

효율적인 무선자원 할당을 위한 에이전트 기반 QoS 협상자의 설계

한인구*, 고희창*, 이세훈**, 왕창종*
*인하대학교 전자계산공학과
**인하공업전문대학 전자계산기과
e-mail:ighan@selab.cse.inha.ac.kr

Design of Agent based QoS Negotiator for Effective Radio Resource Allocation

Ingu Han*, Heechang Koh*, Seihoon Lee**, Changjong Wang*

*Dept. of Computer Science & Eng., In-Ha University

**Dept. of Computer Engineering, In-Ha Technical College

요약

현재의 무선 이동통신은 음성통화를 위주로 설계되어 사용되고 있다. 그러나 차츰 인터넷 접속과 같은 데이터 통신 요구가 증대되고 있으며, 특히 이미 가시화된 IMT-2000과 4세대 이동통신망이라 할 수 있는 ALL-IP 망에서는 동영상을 포함한 멀티미디어 서비스에 대한 욕구를 수용하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서는 유선 구간에 비해 자원의 제약이 큰 무선 구간에서의 효율적인 자원 할당을 위한 QoS(Quality of Service) 협상자를 설계하였다. 협상의 진척이 될 수 있는 서비스 등급을 대역폭 할당의 가변 여부에 따라 세 등급으로 분류하였으며, 협상 에이전트는 이 정보들을 기반으로 요구 대역폭과 서비스 종류에 따라 협상을 통해 대역폭 할당량을 정의한다. 이에 따라 QoS 관리자가 적절한 자원을 할당하게 함으로써 전체적인 무선자원의 활용도를 높이고자 하였다.

1. 서론

TCP/IP(Transmission Control Protocol/Internet Protocol)를 기반으로 하는 현재의 IP 망은 문자 데이터를 위한 패킷 통신으로부터 발전하여 왔으나, World Wide Web의 출현 이후 다양한 멀티미디어 서비스 요구에 부응하여 주문형 비디오(Video On Demand), 인터넷 방송 등의 서비스들이 활성화되고 있으며, 유선 전화를 대신하는 VoIP(Voice over Internet Protocol)와 같이 지금까지 회선 교환망에서만 가능하다고 여겨졌던 응용들이 패킷 교환 방식을 기반으로 하는 인터넷에서 시도되고 있다[1,7].

이동통신망 역시 기존의 음성위주의 통신 환경에서 단문메시지, 인터넷접속 등의 데이터 통신을 위한 환경으로 빠르게 변화하고 있다. 이미 국내 각 이동통신 사업자들이 IS-95B, IS-95C등의 무선 규격의 채용이 진행중이며, 결국 무선 단말로 멀티미디어 서비스를 즐기는 IMT-2000으로 이어질 것이다.

특히 3GPP, 3GPP2 등의 표준 규격단체에서는 IMT-2000을 위한 규격 뿐 아니라, 이동통신망의 코어망을 현재의 인터넷에서 사용하고 있는 IP 기반의 망을 사용하여 구축하기 위한 활동이 진행 중이며, 급년 내에 표준 망 구조(network architecture)를 확정하려는 계획으로

있다. 이동통신망을 IP 네트워크에서 구축할 경우 하나의 회선으로 다양한 서비스에 이용할 수 있음에 따른 경제성, 관리의 편의성, 서비스 통합과 신규 서비스 개발의 용이성 등의 잇점이 있다.

그러나 현재 제안된 규격에 따르면 한 가입자가 2Mbps 서비스를 이용할 경우 해당 기지국의 무선 자원을 독점하게 되는 문제가 있다. 그러므로 이동통신망에서의 QoS(Quality of Service) 제어는 신뢰성이나 지연 문제의 해결 뿐 아니라 중요한 자원인 무선구간의 대역폭을 효율적으로 사용할 수 있도록 하는 QoS의 제어방안이 더욱 필요하게 된다.

요구 대역폭이 다른 다양한 호 요구에 대해, 필요한 무선 자원을 허용된 QoS 범위 안에서 가변적으로 할당함으로써 무선 자원의 활용도를 높일 수 있을 것이다. 본 논문에서는 무선 자원의 가변적 할당이 가능하도록 인터넷 경매 시스템에서 협상을 담당하는 에이전트를 이용한 자원 할당 에이전트를 설계하였다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 IP 망에서의 QoS와 협상 에이전트에 관련된 연구들을 살펴보고, 3장에서 QoS 관리자의 구성을 제시하고 협상 에이전트를 설계한다. 그리고 4장에서 결론과 향후 과제를 언급한다.

2. 관련연구

2.1 QoS 관리 기술

IETF(Internet Engineering Task Force)에서는 인터넷에서 사용자의 요구사항에 따른 QoS를 제공하기 위해 여러 가지 서비스 모델과 메커니즘을 제시하고 있으며 통합 서비스에서의 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 RSVP(ReSerVation Protocol)를 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 정보 교환도 일어나지 않게 함으로써 연결 설정 비용 문제를 해결하였다.

DiffServ 모델에서 QoS를 제공하기 위해서 망 제공자는 사용자가 원하는 QoS를 제공하기 위해 도메인 내의 각 노드에 클래스별로 자원을 적절히 할당하고, 도메인 간에는 종단간 QoS가 보장되도록 SLA(Service Level Agreement)를 체결하여야 한다. 이를 위해 대역폭 브로커(Bandwidth Broker) 기술이 제안되고 있다. 대역폭 브로커는 도메인에 하나씩 존재하여, 인터-도메인에서는 이웃 도메인의 대역폭 브로커와 SLA를 체결하여 유지하는 기능을 수행하며, 인트라-도메인에서는 사용자나 응용으로부터의 QoS 요구를 받으면, 도메인 내의 자원 사용 정책에 따라 내부자원을 할당하는 기능을 수행한다. 특히 이웃 도메인과 협상된 SLA에 기반하여 경계 라우터의 자원 구성 정보를 제공한다. 즉, 대역폭 브로커는 인터넷에서 QoS를 제공함에 있어서 정책 기반 QoS 관리 기능 중에서 자원사용량에 기반한 QoS관리를 수행하는 시스템이라고 할 수 있다.

한편 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. 하지만 각각의 호가 음성, 영상과 화상, 단문메시지, 웹 검색과 같은 양방향 데이터 등과 같이 다양한 경우에는 적절하지 않다. 이러한 멀티미디어를 위한 주파수 할당 기법들로 동적 채널 할당(DCA: Dynamic Channel Allocation) 기법과 복합 할당 기법(HCA: Hybrid Channel Allocation) 기법이 있다[3,4].

2.2 인터넷 경매 에이전트

소프트웨어 에이전트는 사용자의 이익을 위해 행동하고 보조하는 프로그램으로서 개인화(personalized)와 지속적 수행(continuously running), 자동화(automation) 등의 특성이 있다[2]. 따라서 에이전트는 사용자의 개입 없이도 많은 정보와 작업을 관리할 수 있다. 특히 전자상거래나 인터넷 경매는 많은 정보와 이에 대한 처리과정을 필요로

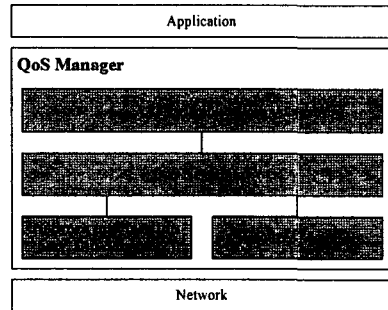
하는데 에이전트 기법을 이용함으로써 효율적인 시스템을 구축할 수 있다[2]. 예를 들어 전자상거래에서 원하는 물품의 검색과 비교는 많은 정보 처리 과정으로 인해 사용자의 직접적 개입과 많은 시간을 요구하면 인터넷 경매에서 입찰 희망자가 자신이 원하는 물품을 검색하고 비교하는 데에도 사용자의 직접적 개입과 많은 시간을 요구하게 된다. 이러한 과정을 에이전트가 대행함으로써 검색과 비교에서부터 거래에 이르기까지 많은 부분을 자동화시킬 수 있다.

무선 이동통신의 경우에는 발신 측에서 요구하는 대역폭이 수신 측에서도 가용한지의 여부를 확인하고, 만일 부족하다면 조정을 통해서 요구된 서비스를 제공할 수 있도록 송, 수신측의 에이전트가 협상을 대신할 수 있을 것이다.

3. 에이전트 기반 QoS 관리자의 설계

3.1 QoS 관리자 구조

본 논문에서 설계한 QoS 협상자는 QoS 관리자 내에 위치하며 자원 관리자와 다른 망과의 인터페이스를 위한 부분으로 구성하였다. 또한 QoS 협상자는 어플리케이션을 위한 API와 연결되어 있다. 이를 도식화 한 것이 [그림 1]이다.



[그림 1] QoS 관리자의 구성

3.2 무선자원 협상자 설계

설계한 무선자원 협상자는 서로 다른 종류의 서비스에 대한 호 설정 요청이 발생했을 때, 최대한 많은 사용자의 호 설정 요청을 수용하면서 적절한 서비스 품질(QoS)을 협상하고자 하였다.

본 논문에서 가정한 서비스의 등급은 반드시 요구한 대역폭을 충족시켜야 하는 고정 대역폭 서비스(Fixed Bandwidth Service), 요구한 대역폭이 부족할 경우에 서비스의 질이 다소 낮아지는 것을 감수하며 대역폭을 하향 조절하여 서비스 제공이 가능한 조정 대역폭 서비스(Controlled Bandwidth Service), 그리고 대역폭의 잉여 여부를 수시로 점검하여 대역폭을 동적으로 변경하여 할당하는 가변 대역폭 서비스(Variable Bandwidth Service)의

세 가지 등급으로 나누었다.

이에 대한 대역폭 협상 알고리즘은 다음과 같다.

· Fixed Bandwidth Service

$$B_{new} = \min(B_c \cdot x, B_l)$$

· Controled Bandwidth Service

$$B_{new} = \min\left(B_c + \frac{(B_c - B_n)y}{100n}, B_l\right)$$

· Variable Bandwidth Service

$$B_{new} = \max\left(B_c + \frac{(B_c - B_l)z}{100n}, B_{c-1}\right)$$

<p>B_l : 현재 남아있는 대역폭 $B_c = B_{n+1}$: 현재 호 설정 요청 대역폭 $B_n = B_{c-1}$: 이전 호 설정 요청 대역폭 가중치 변수 x : PBS의 SLA 등급 y : 전체 호 설정 요청 중 VFBS의 비율 z : 전체 호 설정 요청 중 VBS의 비율</p>
--

첫 번째 고정 대역폭 서비스(Fixed Bandwidth Service)는 현재 가장 적은 대역폭을 사용하는 호 설정 요청에 대해 SLA의 서비스 등급에 의한 가중치를 곱한 값과 현재 남아있는 대역폭과 비교를 한 후, 그 중 작은 값을 새로운 대역폭으로 결정하는 것이다. 이 서비스는 만약 호 설정 요청 시 요구한 대역폭이 남아있는 대역폭보다 크다면 호 설정 요청은 거부된다. 이 같은 경우는 서비스 등급이 가장 높은 단계의 서비스에 적용된다.

조정 대역폭 서비스(Controled Bandwidth Service)는 남아있는 대역폭(B_l)에서 호 설정 요청 시 요구된 대역폭(B_c)을 빼면 호 설정 요청자가 사용할 수 있는 최대 대역폭의 범위가 나오며, 그 범위에 다시 가중치 변수 백분율(y)을 받아 곱한 후 다시 그 값과 현재 호 설정 요청 대역폭에 더한 값과 남아있는 대역폭을 비교하여 작은 값으로 세팅한 후 서비스를 시작한다. 일반적으로 이 수식을 따르게 되면 남아있는 대역폭보다 수식 연산으로 얻어진 값이 작게 되며, 만약 수식 연산으로 얻어진 값이 남아있는 대역폭보다 커지면 이 호 설정 요청은 거부된다. 이 서비스는 서비스 등급이 가장 낮은 서비스에 적용되며 일반적으로 낮은 등급의 호 설정 요청자는 서비스를 받을 기회가 적은 것을 감안하여 서비스 등급이 낮은 호 설정 요청자에게도 공평하게 서비스 받을 기회를 주기 위한 것이다.

세 번째 가변 대역폭 서비스(Variable Bandwidth Service)는 두 번째에서 설명한 호 설정 요청자가 사용할 수 있는 최대 대역폭의 범위($B_c - B_n$)와 호 설정 요청에 대한 로그 파일을 참조하여 얻을 수 있는 이전 호 설정 요청 대역폭과 그 이전 호 설정 요청 대역폭의 차이들의 평균값을 가중치 변수 백분율(z)로 받아 곱한 후

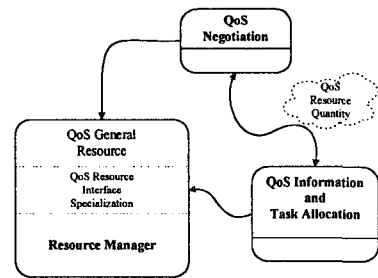
$$\left(\frac{B_c + \left\{ (B_c - B_n) + \sum_{i=1}^{n-1} (B_{i+1} - B_i) \right\} z}{100n} \right)$$

다시 현재 호 설정 요청 대역폭에 더한 값과 이전 서비스 대역폭을 비교한 후 큰 값으로 서비스를 세팅하는 방법이다. 이 서비스는 호 설정 거부가 없으나 앞의 두 서비스와는 달리 주기적으로 자원 관리자와 통신을 해야 하며 자원 모니터링과 그에 의한 페이지에 의해 라우터에 많은 부하가 가중될 수 있다. 하지만 동적으로 남아있는 자원을 할당하기 때문에 자원 활용도가 가장 높다는 점에서 세 가지 방법 중에서 가장 이상적인 방법이며, 일반적으로 가장 많은 사용자가 가입하는 중간 단계의 서비스 등급에 주로 적용될 수 있다.

3.3. 자원 할당 절차

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 앞에서 제시한 알고리즘에 따라 자원의 확보를 위한 협상을 진행한다. 협상 결과에 따라 자원의 확보가 가능한 경우 자원 관리자로 하여금 자원을 확보하도록 예약하고 호를 요청한 측에 호 수용을 알린다. QoS 등급의 조정 내역은 협상자 에이전트가 통보한다. 호 수용 통지를 받은 발신 측에서는 자국의 자원 관리자에게 자원 할당을 요청하고 호를 연결한다. 이때 무선 자원을 할당하는 방법은 2장에서 언급된 HCA 기법이 적용된다

다음 그림은 QoS 협상자와 자원 관리자와의 연관관계를 나타낸 것이다.



[그림 2] QoS 협상자와 자원 관리자

4. 결론 및 향후 연구

본 논문에서는 멀티미디어 서비스를 지원하는 IMT-2000과 All-IP 망에서, 요구 대역폭이 다른 다양한 서비스 요청에 대해 무선 대 무선의 경우의 무선 자원 할당을 협상하는 에이전트를 설계하였다.

협상 에이전트는 요구된 서비스를 위해 필요한 무선 자원이 부족한 경우에 대해, 요구 서비스의 종류와 등급에 따라 자원 할당을 조절하기 위한 협상을 담당하여, QoS

관리자로 하여금 무선 자원을 동적으로 효율적으로 할당 및 관리하여 보다 많은 호의 연결이 가능하도록 하였다.

향후 과제로는 사업자 관점에서의 서비스 등급과 서비스의 종류, 조절 가능한 QoS 범위 등을 명확히 정의하여 데이터베이스화 하고, 이 정보들을 망관리 관점에서 이용하기 위한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] Lonnie R. Welch and Behrooz A. Shirazi, "An End-to-End QoS Management Architecture", Fifth IEEE Real-Time Technology and Applications Symposium, June, 1999
- [2] Robert H. Guttman, Alexandros. Moukas, Pattie Maes, "Agent-mediated Electronic Commerce : A Survey", Knowledge Engineering Review, June 1998.
- [3] Saurav Chatterjee, Michael Brown, "Adaptive QoS Resource Management in Dynamic Environments", IEEE International Conference on Multimedia Computing and Systems Volume II, June, 1999
- [4] 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
- [5] S. Fischer and H. de Meer, QoS Management: A Model-Based Approach, Sixth International Symposium on Modeling, Analysis and Simulation of Computer and Telecommunication Systems, July, 1998
- [6] Lucent Technologies Inc., Definitions of the cdma2000 All-IP Network Reference Model and Functional Elements, Mobile Wireless Internet Forum, March, 2000
- [7] 이계상, 인터넷 Core 망 표준 기술 동향, TTA 저널 제 68호, 2000.2
- [8] 김성범, 통신망 및 서비스운용 관리기술, TTA 저널 제 66호, 1999.12
- [9] Mobile Wireless Internet Forum, <http://www.mwif.org>