

3G 네트워크에서의 RSVP 적합을 통한 QoS 보장 방안

김진민*, 서영주
 포항공과대학교 컴퓨터공학과
 {mins, yjsuh}@postech.ac.kr

QoS supporting with RSVP adaptation in the 3rd generation network

Jin-Min Kim*, Young-Joo Suh
 Department of Computer Science & Engineering, Pohang University of Science & Technology

요 약

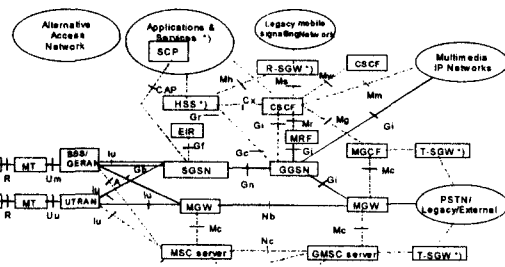
최근 무선 이동통신 네트워크 분야의 큰 변화 중에 하나는 무선 이동통신 네트워크와 IP기반의 인터넷 네트워크 기술의 결합이라고 할 수 있다. 그러나 무선 이동통신 네트워크 환경에서는 제한된 네트워크 대역폭과 모바일 호스트(Mobile Host)의 잦은 이동성에 기인한 핸드오프(Hand-Off)로 인하여 다양한 종류의 트래픽(Traffic)에 대한 QoS(Quality of Service)를 보장하기가 용이하지 않다. 3G 네트워크 환경에서는 기존의 서킷 기반이 아닌 패킷 기반의 네트워크 구조로 진화하고 있으며 이동통신 네트워크내에서의 다양한 멀티미디어 트래픽 요구와 함께 이런 멀티미디어 지원을 위한 3G 네트워크안의 QoS 보장이 이루어져야 한다. 본 논문에서는 3세대 이동 통신인 UMTS 네트워크를 기반으로 다양한 멀티미디어 데이터를 위하여 Core네트워크에서의 자원예약을 위하여 내부의 QoS 메커니즘을 분리하여 개선된 RSVP 프로토콜을 제안한다. 또한 그로 인해 발생하는 Signaling 오버헤드를 줄이기 위한 Unified_msg object와 MH(Mobile Host)의 Handoff 지원을 제안한다.

1. 서론

최근 통신 분야와 인터넷 분야에 있어서 많은 기술의 발전과 새로운 개념의 등장은 많은 기술분야와 연구활동에 영향을 주게 되었다. 무선 이동통신의 큰 변화 중에 하나는 이러한 무선환경의 이동통신 기술과 IP 기반의 인터넷 멀티미디어 통신 기술의 결합이라고 할 수 있다. 그 가운데 가장 대표적인 것이 3세대 네트워크라 불리는 IMT2000, UMTS (Universal Mobile Telecommunication System), 기반의 이동통신망의 진화를 볼 수 있다. 기존의 2세대 이동통신망(현재의 이동통신망)은 circuit-based 네트워크로 발전해왔으나 VoIP (Voice over IP) 라는 새로운 IP-based 음성 전송 프로토콜의 등장으로 인해 Telecommunication 네트워크에 있어서도 패킷 기반의 네트워크로 진화하고 있다. 본 논문에서는 Best-effort를 기반으로 하는 3G 네트워크에서 적절한 QoS를 보장하기 위해서 Intserv를 이용한 Proxy RSVP 구조를 적용하고 Intserv의 문제점으로 알려진 RSVP refresh 오버헤드를 효과적으로 해결하는 방안을 제안한다. 본 논문에서 제안하는 네트워크의 환경은 UMTS, GPRS (Generalized packet Radio Service)를 기반으로 하는 3G 네트워크이며 ALL-IP 기반의 네트워크로서 인터넷 망과 연동되어지는 Core 네트워크 (백본 네트워크)를 구성하는 SGSN (Serving GPRS Node), GGSN (Gateway GPRS Node)과 무선 구간의 BTS (Base Station Transceiver Subsystem), BSC (Base Station Controller)로 구성됨을 전제로 한다.

2. 관련 연구

UMTS 네트워크 구조[6]는 기존의 비동기식망의 2세대망인 GSM 망과 2.5세대인 GPRS 망을 기반으로 하고 있다. 3세대 망의 Core 네트워크를 구성하는 중요한 요소로는 SGSN과 GGSN이 있다. UMTS 구조를 나타내는 [그림1]에서 SGSN은 자신의 라우팅 영역 안에서 각 MH(Mobile Host)의 위치를 추적함으로써 위치관리, 세션 관리, 인증 등의 역할을 담당하는 기능을 하며 기존의 BSC, BTS 역할을 하는 무선 영역인 UTRAN(Universal Terrestrial Radio Access Network)에 연결되어 있다. 외부 패킷 기반 네트워크와 3G 내부 네트워크와의 Interworking을 제공하기 위한 변환기능을 담당하며



[그림 1] Reference Architecture for UMTS

GGSN은 IP 기반의 UMTS 백본 네트워크를 통하여 SGSN 과 연결되어 있다. 또한 패킷 통신을 위하여 UMTS에서 사용하는 GTP (GPRS Tunneling Protocol) tunnel을 위한 End-point로 동작하게 되어 있다. 주로 GGSN은 SGSN과 마찬가지로 위치관리, 세션관리, 인증 등도 관리하며 Tunnel 관리, IP address 관리, 패킷 라우팅 등도 담당한다. 3G 네트워크에 접속한 MH는 하나의 PDP(Packet Data Protocol) address를 할당 받음으로써 외부 IP 네트워크에 접속이 가능하게 된다. 이런 UMTS, GPRS 망에 대한 과거 연구들을 살펴보면 주로 Air-interface에 관한 연구와 자원예약이 대부분이었다. 그러나 Core 네트워크에서의 QoS 보장 없이는 End-to-End(E2E) QoS를 보장할 수 없으므로 현재 중요한 문제가 되고 있다.

논문[1]에서는 하나의 PDP context에 Multiple QoS profile을 지원하는 방안을 제안했고 논문[3]에서는 Core 네트워크에 RSVP 어플리케이션을 지원하는 방법으로 Core 네트워크에서 RSVP를 Transparent하게 처리하는 간단한 방안을 제안하였다. 그러나 이는 RSVP 메시지를 단순히 Transparent하게 지나가게 함으로써 Core 네트워크에서의 QoS 지원을 해주지 못하고 단순히 RSVP를 사용하는 어플리케이션에 RSVP[8]를 전달해주는 역할을 할뿐이다. 또한 Core 네트워크에서 생기는 RSVP refresh 오버헤드 문제는 해결되지 않아

여전히 큰 문제로 남게 된다. 또한 논문[4]에서는 GGSN에서 RSVP flow를 막아주는 구조를 제안하였는데 이럴 경우에는 MH의 각 어플리케이션의 QoS가 동적으로 변하는 경우 이를 네트워크에 반영시키기 힘들다. 또한 RSVP의 End-to-End QoS의 구조를 강제적으로 끊어버리게 되며 마찬가지로 Core 네트워크에서의 QoS 보장을 해주지는 못한다. 그 이외의 논문[2][5]에서는 Core 네트워크에 QoS를 보장하게 위해서 Diffserv 구조를 제안하였으나 여전히 단순히 적용만 했을 뿐 Diffserv의 단점인 End-to-End flow 별의 QoS 보장을 위한 방안을 제공해주지는 못했다.

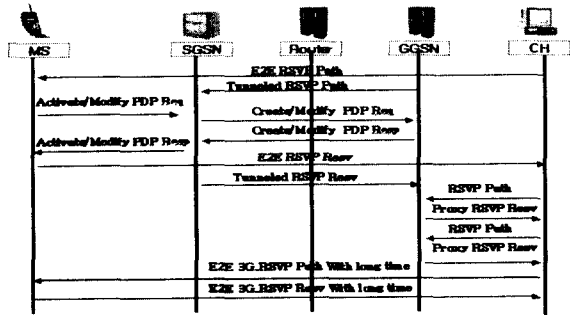
3. 제안하는 프로토콜 및 구조

3.1 3G 네트워크에서의 QoS 문제

3G 네트워크에서는 각 MH의 PDP context[7]를 통하여 자신의 QoS profile을 가지고 네트워크에 접속한다. 그러나 이러한 QoS profile이 정의되어 있긴 하지만 Core 네트워크에서 전송되는 트래픽에 대해서 이 profile에 따른 차별화된 서비스를 제공해주지 못한다. 또한 UMTS에서 SGSN-GGSN 사이의 통신은 IP tunnel을 그 기반으로 하기 때문이다. 즉 외부IP 네트워크에서 GGSN에 패킷이 도착할 때 Standard IP 패킷은 새로운 GTP 패킷 헤더가 추가되어서 Encapsulate 시킨 후에 3G 네트워크의 목적지로 전송된다. 이 과정은 외부 IP 망에서 내부 MH로 패킷을 전송시키기 위해서 3G망에서 사용하는 GTP tunneling 기술을 사용하기 때문이다. 또한 Core 네트워크에서의 RSVP 메시지는 Transparent하게 전송된다. 그러므로 Core 네트워크에서는 RSVP 메시지를 구별할 수 없으므로 실제적인 자원이 예약되지 않는다.

3.2 3G 네트워크에서 제안하는 QoS 지원 프로토콜의 Overview

제안하는 3G 네트워크의 개략적인 QoS지원 구조는 [그림2]와 같다. [그림2]에서 보는 바와 같이 End-to-End RSVP path 메시지는 Transparent하게 MH에게 전송되고 GGSN과 SGSN은 이 RSVP flow가 인식되도록 RSVP 모듈을 탑재하여 GGSN-SGSN 구간에서 Tunneled RSVP 메커니즘[9]을 사용하여 자원을 예약한다.



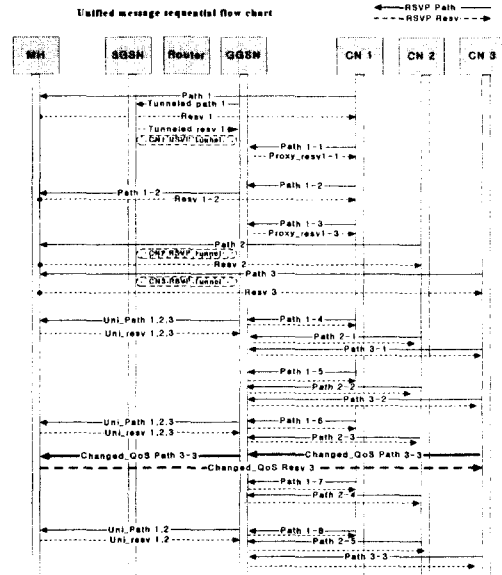
[그림 2] 3G Network with proposed protocol

이때 SGSN, GGSN은 RSVP에서 사용하는 Session object뿐만 아니라 각 Flow를 구분하기 위해서 3G 망에서 사용하는 GTP tunnel ID, Tunneled RSVP session, End-to-End RSVP session, PDP Context 4개의 mapping 정보를 유지 및 관리하고 있어야 한다. 그러나 3G Core 네트워크에서 일반적인 RSVP를 적용할 경우 Encapsulate 되어 전송되는 End-to-End RSVP 메시지뿐만 아니라 Core 구간에서 발생하게 되는 Tunneled RSVP에 의한 refresh 메시지의 오버헤드로 인한 성능 저하와 Bandwidth 낭비가 생기게 된다. RSVP refresh 메시지의 가장 중요한 목적은 Path의 Reliability를 위해서 전송하도록 되

어 있다 그러나 3G 네트워크와 같은 상용 이동통신망의 경우에는 계층적 구조의 분리된 네트워크로서 평균 3-5 Hop사이의 비교적 짧은 Hop 길이를 가지고 있으며 일반 인터넷과는 달리 자체 이동성 관리와 과금 관리를 위해서 G, I Interface[6]등의 자체 프로토콜을 통해 MH의 위치정보가 reliable하다고 할 수 있다. 따라서 일반적인 인터넷 구간과는 달리 3G 네트워크안에서는 많은 RSVP refresh 메시지가 필요하지 않게 된다. 그러므로 [그림2]에서 보는 바와 같이 3G의 Control 메시지인 Activate PDP Response 메시지를 받은 이후에는 GGSN이 RSVP refresh 메시지를 인터럽트(Interrupt)한 후 MH를 대신해서 proxy로 Internet구간으로 응답해준다 그리고 3G 내부에는 RSVP 메시지에 존재하는 Time-value object를 long term으로, Sender가 보낸 Time-value의 3배로 수정된 long state로 유지시켜 줌으로써 내부의 RSVP 오버헤드를 줄여주도록 한다. 그러나 MH의 QoS 변화가 생겼을 시에는 네트워크에 이 변화를 가진 메시지를 바로 보내주어 변경 사항이 GGSN-SGSN구간에 즉시 반영되도록 한다.

3.3 제안하는 Unified_msg object의 동작

제안하는 프로토콜에서는 3G 네트워크에 QoS domain을 분리시켜 주기 위해서 Internet과 다르게 RSVP refresh 메커니즘을 분리하여 Proxy RSVP 구조를 적용하였고 RSVP signaling 오버헤드를 줄일 수 있도록 Unified_msg object를 RSVP에 추가하였다.



[그림 3] Unified_msg and Proxy RSVP message sequences

3G 네트워크에서 동작하게 되는 한 단말기에는 [그림3]에서 보는 바와 같이 여러 다양한 멀티미디어 어플리케이션 CN1 (Correspond Node), CN2, CN3이 동작할 수 있다. 그러나 MH인 하나의 단말기에 동작하는 각 어플리케이션은 3G 네트워크 안에서 같은 라우팅 경로를 가지고 있으며 Handoff시에는 동시에 같은 SGSN에게 Handoff 등록을 요청하게 된다. 그러므로 하나의 MH에게 같은 네트워크 상황을 반영하는 RSVP 메시지가 refresh되게 된다. Internet망의 경우에는 각 refresh 메시지가 다른 네트워크 경로를 따르지만 3G 망에서는 이미 GGSN에서 Proxy로 RSVP 메시지를 생성해줄 수 있으므로 하나의 단말기로 향하는 즉 같은 네트워크 경로를 따르며 QoS 요구사항이 변경되지 않는 Refresh 메시지의 세션 정보를 하나의 Unified_msg object에 만들어 보냄으로써 Refresh되는 RSVP 메시지

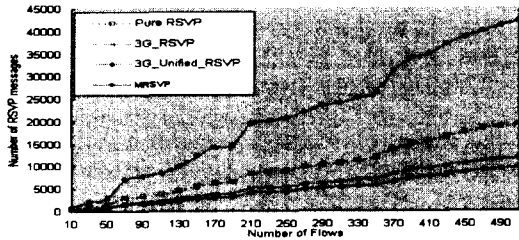
의 수를 줄일 수 있다. [그림3]에서 CN1, CN2, CN3에서 MH로 향하는 RSVP setup이 끝나고 Tunneled RSVP를 통하여 자원 예약을 한다. 다음에 GGSN에 의해 long state로 유지되고 refresh 되는 path1-4, path2-1, path3-1의 RSVP path 메시지의 session 정보를 통해 Unified_msg를 GGSN에서 생성해서 MH에게는 하나의 RSVP path 메시지를 보내주도록 한다. 이때 Unified_msg object를 만들어 주기 위해서는 몇 가지 고려해야 할 사항이 있다. 첫번째는 각 단말기에 속하는 어플리케이션 flow별로 구별이 가능해야 한다. 두 번째는 RSVP session의 QoS 요구사항이 바뀌거나 Release가 요구될 경우에는 이 Unified_msg object에서 해당 flow의 정보를 제거해서 보내주도록 해야 한다. 이는 refresh 메시지에 의해서 QoS 요구사항이 바뀌게 되는 경우에 이를 GGSN-SGSN구간에 바로 적용시켜 주도록 하기 위한 것이다.

3.4 3G 네트워크에서의 Handoff 지원

3G 네트워크에서 Mobility에 의한 Handoff가 발생하는 경우 제안된 RSVP adaptation 구조에서 QoS를 지원하는 방안은 다음과 같다. 여러 Handoff 종류 중에서 E2E QoS의 보장에 영향을 주는 경우는 SGSN간 Handoff가 일어나는 경우이다. 즉 SGSN간 Handoff가 일어날 경우에는 새로운 SGSN에게 등록하고 Tunneled RSVP session을 새로 열고 3G망의 PDP context update 과정을 거친다. 그 후 GGSN으로부터 Routing update accept response 메시지를 받기 전까지는 Old SGSN으로부터 New SGSN까지 MH로 향하는 데이터를 전송하도록 되어 있기 때문이다. 그러나 이 전송 구간에서는 미리 자원 예약이 되어 있지 않고 또한 새로운 SGSN 구간까지 Tunneled RSVP session이 열리기 전까지는 Best-effort로 전송될 수 밖에 없다. 따라서 자원을 예약하기 위한 Re-negotiation 과정을 지원하기 위해서 [10]에서 제안된 Passive, Active 예약 메커니즘을 적용할 수 있다. 즉 MH가 BTS의 신호에 의해 새로운 SGSN으로 Handoff가 예상되면 이를 SGSN과 GGSN에게 알려주고 Old SGSN-New SGSN구간과 GGSN-New SGSN 사이에 Passive자원 예약을 해줌으로써 MH가 GGSN에 의해 Handoff등록이 완전히 끝나고 Tunneled RSVP session이 만들어질 때까지 데이터를 전달한다.

4. 성능 평가

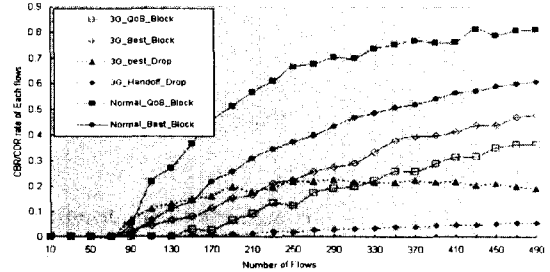
본 논문에서 제안된 3G 네트워크에서의 QoS 보장방안을 분석하기 위해서 표준적인 RSVP 시그널 메커니즘과 모바일 환경을 위해서 제안된 MRSVP 프로토콜과의 비교를 통해서 성능 분석을 하였다. 시뮬레이션을 위해 전체 백본 GSN구간의 대역폭을 30Mbps로 하고 QoS flow의 비율은 20%로, 각 QoS flow 당 500Kbps, 1Mbps, 2Mbps를 30%, 50%, 20%의 비율로 주고 Flow의 lifetime은 지수분포로 100-200sec 을 가진다.



[그림 4] 메시지 오버헤드

3G_RSVP는 3G에서 사용되는 제안된 프로토콜을 보여주고, 제안된 Unified_msg 구조를 사용한 프로토콜은 3G_Unified_RSVP로 보여준다. [그림4]는 3G 네트워크에서 자원 예약을 하기 위한 메시지 오버헤드로서 MRSVP를 사용할 경우 가장 많고 제안된 3G_RSVP와 Unified구조의 RSVP를 쓸 경우 오버헤드가 되는 컨트롤 메시지가 상

당히 줄어들고 있음을 볼 수 있다. 3G 내부로 향하는 E2E RSVP와 Tunneled RSVP의 refresh 메시지를 long term으로 유지시켜주고 또한 한 MH로 향하는 여러 RSVP메시지의 세션 정보를 Unified_msg object로 보내주기 때문이다. 또한 [그림5]에서는 발생하는 flow 수를 증가시켜가면서 네트워크 부하에 따른 CDR(Call Drop Rate), CBR(Call Block Rate) 비율을 네트워크 성능 척도로 비교해보았다.



[그림 5] CBR,CDR rate

일반적인 RSVP만 적용된 3G 망에 비해서 제안하는 프로토콜인 3G_RSVP가 적용된 3G 망에서는 QoS flow Block 비율이 상당히 낮다. 이는 QoS flow는 요구되는 자원을 확보하기 위해 Best_effort flow의 자원을 interrupt하여 확보하기 때문이고 Handoff하는 QoS flow인 경우에는 미리 Passive 자원 예약을 함으로써 높은 Priority를 가지게 되어 Flow가 Drop될 확률을 낮출 수 있다.

5. 결론

본 논문에서는 3G네트워크 환경에서 멀티미디어 데이터를 위한 QoS를 보장하기 위하여 3G 네트워크와 Intserv의 결합구조를 이용한 Proxy RSVP 구조를 제안하였고 이를 위해 개선된 RSVP 프로토콜을 제안하였다. Core 구간에서 RSVP 모듈을 사용함으로써 Tunneled RSVP로 각 flow의 QoS를 보장하였다. 동시에 이로 인해 생길 수 있는 RSVP Signaling 오버헤드를 줄이기 위해서 내부와 외부의 QoS 메커니즘을 분리하여 long state를 유지하게끔 RSVP proxy server를 사용하고 불필요한 메시지가 3G 내부 Core 네트워크로 전송되는 것을 막아주기 위해서 Unified_msg object를 사용하도록 하였다. 또한 Handoff 시에도 지속적인 QoS 보장을 위하여 GSN간에 Passive 자원 예약을 통해서 MH로 가는 멀티미디어 데이터를 전송시켜 줌으로써 단말기의 이동성에도 그 영향을 최소화 시켜주었다.

6. 참고문헌

- [1] M.Puusari, "Quality of service Framework in GPRS and Evolution UMTS", Euro personal Mobile Communication 99
- [2] Indu mahadevan, Krishna Sivalingam, "QoS architectures for Wireless Networks: Intserv and Diff serv Models", I-PAN 99
- [3] Murat bilgic, Kurt Essigmann, Tomas Holstrom, Martin Lord, Martin Renschler, "QoS in GPRS", Mobile Multimedia Computing 99
- [4] Jouni Mikkonen, Matti Turmen, "An integrated QoS architecture for GSM networks", WCNC99
- [5] Inge Gronbaek, "IP QoS Bearer service elements for the converging fixed and mobile 3G.IP networks", PIMRC2000
- [6] 3G TR 23.821 "3GPP architecture principle for release1.2"
- [7] 3G TR 23.107 "3GPP QoS Concepts and Architecture"
- [8] R. Braden, "Resource Reservation Protocol (RSVP) -- Version 1 Functional Specification." IETF RFC 2205
- [9] A. Terzis, J. Krawczyk, J. Wroclawski, L. Zhang, "RSVP Operation Over IP Tunnels," IETF RFC 2746
- [10] "MRSVP" A Reservation protocol for an Integrated Services Packet networks with Mobile Hosts" Tech report TR-337 Routers university