WLAN과 IP 망간의 QoS 연동 구조 및 성능분석

*김종성[0], *김정록, *김홍태, *정성호, **백승권
*한국외국어대학교 정보통신공학과, **한국전자통신연구원
*{ziippy[0], onlycom79, raycin, shjeong}@hufs.ac.kr, **skback@etri.re.kr

Architecture and Performance Analysis of QoS Interworking between WLAN and IP Networks

*Jong-Sung Kim[0], *Jeong-Rok Kim, *Hong-Tae Kim, *Seong-Ho Jeong, **Seungkwon Baek
*Dept. of Information & Communications Eng., Hankuk University of Foreign Studies, **ETRI

요 약

서비스품질(QoS) 보장은 지속적인 망자원을 필요로 하는 멀티미디어 응용을 지원하는데 있어 필수적인 사항이다. 무선 환경에서도 멀티미디어의 응용들이 많이 수용될 것으로 전망됨에 따라 무선 환경에서의 QoS 지원에 대한 중요성이 증가되고 있으나, QoS 지원방안이 개별적인 망단위로 연구되는 경우가 많다. 따라서, 이종 망들이 혼재하는 환경에서, End-to-End QoS를 보장하기 위한 QoS 연동에 대한 연구가 필요하다. 본 논문에서는 IEEE 802.11 WLAN과 IP 망간의 QoS 연동을 지원하기 위해 상이한 QoS 클래스 및 파라미터들 간의 맵핑 방안을 제시하고 시뮬레이션을 통해 End-to-End QoS가 지원됨을 입증한다.

1. 서 론

2세대 또는 3세대 이동통신망에서 제공하는 제한된 서비스를 확장하기 위한 망의 진화는 고속화, 브로드밴드화, IP 기반 그리고 유무선통합, 통신, 방송 융합의 컨버젼스로 요약할 수 있다. 차세대 이동통신망의 진화는 All IP 망을 지향하고 있으며, 이것은 국내의 BcN(Broadband Convergence Network)에서 목표하는 지향점과 동일하다. All IP 혹은 BcN에서의 주요 사항 중 하나는 IP 기반의 전송기술을 채용하되, End-to-End QoS를 제공하는 망의 구축이다.

All IP 기반의 차세대 이동통신망에서는 WLAN, WiBro, 2G, 3G, B3G/4G 등 다양한 무선 액세스망들이 IP 코어망에 접속될 것으로 전망되고 있다. 이러한 이종 액세스망(Heterogeneous Access Network) 환경에서 고품질 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해 QoS의 보장이 매우 중요하다. 특히 사용자가 체감하는 QoS, 즉, QoE (Quality of Experience)를 만족시키는 것이 중요하다. 이를 위해서는 서로 다른 무선 액세스망간 연동시 일관성있는 QoS를 제공하는 것이 필요하다.

그러나 이런 무선 액세스망간 QoS 연동을 제공하기 전에 무선 구간의 IP 기반 구조와 유선 기반의 IP 기반 구조가 접목되어, 이용자가 요구하는 QoS와 이동성을 보장하는 All IP 망의 구축이 요구된다. 이를 위해서 관련 표준화 기구에서는 QoS 및 이동성을 보장하기 위한 표준화 활동이 이루어지고 있다.

IEEE 802.11 WLAN은 WLAN 표준 중에서 상용화가 가장 활발히 진행되어 많은 사용자들이 사용하고 있다. 그러나 현재까지 상용화된 IEEE 802.11 WLAN 제품들은 best-effort 형식의 전송만을 제공하고 있어 멀티미디어 응용과 다수의 사용자들에게 차별화되고 안정적인 서비스를 제공하기에는 비효율적이다.

IEEE 802.11 WG에서는 새로운 TG를 만들고 기존 IEEE 802.11 WLAN의 MAC 프로토콜을 멀티미디어 통신과 다수의 WLAN 사용자들을 위해서 향상된 MAC 프로토콜을 개발하고 이를 IEEE 802.11e MAC 프로토콜이라고 명하였다.

IP 망에서는 잘 알려진 DiffServ를 사용하여 Edge Router에서 유입되는 패킷을 클래스별로 marking하고 Core Router에서는 이 marking된 정보를 기반으로 스케줄링하여 차별화된 서비스를 제공하는 것이 많이 고려되고 있다.

본 논문에서는 IEEE 802.11e MAC 프로토콜 중 EDCA 모듈을 사용하는 무선 노드가 IP 망을 통해 유선 상의 노드와 통신할 때 End-to-End QoS를 지원할 수 있도록 EDCA 모듈과 DiffServ간의 QoS 연동방안을 제시하고 성능을 분석한다.2절에서는 IEEE 802.11e MAC 프로토콜과 DiffServ의 특징을 간략히 기술하고 3절에서는 IEEE 802.11e MAC과 DiffServ간의 QoS 맵핑 방안을 제시한다. 4절에서는 시뮬레이션 결과를 통해 성능을 분석하며, 마지막으로 5절에서는 결론을 제시한다.

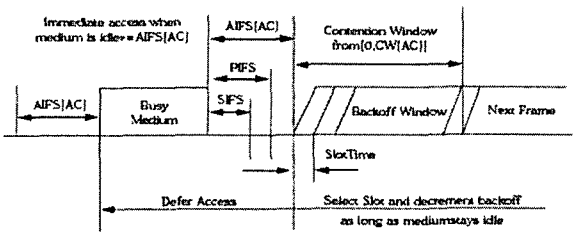
2. 관련 연구

2.1 IEEE 802.11e MAC 프로토콜

IEEE 802.11e에서 QoS를 제공하는 방식에는 우선순위 방식과 파라미터 방식이 있다. 우선순위 방식은 기본적인 QoS 제공 방안으로서 8단계로 서비스를 차별화할 수 있으며, 8단계는 다시 4등급의 AC(Access Category)로 나뉘어 서비스가 차별화가 이루어진다. 파라미터 방식에서는 트래픽의 특성에 따라 다양한 파라미터들을 정의하여 매체접근을 관장하는 HC(Hybrid Coordinator)가 적절히 매체 접근을 허가하는 진보된 방식으로 QoS를 제공한다.

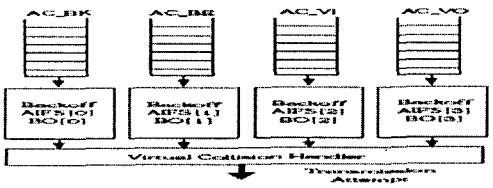
EDCA (Enhanced Distributed Channel Access)는 기존의 DCF가 향상된 형태라고 할 수 있다. [그림 1]은 802.11e STA

에 구현된 EDCA의 매체 접근 방식을 나타내고 있다.



[그림 1] IEEE 802.11e EDCA 채널 액세스 방식

[그림 2]에서는 EDCA에 있는 4개의 채널 액세스 function을 보여주고 있다. 각각은 AC_VO, AC_VI, AC_BE, AC_BK이며 각 function은 single enhanced DCF로 동작하고, 유입되는 트래픽들을 경쟁시킨다. 또한 각 큐에는 자신만의 AIFS를 가지고 있으며 자신만의 backoff counter를 관리하는 역할도 한다.



[그림 2] EDCA의 4가지 채널 액세스 기능

2.2 DiffServ

DiffServ는 음성 등과 같이 데이터의 흐름이 끊어지면 안되는 비교적 특별한 형식의 트래픽들에 대해, 다른 종류의 일반 트래픽에 비해 우선권을 갖도록 네트웍 트래픽을 등급별로 지정하고, 제어하기 위한 프로토콜이다. DiffServ는 서비스의 등급, 즉 CoS (Class of Service)라고 불리는 형태로 트래픽을 관리하는 진보된 방식이다. DiffServ는 802.1p에서의 태그 이용 그리고 ToS (Type of Service) 등과 같은 초창기 방식과는 달리, 주어진 네트워크 패킷을 어떻게 전달할 것인지를 결정하기 위해 단순히 우선 순위를 위한 태그를 붙이는 대신, 좀더 복잡한 정책이나 규칙을 사용한다. 주어진 패킷 이동 규칙에서, 패킷은 PHB (per hop behaviors)라고 불리는 64개의 가능한 전달 움직임 중 하나가 적용된다. IP 헤더 내 DSCP (DiffServ Code Point)라는 여섯 비트 길이의 필드가 주어진 패킷의 흐름에 대해 PHB를 결정한다.

PHB는 크게 3가지로 분류되며 이는 Best Effort (BE), Assured Forwarding (AF) 그리고 Expedited Forwarding (EF)으로 나뉜다. 그 중에서도 AF는 4 개의 클래스를 가지며 AF4*가 AF1*보다 우선순위가 높다. 각각의 클래스에는 3개의 drop precedence(low drop, medium drop, high drop) levels이 있다. DS 필드에 담을 수 있는 code point는 [그림 3]에서 볼 수 있다.

	Class 1	Class 2	Class 3	Class 4
Low Drop Prec	001010	010010	011010	100010
Medium Drop Prec	001100	010100	011100	100100
High Drop Prec	001110	010110	011110	100110

[그림 3] AF를 위한 code points

3. IEEE 802.11e EDCA와 DiffServ간의 QoS 맵핑

본 논문에서는 WLAN에서 EDCA를 이용하여 QoS를 제공하고, IP Network에서는 DiffServ를 이용하여 QoS를 제공하는 것을 고려한다. 최근 이종망간 연동이 이슈가 되면서 이들 망간의 QoS 맵핑이 중요한 문제로 등장하고 있다. 이러한 이종망간의 QoS 맵핑은 고정적일 수 없고 망 또는 사용자의 선택에 의해서 결정된다. [표 1]은 본 논문에서 사용한 QoS 클래스 간의 맵핑 방안을 나타내고 있다(한 예에 불과하며 다양한 형태의 맵핑이 가능하다).

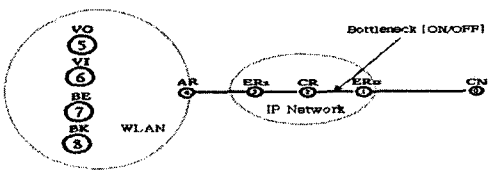
[표 1] WLAN과 IP 망간 QoS 맵핑 방안

WLAN QoS	DiffServ QoS
AC_VO	AF4*
AC_VI	AF3*
AC_BE	AF2*
AC_BK	AF1*

4. 시뮬레이션 및 성능분석

4.1 시뮬레이션 환경

본 논문에서는 시뮬레이션을 위해 보편적으로 사용되고 있는 NS-2를 사용하였으며, 사용한 버전은 2.26이다. NS-2.26에는 기본적으로 DiffServ 모듈이 포함되어 있지만, 802.11e EDCA 모듈을 포함되어 있지 않아 EDCA 모듈은 TKN에서 개발한 모듈을 사용하였다. 다음 [그림 4]는 시뮬레이션을 위한 망의 구성도이다.



[그림 4] 시뮬레이션 토폴로지

[그림 4]에서 볼 수 있듯이 WLAN의 4개의 노드들은 각각 트래픽을 발생시키며 상대 노드는 모두 CN (correspondent node)이 된다. [표 2]는 시뮬레이션 토콜로지 상의 각 노드들 간의 링크에 대한 설정을 정리한 것이다.

[표 2] 노드간 링크 설정

Link Position	Mode	Capa-city	Delay	Queue
Wireless Links	802.11	2 Mb	0 us	-
AR <-> ER1	Duplex	10 Mb	5 ms	DropTail
ER1 -> CR	Simplex	10 Mb	5 ms	dsRED/edge
CR -> ER2	Simplex	1 Mb	5 ms	dsRED/core
ER2 -> CR	Simplex	1 Mb	5 ms	dsRED/edge
CR -> ER1	Simplex	10 Mb	5 ms	dsRED/core
ER2 <-> CN	Duplex	10 Mb	5 ms	DropTail

[표 3]은 WLAN의 4개의 노드들이 발생시키는 트래픽을 정리한 것이다.

[표 3] 트래픽 설정

Source	Dest	Agent	App	Rate	Start
VO	CN	UDP	CBR	600 Kb	0.0s
VI	CN	UDP	CBR	600 Kb	0.1s
BE	CN	UDP	CBR	600 Kb	0.2s
BG	CN	UDP	CBR	600 Kb	0.3s

[표 4]는 IEEE 802.11e EDCA 모듈에서 사용하는 파라미터들을 정의한 것이다. 이는 IEEE 802.11e Standard/D13.0에 정의되어 있다.

[표 4] IEEE 802.11e EDCA 설정

Class	AIFS	CW_MIN	CW_MAX	TXOPLimit
AC_VO	2	7	15	0.001504
AC_VI	2	15	31	0.003008
AC_BE	3	31	1023	0
AC_BK	7	1023	1023	0

DiffServ는 IP 망을 위해서 개발되었으므로 무선 환경에서 개발한 시뮬레이션 모델에서 사용해야 하는 hierarchical addressing을 지원하지 않았다. 이에 따라 기존의 NS-2.26에 포함되어 있는 DiffServ를 수정하였고, hierarchical addressing을 사용해도 정상적으로 동작하는 것을 확인하였다. 다음 [표 5]는 DiffServ 환경 설정을 보여주고 있다.

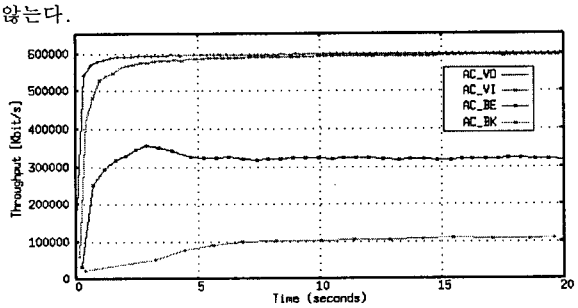
[표 5] DiffServ 설정

AF	Src	Dest	Queue ID	Scheduler	Weights
AF4*	VO	CN	3	WIRR	7
AF3*	VI	CN	2	WIRR	1
AF2*	BE	CN	1	WIRR	1
AF1*	BG	CN	0	WIRR	1

4.2 시뮬레이션 결과

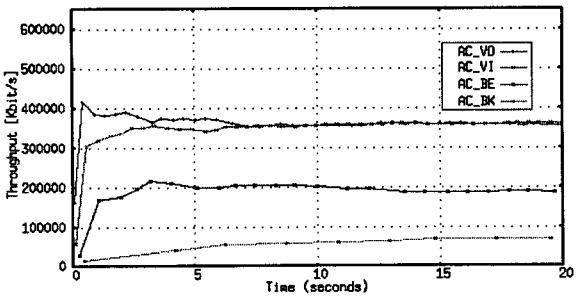
본 논문에서는 3가지 시나리오에 대한 시뮬레이션을 수행하였다. 첫 번째 시나리오는 IEEE 802.11e EDCA MAC을 사용하는 무선 노드들이 병목현상(Bottleneck)이 발생하지 않는 IP 망을 지나 CN과 통신하는 것이고, 두 번째 시나리오는 IP 망에 병목현상이 발생할 때 CN과 통신하는 것이고, 마지막으로 세 번째 시나리오는 병목현상이 존재하는 IP 망에 DiffServ를 적용시키고 3절에서 언급한 EDCA와 DiffServ와의 QoS 맵핑을 수행하는 기능을 추가하였을 때 CN과 통신하는 것이다. 각각의 시나리오에 대해서 Average Throughput을 측정하여 비교 분석하였다.

[그림 5]는 시나리오 1에 대해서 성능을 측정한 것이다. 총 4개의 트래픽들 중 AC_VO와 AC_VI는 600Kbps정도의 Throughput을 보이나, AC_BE와 AC_BK 트래픽은 잘 전송되지 않는다.



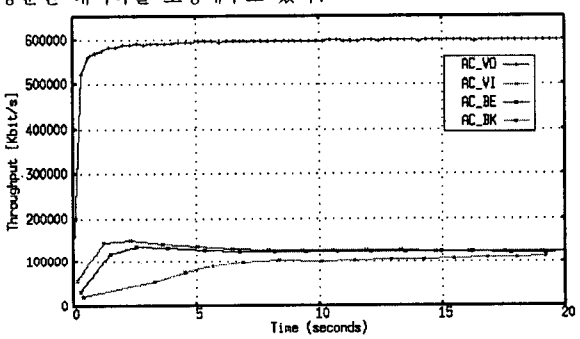
[그림 5] 시나리오 1에 대한 시뮬레이션 결과
시나리오 1 - 802.11e + IP Network (No Bottleneck)

[그림 6]은 시나리오 2에 대해서 측정한 것이다. 600Kbps 정도로 AC_VO, AC_VI 클래스가 제공받는 Throughput이 감소하는 것을 확인할 수 있다.



[그림 6] 시나리오 2에 대한 시뮬레이션 결과
시나리오 2 - 802.11e + IP Network (No Bottleneck)

[그림 7]은 시나리오 3에 대해서 측정한 것이다. EDCA의 클래스에 맞게 DiffServ를 설정하여 맵핑하여 AC_VO에게는 충분한 대역폭을 보장해주고 있다.



[그림 7] 시나리오 3에 대한 시뮬레이션 결과
시나리오 3 - 802.11e + IP Network with DiffServ(Has Bottleneck)

5. 결론

본 논문에서는 WLAN에서 QoS를 제공받는 이동노드(Mobile node)가 IP망을 통해 상대노드(Correspondent Node)와 통신할 때 End-to-End QoS를 지원하기 위해 DiffServ 기반 IP 망과 WLAN간의 QoS 연동방안(특히 QoS 맵핑)을 제시하고 NS-2를 이용하여 시뮬레이션을 수행하였다. 본 논문에서 제시한 QoS 맵핑은 WLAN의 QoS 메커니즘인 802.11e의 EDCA의 AC와 DiffServ와의 AF 클래스간의 맵핑을 통해 이루어졌다. 본 논문에서는 또한 연동 및 QoS 맵핑을 수행하는 시뮬레이션 모델을 개발하고 실제 시뮬레이션을 수행하였다. 시뮬레이션 결과를 토대로 QoS 맵핑을 수행하지 않은 경우에 비해서 QoS 맵핑을 수행한 경우가 응용 트래픽이 요구하는 QoS를 지원하는 것을 확인하였다.향후에는 좀 더 다양한 파라미터들간의 맵핑을 통해 QoS 연동을 향상시킬 수 있는 방안에 대해 연구가 필요하다.

6. 참고 문헌

[1] IEEE Std 802.11e/D13.0, "Medium Access Control (MAC) Enahncements for Quality of Service (QoS), January, 2005.
[2] Network Simulator (NS-2) . http://www.isi.edu/nsmam/ns/
[3] IEEE 802.11e EDCF Module, http://www.tkn.tu-berlin.de/research/802.11e_ns2. 2005
[4] IETF RFC 2597, "Assured Forwarding PHB Group"