

이종 무선망 환경에서 QoS 지원을 위한 협상 에이전트 설계 및 구현

박현, 이상희, 이혁준
광운대학교 컴퓨터 공학과
{netipark, daps}@kw.ac.kr, hlee@daisy.kw.ac.kr

Design and Implementation of Negotiation Agent for Heterogeneous Wireless Networks

Hyun Park, SangHee Lee, HyukJoon Lee
School of Computer Engineering, Kwangwoon Univ.

요 약

3세대 이동통신 망에서는 릴레이 노드를 이용한 셀룰러 망과 애드혹 망의 통합을 통해 셀의 용량 및 셀 커버리지의 증가와 인접 셀 간의 부하 밸런싱 효과를 제공할 수 있다. 이러한 이종 무선 통합 망 환경에서 QoS를 제공하기 위해서는 이종 망 간에 데이터 전송 시 서로 다른 망 간의 네트워크 용량을 고려하여 데이터 릴레이 및 QoS 레벨을 일치시켜 줄 수 있는 릴레이 노드의 중계 역할이 필요하다. 본 논문에서는 과금 서비스에 기반한 보상금과 수익금 제도를 통하여 애드혹 노드와 셀 기지국 간의 데이터 릴레이 기능 및 QoS를 제공하는 협상 에이전트 기법을 제안하며 ns-2 기반 UMTS/WLAN 시뮬레이터를 이용하여 성능을 분석한다.

1. 서 론

최근에 유무선 네트워크가 통합된 환경에서 음성 및 데이터 전송 서비스를 제공하기 위한 all-IP 기반의 네트워크에 대한 연구가 활발하게 진행되고 있으며 특히 멀티미디어 데이터 서비스에 대한 요구가 증가함에 따라 QoS의 제공이 큰 이슈가 되고 있다. 이러한 네트워크 통합 및 QoS 제공에 관련된 연구로는 HIPERLAN/2(High Performance Radio Local Area Network/2)와 UMTS(Universal Mobile Telecommunications System)의 통합망에서 IntServ(Integrated Service)[1]와 DiffServ(Differentiated Services)[2] 방식의 QoS를 적용하는 모델을 제안한 유럽의 EC-IST의 BRAIN(Broadband Radio Access for IP-Based Networks)[3] 프로젝트와 IP 기반의 이종 망 구조에서 종단 간(end-to-end) QoS와 AAA (Authentication, Authorization and Accounting) 기능을 제공하고자 하는 IETF의 SIP[4]와 SDP[5]의 표준화 연구가 있다. 또한 네트워크의 통합 연구는 애드혹 네트워크로 확장되어 셀룰러 망과 애드혹 망의 통합에 대한 연구도 진행되고 있다. [6]에서는 셀 내의 노드와 단일 홉으로 연결되는 기지국(base station)과 애드혹 노드가 릴레이 노드(relay node)를 통해 통신 가능한 기법을 제시하고 있으며 또한 채널 용량 및 비용을 고려하여 보다 효율적이고 경제적인 통합 기법을 제안하고 있다. 이러한 연구를 통해 셀의 용량 및 셀 커버리지의 증가와 인접 셀 간의 부하 밸런싱 효과를 기대할 수 있다.

그러나 대부분의 연구가 셀룰러 망과 애드혹 망의 통합에 초점을 맞추고 있으며 QoS를 제공하기 위한 연구는

아직 미비한 편이다. 애드혹 망과 셀룰러 망의 통합 환경에서 애드혹 노드가 QoS를 제공 받기 위해서는 셀룰러 망의 자원 상태를 확인해야 하나 셀룰러 망에 직접 연결할 수 없어 셀룰러 망의 자원 상태를 고려한 QoS 설정이 불가능한 문제점이 있다. 따라서 듀얼 인터페이스를 가지고 있는 릴레이 노드는 애드혹 노드에게 셀룰러 망의 자원 상태를 알려주고 서로 다른 망 간의 QoS 레벨의 차이를 일치시켜 줄 수 있는 중계 역할이 필요하다. 본 논문에서는 애드혹 노드와 릴레이 노드의 협상 과정을 통해 이종망 간의 QoS를 제공하고 셀룰러 망과 릴레이 노드에 수익을 제공하여 릴레이 서비스를 유도하는 과금 서비스를 제공하는 협상 에이전트 기법을 제안하였다. 또한 ns-2[7]를 이용하여 UMTS/WLAN 기반의 시뮬레이션 환경을 구축하고 이를 통해 QoS 기능과 과금 기능을 구현 및 분석하였다.

2. 협상 에이전트

통합 망 환경에서 QoS를 제공하기 위해서는 듀얼 인터페이스를 통해 서로 다른 망을 인지할 수 있는 릴레이 노드의 역할이 중요하다. 그러므로 애드혹 노드가 QoS를 제공 받기 위해서는 릴레이 노드를 활용한 QoS 기법이 요구되며 본 논문에서는 애드혹 노드와 릴레이 노드에 에이전트를 추가하여 에이전트 간의 협상을 통해 QoS를 제공하는 협상 에이전트 기법을 제시하였다. 협상 에이전트는 애드혹 노드와 릴레이 노드 간의 QoS 협상을 통해서 애드혹 노드에게 지원 가능한 QoS 수준을 결정하는 것을 돕는다. 협상 에이전트의 구조 및 동작 순서는 그림 1과 같다. 협상 에이전트는 종단 간 QoS 지원을 담당하는

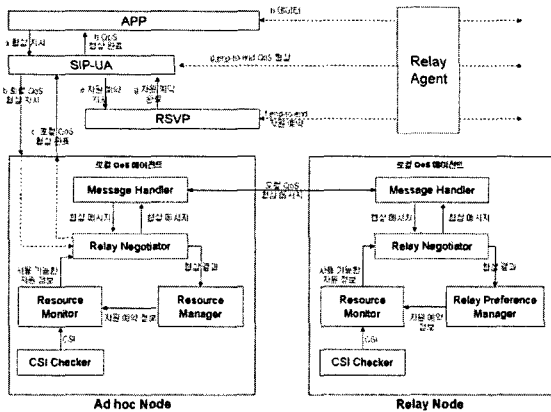


그림 1. 협상 에이전트 구조 및 동작 순서

SIP, RSVP 등의 모듈과 로컬 QoS 지원을 담당하는 로컬 QoS 에이전트 모듈로 구분할 수 있다. 로컬 QoS 에이전트는 메시지 핸들러, 릴레이 협상 모듈, 자원 감시 모듈, 자원 관리 모듈, 그리고 채널 상태를 검사하는 모듈로 구성된다. 또한 릴레이 노드에 위치하는 로컬 QoS 에이전트는 릴레이 에이전트를 생성하여 로컬 협상 메시지가 아닌 패킷들이 중계 되도록 한다. 종단 간 QoS를 제공하기 위해서 QoS 협상을 담당하는 SIP-UA와 자원을 예약하는 RSVP 모듈을 사용한다. 응용어 SIP-UA에 QoS 세션을 설정할 것을 지시하면 SIP-UA는 우선 노드가 애드혹 노드인지 여부와 로컬 협상 에이전트 유무를 검사한다. 애드혹 노드이고 로컬 QoS 에이전트가 있다면 종단 간 QoS 협상에 앞서 로컬 QoS 협상을 실행하도록 로컬 QoS 에이전트에게 지시한다. 로컬 QoS 협상으로 셀룰러 망의 자원 상태를 파악한 후 이 정보를 기반으로 종단 간 QoS 협상을 수행한다. QoS 협상이 완료되면 그 결과를 RSVP 모듈에 전달하고, RSVP 모듈은 상대 노드와 협상 결과에 따라 PATH 메시지와 RSVP 메시지를 주고 받으며 경로 상의 자원을 예약한다. 자원 예약 프로세스가 끝나면 SIP-UA에 결과를 알리고 SIP-UA는 QoS 세션 설정이 완료됐음을 응용어에 알린다.

3. 과금 서비스

본 논문에서는 릴레이 노드와 셀룰러 망에 수익을 제공하여 QoS 및 릴레이 서비스를 유도하기 위한 과금 서비스를 제시 하였다. 과금 서비스 제공하기 위해 요금, 보상금, 수익금의 금액 개념을 사용하였다[8]. 요금은 모든 노드가 서비스 받는 대가로 지불하는 금액을 의미하며 릴레이 노드 뿐만 아니라 애드혹 노드도 동일한 요금을 지불하게 된다. 보상금은 릴레이 노드가 릴레이 서비스의 대가로 셀룰러 망으로부터 받게 되는 보상을 의미하며 수익금은 셀룰러 망이 얻을 수 있는 금액으로써 모든 노드가 지불하는 요금의 합에서 릴레이 노드에게 지불하는 보상금을 제외한 금액을 가리킨다. 다음은 셀룰러 망의 보상금을 결정하는 수식과 릴레이 노드가 원하는 보상금 결정에 사용하는 수식을 나타낸다

셀룰러 망이 릴레이 서비스로 인해 기대할 수 있는 unit revenue

$$p_{BS} = \lambda T_{RN} - \mu \min\{kT_{RN}, T_{AN=RN}\}, (\mu = 0 \Rightarrow k = 0)$$

릴레이 노드의 utility

$$U_{RN} = (1-k)T_{RN} / c - \lambda T_{RN} + \mu \min\{kT_{RN}, T_{AN=RN}\}, (\mu = 0 \Rightarrow k = 0)$$

- λ : unit charge
- μ : unit reimbursement
- k : 릴레이 노드가 제시한 릴레이 비율, ($0 < k \leq 1/2$)
- T_{RN} : CSI로 추정된 릴레이 노드의 최대 throughput
- $T_{AN=RN}$: 릴레이 노드와 애드혹 노드 사이의 최대 throughput
- c : 단위 시간 당 소비되는 cost

위 수식을 이용하여 릴레이 노드는 릴레이용 자원의 비율에 대해 유틸리티가 특정 수준이 되는 보상금을 결정하고, 최소한 계산된 보상금을 받을 것을 원하게 된다. 셀룰러 망은 릴레이 노드를 등록할 때 수익금이 일정하게 유지되는 보상금을 계산하여 이를 릴레이 노드에게 알려준다. 이 값이 릴레이 노드가 계산한 보상금보다 작을 경우 릴레이 노드는 그 차액을 애드혹 노드가 이를 부담할 것을 요청하게 된다. 그림 2는 협상 에이전트를 이용한 종단 간 세션 설정 및 과금 서비스를 위한 메시지 교환의 흐름을 나타낸다. 과금 서비스의 동작은 릴레이 노드의 QoS 에이전트가 서비스 이전에 셀룰러 망의 기지국에 릴레이를 위한 자원량을 등록하고 셀룰러 망은 이에 대한 보상 금액을 알려줌으로써 시작된다. 등록된 릴레이 노드의 QoS 에이전트는 메시지를 주기적으로 전송하여 자신이 릴레이 노드임을 알려 애드혹 노드가 서비스를 요청할 수 있도록 한다. 메시지에에는 애드혹 노드에게 지원 가능한 자원 양과 셀룰러 망이 제시한 보상이 원하는 금액보다 작을 경우 애드혹 노드가 부담할 것을 요구하는 차액이 포함된다. 여러 릴레이 노드로부터 메시지를 수신한 애드혹 노드의 QoS 에이전트는 자신의 응용 프로그램 요구를 만족시켜주는 메시지 중에서 가장 작은 금액을 요구한 릴레이 노드를 선택한다.

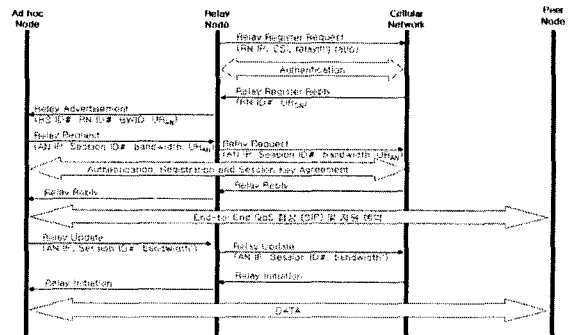


그림 2. 종단 간 QoS 세션 설정 메시지 흐름

4. 시뮬레이터 구현 및 실험 결과

제안한 협상 에이전트 모델에서 QoS 동작과 과금 서비스를 통한 보상금과 수익금을 분석하기 위해 ns-2를 기반으로 시뮬레이션을 수행 하였다. 시뮬레이터는 EURANE (Enhanced UMTS radio access network

extensions for ns-2) 모델과 ns-2에 내장되어 있는 IEEE 802.11 표준 모델을 기반으로 구현 하였으며 종단 간 QoS 기능을 위해 SIP 코드를 작성하고, RSVP 코드를 수정하여 무선구간에서 자원 예약이 가능 하도록 하였다. 그리고 이와 연동할 수 있는 로컬 QoS 모듈과 애드혹 노드에서 동작하는 VoIP 응용을 구현하였고 릴레이 노드를 위해 UMTS/WLAN 듀얼 인터페이스 노드를 구현하였으며, 노드의 구조는 그림 3과 같다.

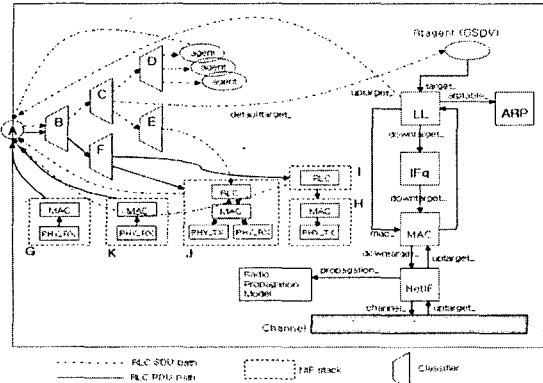


그림 3. UMTS/WLAN 릴레이 노드 구성도

실험 환경 및 노드 간 데이터 플로우 설정은 그림 4, 표 1, 표 2와 같으며 애드혹 노드의 수를 증가시키면서 과금 액수를 측정 하였다. 실험 결과는 그림 5와 같다. WLAN 노드가 없을 경우 보상금이 0이고 WLAN 노드가 추가됨에 따라 릴레이 노드에게 지불하는 보상금이 증가함에도 불구하고 셀룰러 망의 수익은 WLAN 노드가 없을 때보다 점점 증가함을 확인할 수 있다. 따라서 릴레이 서비스에서 보상금이 증가함에 따라 릴레이 노드와 셀룰러 망 모두 수익을 얻음을 확인할 수 있었다.

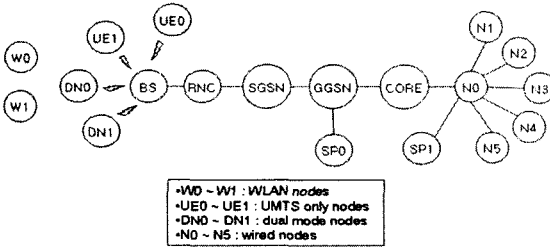


그림 4. 네트워크 구성도

표 1. 노드 간의 트래픽 설정

대상 노드	트래픽
UE0 ↔ N0	FTP 20k
UE1 ↔ N1	FTP 20k
DN0 ↔ N2	VoIP, 50k
DN1 ↔ N3	VoIP, 50k
W0 ↔ N4	VoIP, 50k
W1 ↔ N5	VoIP, 50k

표 2. 과금 및 릴레이 비율 추가값 설정

파라미터	값
unit charge	0.1
unit revenue	300000
relay node의 utility	200000
relay node의 unit cost	5.0
relay ratio	0.5

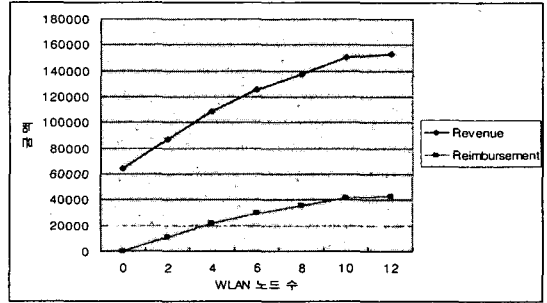


그림 5. WLAN 애드혹 노드에 따른 보상 및 수익금 결과

5. 결론

본 논문에서는 이중 망이 결합된 환경에서 QoS 제공 및 과금 서비스를 제공하는 협상 에이전트를 제안하였다. 제한한 협상 에이전트는 로컬 QoS 협상 정보를 기반으로 종단 간 QoS 제공하며, 과금 서비스를 통해 셀룰러 망과 릴레이 노드에게 수익을 제공하여 릴레이 참여를 유도 하도록 하였다. 실험 결과 애드혹 노드가 증가할수록 셀룰러 망과 릴레이 노드의 수익이 증가함을 확인할 수 있었다. 향후 무선 채널 상태를 고려한 QoS 및 릴레이 서비스에 대한 연구와 과금 서비스를 개선하여 서비스 만족도에 따라 unit revenue 및 unit charge 값 등을 자율적으로 결정 하도록 하는 연구를 진행할 것이다.

참고 문헌

[1] R. Braden, D. Clark, and S. Shenker, "Integrated Services in the Internet Architecture: an Overview", IETF RFC 1633, Jun. 1994.
 [2] S. Blake, D. Black, M. Carlson, E. Davies, Z. Wang, and W. Weiss, "An Architecture for Differentiated Services", IETF RFC 2475, Dec. 1998
 [3] IST-1999-10050 BRAIN D.2.2. "BRAIN architecture specifications and models, BRAIN functionality and protocol specification", IST, Mar. 2001.
 [4] J. Rosenberg, H. Schulzrinne, G. Camarillo, A. Johnston, J. Peterson, R. Sparks, M. Handley, and E. Schooler, "SIP: Session Initiation Protocol", IETF RFC 3261, Jun. 2002.
 [5] M. Handley, and V. Jacobson, "SDP: Session Description Protocol", IETF RFC 2327, Apr. 1998
 [6] H. Luo, R. Ramjee, P. Sinha, L. Li, and S. Lu. UCAN: A Unified Cellular and Ad-Hoc Network Architecture. In MOBICOM, pages 353-367, September 2003.
 [7] The Network Simulator(NS-2), <http://www.isi.edu/nsnam/ns/>
 [8] Omer Ileri, Siun-Chuon Mau, Narayan B. Mandayam, "Pricing for enabling forwarding in self-configuring ad hoc networks", WCNC 2004, no. 1, March 2004 pp. 1029-1034