

All-IP 네트워크에서 CDMA 트래픽 측정기술을 이용한 고급 QoS 제공 기법에 관한 연구

준희원 김 석 훈*, 정희원 유 인 태**

Advanced QoS Provisioning Scheme using CDMA Traffic Measurement in All-IP Networks

Seok-Hoon Kim*, Associate Member In-Tae Ryoo** Regular Member

요 약

본 논문에서는 정확한 트래픽 측정을 기반으로 하여 멀티미디어 Application에 대한 QoS를 제공할 수 있는 향상된 QoS 보장 Scheme (AQPS : Advanced QoS Provisioning Scheme)을 제안하고 이를 검증하였다. 먼저, 본 논문에서는 1xEV-DV 시스템을 기반으로 하여 해당 시스템의 QoS 요구사항을 추출하고 CDMA 트래픽 측정기술을 사용하여 이에 맞는 QoS 제공 방법을 도출하였으며, 제안한 AQPS가 기존의 1xEV-DV 네트워크 보다 네트워크 관리의 효율성이나 성능 측면에서 향상되었음을 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 확인하였다.

Keyword : All-IP; CDMA; QoS; Traffic Measurement;

ABSTRACT

In this paper, we propose an advanced QoS provisioning scheme (AQPS) that can provide satisfied QoS for multimedia applications based on accurate traffic measurements. We first consider the 1xEV-DV system as a target system, extract QoS requirements of the system, and then develop a corresponding QoS provisioning method using CDMA traffic measurement. The AQPS has been verified to outperform the existing system used in the current 1xEV-DV network and to efficiently manage network resources by computer simulations.

I. 서 론

All-IP 네트워크는 Internet Protocol을 기반으로 하는 3세대 이후의 네트워크이다. 이에 대한 표준화 논의는 3GPP (3rd Generation Partnership Project)와 3GPP2 (3rd Generation Partnership Project2)에서 진행되고 있다. All-IP 네트워크는 기존 네트워크에 비해 IP Application 지원의 용이성, 경제성, 다양한 RAN 환경의 지원 등 다양한 장점을 갖고 있다. All-IP 네트워크는 이러한 이점들을 갖고 있는 반면에, best-effort 서비스 특성을 갖는 IP 기반이기 때문에 사용자들의 Multimedia Application의 활용 요구를 만족시키기 위한 QoS 보장 측면에

서 많은 취약점을 갖고 있다. 이러한 Application들은 대역폭, 지터, 지연, 전송율에 민감한 트래픽 특성을 갖고 있기 때문에 QoS를 보장하지 못하는 IP 네트워크는 다양한 인터넷서비스를 요구하는 사용자들의 요구를 충족시킬 수 없기 때문이다. 따라서 All-IP 네트워크에서 QoS 보장은 매우 중요한 문제로 부각되고 있다^[1].

유선 네트워크 상에서 QoS 보장을 위한 연구는 꾸준히 진행되어 왔으나, 무선 네트워크 상에서 QoS 보장에 대한 연구는 아직까지 미흡한 실정이며, 이중에서도 특히 3세대 이동통신을 기반으로 한 QoS 보장에 대한 연구는 초기단계라 할 수 있다. 물론, 유선 네트워크와 무선 네트워크는 QoS에 대

* 경희대학교 컴퓨터공학과(shkim@mic.khu.ac.kr), ** 경희대학교 전자정보대학(itryoo@khu.ac.kr)

논문번호 : 030393-0905, 접수일자 : 2003년 9월 3일

※ 이 논문은 2002년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음. (KRF-2002-003-D00293)

한 접근 방식이 다르기 때문에, 서로에 대한 절대적 비교는 부적절하다고 할 수 있다. 왜냐하면 주로 유선 네트워크는 3계층, 무선 네트워크는 2계층에 대한 QoS 관점을 갖고 있기 때문이다.

본 논문에서는 All-IP 네트워크의 QoS를 3계층의 관점에서 정의하고, QoS 보장 Scheme을 제안하였으며, 이를 바탕으로 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였다.

All-IP 기반의 CDMA 네트워크에서 트래픽 측정 및 제어는 네트워크 디자인에 있어서 매우 중요한 문제라 할 수 있다. 왜냐하면, 트래픽 측정은 최적의 무선 네트워크 엔지니어링을 위해 필수불가결한 요소라 할 수 있기 때문이다. 일반적으로 CDMA 무선 네트워크는 하나의 BTS (Base Station Transceiver)내에 비용효율이 뛰어난 다수의 중계기를 설치하여 셀을 구성한다. 그러나 비용효율이 뛰어난 중계기를 설치함에 따라 경제적으로 뛰어난 효율을 얻게 되는 반면에, 트래픽 측정 측면에서 보면 BTS로 유입되는 트래픽은 BTS와 다수의 중계기의 트래픽이 통합되어 나타나게 되므로 BTS 트래픽과 다수의 중계기의 트래픽을 구분하지 못하는 단점을 갖게 된다. 이러한 결과로 무선 자원 할당을 위한 트래픽 통계를 왜곡하게 되기 때문에 트래픽의 측정이 어렵게 된다. 따라서, 현실적으로 많은 트래픽이 발생하게 되는 지하공간이나 지하철 등에서의 트래픽 측정이 매우 어려운 것이 사실이다.

본 논문에서는 전술한 바와 같은 문제점을 해결하기 위해 BTS 트래픽과 중계기의 트래픽을 구분하여 QoS를 제공할 수 있는 무선 트래픽 제어 Scheme을 제안한다. 제안된 Scheme은 BTS와 MS (Mobile Station)의 거리에 따라 산출하는 구조를 갖고 있으며, 제안된 Scheme을 OPNET을 통해 시뮬레이션 하였다.

II. All-IP 표준화 동향

1. 3GPP의 All-IP 표준화 동향

3GPP의 All-IP 표준화는 TSG (Technical Specification Group)와 SA (System Aspect)에서 진행하고 있다. 해당그룹들을 무선 인터넷을 제공하기 위한 All-IP 네트워크 구조에 대한 요구사항을 정의하고 있다. 현재 정의된 것은 Release 5 표준으로써 W-CDMA 코어 네트워크 참조모델을 정의하고 있다. 이는 다시 CS (Circuit-Switched)

영역, PS (Packet-Switched)영역, IM (Internet Protocol Multimedia)영역으로 세분화 되어있다.

2. 3GPP2의 All-IP 표준화 동향

3GPP2는 모바일 멀티미디어 서비스를 위한 IP 아키텍처의 향상을 위해 많은 표준화를 진행하였으며, 이중에서도 산하의 Ad-Hoc 그룹은 무선 All-IP 네트워크 아키텍처 모델에 대한 표준화를 진행하고 있다. 기본적으로 3GPP2는 All-IP 네트워크의 End-to-End IP 연결성, 분산 제어 및 서비스, Legacy 네트워크의 게이트웨이 제공 등을 지향하고 있다^[2].

III. 1xEV-DV 시스템

본 논문에서 기술하는 1xEV-DV 시스템은 현재의 cdma2000 1x 서비스와 같은 RF carrier를 사용하며, 실시간 고속 Packet Data 서비스를 위해 최적화 되어있다. 즉, 1xEV-DV 시스템의 궁극적 목표는 1xEV-DV 시스템과 MS의 효율을 극대화시키는 것에 있다. 이를 위해 3GPP2의 표준화 문서에는 1xEV-DV 시스템의 효율을 극대화시키기 위한 여러 가지 기능들을 정의하고 있다.

3GPP2의 표준화 문서는 QoS의 기능, 특징 등에 대해서도 기술하고 있다. 먼저 표준화 문서에 나타난 QoS의 기능적인 특징은 QoS0001 ~ QoS0009에 걸쳐 각각의 기능을 명시하고 있으며, QoS는 네트워크 운영자가 Bandwidth, Latency, Jitter, 트래픽 Loss와 같은 4개의 서비스 항목을 고려하여 End User Application을 지원해야 한다고 기술하고 있다.

한편, 1xEV-DV 시스템의 데이터 전송률은 표 1과 같으며^[3], 표 2는 3GPP2의 표준화 문서에 정의된 트래픽 클래스들을 나타내고 있다^{[4],[6]}.

표 5. 1xEV-DV 시스템의 데이터 전송률

Peak Data Rate	Forward Link	Reverse Link
Outdoor, high speed vehicular	2.4 Mbps	1.25 Mbps
Outdoor, high speed vehicular (fully loaded)	600 Kbps	600 Kbps
Pedestrian speed	2.4 Mbps	2 Mbps
Stationary indoor	2.4 Mbps	2 Mbps

표 6. 트래픽 클래스

Class	Attributes of Traffic
Conversational	Two-way, low delay, low data loss rate, sensitive to delay variations.
Streaming	Same as conversational, one-way, less sensitive to delay. May require high bandwidth.
Interactive	Two-way, bursty, variable bandwidth requirements moderate delay, moderate data loss rate correctable in part.
Background	Highly tolerant to delay and data loss rate has variable bandwidth.

IV. CDMA 트래픽 측정

일반적으로 CDMA 트래픽의 측정은 트래픽의 거리 분포에 따른 Delay 특성을 이용한다. 이때 BTS 및 중계기의 트래픽 분포를 분석하기 위해서는 먼저 BTS와 중계기 각각의 트래픽에 대한 모델링이 필요하다. 따라서, BTS에 유입되는 호 전체를 랜덤변수 y 에 대해 모델링 하면 아래와 같이 표현할 수 있다.

$$f_Y(y) = p \frac{1}{\sigma_B \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(y - \eta_B)^2}{2\sigma_B^2}\right) + (1-p) \frac{1}{\sigma_R \sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{(y - \eta_R)^2}{2\sigma_R^2}\right) = pN(\eta_B, \sigma_B) + (1-p)N(\eta_R, \sigma_R) \quad (1)$$

즉, f_Y 는 BTS 유입 호와 중계기가 연결된 기지에서 BTS와 중계기로 유입되는 1. RTD 기반의 CDMA 트래픽 측정 호 전체에 대한 pdf가 더해지는 식을 갖는다. 따라서 BTS와 중계기는 각각의 확률분포함수를 갖는 두개의 정규분포가 단순히 더해진 누적 트래픽으로 나타난다. 한편, 위의 식에서

$\eta_B, \sigma_B, \eta_R, \sigma_R$ 는 각각 BTS 및 중계기로 유입되는 통화량에 대한 평균 거리 및 표준편차를 나타낸다^[7].

p 는 전체 트래픽에 대한 BTS 트래픽의 비율을 나타내고, $0 < p < 1$ 와 같은 범위를 갖는다. 즉 p 는 BTS의 트래픽을 말하며, 중계기 트래픽은 전체 1에서 BTS 트래픽을 제외시킨 $1 - p$ 가 된다. 그

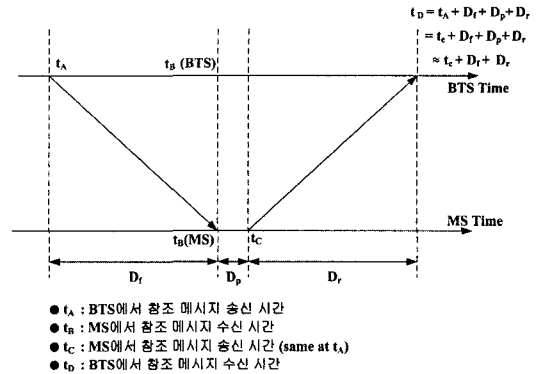


그림 1. AQPS에서 메시지 처리 과정

러나, 이러한 방식은 BTS 트래픽과 중계기 트래픽을 구분하지 못하는 단점을 갖는데, 이를 해결하기 위해 RTD (Round Trip Delay)를 이용하면 BTS와 중계기 트래픽의 정확한 측정이 가능하다. 그림 1은 AQPS에서 정확한 트래픽 측정을 위한 메시지 처리과정을 나타낸다.

그림 1로부터, RTD는 다음과 같이 구해진다.

$$RTD = t_D - t_C = D_f + D_r \quad (2)$$

RTD를 거리로 환산하기 위해서는 BTS와 MS의 통신 구간에서 소요되는 시간을 계산하여야 한다. RTD는 기지국의 Channel Element에서 계산되기 때문에 전파가 자유공간을 지나가는 시간외에도 BTS와 MS의 송수신 경로에서 소요되는 시간을 포함하게 된다.

순방향과 역방향의 Air Delay를 각각 D_{A1}, D_{A2} 로, BTS 송신경로와 수신경로의 소요 Delay를 각각 D_{B1}, D_{B2} 로, MS 송신경로와 수신경로의 소요 Delay를 각각 D_{M1}, D_{M2} 로 정의하면 D_f 와 D_r 은 식 (3)과 같다.

$$D_f = D_{A1} + D_{B1} + D_{M1}, D_r = D_{A2} + D_{B2} + D_{M2} \quad (3)$$

이때, BTS와 MS가 실시간으로 운용되는 시스템이기 때문에 BTS와 MS의 송수신 경로에서의 소요시간은 거의 일정하다. 따라서, $D_{B1}, D_{B2}, D_{M1}, D_{M2}$ 의 합을 상수 D_C 로 식 (4)와 같이 근사할 수 있다.

$$D_C = D_{B1} + D_{B2} + D_{M1} + D_{M2} \quad (4)$$

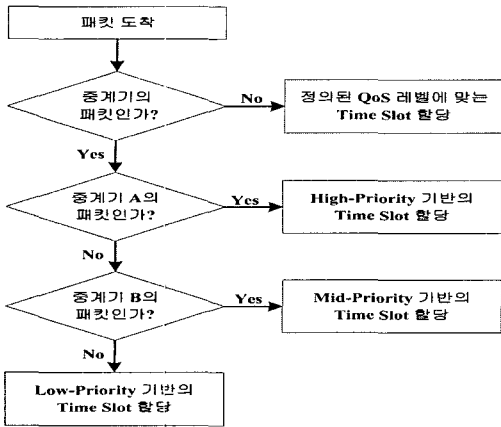


그림 2. 우선순위 기반의 Time Slot 할당

한편, CDMA 기지국 채널카드에서는 1/8 chip 단위로 RTD를 구하기 때문에 RTD 값은 공간거리 d 에 따라 정해진 식을 1/8 chip 단위로 나누면 식 (5)과 같이 표현된다.

$$d = 15.259 \times (RTD - D_C) [meters] \quad (5)$$

RTD 기반의 CDMA 트래픽 측정 방법은 중계기로부터 인입되는 트래픽에 Delay Circuit을 두어 BTS와 중계기의 트래픽을 분류한다.

즉, 중계기로부터 인입되는 트래픽에 대해 각 중계기마다 서로 다른 지연회로를 두어 BTS와 중계기로부터 인입되는 트래픽을 분류하는 방식이다. 이러한 트래픽 분류방법이 서비스 제공에 있어서 크게 영향을 미치지 않는 이유는, 해당 서비스 제공을 위한 허용오차 범위 내의 지연 값을 갖는 방식을 취하기 때문이다. 따라서, Voice 트래픽의 경우 Communication에 지장을 주지 않는 허용오차 범위 내의 지연값을 갖는 지연회로를 사용하기 때문에 서비스 제공에 있어 문제시 될 것이 없다. 그러나 이러한 방식을 Data 트래픽에 그대로 적용할 경우, 단지 중계기에서 인입되는 트래픽 (지연회로를 거치는 트래픽)이라는 이유만으로 BTS 트래픽이나 여타 다른 중계기의 트래픽 보다 더 많은 Delay를 갖는다는 단점이 있다. 따라서 AQPS에서는 이러한 문제점을 해결하기 위해 우선순위 기반 스케줄러를 이용한다. 그림 2에서 보듯이, AQPS 우선순위 기반 스케줄러는 트래픽 분류를 위해 지연회로를 통과하여 들어오는 중계기의 트래픽들에 대해, 해당

중계기의 지연회로의 Delay에 상응하는 우선순위를 배정하게 된다. 결과적으로 AQPS 우선순위 기반 스케줄러를 통해 인입되는 모든 트래픽이 형평성을 제공받게 되는 것이다. 이는 정확한 Time Slot 배정을 통해 BTS와 중계기의 트래픽을 정확하게 분류할 수 있다는 장점도 갖게 된다. 한편, 그림 2는 BTS내에 3개의 중계기를 갖는 경우를 가정한 AQPS의 우선순위 기반 스케줄러의 Time Slot 할당 Mechanism이다.

V. Advanced QoS Provisioning Scheme

3GPP2의 표준화 문서에 따르면 CDMA 네트워크에서 DSCP (Differentiated Service Code Points)를 제공하기 위해 RFC 2474, 2597, 2598을 준수해야 한다고 명시되어 있다. 제한한 AQPS 시스템은 이러한 사항을 준수하고 있으며, 다음과 같은 특징을 갖는다^{[8][9]}.

- Time Slot을 기반으로 한 RSVP (Resource reSerVation Protocol)를 사용한 스케줄링
- 다수의 중계기를 갖는 BTS에서의 트래픽 분류
- 적절한 QoS 파라미터 매핑을 통한 2계층과 3계층의 Seamless한 연결성 제공
- 네트워크 유휴자원을 활용한 네트워크 Throughput 극대화

CDMA air interface에서 사용자에게 자원을 할당하는 것은 주로 SIR control이나 spreading control 방식을 이용한다. 본 논문에서는 다양한 spreading control 방식과 결합하여 사용자에게 매우 간단하게 자원을 할당하여 대역폭을 조절할 수 있는 fixed target SIR을 기반으로 하는 적응적 power control 방식을 사용하였다. 또한, 본 논문에서는 intracell 사용자에게 대한 interference와 모든 intercell 사용자로부터의 total interference가 없는 white Gaussian noise 모델을 가정하였다. 왜냐하면 이것은 셀 내의 사용자가 orthogonal spreading code, 동기식 전송, multi-path 효과와 같은 것들을 사용할 경우 무시할 수 있는 요인이기 때문이다. 이러한 가정 하에 air interface의 capacity는 다음과 같이 표현될 수 있다.

$$\sum_{k=1}^K SIR_k \cdot \frac{r_k}{W} \cdot \frac{P_I}{L_k} \leq P_T \quad (6)$$

이때 K 는 셀 내의 사용자 수이고 W 는 chip rate이며 P_T 는 base station의 최대 transmit power이다. 또한 P_I 는 다른 셀의 interference와 thermal noise power의 합이며, r_k 는 사용자 k 에 대한 transmission data rate이다^[10].

상기의 식을 기반으로 N 개의 클래스를 갖고 latency을 L_{max} / L_{min} 을 갖는 AQPS 스케줄러의 가용 최대 throughput C 는 다음과 같다^[11].

$$C = \frac{\sum_{n=1}^{n_0} P_n + \sum_{n=n_0+1}^N P_n (L_{min} / L_{max})}{\sum_{n=1}^{n_0} P_n / R_n + \sum_{n=n_0+1}^N (P_n / R_n) (L_{min} / L_{max})} \text{ bps} \quad (7)$$

이때 $R_1 < R_2, \dots, R_N$ 과 n_0 는 모든 $n > n_0$ 에 대해 $R_n > C$ 를 만족하는 동안 모든 $n \geq n_0$ 에 대해 $R_n \leq C$ 이다.

상술한 바와 같은 내용을 바탕으로 AQPS에서는 다음과 같은 사항들을 가정한다.

- BTS와 중계기 사이의 링크는 매우 Reliable하다.
- BTS와 중계기 사이의 링크는 충분한 대역폭을 갖고 있다.

그림 2에 도시한 바와 같이, AQPS 시스템은 식 (7)의 d 를 기반으로 하여 BTS와 중계기의 트래픽을 구분할 수 있으며, 또한 트래픽 분류를 위해 필연적으로 발생하는 BTS와 중계기 트래픽에 대한 불균형적인 Delay를 보정할 수 있는 mechanism을 갖고 있다.

전술한 바와 같이, 1xEV-DV 네트워크 Throughput은 SIR에 의해서 결정된다. 따라서, 신호를 증폭해 줄 수 있는 중계기와 같은 장비는 SIR을 좋게 만든다. 그러나 중계기라는 장비의 특성상 증가된 SIR을 효과적으로 사용할 수 있는 방법이 없기 때문에, 단순히 BTS 셀 내에 중계기를 설치하는 것만으로는 전체 네트워크의 Throughput을 증가시킬 수는 없다. 따라서 본 논문에서는 전체 네트워크 Throughput 증가를 위해 중계기가 SIR을

향상시킬수 있는 점에 착안한 AQPS를 제안한다.

같은 절대위치에 있는 MS라 할지라도 중계기의 설치 유무와 MS가 BTS 셀에 속하는지 중계기 셀에 속하는지에 따라 SIR 값이 다를 수밖에 없다.

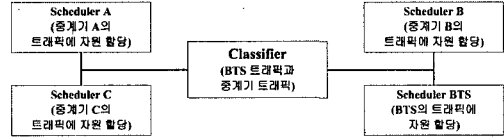


그림 3. AQPS Classifier

즉, 다수의 중계기를 갖는 BTS에서 셀의 크기를 좀더 세분화하게 되므로, SIR 값이 좋은 MS에게 좀더 많은 Time Slot을 할당해 줄 수 있기 때문에 전체 네트워크의 Throughput이 증가하게 된다.

AQPS는 BTS내의 중계기로부터 인입되는 트래픽을 구분하기 위해 그림 3과 같은 Classifier를 사용하고 또한 그에 따른 각각의 스케줄러를 사용한다. 즉, 다수의 중계기를 갖는 BTS는 BTS에 비해 비용효율이 뛰어난 중계기를 가지고도 중계기 수와 같은 개수의 BTS를 갖고 있는 것과 같은 효과를 누릴 수 있게 되는 것이다. 또한 각각의 스케줄러를 통해 식 (7)에서 산출되는 최대 Throughput의 설정을 통하여 시스템의 유휴자원을 좀더 효율적으로 사용할 수 있다.

그림 4. AQPS의 서비스 매핑

표 8. AQPS의 트래픽 클래스 (1)

Characteristics	Conversation	Streaming
최대 bit rate(kb/s)	< 3072	< 3072
최대 패킷 사이즈(byte)	≤ 1500 or 1502	≤ 1500 or 1502
패킷 에러율	10^{-2} , $7 \cdot 10^{-3}$, 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}	10^{-1} , 10^{-2} , $7 \cdot 10^{-3}$, 10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-5}
전송 지연(ms)	100 maximum	250 maximum

표 9. AQPS의 트래픽 클래스 (2)

Characteristics	Interactive	Background
최대 bit rate(kb/s)	< 3072 - overhead	< 3072 - overhead
최대 패킷 사이즈(byte)	≤ 1500 or 1502	≤ 1500 or 1502
패킷 에러율	10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-6}	10^{-3} , 10^{-4} , 10^{-6}
전송 지연(ms)	If available	N/A

AQPS 시스템은 모바일 네트워크의 유휴자원에 기반한 Time Slot 할당 방식을 사용한다. 즉, SIR 값이 좋고 연결을 유지하고 있는 MS에게 좀더 많은 자원을 할당함으로써 전체 네트워크 Throughput을 향상시키는 방식을 사용한다. 이때 각각의 스케줄러는 식 (12)에 근거한 미리 정의된 QoS 클래스에 맞는 Throughput 만을 할당하기 때문에 하나의 스케줄러를 사용할 때보다 좀더 효율적인 유휴자원의 관리가 이루어진다. 이때의 전제 조건은 MS의 packet에 대해 표 2에 정의된 QoS 클래스를 만족시킬 수 있는 Time slot을 할당해야 한다는 것이다.

한편 MS의 packet이 Internet에 유입되는 경우에는 End-to-End QoS를 만족시키기 위해 RSVP와 DiffServ를 도입하였다. 이는 그림 4에 나타나 있듯이 AQPS 시스템에서는 MS의 RSVP 지원 여부에 따라 RSVP가 사용되며, Internet의 경계에서 일어나는 DiffServ 매핑은 3GPP2의 표준화 문서와 RFC 2475에 명시되어 있는 바를 따른다. 이때, MS가 RSVP를 지원하는 경우 RSVP 송신자는 BTS가 된다.

AQPS의 QoS 파라미터는 각각의 트래픽 클래스에 따라 표 3과 4에 정의되어 있다.

AQPS 시스템을 요약하면, AQPS는 먼저 BTS와 중계기의 트래픽에 대해 RTD에 기반한 트래픽 분류를 통해 생기는 Delay를 보정해 주는 우선순위 기반 스케줄러를 사용하고, 이렇게 분류된 트래픽을

다시 SIR 기반의 AQPS 스케줄러를 사용하여 유휴자원의 이용을 극대화 하는 시스템이다. 또한 AQPS 시스템은 Internet으로 유입되는 Packet에 대해 RSVP와 DiffServ를 활용하여 End-to-End QoS를 만족시킬 수 있도록 한다.

VI. 성능평가

본 논문에서는 제안한 AQPS를 검증하기 위해

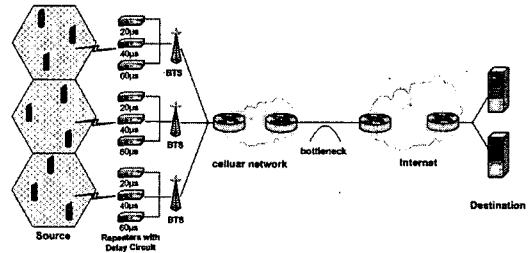


그림 5. 성능분석을 위한 네트워크 모델

그림 5와 같은 시뮬레이션 모델을 구축하였으며, 모델에 사용된 모든 장비들은 OPNET을 사용하여 구축하였다. 표 3과 4에는 AQPS에서 시뮬레이션을 위해 사용한 파라미터가 정의되어 있다.

그림 5에서 보듯이 중계기 내에 각각 20µm, 40µm, 60µm의 지연값을 갖는 Delay Circuit을 두었으며, 그림 5는 셀 내의 하나의 섹터만을 도시하였으나, 실제 시뮬레이션 시에는 3개의 섹터를 모두 구축하여 실험하였다.

일반적으로 CDMA 시스템은 120°의 서비스 영역을 갖는 α, β, γ의 세 섹터를 갖고 있으며, 각 섹터마다 최대 3개의 중계기를 갖도록 되어있다. 따라서, 본 논문에서 사용한 시뮬레이션 모델에서도 이를 충분히 반영하였다.

또한 그림 6은 본 논문에서 사용한 성능분석을 위한 구성 모델로서 BTS 내의 구성 모듈을 나타낸 것이다. 그림 6의 TDMA_MAC 모듈에 본 논문에서 제안한 구조 및 스케줄러 작동 방식을 정의하여 실험하였다.

그림 7은 Forward Link의 MS의 Throughput 비교이다. 그림에서 사각형 형태의 점은 1xEV-DV 시스템의 Throughput으로 평균적으로 2.466Mbps의 Throughput을 나타내고 있으며, 표준 편차는 0.147Mbps이다. 반면에, 다이아몬드 형태의 점은 AQPS의 Throughput으로 평균적으로 2.692Mbps의 Throughput을 나타내고 있으며, 표준 편차는

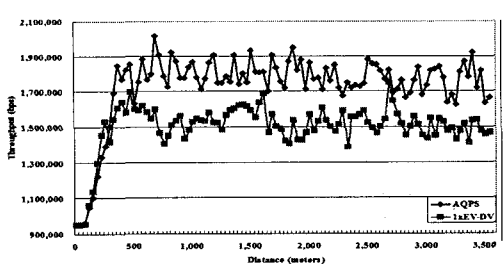


그림 6. 성능분석을 위한 구성 모델

그림 6. 성능분석을 위한 구성 모델

0.207Mbps이다. 이와 유사하게 그림 8은 Reverse Link에서의 MS의 Throughput 비교이다. 마찬가지로 1xEV-DV 시스템은 평균적으로 1.501Mbps의 Throughput을 나타내고 있으며, 표준편차는 0.134Mbps이다. AQPS는 평균적으로 1.732Mbps의 Throughput을 나타내고 있으며, 표준편차는 0.203Mbps이다.

일반적으로 1xEV-DV 서비스는 거리에 따라 Throughput에 차이가 있어야 하나, 이러한 요인을 증계기를 통해 보정해 주고 있음을 시뮬레이션 결과가 나타내고 있다.

그림 9과 10은 각각 Forward Link와 Reverse Link에서의 트래픽 클래스에 대한 Delay 비교이다. 시뮬레이션 결과는 AQPS의 시뮬레이션 결과가 표 3과 4의 트래픽 클래스에 따른 QoS 파라미터를 만족함을 보이고 있다. 그림 7과 8에서와 마찬가지로 그림 9와 10이 Delay 측면에서 똑같은 클래스임에도 불구하고 현격한 차이를 보이는 것은 Internet 트래픽의 특성상 Forward Link와 Reverse Link의 트래픽이 비대칭적이기 때문이다.

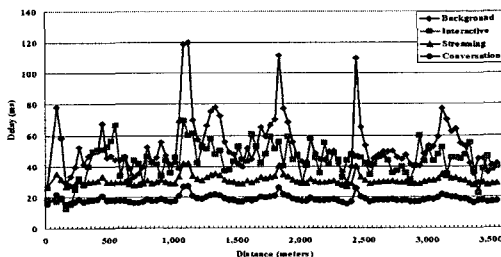


그림 9. Reverse Link의 각 트래픽 클래스의 Delay 비교

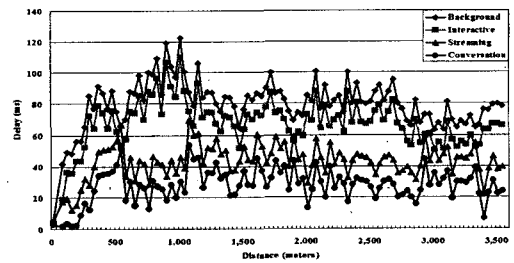


그림 10. Forward Link의 각 트래픽 클래스의 Delay 비교

VII. 결론

본 논문에서는 All-IP 네트워크에서 Multimedia Application을 효율적으로 제공하기 위한 방안으로써 RTD기반의 QoS Scheme을 제안하였다. 이를 위해 기존 시스템의 QoS 요구사항을 도출하였으며, 이를 바탕으로 제안된 AQPS는 기존의 1xEV-DV 시스템을 개선하여 좀 더 향상된 Throughput을 나타내었다. 또한 AQPS를 통해 RTD 기반의 트래픽 측정을 비롯하여 기존의 비효율이 뛰어난 증계기를 좀 더 적극적으로 활용할 수 있는 방안 및 QoS를 제공할 수 있는 방안을 제시하였다.

All-IP 네트워크는 더 이상 먼 미래의 네트워크가 아니다. 그러나 All-IP 네트워크는 해결해야 할 많은 문제점을 안고 있는 것도 사실이다 (고속화, 광대역화, QoS 등). 본 논문에서는 All-IP 네트워크의 무선 모바일 네트워크를 1xEV-DV로만 국한하였으나, AQPS는 다른 air interface를 갖는 다양한 RAN에 대해서도 적용할 수 있을 것으로 기대된다. 또한 AQPS가 새로운 QoS 보장 기술과 결합한다면 All-IP 네트워크의 전체적인 성능을 획기적으로 향상시킬 수 있을 것으로 예상된다.

참고 문헌

- [1] Tomas Robles *et al.*, "QoS Support for an All-IP System Beyond 3G," IEEE Communications Magazine, vol.39, no.8, pp. 64-72, August 2001.
- [2] Youngkyun Kim *et al.*, "All-IP Standardization on IMT-2000 and Beyond," Telecommunications Review vol.11 no.6, SK Telecom, pp. 805-814, 2001. 11~12.
- [3] 3GPP2, "High-speed Data Enhancements for cdma2000 1x Integrated Data and

- Voice," 3GPP2 S.R0026 Version 1.0, pp. 3-7, October 2000.
- [4] 3GPP2, "IP-based Service Architecture," 3GPP2 S.R0057 Version 1.0, pp. 2-7, July 2002.
- [5] 3GPP2, "Quality of Service," 3GPP2 S.R0035 Version 1.0, pp. 1-20. republished September, 2002.
- [6] 3GPP2, "Wireless IP Network Standard," 3GPP2 P.S0001-A Version 3.0.0, pp 36-38, July 2001.
- [7] Ung Jo, Yong-ohk Chin, "Traffic analysis of the CDMA based station with repeaters using time delay devices," The Journal of the KICS, vol.25, no.9A, pp. 1348-1358, September 2000.
- [8] 3GPP2, "Wireless IP Architecture Based on IETF Protocols," 3GPP2 P.R0001 Version 1.0.0, pp. 30-31, July 14. 2000.
- [9] 3GPP2, "IP Multimedia Domain," 3GPP2 S.R0058 Version 1.0, pp. 12-28, April 2003.
- [10] Yile Guo and Hemant Chaskar, "Class-Based Quality of Service over Air Interfaces in 4G Mobile Networks," IEEE Communications Magazine, vol.40, no.3 pp. 132-137. March 2002.
- [11] Mansoor Shafi *et al.*, "Wireless Communications in the 21st Century," IEEE Press, pp. 340-342, 2002.
- [12] Sotirls I. Maniatis *et al.*, "QoS Issues in the Converged 3G Wireless and Wired Networks," IEEE Communications Magazine, vol.40, no.8, pp. 44-53, August 2002.
- [13] J. Wroclawski, "The Use of RSVP with IETF Integrated Services," RFC 2210, September 1997.
- [14] Blake, Black, *et al.*, "An Architecture for Differentiated Service," RFC 2475, December 1998.

김 석 훈(Seok-Hoon Kim)

준회원



2000년 2월 : 경희대학교

전자계산공학과 학사

2000년 3월~현재 : 경희대학교

석·박사 공통과정

<관심분야> All-IP, CDMA, 차세대 인터넷 프로토콜, MPLS, QoS, 유·무선 통합망

유 인 태(In-Tae Ryoo)

정회원



1987년 2월 : 연세대학교

전자공학과 학사

1989년 2월 : 연세대학교

대학원 전자공학과 석사

1994년 2월 : 연세대학교

대학원 전자공학과 박사

1997년 9월 : 동경대학 정보통신공학 박사

1999년 3월~현재 : 경희대학교 전자정보대학 부교수

<관심분야> 인터넷, 네트워크 보안, 무선 LAN