

# UMTS 망과 WLAN 간의 QoS 연동 구조 및 성능분석

\*김중성<sup>0</sup>, \*김정록, \*김나래, \*정성호, \*\*백승권

\*한국외국어대학교 정보통신공학과, \*\*한국전자통신연구원

e-mail : \*{ziippy<sup>0</sup>, onlycom79}@hufs.ac.kr, \*hotwing55@hotmail, \*shjeong@hufs.ac.kr, \*\*skback@etri.re.kr

## Architecture and Performance Analysis of QoS Interworking between UMTS and WLAN Networks

\*Jong-Sung Kim<sup>0</sup>, \*Jeong-Rok Kim, \*Na-Rae Kim, \*Seong-Ho Jeong, \*\*Seungkwon Baek

\*Dept. of Information and Communications Engineering, Hankuk University of Foreign Studies, \*\*ETRI

### 요 약

서비스품질(QoS) 보장은 지속적인 망 자원을 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 망 단위로 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 UMTS 간의 QoS 연동을 지원하기 위해 상이한 QoS 클래스 및 파라미터들 간의 맵핑 방안을 제시하고 시뮬레이션을 통해 End-to-End QoS가 지원됨을 입증한다.

### 1. 서론

2 세대 또는 3 세대 이동통신망에서 제공하는 제한된 서비스를 확장하기 위한 망의 진화는 고속화, 브로드밴드화, IP 기반 그리고 유무선통합, 통신, 방송 융합의 컨버전스로 요약할 수 있다. 차세대 이동통신망의 진화는 All IP 망을 지향하고 있으며, 이것은 국내의 BcN에서 목표하는 지향점과 동일하다. All IP 혹은 BcN에서의 가장 큰 핵심사항은 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 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 중요하다고 할 수 있는데, 이를 위해서는 서로 다른 무선 액세스망간 연동성 있는 QoS를 제공하는 것이 매우 중요하다.

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 망이 구축되어야 한다. 이를 위해서 관련 표준화 기구에서는 QoS 및 이동성을 보장하기 위한 표준화 활동이 이루어지고 있다.

IEEE 802.11 LAN은 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 서비스 제공하기에는 비효율적이다.

IEEE 802.11 W.G에서는 새로운 T.G를 만들고 기존 IEEE 802.11 WLAN의 MAC 프로토콜을 멀티미디어 통신과 다수의 사용자들을 위해서 향상된 MAC 프로토콜을 IEEE 802.11e MAC 프로토콜이라고 명하였다.

본 논문에서는 IEEE 802.11e MAC 프로토콜 중 EDCA 모듈을 사용하는 무선 노드가 UMTS를 사용하는 무선 노드와 통신을 할 때 End-to-End QoS를 지원할 수 있도록 EDCA 모듈과 UMTS 간의 QoS 연동방안

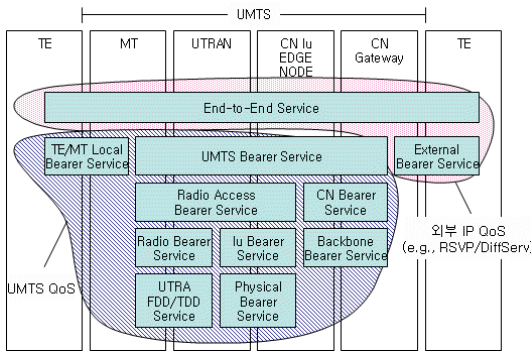
을 제시하고 성능을 분석한다. 2 절에서는 UMTS 의 중단간 QoS 를 제공하기 위한 구조와 IEEE 802.11e EDCA 모듈에 대해서 설명하고 3 절에서는 IEEE 802.11e MAC 과 UMTS 간의 QoS 맵핑에 대해서 설명한다. 4 절에서는 시뮬레이션 결과를 통해 성능을 분석하며, 마지막으로 5 절에서는 결론을 제시한다.

2. 관련 연구

2.1. UMTS 의 QoS 제공 구조

2.1.1. UMTS 의 중단간 QoS 범위 및 구성요소

3GPP UMTS (R6)를 토대로 한 중단간 (End-to-End) QoS 범위는 (그림 1)에 제시되어 있다. 이 그림에서 제시된 중단간 QoS 구조는 기본적으로 IP QoS 의 요구사항이 UMTS QoS 의 요구사항으로 변환되어 제공된다. IP QoS 를 제공하는 중단간 QoS 구조는 세부적으로, TE/MT Local Bearer Service, GPRS Bearer Service, External Bearer Service 로 세분된다. GPRS Bearer Service 는 Radio Access Bearer Service, CN (Core Network) Bearer Service 로 세분된다. IP QoS 는 DiffServ 나 RSVP 에 의해 제공될 수 있다[1][2].



(그림 1) 3GPP UMTS 를 토대로 한 중단간 QoS 제공 범위

2.1.2. UMTS Traffic Classes

QoS Negotiation 과 Setup 을 위해 사용되는 PDP Context 내의 QoS Profile 은 다음과 같은 값들로 이루어질 수 있다.

- traffic class
- transfer delay
- traffic handling priority
- 기타

UMTS 에서는 per-PDP QoS provisioning 이 이루어지고, MS 와 GGSN 은 패킷 분류를 위해 각각 독립적인 filter 들을 갖고 있다.

UMTS Profile 내에 포함되는 Traffic class 들의 종류와 특징은 다음과 같다.

- Conversational class
  - 대화형의 실시간 응용 (예: video telephony).
  - 고정된 자원의 할당이 필요.
  - 일정한 비트율 (bit rate)의 서비스가 필요.
- Streaming class
  - 스트리밍 미디어 응용 (예: video downloading).

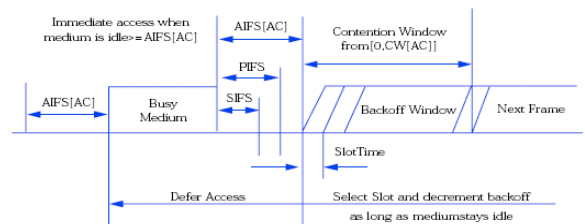
- 적절한 수준의 delay variation 은 허용 가능.
- 일정 비트율과 실시간 가변 비트율 서비스 형태로 제공됨.

- Interactive class
  - Throughput 의 보장을 필요로 하는 응용 (예: e-commerce, interactive Web).
  - 트래픽 flow 의 우선순위 제공이 가능함.
- Background class
  - 기존의 best-effort 응용 (예: background download of e-mails and files, etc.).
  - 최하위 우선순위를 갖는 서비스.

2.2. IEEE 802.11e MAC 프로토콜

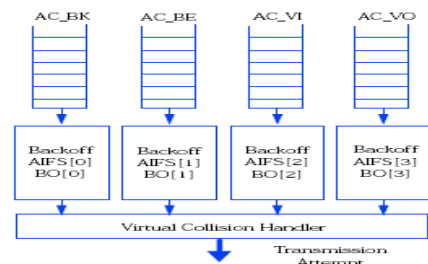
IEEE 802.11e 에서는 QoS 를 두 가지 경우로 나누어서 제공하고 있는데, 우선순위 방식과 파라미터 방식이 있다. 우선순위 방식은 기본적인 QoS 방법으로서 8 단계로 서비스 차별화를 선택할 수 있으며, 8 단계는 다시 4 등급의 AC (Access Category)로 나누어 서비스를 차별화 하고 있으며, 파라미터 방식에서는 트래픽의 특성에 따라 다양한 파라미터들을 정의해서 매체 접근을 관장하는 HC (Hybrid Coordinator)가 적절히 매체 접근을 허가하는 진보된 QoS 를 제공한다.

EDCA (Enhanced Distributed Channel Access)는 기존의 DCF 의 Enhanced 된 형태라고 할 수 있다. (그림 2)는 802.11e STA 에 구현된 EDCA 의 매체 접근 방식을 나타내고 있다[3].



(그림 2) IEEE 802.11e EDCA 채널 액세스 방식

(그림 3)에서는 EDCA 에 있는 4 개의 채널 액세스 function 을 보여주고 있다. 각각은 AC\_VO, AC\_VI, AC\_BE, AC\_VO 이며 각 function 은 single enhanced DCF 로 동작하고 유입되는 것을 경쟁시킨다. 또한 각 큐에는 자신만의 AIFS 를 가지고 있으며 자신만의 backoff counter 를 관리하는 역할도 한다.



(그림 3) EDCA 의 4 가지 채널 액세스 기능

3. IEEE 802.11e EDCA 와 UMTS 간의 QoS 맵핑

WLAN에서는 EDCA를 이용하여 QoS를 제공하고, UMTS에서는 PDP Context를 통해 traffic의 클래스를 나눈 후 QoS를 제공한다. 그러나 최근 이기종망간의 연동이 이슈가 되면서 이들 망간의 QoS를 어떻게 맵핑할 것인지 역시 이슈가 되고 있다. 그런 이러한 이기종망간의 QoS 맵핑은 고정적일 수 없고 사용자의 선택에 의해서 결정이 된다.

<표 1>은 본 논문에서 사용한 맵핑 방안으로 이는 WLAN의 각 AC들과 UMTS에서 제공하는 클래스들을 맵핑한 것이다.

<표 1> IEEE 802.11e EDCA와 UMTS 간의 QoS 맵핑

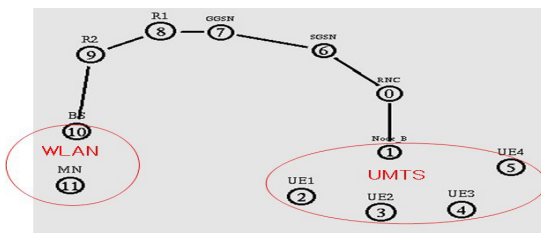
WLAN QoS	UMTS QoS
AC_VO	Conversational class
AC_VI	Streaming class
AC_BE	Interactive class
AC_BK	Background class

#### 4. 시뮬레이션 및 성능 분석

##### 4.1. 시뮬레이션 환경

본 논문에서는 시뮬레이션을 위해 보편적으로 사용되고 있는 NS-2를 사용하였으며, 사용한 버전은 2.26이다. NS-2.26에는 UMTS 모듈과 802.11e EDCA 모듈이 포함되어 있지 않다[4]. 따라서 UMTS 모듈은 SEACORN Project의 EURANE (Enhanced UMTS Radio Access Network Extensions for ns-2) 모듈을 사용하였다[5]. 802.11e EDCA 모듈은 TKN에서 개발한 모듈을 사용하였다[6]. EURANE 모듈은 802.11e EDCA 모듈에서 사용하는 hierarchical addressing 방식을 사용하지 않기 때문에, 두 모듈을 함께 동작시키기 위하여 EURANE 모듈을 hierarchical addressing 방식을 사용하도록 수정하였다.

본 시뮬레이션에서 구성한 topology는 [그림 3]과 같다. WLAN의 1개 노드가 UMTS의 4개 노드에게 각각 다른 종류의 트래픽을 발생시키게 된다.



(그림 3) 시뮬레이션 Topology

<표 2>는 각 노드들 간의 링크에 대한 설정을 정리한 것이다.

<표 2> 시뮬레이션 링크 설정

Link Position	Mode	Capacity	Delay	Queue
MN ↔ BS	802.11(e)	2 Mb	-	-
BS ↔ R2	Duplex	10 Mb	2 ms	DropTail
R2 ↔ R1	Duplex	10 Mb	10 ms	DropTail
R1 ↔ GGSN	Duplex	100 Mb	15 ms	DropTail
GGSN ↔ SGSN	Duplex	100 Mb	10 ms	DropTail
SGSN ↔ RNC	Duplex	100 Mb	10 ms	DropTail
RNC ↔ Node_B	Duplex	622 Mb	15 ms	DropTail

<표 3>은 WLAN의 노드 MN이 발생시키는 트래픽을 정리한 것이다.

<표 3> 시뮬레이션 트래픽 설정

Traffic	Src	Dst	Agent	App	Rate
Conversational	MN	UE1	UDP	CBR	700 kb
Streaming	MN	UE2	UDP	CBR	700 kb
Interactive	MN	UE3	UDP	CBR	700 kb
Background	MN	UE4	UDP	CBR	700 kb

<표 4>는 IEEE 802.11e EDCA 모듈에서 사용하는 파라미터들을 정의한 것이다.

<표 4> IEEE 802.11e EDCA 모듈의 파라미터 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

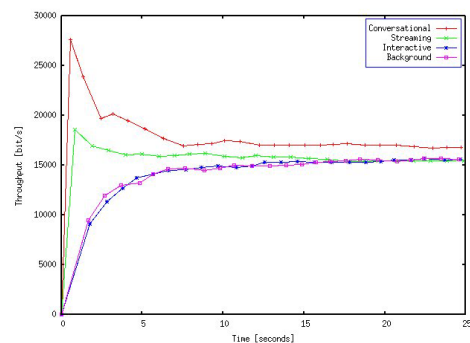
##### 4.2. 시나리오 1

이 시나리오는 WLAN이 기본 802.11 MAC을 사용하여 UMTS 망으로 트래픽을 전송하는 경우 Average Throughput을 측정하는 것이다. 이 시나리오에서 사용한 UMTS 채널은 <표 5>와 같다.

<표 5> 시나리오 1과 시나리오 2의 UMTS 채널 설정

Traffic	Channel	Downlink		Uplink	
		Rate	TTI	Rate	TTI
Conversational	Common	64 kbps	10 ms	64 kbps	10 ms
Streaming	Common	64 kbps	10 ms	64 kbps	10 ms
Interactive	Common	64 kbps	10 ms	64 kbps	10 ms
Background	Common	64 kbps	10 ms	64 kbps	10 ms

모든 트래픽은 유저들이 공유하는 common 채널을 사용하게 된다.

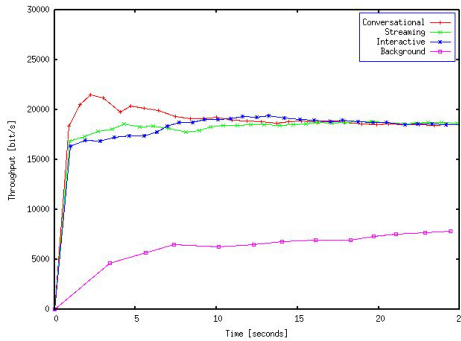


(그림 4) 시나리오 1에 대한 시뮬레이션 결과  
시나리오 1 - 802.11 + UMTS common channel

모든 트래픽은 WLAN과 UMTS의 QoS를 모두 보장 받지 못하고, UMTS의 common 채널의 대역폭인 64 kbps를 모든 트래픽이 공유하는 것을 볼 수 있다.

4.3. 시나리오 2

이 시나리오는 WLAN 에서는 IEEE 802.11e EDCA MAC 을 사용하고 UMTS 는 common 채널을 사용하는 경우이다. IEEE 802.11e WLAN 에서는 AC\_VO, AC\_VI, AC\_BE 그리고 AC\_BK 순으로 우선순위를 설정하였고 UMTS 채널은 시나리오 1 에서와 같이 <표 5>와 같이 설정하였다.



(그림 5) 시나리오 2 에 대한 시뮬레이션 결과  
시나리오 2 - 802.11e EDCA + UMTS common channel

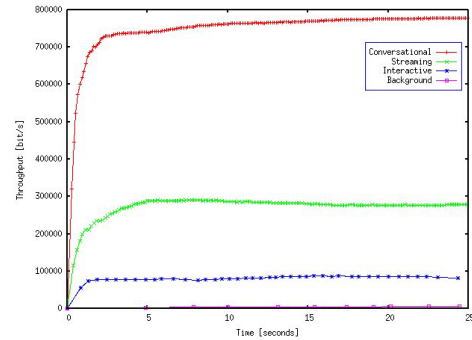
UMTS 망으로 들어오는 트래픽은 이미 WLAN 망에서 차별화되어 우선순위가 가장 낮은 Background (AC\_BK) 트래픽이 가장 낮은 throughput 을 보이고 있다. 하지만 나머지 트래픽은 채널의 남은 대역폭을 모두 사용하는 것을 볼 수 있다.

4.4. 시나리오 3

이 시나리오는 WLAN 에서는 IEEE 802.11e EDCA MAC 을 사용하고 UMTS 는 각 트래픽 성질에 맞는 클래스를 할당하여 필요한 대역폭을 보장한다. UMTS 의 클래스는 각각 다른 대역폭의 dedicated 채널이 할당되는 것으로 가정하고 시뮬레이션 하였다. IEEE 802.11e WLAN 의 설정은 시나리오 2 에서와 같은 우선순위를 사용하였고, UMTS 의 dedicated 채널의 설정은 <표 6>과 같다.

<표 6> 시나리오 3 의 UMTS 채널 설정

Traffic	Channel	Downlink		Uplink	
		Rate	TTI	Rate	TTI
Conversational	Dedicated	2000 kbps	10 ms	384 kbps	10 ms
Streaming	Dedicated	384 kbps	10 ms	64 kbps	20 ms
Interactive	Dedicated	128 kbps	20 ms	64 kbps	20 ms
Background	Dedicated	64 kbps	20 ms	64 kbps	20 ms



(그림 6) 시나리오 3 에 대한 시뮬레이션 결과  
시나리오 3 - 802.11e + UMTS dedicated channels

(그림 6)에서 볼 수 있듯이 UMTS 에서 각 트래픽에 해당하는 대역폭을 할당하는 경우 우선순위가 높은 트래픽일수록 원하는 대역폭을 사용할 수 있는 것을 볼 수 있다.

위의 시뮬레이션 결과를 정리해보면, 시나리오 1 과 시나리오 2 에서는 IEEE 802.11e 에서 IEEE 802.11 에서 제공하지 못한 트래픽 차별화를 가능하게 하였으나, UMTS 망에서 사용 가능한 대역폭이 제한되어 있어 우선순위가 높은 트래픽도 원하는 대역폭을 보장받지 못함을 알 수 있었다. 그러나, 시나리오 3 에서 볼 수 있듯이 UMTS 망에서 대역폭이 다른 dedicated 채널을 사용함으로써 우선순위가 높은 트래픽은 원하는 대역폭을 제공받을 수 있었다.

5. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 WLAN 에서 QoS 를 제공받는 무선 노드가 UMTS 에서 QoS 를 제공받을 수 있도록 QoS 맵핑 기능을 구현하였다. WLAN 의 QoS 메커니즘인 802.11e EDCA MAC 의 AC 와 UMTS 에서 각각의 트래픽마다 다른 대역폭이 할당된 채널간에 맵핑을 하여 NS-2 를 이용하여 시뮬레이션 하였다. 그 결과 QoS 맵핑을 수행하지 않은 시나리오에 비해서 802.11e 와 UMTS 간의 QoS 맵핑을 행한 시나리오에서 원하는 트래픽에 대해 QoS 를 보장해줄 수 있음을 확인할 수 있었다.

현재의 맵핑 관점은 대역폭이었지만 다른 QoS 의 주요 파라미터들의 맵핑방안은 앞으로 수행되어야 할 계획이다. 또한 무선 구간 이외에 IP 코어망에서의 QoS 제공방안인 DiffServ 나 RSVP 또는 NSIS 와의 QoS 맵핑 역시 앞으로 수행되어야 할 것이다.

참고문헌

[1] 3GPP TS 23.107: Quality of Service (QoS) concept and architecture (Release 6)  
 [2] 3GPP TS 23.207: End-to-end Quality of Service (QoS) concept and architecture (Release 6)  
 [3] IEEE std 802.11e/D13.0, "Medium Access Control (MAC) Enhancements for Quality of Service (QoS), January, 2005.  
 [4] Network Simulator (NS-2), <http://www.isi.edu/nsnam>  
 [5] Seacorn project, <http://seacorn.ptinovacao.pt>  
 [6] IEEE 802.11e EDCF Module, [http://www.tkn.tu-berlin.de/research/802.11e\\_ns2](http://www.tkn.tu-berlin.de/research/802.11e_ns2)