, 선행연구의 연속과제로서 본 논문에서는 동일한 영역에 위치한 무선 LAN 단말들 간 서비스 처리량 측면에서 Fairness를 제공하기 위한 새로운 스케줄링 기법을 제안하였다. Fairness를 제공하기 위한 방법으로는 채널 상태가 나빠서 재전송이 많이 발생하여 서비스 수행에서 불이익을 당한 단말에 대해 서비스 보상기법을 적용하여 서비스 처리량 면에서Fairness를 유지할 수 있도록 하였다. 서비스 보상기법으로는 해당단말의 채널상태가 차후 양호한 상태로 복귀하였을 경우에 확률적으로 채널경쟁에서 높은 우선순위를 갖도록 CW 값을 감소시켜주는 방법을 사용하였다. 본 연구에서 제안한 방법은 컴퓨터 시뮬레이션을 통해서 성능평가를 수행하였고, 알고리즘을 적용하지 않은 경우와 비교하여 서비스 처리량 차이 값을 확인하였다. 본 연구에서 제안한 스케줄링 기법이 서비스 처리량 면에서 알고리즘을 적용하지 않은 경우에 비해 서비스 처리량 차이를 많이 감

소시키는 것을 확인하였으며, 전체 서비스 처리량도 소량으로 증가하는 것을 확인할 수 있었다.

참고문헌

[1] IEEE Std. 802.11b, Supplement to Part 11: Wireless LAN medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications: higher-speed physical layer extension in the 2.4 GHz band, IEEE Std. 802.11b-1999, 1999.

[2] IEEE Std. 802.11e/D6.0, Draft Supplement to Part 11: Wireless medium access control (MAC) and physical layer (PHY) specifications: medium access control (MAC) enhancements for quality of service (QoS), November 2003.

[3] J. Zhao et al., "Performance study of MAC for service differentiation in IEEE 802.11," in Proc. of IEEE GLOBECOM'02, November 2002, pp. 17 - 21.

[4] 김종덕, "IEEE 802.11e EDCF 성능 분석과 평가," 한국통신학회논문지, 제29권 12A호, pp. 1356 - 1366, 2004년 12월.

[5] D. J. Deng and R. S. Chang, "A priority for IEEE 802.11 DCF access method," IEICE Trans. Commun, vol. E82-B, No. 1, January 1999.

[6] S. Mangold et al.,"IEEE 802.11e wireless LAN for quality of service," in Proc. of European Wireless'2002, February 2002.

[7] W. Pattara, P. Krishnamurthy and S. Banerjee, "Distributed mechanisms for quality of service in wireless LANs," IEEE Wireless Commun. Mag., pp. 26 - 34, June 2003.

[8] A. Banchs, A. and X. Perez, "Distributed weighted fair queuing in 802.11 wireless LAN," in Proc. of IEEE ICC'2002, April 2002.

[9] S. Choi et al., "IEEE 802.11e contention-based channel access (EDCF) performance evaluation," in Proc. of IEEE ICC'2003, May 2003, pp. 1151 - 1156.

[10] S. Tsao, "Extending Earliest Due-Date Scheduling Algorithms for Wireless Networks with Location-Dependent Errors," in Proc. IEEE VTC'2000, Boston, MA, September 2000.

[11] Bharghavan, S. Lu, and T. Nandagopal, ".Fair queuing in wireless networks: Issues and approaches," IEEE Personal Communications February 1999; 6(1):44-53.

[12] 전형익, 장재신, "IEEE 802.11e 무선 LAN에서 EDCA 기법 성능 분석," 한국해양정보통신학회 2005년도 춘계종합학술대회, 부산외국어대, 2005년 5월 27일, pp. 528 ~ 532.

[13] 전형익, 장재신, "IEEE 802.11e 무선 LAN 시스템에서 Throughput 증대를 위한 패킷 스케쥴링 기법 연구," 한국해양정보통신학회 2005년도 추계종합학술대회, 배제대학교, 2005년 10월 28일, pp. 421 ~ 425.

[14] T. S. Rappaport, *Wireless communications: principles and practice*, 2 ed., Prentice Hall PTR, pp. 120 ~ 125, 2002.

[15] S. McCanne and S. Floyd, "NS network simulator," version 2.27, http://www.isi.edu/ nsnam/ns.

저자소개

장 재 신(Jaeshin Jang)

1990년 2월 동아대학교 전자공학과 학사
1992년 2월 한국과학기술원 전기및 전자공학과 석사
1998년 2월 한국과학기술원 전기및전자공학과 박사
1997년 7월 ~ 2002년 2월 (주)삼성전자 네트워크사업부 책임연구원
2002년 3월 ~ 현재 인제대학교 공과대학 정보통신공학과 조교수
※관심분야 : 이동통신망, 무선 랜, 무선인터넷, 센서네트워크, QoS 스케쥴러

전 형 익(Hyung-ik Jeon)

2003년 2월 인제대학교 정보통신공학과 학사
2005년 8월 인제대학교 대학원 전자정보통신공학과 석사
2005년 8월 ~ 현재 (주)케이벨 근무
※관심분야 : Wireless LAN, VoIP