

B3G 네트워크에서 동적 SLA 기반 QoS 방안

박상준*, 이종찬**

A QoS Management Scheme on Dynamic SLA in B3G Networks

Sangjoon Park, Jongchan Lee

Abstract

Service Level Agreement (SLA) is a service providing scheme by a service class agreement between a user and a service provider. SLA allows that a user can select an expected service class in various service classes provided from a service provider. Recently, SLA management is adapted to support the end-to-end QoS for service users in Beyond 3 Generation (B3G) networks. In B3G networks, SLA provides multiple service classes on access networks so that service classes should be managed to assure the service satisfaction for users. In this paper, we propose a dynamic QoS management scheme by IP traffic class controlling based on SLA in B3G networks. Also, to manage dynamic traffic service, we consider Differentiated services (Diffserv) mechanism for the resource management by SLA. An IP service traffic class on SLA can be dynamically changed by Diffserv traffic management to support dynamic end-to-end QoS. Hence, in this paper, we consider the buffer threshold scheme for controlling traffic loads and the traffic level control scheme for implementing the dynamic traffic management by the SLA.

Key Words : B3G Networks, Dynamic SLA, Diffserv QoS

* 숭실대학교 정보미디어기술연구소

** 국립군산대학교 컴퓨터정보과학과

1. 서론

이동 네트워크 기술은 단일 시스템 기반 네트워크에서 이종 시스템 네트워크들이 연결된 형태로 진화하고 있다. B3G (Beyond 3 Generation) 네트워크는 이러한 이종 시스템 네트워크들의 연결 형태를 제공하는 기술로 이에 대한 연구는 전 세계적으로 극히 초기 단계에 있다. B3G 네트워크에서는 코어 네트워크 부분에 UMTS (Universal Mobile Telecommunication System)와 WLAN (Wireless LAN)과 같은 액세스 네트워크들이 연결되어 서비스 사용자에게 다양한 서비스 클래스가 제공된다[1]. 따라서 이동 가입자는 B3G 네트워크에서 각기 다른 이종 액세스 네트워크의 특성에 따라 서비스를 사용할 수 있게 된다. B3G 네트워크를 위하여 고려하여야 할 사항은 전송 서비스에 대한 QoS 보장과 이를 위한 서비스 제공 방식이 있다. 먼저 전송 서비스에 대한 QoS 보장을 위하여 B3G 네트워크에서 주목할 만한 점이 네트워크 서비스 제공을 위하여 IP 전송 기술이 사용된다는 것이다. 따라서 신뢰적인 IP 기반 서비스 제공을 위하여 B3G 네트워크에서는 end-to-end QoS 메커니즘이 제공되어야 한다. IETF (Internet Engineering Task Force)에서는 기존 IP 트래픽 서비스의 end-to-end QoS 제공을 위하여 크게 Intserv와 Diffserv 두 가지의 방안이 제안되었다 [2]. Intserv 방식은 RSVP (Resource Reservation Protocol)를 기반으로 각 사용자 세션에 대해 각기 자원을 할당하여 서비스를 제공하는 방식이다. Intserv 방식은 각 사용자 세션에 대해 자원을 정적으로 할당하기 때문에 서비스 사용 확장성에 제한이 있어서 대규모 IP 네트워크 구성에 부적합하다. 이를 해결하기 위하여 Diffserv 방식이 제안되었으며, Diffserv 방식에서는 각 세션에 대한 자원할당이 아닌 서비스 세션들의 집합체에 대한 제어를 통하여 서비스를 제공하는 방식으로 대규모 IP 네트워크 서비스에 적합하다. 두 번째

QoS 보장을 위한 서비스 제공 방식으로 IETF는 서비스 사용자가 서비스 제공자와 서비스 협약을 통하여 IP 서비스를 받는 SLA 방안을 제안하였다 [3]. 서비스 사용자와 서비스 제공자 사이에서 SLA가 맺어지면, SLA 기반 서비스 제공을 위하여 하위 SLS (Service Level Specifications)가 결정된다[3][4]. SLS는 네트워크 서비스에 대한 end-to-end QoS 제공을 위하여 관계되는 기술적인 파라미터이며, 이러한 파라미터가 지정되면 서비스 제공 시에 파라미터를 기준으로 서비스 사용자는 해당 서비스를 받게 된다. 유럽의 CADENUS 프로젝트와 TEQUILA 프로젝트는 순수 IP 네트워크에서 사용자가 SLA를 통하여 서비스를 이용하는 방안을 실제 적용하였다 [5]. 따라서 대규모 이종 네트워크의 집합체인 B3G 네트워크에서 IP 기반 서비스 제공을 위하여 SLA 방안이 고려되어야만 한다. SLA 기반 서비스 제공은 이종의 네트워크에서 각 네트워크의 특성에 맞는 서비스 이용뿐만 아니라 ISHO (Inter-System Handover)를 통한 서비스 변경 시에도 적용된다.

본 논문에서는 B3G 네트워크에서 SLA 기반 트래픽 제어 방안을 제안한다. SLA 기반 트래픽 제어를 위하여 본 논문에서는 IP 트래픽 클래스에 대한 버퍼관리 방안과 SLA 기반 동적 트래픽 레벨관리 방안을 고려하였다. 첫 번째 버퍼관리 방안은 IP 트래픽 클래스 제어를 위하여 Diffserv 버퍼에 임계치를 설정하는 것이다. 이러한 버퍼 임계치를 통하여 각 IP 트래픽 클래스에 대한 전송량이 결정된다. 본 논문에서는 Diffserv 버퍼관리를 위하여 세 단계 임계치 방안을 고려하였다. 각 단계별 버퍼 임계치가 초과되면 하위 IP 트래픽 레벨의 전송량은 버퍼의 과부하를 막기 위하여 줄어들게 된다. 두 번째 SLA 기반 동적 트래픽 레벨관리는 버퍼 임계치 초과 시에 하위 트래픽 서비스를 사용하는 특정 사용자에게 대해 end-to-end QoS를 동적으로 제어하는 것이다. 동적인 QoS를 통하여 해당 사용자의 IP

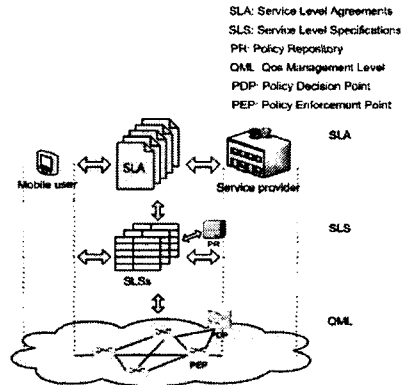
트래픽 전송율은 저하되지 않고 상위의 서비스 트래픽 레벨로 조정된다. 따라서 SLA 기반 동적 트래픽 서비스를 사용하는 이동 가입자는 서비스 저하 없이 자신이 사용하고 있는 QoS 이상의 레벨을 지속적으로 유지할 수 있게 된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2장에서는 본 논문에서 고려하는 SLA 기반 모델을 기술하며, 제 3장에서는 Diffserv 버퍼관리 방안 및 동적인 SLA 트래픽 제어 방안을 기술한다. 제 4장에서는 본 논문에서 제안하는 방안에 대한 시뮬레이션 환경 및 성능평가에 대해 설명하고, 끝으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. SLA 기반 네트워크

본 논문에서는 B3G 네트워크에서 고도화되는 서비스의 신뢰적인 제공을 위하여 <그림 1>과 같이 이동 가입자와 서비스 제공자 사이의 계층적 SLA 모델을 고려하였다. 만일 이동 가입자가 특정 서비스에 대해 SLA를 맺게 되면 [5][6], 사용자의 지정 서비스를 위하여 SLS가 결정된다. SLS에는 각 서비스에 대한 시스템 파라미터가 기술되어 있으며, 특정 서비스 사용을 위하여 이동 가입자가 세션을 오픈할 경우 해당 서비스에 대한 SLS 시스템 파라미터를 사용하는 것이다. 즉, 상위의 SLA 계층에서 서비스가 결정되면 하위 SLS 계층에서 시스템 파라미터들이 선택되는 것이다. 이를 위하여 서비스 제공자는 전체 서비스에 대한 PR (Policy Repository)을 유지하고, 관리한다. 사용자가 세션을 오픈하고 해당 서비스에 대한 SLS 시스템 파라미터가 결정되면 QML (QoS Management Level)에서 실제적인 서비스 제공 및 관리가 이루어진다. QML은 서비스 제공 및 관리를 위하여 PDP (Policy Decision Point)와 PEP (Policy Enforcement Point)로 구성된다. PDP는 SLA에서 정의된 기능 수행에 대한 결정을 내리며 실제적인 기능 수행을 PEP에 지시하고, PEP

는 PDP의 지시에 따라 기능을 수행하게 된다. PDP는 기능 수행을 위하여 PEP에 기능 수행에 대한 명령만 내리는 것이 아니라 정보 수집을 위하여 PEP에 정보 요청도 할 수 있다. 이러한 네트워크 및 이동 가입자의 상태 정보 수집을 기반으로 기능 수행 시에 수행 여부에 대한 판단을 하게 되는 것이다. 따라서 PDP와 PEP 간의 통신 방식이 필요하여 IETF에서는 COPS (Common Open Policy Service)라는 프로토콜을 제안하였다[7]. COPS 프로토콜은 서비스 제공을 위하여 PDP와 PEP 사이에서 하위 기능 수행에 대한 정책 정보 (policy information)의 상호 교환을 위하여 질의/응답 (request/response) 모델을 제공한다.



<그림 1> 계층적 SLA 모델

3. SLA 기반 트래픽 관리

본 장에서는 앞서 설명한 B3G 네트워크 구성 모델을 기반으로 SLA에 의한 트래픽 관리 방안에 대해 기술한다.

액세스 네트워크에서 Diffserv 라우터는 BA (Behavior Aggregates)에 의하여 IP 트래픽을 전송하며 end-to-end QoS 제어를 위한 기능을 수행한다. IETF에서 제안된 Diffserv 구조에서는 크게 세 가지 트래픽 클래스가 정의되었으며, 각 트래픽 세션들은 이러한 트래픽 클래스에 의한 PHB (Per Hop Behavior) 그룹으로 관리된다[2][8]. 본 논문에서는 <표

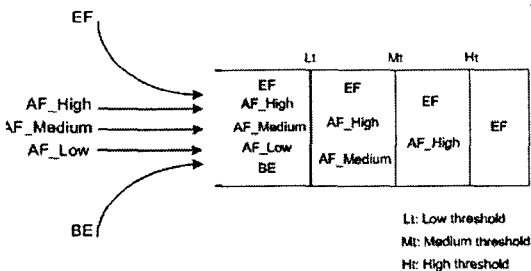
1>과 같이 세 가지 트래픽 클래스로부터 다섯 가지의 트래픽 레벨을 고려하였다. EF 트래픽 레벨은 최상위 트래픽 레벨로서 트래픽 지연에 대해 민감하며 가장 낮은 트래픽 폐기율을 보이는 트래픽으로 비디오 폰과 같은 대화형 멀티미디어 서비스에 적합하다. AF 클래스는 EF 트래픽 클래스 보다 하위의 트래픽 클래스로 AF_High, AF_Medium 그리고 AF_Low 트래픽 레벨로 구분된다. AF 클래스에서 트래픽 전송율은 (AF_High > AF_Medium > AF_Low) 순이며, 트래픽 폐기율은 (AF_High < AF_Medium < AF_Low) 순이다.

<표 1> Diffserv 트래픽

트래픽 클래스	트래픽 레벨
EF (Expedited Forwarding)	EF
AF (Assured Forwarding)	AF_High
	AF_Medium
	AF_Low
BE (Best Effort)	BE

3.1. Diffserv 버퍼관리

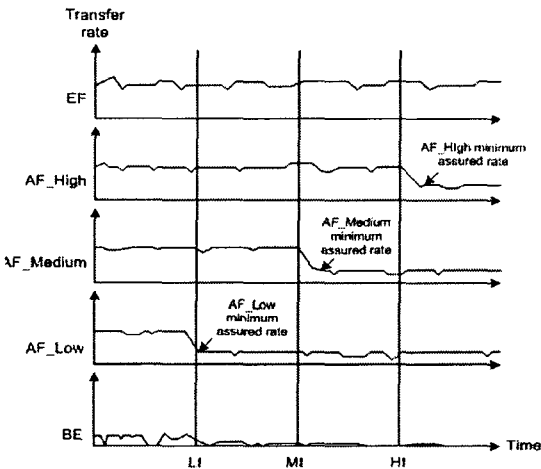
<그림 2>는 Diffserv 라우터에서 IP트래픽 제어를 위한 출력 버퍼의 구조를 보이고 있다. 본 논문에서는 B의 크기를 가지는 버퍼에 대한 단계적인 임계치 관리 방안을 제안한다.



<그림 2> 외부출력 버퍼 구조

출력 버퍼에서 출력되는 트래픽 전송율 보다 IP 트래픽 전송으로 인한 입력율이 클 경우 Diffserv 출력 버퍼에 패킷이 머무르게 되며, 이는 버퍼의 로드 레벨을 증가시킨다. 버퍼에 대한 로드를 B_l 로 가정한다. 만일 버퍼 로드가 버퍼의 크기와 같게 되면 ($B = B_l$), Diffserv 버퍼에 도달하는 다음 IP 패킷들은 폐기된다. 외부출력 버퍼에 대한 트래픽 관리를 위하여 세 단계의 버퍼 임계치 (Lt, Mt and Ht)를 두며, 각 버퍼 임계치를 통하여 트래픽 전송율을 제어한다. 서비스를 위한 세션이 연결되고 IP 트래픽이 Diffserv 제어부분에 전송되면 SLA에 의해 정해진 각 트래픽 레벨에 맞게 처리되는 것이다. 버퍼의 로드가 버퍼의 최하위 임계치 (Lt) 보다 작을 경우 ($B_l < Lt$), 다섯 트래픽 레벨 모두 SLA에 의해 정해진 외부 출력율에 의해 정상적인 서비스를 보장받을 수 있다. 하지만 앞서 설명한 바와 같이 입력되는 IP 트래픽 도착율이 외부 출력 버퍼의 출력을 보다 클 경우 버퍼의 로드는 증가하게 되며, 만일 버퍼의 로드 레벨이 버퍼 임계치 (Lt) 보다 클 경우 ($B_l \geq Lt$), AF_Low 트래픽 레벨의 패킷들의 전송율은 SLA에서 정해진 minimum assured rate까지 저하된다. 즉, Diffserv 버퍼는 EF, AF_High와 AF_Medium 트래픽 레벨의 서비스에 대해서만 정상적인 서비스 전송율을 제공한다. 또한 IP 트래픽의 지속적인 과부하로 버퍼의 로드 레벨이 두 번째 임계치인 (Mt) 보다 클 경우 ($B_l \geq Mt$), 기존의 AF_Low 트래픽 레벨뿐만 아니라 AF_Medium 트래픽 레벨도 전송율이 minimum assured rate까지 떨어지게 된다. 만일 IP 트래픽 전송이 줄어들어 버퍼의 로드 레벨이 임계치 (Mt) 밑으로 떨어질 경우 AF_Medium 트래픽 레벨에 대한 전송율은 SLA에서 정해진 이전의 전송율을 보장받게 된다. 버퍼의 로드 레벨이 세 번째 임계치인 (Ht) 보다 클 경우 AF_High 트래픽 레벨 또한 원래의 전송율을 보장 받지 못

하고 minimum assured rate까지 전송율이 저하된다. <그림 3>은 버퍼의 로드 레벨의 변화에 따라 각 트래픽 레벨의 전송율 변동을 보이고 있다. EF 트래픽 레벨의 하위 트래픽 레벨들은 각 버퍼 임계치에 수준에 따라 전송율이 정상적인 상태에서 minimum assured rate로 줄어들게 된다. AF_Low의 경우 버퍼의 임계치 (Lt) 이상의 상태가 지속되면 서비스에 대한 end-to-end QoS는 최저 보장된 수준만을 유지하게 된다.

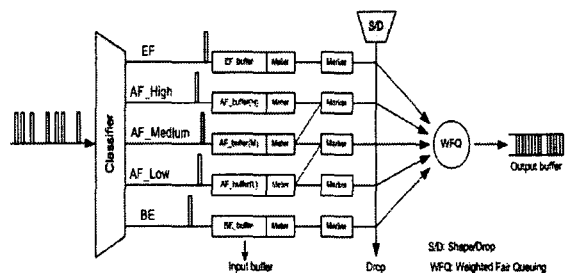


<그림 3> 버퍼 임계치에 대한 전송율 변화

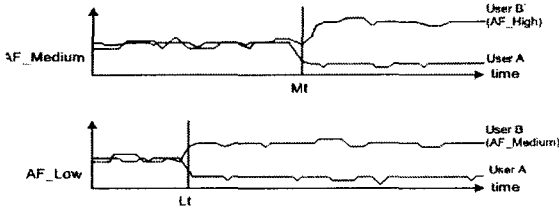
3.2. 동적 트래픽 레벨관리

SLA 서비스 관리 기반의 고도화된 네트워크 서비스를 위하여 하위 트래픽 레벨에 대한 동적 QoS 관리 방안이 고려되었다. AF_Medium과 AF_Low 트래픽 레벨과 같은 하위 트래픽 레벨의 동적 QoS 관리를 위한 Diffserv 트래픽 제어 구조는 <그림 4>와 같다. 그림에서 보면 Diffserv 라우터에 IP 패킷들이 도착하면 classifier에 의하여 각 서비스 트래픽 레벨 별로 분류되고 입력 버퍼에 들어간다. 앞 절에서 설명한 바와 같이 Diffserv 외부 출력 버퍼에서는 각 단계별 임계치에 의해서 트래픽 레벨의 전송을 제어하게 된다. 따라서 임계치 초과

시에 AF_High 아래의 특정 서비스 트래픽 레벨은 minimum assured rate까지 떨어지게 된다. 여기서 하위 트래픽 레벨 사용에 대한 보다 고도화된 QoS 제공을 위하여 SLA에 의한 동적인 트래픽 레벨 관리 방안이 고려될 수 있는 것이다. 본 논문에서 제안하는 동적 QoS 관리는 하위 트래픽 레벨 서비스에 대해 버퍼 임계치 초과 시 minimum assured rate로의 저하가 아닌 임시적으로 트래픽 레벨을 상위 단계로 높이는 것이다. 일시적으로 트래픽 레벨을 높임으로 이동 가입자는 저하된 트래픽 레벨 서비스를 받는 것이 아니라 더 나은 전송 서비스를 받는 것으로 본 논문에서는 AF_Low와 AF_Medium 트래픽 레벨을 동적 QoS 관리 대상으로 하였다. 동적 QoS 관리하의 특정 AF_Low 트래픽은 버퍼의 로드 레벨이 임계치 (Lt) 보다 높을 경우 ($B_l \geq Lt$), minimum assured rate의 서비스를 받는 것이 아니라 임계치 로드가 줄어들 때까지 일시적으로 AF_Medium 트래픽 레벨의 서비스를 받는 것이다. <그림 4>에서 보면 AF_Low 트래픽 레벨의 입력 버퍼의 출력단이 상위 AF_Medium maker 부분과 링크가 되어 있어서, SLA에 의해 동적 QoS 서비스를 받는 AF_Low 트래픽 레벨이 일시적으로 AF_Medium marking을 받는 것이다. AF_Medium 트래픽 레벨에 대한 동적 QoS 관리도 마찬가지로 버퍼의 로드 레벨이 임계치 (Mt) 보다 높을 때에 ($B_l \geq Mt$), 상위 AF_High 트래픽 레벨 서비스를 받게 된다.



<그림 4> Diffserv 트래픽 제어 구조



<그림 5> 동적 트래픽 레벨관리

이동 가입자는 일시적으로 AF_High 트래픽 레벨의 높은 QoS 서비스를 받게 되며 만일 버퍼의 로드 레벨이 임계치 (Mt) 아래로 내려가면 다시 이전의 서비스 트래픽 레벨인 AF_Medium 서비스를 받게 되는 것이다. <그림 5>는 동적 트래픽 레벨관리를 통하여 AF_Low와 AF_Medium 트래픽 레벨에 대한 서비스 전송율의 변동을 보이고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 동적 QoS 관리를 받는 이동 가입자 User B와 User B'는 버퍼 임계치 과부하 시에 다른 이동 가입자 User A와 User A' 보다 높은 서비스 전송율을 받을 수 있다. 본 논문에서는 각 트래픽 레벨에 대한 Diffserv 트래픽 전송 제어를 위하여 WFQ (Weighted Fair Queueing) 스케줄링 방식을 사용한다 [9]. 각 트래픽 레벨에 대한 WFQ는 SLS의 QoS 시스템 파라미터에 의해 결정된다. 만일 n 개의 세션 서비스가 수행된다면 특정 세션 i ($i=1, 2, 3, \dots, n$)에 소모된 대역폭은 다음과 같다.

$$\Delta B_i = \frac{\Psi_i}{\sum_{k=1}^n \Psi_k} B_A \quad (1)$$

여기서 B_A 는 전체 출력 대역폭이며 Ψ_i 는 세션 i 의 서비스 weight이다.

식 (1)에 의한 Diffserv 라우터의 각 트래픽 레벨에 대해 소모되는 대역폭은 다음과 같다.

$$\Delta B_{EF} = \sum_{\alpha=1}^{EF_n} \Delta B_\alpha = \sum_{\alpha=1}^{EF_n} \frac{\Psi_\alpha}{\sum \Psi} B_A \quad (2)$$

$$\Delta B_{AF-High} = \sum_{\beta=\beta_1}^{AFH_n} \Delta B_\beta = \sum_{\beta=\beta_1}^{AFH_n} \frac{\Psi_\beta}{\sum \Psi} B_A \quad (3)$$

$$\Delta B_{AF-Medium} = \sum_{\gamma=\gamma_1}^{AFM_n} \Delta B_{\gamma'} + \sum_{\gamma''=\gamma''_1}^{AFM_n} \Delta B_{\gamma''} \quad (4)$$

$$\Delta B_{AF-Low} = \sum_{x'=x'_1}^{AFL_n} \Delta B_{x'} + \sum_{x''=x''_1}^{AFL_n} \Delta B_{x''} \quad (5)$$

$$\Delta B_{BE} = \sum_{w=w_1}^{BE_n} \Delta B_w = \sum_{w=w_1}^{BE_n} \frac{\Psi_w}{\sum \Psi} B_A \quad (6)$$

여기서 $\sum \Psi$ 는 전체 weight 합이며, 각 트래픽 레벨의 세션 수는 $\{EF_\alpha, AFM_\beta, AFM_{\gamma'}, AFM_{\gamma''}, AFM_{x'}, AFM_{x''}, BE_w\}$ 이다. 또한 T_{bm} 은 버퍼 임계치 ($B_l \geq Mt$)의 시점이며, T_{bl} 은 버퍼 임계치 ($B_l \geq Lt$)의 시점이고, $0 < \frac{\Psi_\alpha}{\sum \Psi}, \frac{\Psi_\beta}{\sum \Psi}, \frac{\Psi_{\gamma'+\gamma''}}{\sum \Psi}, \frac{\Psi_{x'+x''}}{\sum \Psi}, \frac{\Psi_w}{\sum \Psi} \leq 1$ 이다.

특정 시간 간격 ($t_\delta - t_{\delta-1}$)에서 서비스 레벨 i 에 소모된 대역폭이 다음과 같다면,

$$\Delta B_{i(t_{\delta-1}, t_\delta)} = \frac{\Psi_i}{\sum_{k=1}^n \Psi_k} B_A [t_\delta - t_{\delta-1}] \quad (7)$$

식 (7)을 통하여 시간 구간 ($t_\delta - t_{\delta-1}$)에서 각 트래픽 레벨의 전체 세션들에 대한 서비스 전송율은 다음과 같다.

$$\sum_{\alpha=1}^{EF_n} \Delta \beta_{\alpha(t_{\delta-1}, t_\delta)} = \frac{B_A [t_\delta - t_{\delta-1}]}{\sum \Psi} (\Psi_{\alpha_1} + \dots + \Psi_{EF_n}) \quad (8)$$

$$\sum_{\beta=1}^{AFH} \Delta \beta_{\beta(t_{i-1}, t_i)} = \frac{B_A[t_i - t_{i-1}]}{\sum \Psi} \quad (\Psi_{\beta 1} + \dots + \Psi_{AFH_i}) \quad (9)$$

$$\sum_{\gamma=1}^{AFM} \Delta \beta_{\gamma(t_{i-1}, t_i)} + \sum_{\gamma''=1}^{AFM_{\gamma''}} \Delta \beta_{\gamma''(t_{i-1}, t_i)} = \Delta B_{\gamma 1}(t_{i-1}, t_i) + \Delta B_{\gamma 2}(t_{i-1}, t_i) + \Delta B_{\gamma 3}(t_{i-1}, t_i) + \dots + \Delta B_{AFM_{\gamma}(t_{i-1}, t_i)} + \Delta B_{\gamma'' 1}(t_{i-1}, t_i) + \Delta B_{\gamma'' 2}(t_{i-1}, t_i) + \Delta B_{\gamma'' 3}(t_{i-1}, t_i) + \dots + \Delta B_{AFM_{\gamma''}(t_{i-1}, t_i)} \quad (10)$$

$$\sum_{x=1}^{AFL} \Delta \beta_{x(t_{i-1}, t_i)} + \sum_{x''=1}^{AFL_{x''}} \Delta \beta_{x''(t_{i-1}, t_i)} = \Delta B_{x 1}(t_{i-1}, t_i) + \Delta B_{x 2}(t_{i-1}, t_i) + \Delta B_{x 3}(t_{i-1}, t_i) + \dots + \Delta B_{AFL_x(t_{i-1}, t_i)} + \Delta B_{x'' 1}(t_{i-1}, t_i) + \Delta B_{x'' 2}(t_{i-1}, t_i) + \Delta B_{x'' 3}(t_{i-1}, t_i) + \dots + \Delta B_{AFL_{x''}(t_{i-1}, t_i)} \quad (11)$$

<표 2> UMTS 시스템 파라미터

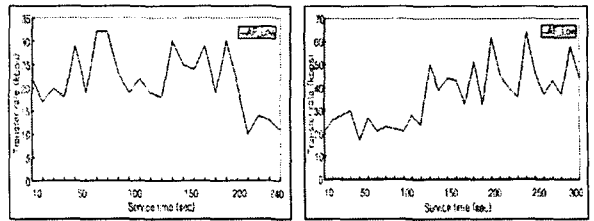
Traffic level parameter	EF	AF_High	AF_Medium	AF_Low
Peak level	1Mbps	384kbps	192kbps	64kbps
Average rate	752kbps	288kbps	128kbps	48kbps
Minimum assured rate	—	64kbps	32kbps	16kbps
Node number	10	20	20	20

<표 3> WLAN 시스템 파라미터

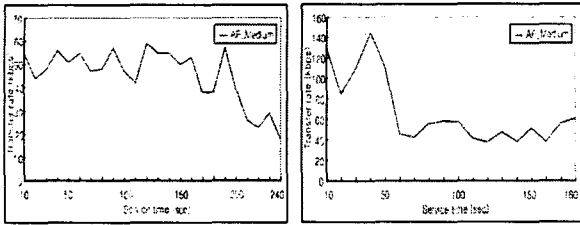
Traffic level parameter	EF	AF_High	AF_Medium	AF_Low
Peak level	384kbps	192kbps	64kbps	32kbps
Average rate	288kbps	128kbps	48kbps	24kbps
Minimum assured rate	—	32kbpc	16kbps	8kbps
Node number	10	20	20	20

4. 성능평가

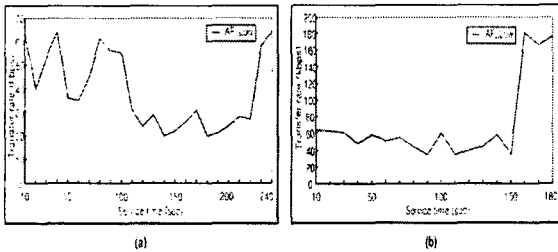
본 장에서는 제안된 방안에 대한 시뮬레이션 환경 설명 및 성능 평가를 기술한다. <그림 4>는 시뮬레이션을 위한 Diffserv 트래픽 제어의 구조이며, 다섯 개의 트래픽 레벨을 처리한다. 또한 각 트래픽 레벨은 WFQ에 의하여 스케줄링되며 외부출력 버퍼로 전송된다. 본 논문에서는 B3G 네트워크의 액세스 망으로 UMTS와 WLAN으로 가정하고, 트래픽 레벨의 수는 두 액세스 망 모두 동일하다고 가정한다. 세션에 대한 서비스 평균 시간은 3분 - 5분 사이로 하며 전체 시뮬레이션 시간은 1 시간으로 하였다. <표 2>와 <표 3>은 UMTS 시스템 및 WLAN에 대한 시뮬레이션 파라미터를 나타내고 있다. 버퍼 임계치와 상관없이 EF 트래픽 레벨의 경우 최상위 트래픽 서비스를 보장 받으며, BE 트래픽 레벨의 경우 best effort 트래픽으로 데이터 전송에 대한 트래픽 QoS를 보장 받을 수 없다. UMTS 액세스 망의 Diffserv 트래픽 제어 부분에서 외부 출력 버퍼의 크기 (B)는 3Mbytes로 하며 버퍼의 각 임계치는 Lt = 1Mbytes, Mt = 1.5Mbytes 그리고 Ht = 2Mbytes로 한다. 또한 외부 출력 버퍼의 출력 전송율은 3Mbytes로 한다. 만일 출력 버퍼의 출력 전송율 보다 많은 트래픽이 외부 버퍼에 입력된다면 초당 출력된 트래픽 외의 남은 트래픽 패킷들은 출력 버퍼에 남아있게 된다.



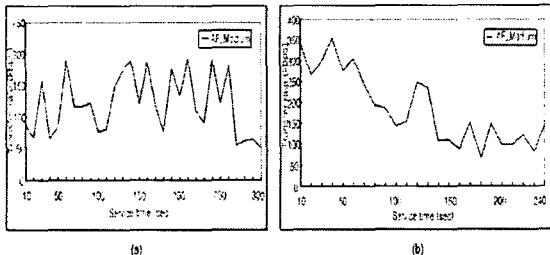
<그림 6> AF_Low 트래픽 레벨에 대한 UMTS QoS 관리



(a) (b)
<그림 7> AF_Medium 트래픽 레벨에 대한 UMTS QoS 관리



(a) (b)
<그림 8> AF_Low 트래픽 레벨에 대한 WLAN QoS 관리



(a) (b)
<그림 9> 동적 트래픽 레벨 관리에 의한 버퍼의 로드 (AF_Low 트래픽 레벨)

WLAN에서 EF 트래픽 레벨은 1Mbps MPEG video 전송 서비스에 적용될 수 있다. WLAN의 Diffserv 라우터의 외부출력 버퍼의 크기 (B)는 5Mbytes이며 버퍼의 각 임계치는 $L_t = 2\text{Mbytes}$, $M_t = 3\text{Mbytes}$ 그리고 $H_t = 4\text{Mbytes}$ 로 하고, 외부 전송율은 5Mbytes로 한다. 또한 UMTS와 WLAN의 전송 IP 패킷 크기는 각각 500bytes와 1kbytes로 한다. 각 트래픽 레벨에 대해 임의의 노드들에 대한 트래픽이 발생하면 각 레벨의 트래픽은 전송 표

시 되어 출력 버퍼로 큐잉된다. 만일 출력 버퍼의 임계치가 특정 레벨에 대해 초과하였다면, 해당 트래픽 레벨을 전송하는 송신 단말기에 Minimum assured rate로의 전송을 조절을 지시하게 되는 것이다. <그림 6>은 UMTS에서 AF_Low 트래픽 레벨에 대한 액세스 시스템의 Diffserv QoS 관리를 나타내고 있다. <그림 6(a)>의 경우 동적 QoS에 대한 SLA 없이 단순히 AF_Low 트래픽 레벨의 서비스를 이용한 경우를 나타내고 있으며, <그림 6(b)>는 이동 가입자가 동적 QoS 관리에 의한 AF_Low 트래픽 서비스 결과를 보이고 있다. <그림 6(a)>는 210초 — 240초 구간에서 버퍼 임계치 과부하 ($B_i \geq 1\text{Mbytes}$)로 서비스 전송율이 minimum assured rate까지 떨어진 것을 보이고 있다. 하지만 <그림 6(b)>의 경우 120초 — 300초 사이에서 일시적으로 동적 QoS 관리에 의하여 AF_Medium 트래픽 레벨 서비스를 받아 서비스 전송율이 증가한 것을 보이고 있다. <그림 7>은 UMTS 액세스 네트워크에서 AF_Medium에 대한 Diffserv QoS 관리를 보이고 있다. <그림 7(a)>의 경우 210초 — 240초 사이에서 정상적인 QoS 대신에 minimum assured rate 서비스를 보이지만, <그림 7(b)>에서는 세션 시작점에서 60 초 사이에 동적 QoS 관리에 의하여 80kbps — 160kbps의 서비스 전송율 (AF_High 트래픽 레벨) 받게 되는 것이다. 또한 <그림 6(b)>에서는 60 초 이후에 버퍼의 로드 레벨이 임계치 (L_t) 밑으로 떨어져서 ($B_i < L_t$), 이전의 전송율 서비스 (AF_Medium 트래픽 레벨)를 보이고 있다. 이동 가입자는 상위 AF_High 트래픽 레벨을 사용하지 않고 이와 같이 동적 QoS 관리를 통하여 임계치 부하에 따라 일시적으로 서비스 저하를 막고 지속적인 QoS를 보장 받을 수 있는 것이다. <그림 8>과 <그림 9>은 WLAN에서 AF_Low 트래픽 레벨과 AF_Medium 트래픽 레벨에 대한 Diffserv QoS 관리를 보이고 있다. <그림 8(a)>는 120

초 — 220초 사이에서 서비스 저하를 보이고 있지만 <그림 8(b)>는 150초 — 180초 사이에서 서비스 전송율이 40kbps 대에서 180kbps로 상승한 것 (AF_Medium 트래픽 레벨)을 나타내고 있다. <그림 9(a)>도 270초 — 300초 사이에서 서비스 저하를 보이는 반면 <그림 9(b)>의 경우 세션 시작점에서 90초 사이와 110초 — 130초 사이에서 200kbps 가 넘는 서비스 향상 (AF_High 트래픽 레벨)을 보이고 있다.

5. 결론

본 논문에서는 B3G 네트워크에서 end-to-end QoS 보장을 위하여 계층적 SLA 모델을 고려하였으며 액세스 네트워크에서 이동 가입자의 QoS 관리를 위하여 Diffserv 트래픽 레벨에 대한 관리 방안을 제안하였다. Diffserv 트래픽 레벨에 대한 관리는 외부 출력 버퍼에 대한 다단계 버퍼 임계치를 통하여 능동적으로 버퍼의 로드를 제어하는 것이다. 또한 SLA에 의한 서비스 제공에 대한 방안으로 AF_Low와 AF_Medium 트래픽 레벨에 대한 동적 QoS 관리 방식을 제안하였다. 동적 QoS 관리를 통하여 이동 가입자는 AF_Low와 AF_Medium 트래픽 레벨 이외에도 동적인 AF_Low와 AF_Medium 트래픽 서비스를 받을 수 있으므로 SLA에 의해 보다 확대된 서비스 범위를 사용할 수 있는 것이다. 본 논문에서는 시뮬레이션에 의한 성능 분석을 통하여 SLA에 의하여 동적 트래픽 레벨에 대한 서비스 향상을 제시하였으며, 이는 고도화되는 서비스 진화에 맞는 B3G 네트워크에 적용될 수 있으리라고 기대한다. 또한 향후 연구로 이러한 트래픽 레벨에 대한 제어 방안을 기반으로 B3G 네트워크에서 하나의 액세스 네트워크로의 로드 집중화를 막는 방안에 대해 고려하고자 한다.

참고문헌

- [1] Michael L. Needham and Nat Natarajan, "QoS in B3G Networks an Overview," in Proc. of ICCT03, pp. 1369 -1372, Oct. 2003.
- [2] S. Blake et al., "An Architecture for Differentiated Service," IETF RFC 2475, Dec. 1998.
- [3] D. Goderis et al., "Service Level Specification Semantics, parameters and Negotiation Requirements," Internet draft <draft-tequila-sls-01.txt>.
- [4] Dan Chalmers and Morris Sloman, "A Survey of Quality of Service in Mobile Computing Environments," IEEE Communications Surveys, vol.2, no.2, pp.2-10, second quarter, 1999.
- [5] Silvia Giordano et al., "Advanced QoS Provisioning in IP Networks: The European Premium IP Projects," IEEE Communications Magazine, pp.30-36, Jan. 2003.
- [6] Victor Marques et al., "An IP-Based QoS Architecture for 4G Operator Scenarios," IEEE Wireless Communications, pp.54-62, June, 2003.
- [7] K. Chan et al., "COPS Usage for Policy Provisioning (COPS-PR)," RFC 3084, March, 2001.
- [8] Timothy C. K. Hui and C. K. Tham, "Adaptive Provisioning of Differentiated Services Networks Based on Reinforcement Learning," IEEE Trans. on system, man, and cybernetics, vol.33, no.4, pp.492-501, Nov. 2003.
- [9] A. Demers, S. Keshav and S. Shenkar, "Analysis and simulation of a fair queuing algorithm," Internetworking: Research and Experience, pp3-26, sep. 1990..

주 작 성 자 : 박 상 준
 논문투고일 : 2005. 01. 18
 논문심사일 : 2005. 02. 22(1차), 2005. 03. 03(2차),
 2005. 03. 13(3차)
 심사판정일 : 2005. 03. 13

● 저자소개 ●



박상준

1998년 숭실대학교 컴퓨터학과 석사
 2002년 숭실대학교 컴퓨터학과 박사
 2002년 ~ 2003년 런던대 ISG 박사후과정
 2004년 ~ 현재 숭실대학교 정보미디어기술연구소 전임연구교수
 연구분야: B3G 이동통신, 생존성기반 네트워크 시스템, 인터넷 망 분석



이종찬

1996년 숭실대학교 대학원 전자계산학과 석사
 2000년 숭실대학교 대학원 컴퓨터과학과 박사
 2005년 ~ 현재 국립군산대학교 컴퓨터정보과학과 조교수
 연구분야 : 이동체 추적, 무선 멀티미디어, B3G 시스템 구조, 인터넷 망 분석