

효율적인 무선자원 할당을 위한 QoS 관리자의 설계

한인구^U

고희창

왕창중

인하대학교 전자계산공학과
ighan@selab.cse.inha.ac.kr

Design of QoS Manager for Efficient Resource Allocation of Wireless Environment

In-Gu Han^U, Hee-Chang Koh, Chang-Jong Wang
Dept. of Computer Science & Eng., In-Ha University

요 약

현재의 인터넷 망을 이용하여 음성, 화상 정보를 실시간으로 이용하고자 하는 다양한 응용이 시도되어 왔다. 인터넷 망이 최선의 노력(best effort)만을 제공하기 때문에 발생하는 신뢰성과 지연의 문제는 이미 많은 연구가 있어왔고 현재 어느 정도의 서비스 품질을 획득하여 인터넷폰과 같은 서비스가 실제로 이용되고 있다. 그러나 무선 통신의 경우는 이에 더하여 무선 구간에서의 자원 할당의 문제가 남아 있다. 본 연구에서는 코어 망으로 인터넷 프로토콜을 사용하는 차세대 망에서, 무선 이동단말 간의 멀티미디어 서비스가 가능하도록 효율적인 주파수 할당을 지원 하는 QoS 관리자를 설계하였다. 제한한 QoS(Quality Of Service) 관리자는 요구 대역폭이 다른 멀티미디어 호 요청에 대해 융통성 있는 주파수 할당이 가능하도록 대국의 QoS 관리자와의 협상을 통해 제한된 범위 내에서 서비스 품질을 조절하여 보다 높은 서비스 수준을 유지할 수 있도록 한다.

1. 서론

네트워크의 폭발적인 양적, 질적인 팽창과 더불어 이동통신망 역시 기존의 음성위주의 통신 환경에서 단문메시지, 인터넷접속 등의 데이터 통신을 위한 환경으로 빠르게 변화하고 있다. 그러나 무선 통신과는 달리 한정된 자원을 이용하는 이동통신망에서의 서비스는 중요한 자원인 무선 구간의 대역폭을 효율적으로 사용할 수 있도록 하는 QoS의 제어방안이 더욱 필요하게 되었다. 이에 본 논문에서는 호 수락/거부를 판정할 수 있고 호 설정시 필요한 무선 자원을 허용된 QoS 범위 안에서 가변적으로 할당함으로써 무선 자원의 활용도를 높일 수 있도록 하는 기능을 포함한 QoS 관리자를 설계한다.

2. 관련연구

2.1 QoS 관리 기술

QoS 관리기술은 크게 QoS 보장 기술과, 제공된 QoS의 상태를 측정하기 위한 QoS 모니터링 기술로 나뉘어진다 [1]. 트래픽 관리 기술은 라우팅 구조에서의 핵심 부분인 큐잉(Queuing)을 관리하는 큐 관리(Queue management), 망 내부로 유입되고 유출되는 트래픽의 양과 유출되는 트래픽의 속도를 조절하는 메커니즘인 트래픽 셰이핑(Traffic shaping), 어떤 종류의 트래픽을 망으로 받아들일 것인가를 결정하는 정책인 수락제어(Admission control), 그리고 혼잡관리(Congestion management) 등이 있다. 앞에서 기술한 트래픽 관리 기술을 이용하여 IETF에서는 인터넷에서 사용자의 요구사항에 따른 QoS 를 제공하기

위해 여러 가지 서비스 모델과 메커니즘을 제시하고 있으며 통합서비스에서의 QoS 보장(IntServ) 모델, 차등 서비스에서의 QoS 제공(DiffServ) 모델, 그리고 MPLS(Multi Protocol Label Switch)의 방법 등이 있다. IntServ 모델은 망을 구성하는 모든 요소(라우터)들이 RSVP를 기반으로 하는 IntServ 모델을 지원해야 하기 때문에 대규모 망에 적용하기에는 어려움이 있다. DiffServ 모델은 다양한 플로우들을 많지 않은 서비스 클래스들로 분류하여 중간 라우터에서는 이러한 서비스 클래스별로 처리하게 하고, RSVP와는 달리 근원지와 목적지간의 어떠한 QoS 요구사항에 대한 정보교환도 일어나지 않게 함으로써 연결 설정 비용 문제를 해결하였다.

2.2 무선 자원 할당

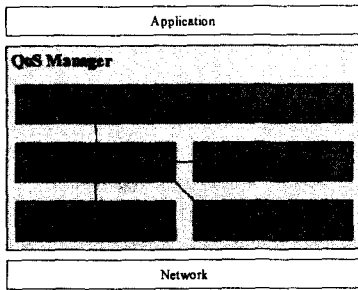
지금까지의 이동통신 시스템에서는 고정 채널 할당(FCA: Fixed Channel Allocation) 기법이 사용되어 왔다. 이 기법은 모든 호 요구가 같은 대역폭을 요구하여 동일한 트래픽 패턴을 가지는 음성 통화의 경우에 문제없이 적용된다. 멀티미디어 콘텐츠를 위한 주파수 할당 기법들로 동적 채널 할당(DCA: Dynamic Channel Allocation) 기법과 복합 할당(HCA: Hybrid Channel Allocation) 기법이 있다 [2,3]. DCA는 각각의 호에 대해 트래픽이 증가하거나 감소하는데 따라서 동적으로 주파수 할당을 더하거나 줄여 주는 기법이다. 단, DCA는 일정하지 않은 채널 할당 상태를 관리하여야 하고 컴퓨팅 부하가 늘어나는 단점이 있다. HCA는 아무래도 음성 호가 가장 많다는 점에 착안하여

일반적인 음성 호에는 고정된 채널을 할당하는 FCA를 적용하고, 그렇지 않은 호에 대해서는 DCA 기법을 적용하는 방법이다.

3. QoS 관리자의 설계

무선구간에서 무선 자원에 대한 요구가 변경되는 경우에 대국간의 속도 조절은 양 대국간의 어플리케이션 레벨에서 조절할 수 있다. 그러나 이러한 방식을 사용하는 경우 망에 적용되는 서비스의 종류에 따라 정의가 필요하게 된다. 따라서 본 논문에서는 어플리케이션의 종류에 관계없이 QoS를 제공할 수 있는 방안을 제시하고 이를 구현하기 위한 QoS 관리자의 구조를 제시한다. QoS 관리자는 무선구간과 IP 코어 망 간의 효율적인 자원관리를 위하여 미디어 데이터 트래픽이 전송되는 구간의 시스템에 적용된다.(BSC, 트래픽 처리기)

본 논문에서 설계한 QoS 관리자의 구조는 [그림 1]과 같이 QoS 협상자와 자원 관리자로 구성된다.



[그림 1] QoS 관리자의 구조

3.1 QoS 협상자(QoS Negotiator)

QoS 협상자는 무선 구간과 코어 망 간의 QoS 등급 조정 기능, 각 망 구성 요소간의 QoS 등급 변경을 위한 인터페이스 기능 등을 수행한다. 본 논문에서 제안한 QoS 자원 인터페이스 명세의 기본 개념은 차등 서비스의 개념을 도입하였으며, 따라서 Premium, Assured, Olympic 서비스의 세 가지 종류로 분류하였으며 Olympic 서비스는 다시 gold, silver, bronze로 분류하여 총 5 단계로 분류하였다. 그러나 이것은 단지 서비스 단계의 분류일 뿐 API를 통해 통합 서비스의 best effort, controlled load, guaranteed 서비스로의 전환이 가능하다. 서비스 협상을 위한 파라미터에는 자원 관리자에 의해 알 수 있는 가용 자원의 양과 서비스 등급에 따른 적절한 대역폭이 있다. 서비스 등급에 따른 대역폭의 연산에는 다음의 식이 이용된다.

$$\beta_p(X) = \frac{\log E[p^{-X}]}{\log p^{-1}} \quad (1)$$

즉 위의 식에 의해 얻어진 대역폭과 가용 자원의 양을 비교하여 가용 자원의 양이 많을 경우 호 설정을 수락한다. 그러나 이들 두 파라미터의 단순 비교는 더 높은 수준의 사용자가 피해를 볼 수 있으므로 가중치가 계산되어야 한다. 즉 Premium 서비스 이용자가 Olympic 서비스 이용자 보다는 서비스를 이용할 확률이 높아야 하므로 다음과 같

은 가중치 연산이 필요하다.

$$\omega = \frac{SLA\text{에 정의된 서비스 수준}}{\text{사용 가능한 자원 비율}} \quad (2)$$

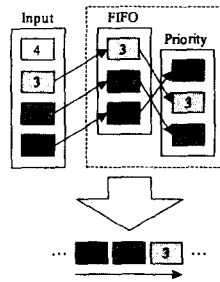
이때 SLA에 의해 정의된 서비스 수준은 상수 값을 가지며, 숫자가 높을수록 높은 서비스단계를 나타낸다. 따라서 X가 서비스 수준이라고 할 때

$$\beta_p(X) \cdot \omega \leq \text{avail_res} \text{ 일 경우에 서비스가 가능하다.}$$

3.2 자원 관리자(Resource Manager)

QoS 자원 관리자는 시스템 자원에 접근할 때 요구되는 서비스를 제공한다. 이런 기능을 수행하는 QoS 자원 관리자는 다음과 같은 두 가지 서브 시스템으로 구성된다.

· QoS 일반 자원 인터페이스 및 명세 : 자원 관리자는 자원의 예약과 자원의 종류에 관계없는 FIFO 큐잉과 각 자원의 가중치, 즉 SLA에 의해 저장되는 Priority 큐잉 알고리즘을 복합적으로 사용하며 이들간의 매핑은 API를 이용하여 패킷 헤더를 검사하여 수행한다. 또한 Priority 큐잉 알고리즘에 의해 버퍼에 저장되는 패킷 헤더를 이용하여 요구된 서비스의 종류를 알아내어 이를 버퍼에 저장한 후 QoS 협상 때 참조한다. [그림 2]는 이를 그림으로 나타낸 것이다.



[그림 2] 큐잉 알고리즘

· 자원 모니터링 : 각 라우터마다 현재 사용되고 있는 자원을 조사하여 이를 버퍼에 저장한다. 이 과정은 매우 동적으로 이루어지며 이를 토대로 QoS 협상 작업을 수행한다.

3.3 동적 자원 할당 과정

동적 자원 할당 과정은 서비스에 필요한 자원이 실제 사용할 수 있는 자원보다 커서 QoS 유지가 어려운 경우에, 사용 가능한 자원에 적당한 QoS 레벨로 서비스 등급을 낮추어 서비스의 중단을 방지하기 위해 사용된다. 적용 과정은 객체간의 메시지와 데이터의 송수신으로 수행된다. 먼저 SLA(Service Level Agreement)에 미리 정의된 서비스의 종류를 데이터베이스로부터 읽어 오면 가장 먼저 QoS 예외 상황 여부를 판단한다. QoS 예외 상황이 검출되지 않는다면 그대로 서비스를 시작하고, 그렇지 않고 예외 상황이 발생하면 QoS 관리 모듈의 제어 객체에게 Adaptation 메시지를 전송하고 자원 적용 과정, 즉 자원 할당의 변경을 요청한다. 그러면 QoS 관리 모듈내의 제어 객체에서 현재 서비스되는 파라미터 정보를 기초로 설정

되어 있는 데이터베이스(QoS MIB)에서 적절한 서비스 레벨을 선정하고, 선정된 레벨에 적당한 파라미터 값으로 서비스를 재 설정한다.

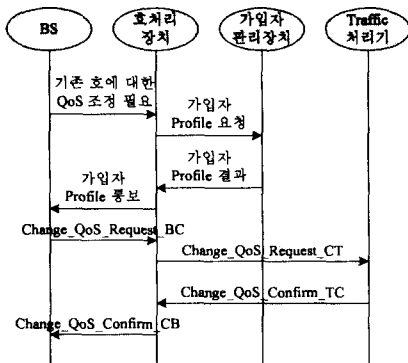
본 논문에서 시나리오를 위한 서비스 등급 규약은 [표 1]과 같이 6개의 단계가 있으며, 필요한 대역폭은 현재 일반적으로 사용되고 있는 서비스의 대역폭을 기준으로 하여 정의하였다.

[표 1] QoS 매트릭스

등급	대역폭	서비스종류
1	1.5M ~ 2M	MPEG-2 VOD, 고화질 MPEG-1 VOD
2	1M ~ 1.5M	MPEG-1 VOD, 온라인 게임
3	500k ~ 1M	고화질 스트리밍 VOD, 화상전화
4	250k ~ 500k	스트리밍 VOD, 고품질 AOD
5	125k ~ 250k	AOD, 음성방송, 자료검색
6	250k 이하	문자수신, 음성전화

4. QoS 관리자의 동작 시나리오

각각의 호 연결 요청의 종류에 따라 필요한 QoS 등급이 결정되며 이후에는 지정된 QoS의 범위 내에서 자원 할당의 변경이 가능하게 된다. 이동 망에서 Rate adaptation을 무선 구간과 코어 망 간에 수행하기 위한 흐름은 그림 3의 예에서 나타난 절차에 의하여 수행된다. 호 수용 단계에서는 요청된 호에 대해 필요한 주파수 자원의 제공이 가능한지를 판단하여, 가능할 경우에 대국에 대해 필요한 자원의 양(bandwidth)을 알려주면서 호 연결 요청을 한다. 호 연결 요청을 받은 대국의 QoS 협상자는 자원 관리자의 정보를 참조하여 필요한 자원이 남아 있는지 확인하고 만일 부족한 경우 요청된 호와 다른 호들의 QoS 등급을 제한된 범위 내에서 낮추어서 자원의 확보가 가능한지를 계산한다. 자원의 확보가 가능한 경우 자원 관리자로 하여금 자원을 확보하도록 예약하고 호 수용을 호를 요청한 측에 알린다. 이 때 QoS 등급의 조정이 있는 경우에는 내역이 같이 통보된다. 호 수용 통지를 받은 발신 측에서는 자국의 자원 관리자에게 자원 할당을 요청하고 호를 연결한다.



[그림 3] QoS 관리자의 동작 시나리오

[그림 3]에 대응하는 무선통신에서의 망 구성요소는 [표 2]와 같다.

[표 2] 3GPP와 3GPP2의 망 구성 요소들의 대응관계[4,5]

기능적 요소	3GPP	3GPP2
호 처리 장치	CSCF, MSC server	CSCF
가입자 관리 장치	HSS, EIR	HSS
망 연동 장치	T-SGW, R-SGW, MGCF	T-SGW, R-SGW, MGCF, MGW
Traffic 처리기	SGSN, GGSN	PDSN, M-IP HA, MGW

- ① 이동단말이 특정서비스를 위한 발신을 시도한 경우, BS는 신규 호 요청이 기존의 setup중인 호의 Rate 조절이 필요한가를 검사한다. 이 경우 기존 호의 QoS에 의해서 더 이상 Rate 변경을 수행 할 수 없는 경우에는 발신 호가 거부된다.
- ② 변경이 가능한 경우 BS는 QoS 관리자를 통하여 대국의 Rate adaptation을 요청한다.
- ③ 요청 메시지를 수신한 Traffic 처리기는 현재 통신중인 Traffic 처리기나 BS로 QoS 협상자 기능을 사용하여 변경을 요청한다.
- ④ 종단의 엔티티는 자신이 사용 가능한 자원을 점검하여 수용 여부를 응답한다.
- ⑤ 응답을 수신한 중간 경로의 망 엔티티들은 요청된 Rate로 setting되고 발신 측의 BS는 응답의 결과에 따라 무선구간의 자원을 조정한다.
- ⑥ 이상의 과정에서 기존 호에 대한 프로파일 정보는 가입자 관리 장치에서 전달받아 사용한다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 효율적인 무선자원 할당을 위한 QoS 관리자를 설계하였다. 제한한 QoS 관리자는 일반적인 QoS 관리자로서의 역할을 가지면서, 이동무선단말 간의 호 설정시 필요한 무선 자원을 대국의 QoS 관리자와의 협상을 통해 정해진 QoS 범위 내에서 무선 자원을 동적으로 조정하여 할당할 수 있도록 함으로써 전체적인 주파수 자원의 활용 효율을 높일도록 하였다.

향후 연구과제로 QoS 협상을 위한 기반 데이터가 되는 QoS 등급 정보들을 명확히 정의하고 이들을 데이터베이스화 하여야 할 것이다.

6. 참고문헌

- [1] 김성범, 통신망 및 서비스운영 관리기술, TTA 저널 제 66호, 1999.12
- [2] Saurav Chatterjee, Michael Brown, "Adaptive QoS Resource Management in Dynamic Environments", IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems Volume II, June, 1999
- [3] Shaw-Kung Jong and Belka Kraimeche, "QoS Considerations on the Third Generation (3G) Wireless Systems", Acadmia/Industry Working Conference on Research Challenges (AIWORC'00), April 2000
- [4] 3GPP, www.3gpp.org
- [5] 3GPP2, www.3gpp2.org