

통합 이동 환경에서 이동 노드를 위한 QoS 제공 방안*

이현주, 최재원, 김태수, 이광휘
창원대학교 컴퓨터공학과 통신시스템연구소
e-mail : hanworld@csf.changwon.ac.kr, khlee@changwon.ac.kr

QoS Provisioning for Mobile Nodes in the Integrated Mobile Environment

Hyun-Ju Lee, Jae-Won Choi, Tae-Soo Kim, Kwang-Hui Lee
Communication Systems Lab, Dept. of Computer Engineering, Changwon Nat'l Univ.

요 약

이동 컴퓨팅 환경이 보편화 되면서 이동 노드에게 QoS를 제공하려는 시도들이 늘고 있다. 이동 노드에게 QoS를 제공하기 위해서는 몇 가지 문제들이 있다. 본 논문에서는 세 가지 문제들에 대해서 알아보고 개선방안을 제시하였다. 첫 번째 문제는 호스트의 이동에 의한 경로 변경이다. RSVP의 경우 경로가 변경되면 기존의 자원 예약을 사용할 수 없으며, 다시 자원 예약을 해야 하는 문제가 있었다. 이 문제는 RSVP 및 교차 라우터의 기능을 확장하여 기존의 경로와 새로운 경로의 중첩되는 경로를 재사용하도록 함으로써 개선하고자 하였다. 두 번째 문제는 이동 호스트가 방문 네트워크에 있을 때 데이터는 HA를 거쳐서 전달되며 송신자가 이동 호스트에게 직접 전달하는 것보다 비효율적이다. 이 문제는 본 논문에서 정의한 LDIS(Location Discovery)와 SESSION_Update를 이용하여 송, 수신자가 상대방의 CoA를 항상 유지하게 하여 QoS 설정 및 데이터 전송을 직접 하도록 함으로써 개선하고자 하였다. 세 번째 문제는 인터넷이 여러 형태의 네트워크들로 구성되어 있으며, 각 네트워크들은 공통적인 QoS 기술을 사용하지 않는 것이다. 이 문제는 GR(Gateway Router)의 기능 확장과 네트워크의 내부 QoS 설정을 외부 네트워크의 QoS 설정과 독립시킴으로써 개선하고자 하였다.

1. 서론

무선 장비의 사용이 증가하면서 이동 컴퓨팅 환경이 보편화 되었다. 이동 컴퓨팅 환경을 통해 인터넷에 접속하는 이동 노드들의 수가 증가하면서 사용하고자 하는 서비스도 다양해지고 있다. 다양한 서비스들을 효율적으로 제공하기 위해 많은 연구자들이 QoS(Quality of Service) 기술을 이동 컴퓨팅 환경에 적용하려는 시도를 하고 있다[1]. 노드의 이동성을 제공하기 위한 Mobile IPv4는 QoS에 관한 고려를 포함하지 않고 있다[2]. 이에 따라 Mobile IPv4와 QoS 기술의 연동을 위한 연구들이 활발히 이루어지고 있다. 이동 노드에게 QoS를 제공하기 위해서는 몇 가지 문제점들이 있다. 첫 번째는 노드의 이동에 의한 경로 변경이다.

RSVP(Resource reSerVation Protocol)[3]의 경우 경로가 변경되면 기존의 자원 예약을 사용할 수 없으며, 다시 자원 예약을 해야 하는 문제가 있다. 두 번째는 노드가 FN(Foreign Network)에 있을 때 데이터는 HA(Home Agent)를 거쳐서 전달되며 송신자가 이동 노드에게 직접 전달하는 것보다 비효율적이다. 세 번째는 인터넷이 여러 형태의 네트워크들로 구성되어 있으며, 각 네트워크들은 공통적인 QoS 기술을 사용하지 않는 것이다. 즉, 두 이동 노드들 사이에 다른 QoS 기술을 사용하는 네트워크가 존재하면, 두 이동 노드들은 QoS를 제공받을 수 없다.

본 논문에서는 Mobile IPv4를 기반으로 한 유니캐스트를 IntServ(Integrated Service)와 DiffServ(Differentiated Service)의 통합 환경[4]에 적용해서 앞의 세 가지 문

* 본 논문은 정보통신부의 정보통신기초기술연구지원사업(C1-03-1237-00)으로 수행된 결과의 일부임.

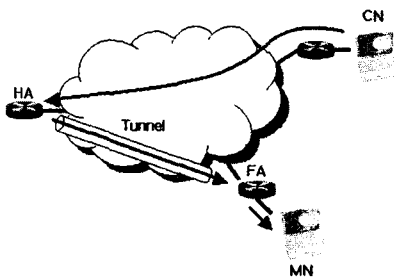
제점에 대한 개선 방안을 제안한다. 본 논문의 2장에서는 Mobile IPv4와 QoS 기술의 표준안을 각각 소개하고, 3장에서는 앞서 언급한 세 가지 문제점의 개선 방안을 제안하며, 4장에서는 결론 및 향후 연구 과제를 제시한다.

2. 관련연구

노드의 이동성을 지원하기 위해 IETF에서 제안한 프로토콜이 Mobile IPv4이다. Mobile IPv4에 의해 이동 노드는 다른 서브넷으로 이동 하더라도 항상 자신의 주소를 이용하여 통신을 하게 되어 IP 상위 계층의 접속은 항상 유지된다[2]. IETF에서는 노드들에게 QoS를 제공하기 위해 많은 서비스 모델과 기술들을 제안하고 있다. 이중 IntServ 모델과 DiffServ 모델이 대표적인 모델이다[1].

2.1 Mobile IPv4

Mobile IPv4는 노드의 이동성을 지원하기 위한 프로토콜로서 HA(Home Agent), FA(Foreign Agent), MN(Mobile Node) 세 가지 구성요소를 가진다. HA는 MN의 홈 주소와 같은 서브넷에 속한 라우터이다. HA는 MN의 현재 위치를 나타내는 CoA(Care-of-Address)와 MN의 홈 주소의 바인딩 정보를 저장하고 있다. HA는 MN으로 향하는 패킷을 받으면 바인딩 정보를 이용하여 MN의 현재 위치(CoA)로 터널링을 통해 전달해 주는 역할을 담당한다. FA는 MN이 현재 위치하고 있는 외부 서브넷의 라우터이다. FA는 MN에게 현재 위치를 나타내는 주소인 CoA를 제공하며, HA로부터 터널링 되어 전달된 패킷을 MN에게 전달해주는 역할을 담당한다. MN은 이동 환경에서 항상 자신의 홈 주소로 통신하는 단말기다. MN은 다른 서브넷으로 이동할 때 마다 자신의 HA에게 현재 위치(CoA)를 등록해야 한다.



(그림 1) Mobile IPv4의 패킷 전달

MN이 HA의 영역에 있을 경우에는 일반적인 방법으로 패킷을 전달할 수 있다. MN이 FA의 영역에 있을 경우에는 CN (Correspondent Node)이 MN에게 보내는 패킷들은 모두 HA에 도달하게 되고 HA는 FA로 터널링을 통해서 패킷들을 전달한다. 터널링되어 전달된 패킷들은 FA가 MN에게 전달한다[2]. 패킷이 전달되는 형태를 (그림 1)이 보여준다.

2.2 QoS 지원 기술

호스트에게 QoS를 제공하기 위한 기술들은 여러 가지가 있다. 대표적인 기술이 IntServ 모델과 DiffServ 모델이다. IntServ 모델은 RSVP를 이용하여 자원을 예약한다. RSVP는 Five-tuple(Source & Destination IP Address, Protocol ID, Source & Destination Port)을 이용하여 플로우를 구별한다. 자원의 예약 및 관리는 플로우별로 이루어지며, 이를 위해 라우터는 각 플로우별 상태를 유지해야 한다. IntServ 모델에서는 최선 노력(best effort) 서비스 외에 보장형(guaranteed) 서비스와 부하 제어형(controlled load) 서비스를 제안하고 있다. DiffServ 모델은 IPv4 헤더에 있는 TOS(Type of Service) 필드를 DS 필드로 재정의하며, PHB(Per-Hop Behavior)라는 기본적인 패킷 전송 방법을 정의하고 있다. DiffServ 네트워크로 전달되는 모든 패킷들은 DS 필드에 DSCP(DiffServ Code Point)가 설정되며, DSCP는 PHB와 연관되어 있기 때문에 DiffServ 네트워크의 모든 라우터들은 DSCP에 따라서 패킷을 처리할 수 있다. 즉 DiffServ 모델은 패킷을 몇 개의 차별화된 서비스 클래스들로 구분하여 처리하는 상대적 우선 순위 기법이다[1].

3. QoS 제공을 위한 개선 방안

본 장에서는 앞서 언급한 세 가지 문제점들의 개선 방안을 제안한다. 그러기 위해 S(Source)와 R(Receiver) 모두 이동성을 가진 MN이며 Mobile IPv4를 기반으로 하고, 지역 네트워크(Local Network)에서는 IntServ 모델을 광역 네트워크(Global Network)에서는 DiffServ 모델을 이용하는 IntServ와 DiffServ의 통합 환경[4]을 가정한다. IntServ와 DiffServ의 통합 환경은 (그림 2)가 보여준다.



(그림 2) IntServ와 DiffServ의 통합 환경

3.1 이동에 의한 경로 변경

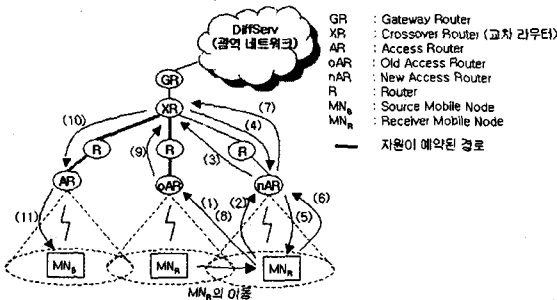
MN이 이동을 하게 되면 경로가 변경되어 RSVP에 의해 예약되었던 기존의 경로는 사용할 수 없다. 그래서, 변경된 경로에 대해 자원 예약을 다시 해야 하는 문제가 발생한다. MN은 인접한 지역으로 이동을 하므로 기존의 경로와 새로운 경로 사이에는 중첩되는 경로가 존재한다. 중첩되는 경로를 재사용한다면 보다 효율적이며, 추가된 경로만 설정을 하기 때문에 자원 예약에 걸리는 시간이 줄어든다.

본 논문에서는 기존의 RSVP[3]에 추가적인 메시지 (SESSION_Update, PATH_Request, PATH_Tear_Request, RESV_Tear_Request)들을 정의하여 중첩 경로를 재사용하고자 한다. 추가된 메시지 타입의 역할은 <표 1>이 보여준다.

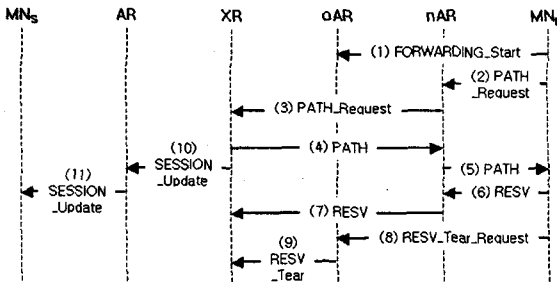
<표 1> RSVP 추가 메시지 타입 및 역할

메시지 타입	메시지 역할
SESSION_Update	플로우의 바인딩 정보 갱신
PATH_Request	PATH 메시지 요청
PATH_Tear_Request	PATH_Tear 메시지 요청
RESV_Tear_Request	RESV_Tear 메시지 요청

MN_R(Receiver Mobile Node)이 인접 지역으로 이동했을 경우의 메시지 전달 및 처리 순서는 (그림 3)이 보여준다.



(a) 네트워크에서의 메시지 전달 순서



(b) 시간에 의한 메시지 처리 순서

(그림 3) MN_R의 이동에 의한 메시지 처리

(그림 3)과 같이 MN_R이 인접 지역으로 이동하면 MN_R은 MN_S(Source Mobile Node)의 방향으로 (2)PATH_Request를 보낸다. (2)PATH_Request를 받은 각 라우터들은 가장 먼저 해당 플로우의 자원 예약 여부를 확인한다. 자원 예약이 존재하지 않을 경우 다음 라우터로 (3)PATH_Request를 계속 전달하며, 결국 교차 라우터(Crossover Router)까지 전달 된다. 교차 라우터가 PATH_Request를 받으면 (4)PATH를 생성해서 MN_R의 방향으로 전달하고, (10)SESSION_Update를 생성해서 MN_S의 방향으로 전달한다. (10)SESSION_Update를 받은 라우터들은 플로우 바인딩 정보를 갱신하고, MN_S까지 계속해서 (11)SESSION_Update를 전달한다.

MN_S가 이동했을 경우에는 MN_S가 MN_R의 방향으로 PATH를 보내며, PATH는 MN_R의 PATH_Request와 마찬가지로 교차 라우터까지 전달된다. PATH를 받은 교차 라우터는 RESV를 생성해서 MN_S의 방향으로 전달하

고, SESSION_Update를 생성해서 MN_R의 방향으로 전달한다.

MN이 이동을 완료하면 이전 경로의 자원 예약은 해지 되어야 한다. MN_S는 이전 AR(Access Router)에게 PATH_Tear_Request를 보내며, MN_R은 RESV_Tear_Request를 보낸다. 각 AR들은 PATH_Tear와 RESV_Tear를 생성해서 전송하며, 전송된 메시지는 이전 경로를 따라 자원 예약을 해지한다. 교차 라우터가 두 메시지를 받으면 자원 예약 해지를 중지 시킨다.

SESSION_Update에 의해서 바인딩 정보를 갱신하기 위해서는 플로우를 구분해야 한다. 기존의 RSVP는 Five-tuple을 이용하여 플로우를 구분[1]하기 때문에 이동 후 변경된 경로에 대한 플로우는 새로운 플로우로 구분하여 중첩된 경로를 재사용할 수 없다. 이것을 방지하기 위해서는 MN이 이동 하더라도 변하지 않는 값을 플로우 구분 요소에 추가해야 한다. 본 논문에서는 MN_S와 MN_R의 홈 주소를 이용한 Session_ID를 정의하여 RSVP의 플로우 구분 요소에 추가하였다. Session_ID의 전달을 위해 새로운 Object인 Session_ID Object를 정의하여 RSVP를 확장하였다. Session_ID Object는 PATH, RESV, PATH_Request에 포함되어서 전달된다.

3.2 데이터 전송 경로

MN_R에게 데이터를 전달하기 위해서는 MN_R의 HA_R(Receiver's HA)을 거쳐야 된다[2]. 데이터가 HA_R을 거쳐서 전달되는 이유는 MN_S가 MN_R의 홈 주소만 알고 있기 때문이다. 그렇기 때문에 MN_S와 MN_R 사이의 QoS 세션 설정도 HA_R을 통해서 이루어진다. 만약 MN_S가 MN_R의 현재 위치를 알 수 있다면 QoS 세션 설정 및 데이터 전달을 HA_R을 통하지 않고 할 수 있다.

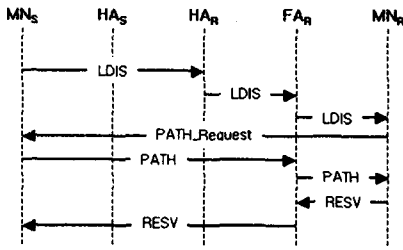
본 논문에서는 상대방의 현재 위치를 알기 위해서 LDIS(Location Discovery) 메시지를 정의하여 사용하였다. LDIS의 메시지 포맷은 (그림 4)가 보여주며, QoS 세션을 원하는 MN이 상대방 MN에게 LDIS를 보낸다.

LDIS	Source Home Address
	Source Care of Address
	Destination Home Address
	Destination Care of Address
	QoS Session Information

(그림 4) LDIS 메시지 포맷

MN_S가 QoS 세션을 원한다고 가정하면 LDIS에는 MN_R의 CoA 필드가 0으로 설정되어 MN_R로 보내진다. LDIS를 받은 MN_R은 MN_S의 현재 위치를 알 수 있기 때문에 PATH_Request를 MN_S에게 직접 전달할 수 있다. 역시 MN_S도 PATH_Request를 받는 즉시 MN_R의 현재 위치를 알 수 있다. (그림 5)는 MN_R이 FA_R(Receiver's FA)에 있을 때, MN_S에 의해서 QoS 세션을

시작하는 메시지 처리 순서를 보여준다.



(그림 5) MN_r이 FA_r에 위치 할 때 메시지 처리 순서

두 MN은 QoS 세션을 마칠 때 까지 상대방의 CoA를 계속 유지해야 한다. MN_r이 새로운 지역으로 이동을 했을 경우 교차 라우터의 SESSION_Update에 의해서 MN_s는 MN_r의 새로운 CoA를 획득하고 유지할 수 있다.

3.3 서로 다른 QoS 기술의 사용

QoS 세션을 원하는 두 MN들 사이에 존재하는 네트워크들은 각각 다른 QoS 기술을 사용할 수 있다. 서로 다른 QoS 기술을 사용하는 네트워크에 존재하는 두 MN에게 QoS를 제공하는 것은 중요한 문제이며, 많은 연구들이 진행 중이다. 대표적인 예가 IntServ와 DiffServ의 통합 환경[4]이며 (그림 2)가 보여준다. 통합 환경에서 QoS를 제공하기 위해서는 각 네트워크에서 사용되는 QoS 기술들의 연동이 필요하다.

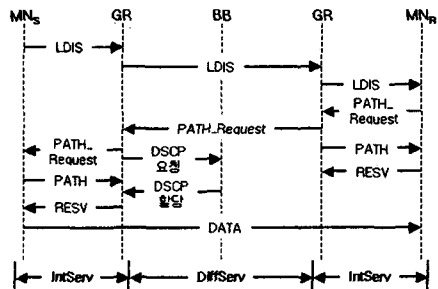
본 논문에서는 QoS 기술들의 연동을 위해 두 네트워크를 이어주는 GR(Gateway Router)이 QoS 메시지를 확인해서 적합한 행동을 하도록 기능을 확장하였다.

첫 번째 확장 기능은 GR이 MN을 대신하여 광역 네트워크의 BB(Bandwidth Broker)에게 DSCP를 요청하여 할당 받고, 해당 데이터 패킷의 DS 필드에 DSCP를 설정하는 것이다. GR이 BB에게 DSCP를 요청하는 시기는 지역 네트워크로부터 PATH를 받았을 때이다.

통합 환경에서 QoS를 향상 시키기 위해서는 경로 상에 QoS를 제공하지 않는 네트워크들이 있더라도 QoS를 제공할 수 있는 네트워크들은 QoS를 제공해야 한다. 그러기 위해서 한 네트워크는 외부 네트워크와 독립적으로 QoS 설정을 할 수 있어야 하고, 외부 네트워크로 QoS 설정을 전파할 수 있어야 한다. 네트워크의 내부 자원을 예약하는 프로토콜로서 LRSVP(Localized RSVP)[5]가 있다. 하지만, LRSVP는 내부 네트워크의 QoS 설정을 외부 네트워크로 전파하지 않는다. 그러므로, 두 번째 확장 기능은 GR이 지역 네트워크로부터 PATH(또는 PATH_Request)를 받았을 때 내부 자원의 예약을 위해서 RESV(또는 PATH)를 만들어 지역 네트워크로 전송함과 동시에 자신이 받은 PATH(또는 PATH_Request)를 광역 네트워크로 전송하는 것이다. 광역 네트워크로 전송된 PATH(또는 PATH_Request)는 목적지 지역 네트워크의 GR에게 전송되고, 전송 받은 GR은 지역 네트워크의 QoS 설정을 한다.

세 번째 확장 기능은 GR이 RESV와 PATH_Request

에 의해 발생된 PATH를 구분하여 광역 네트워크로 전송하지 않는 것이다. (그림 6)이 메시지 처리 순서를 보여준다.



(그림 6) 통합 환경에서의 메시지 처리 순서

4. 결론 및 향후 연구 과제

본 논문에서는 이동 노드에게 QoS를 제공하고자 할 때 발생하는 문제점들을 알아보고, 개선 방안을 제시하였다. 첫 번째 문제는 RSVP 및 교차 라우터의 기능을 확장하여 기존의 경로와 새로운 경로의 중첩되는 경로를 재사용하도록 함으로써 개선할 수 있었다. 두 번째 문제는 LDIS와 SESSION_Update를 이용하여 MN_s와 MN_r이 상대방의 CoA를 항상 유지하게 하여 QoS 설정 및 데이터 전송을 직접 하도록 함으로써 개선할 수 있었다. 세 번째 문제는 GR의 기능 확장으로 네트워크의 내부 QoS 설정을 외부 네트워크의 QoS 설정과 독립시킴으로써 개선할 수 있었다.

본 논문에서 제시한 개선 방안은 현재 시뮬레이션 중이다. 본 논문에서는 Mobile IPv4와 QoS의 기본적인 기술을 이용했기 때문에 고려해야 할 문제들이 많이 남아있다. 예로서 본 논문에서는 멀티캐스트와 빠르게 이동하는 노드를 고려하지 않았다. 빠르게 이동하는 노드를 위해 이동 경로 예측 기술과 예측 경로 사전 예약 기술의 적용을 고려해 볼 수 있다.

참고문헌

- [1] Sanjay Jha, Mahbub Hassan, "Engineering Internet QoS", Artech House, 2002.
- [2] C. Perkins, "IP Mobility Support", RFC 3344, August 2002.
- [3] L. Zhang, et al., "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification", RFC 2205, September 1997.
- [4] Y. Bernet, et al., "A Framework for Integrated Services Operation over DiffServ Networks", RFC 2998, November 2000.
- [5] Jukka Manner, Tapio Suihko, Markku Kojo, Mika Liljeborg, Kimmo Raatikainen, "Localized RSVP", Internet Draft(draft-manner-lrsvp-01.txt), January 2003.