

Two Level Architecture를 이용한 Mobile IP QoS 보장 기법

서 정현^o, 김 기일, 김 상하
충남대학교 컴퓨터학과
e-mail : shkim@cclab.cnu.ac.kr

Mobile IP QoS Provisioning in Two Level Architecture

Jeoung-Hyun Seo^o, Ki-Il Kim and Sang-Ha Kim
Department of Computer Science, Chungnam National University

요 약

Mobile IP는 HA(Home Agent)와 FA(Foreign Agent)간의 터널링을 이용하여 IP망에서 단말기의 이동성을 지원하는 표준 프로토콜이다. 하지만 이러한 터널링 방법은 현재 제안되고 있는 인터넷 서비스 연구 즉 통합 서비스(Integrated Service) 및 차별화 서비스(Differentiated Service) 등을 적용하기 위해서는 많은 문제점을 가진다. 대표적인 문제점은 통신망에서는 전송되는 IP 패킷의 헤더에 의해서 세션을 구별하게 되는데 터널링 패킷의 경우 실제 세션과 다른 헤더를 사용하므로 망에서 세션에 대한 처리를 하기 위해서는 내재된 패킷의 정보가 터널링 패킷의 헤더에 반영되어야 한다. 본 논문은 이러한 문제점을 도메인 게이트웨이 라우터에 HA/FA 기능을 추가하는 동시에 RSVP(Resource ReReservation Protocol) 플로우를 군집하는 도메인 레벨 QoS(Quality of Service)와 이동성 지원 프로토콜에 QoS를 의존하는 마이크로 레벨 QoS를 분리하는 이단계 구조를 통해 단-대-단 QoS를 보장할 수 있는 방안을 제안한다.

1. 서론

Mobile IP(MIP,RFC 2002)[1]는 IP망에서 단말기의 이동성을 지원하는 표준 프로토콜로서 소규모 테스트베드 환경에서 실효성이 검증되었다. MIP는 몇 개의 에이전트들과 이들간의 터널링 방법을 사용하여 무선 액세스 망 이외의 라우터에 대한 수정없이 단말기의 이동성을 보장하는 방법이다.

하지만 이러한 터널링 방법은 인터넷 서비스 질 연구 즉 통합서비스(Integrated Service)나 차별화 서비스(Differentiated Service)에 적용될 때 문제가 발생한다. 대표적인 문제점은 통신망에서는 전송되는 IP 패킷의 헤더를 사용하여 세션을 구별하게 되는데, 터널링 패킷의 경우 실제 패킷과 다른 헤더를 사용하게 된다. 즉, 망에서 세션에 대한 처리를 하기 위해서는 내재된 패킷의 헤더정보가 터널링 패킷의 헤더에 반영되어야 한다.

이러한 터널링에 따른 문제를 해결하기 위하여 크게 세 방향으로 연구가 진행되고 있다. 첫 번째로, 통합서비스의 연장으로서 터널링 세션을 새로운 세션으로 처리하고 중단서비스 세션과 이 터널링 세션을 바인딩하는 방법이 제안되었다. 두 번째로, 차별화 서비스방식을 이용하여 각 에지(edge)라우터에서 정해진 협약에 맞추어 DSCP(Differentiated Service Code Points)를 재조정하는 방법이 있다. 마지막으로 RSVP요구를 군집하고 이를 소수의 RSVP터널링 세션에 매핑하는 방법이 있다.

하지만 백본망에서는 확장성의 문제로 인해 제어 메시지 및 상태를 흐름 레벨로 하는 첫 번째 방법은 적용하기 어렵다. 두 번째 방법의 경우는 정성적인 수준의 제어만이 가능하므로 정량적인 서비스 질을 완벽히 보장하지 못하는 경우가 발생할 가능성이 있기 때문에 실제 망에 적용하기가 쉽지 않다. 세 번째 방법은 두 번째 방법과 달리 제어 메시지의 수 및 상태 정보가 요구되지만 확장성에 손상을 줄 수 있는 수준

은 아니기 때문에 정량적인 레벨의 서비스 질을 보장할 수 있다

본 논문에서 제안하는 메커니즘은 송신자와 이동국 간의 단-대-단 QoS보장을 위해 세 번째 방법을 적용하는 동시에 이동성 지원 프로토콜도 고려한다. 현재 MIP의 이동성 관련 연구는 매크로 이동성과 마이크로 이동성으로 분리되고 있다. 핸드 오프에 오랜 시간이 소요되는 매크로 이동성의 경우 실효성이 검증된 MIP로 연구가 수립되는 반면 핸드 오프가 빈번하게 발생하는 마이크로 이동성의 경우 다양한 방법이 제안되고 있다.[7][8]

따라서 이동성 지원 프로토콜에 영향을 많이 받는 이동국의 단-대-단 QoS 보장 메커니즘 역시 매크로 레벨과 마이크로 레벨의 이단계 구조로 보는 것이 타당하다. 하지만 마이크로 레벨의 QoS는 이동성 지원 프로토콜에 의존적이고 아직 표준화가 이루어져 있지 않으므로 본 논문에서는 논의하지 않는다. 대신 MIP를 이동성 지원 프로토콜로 사용하고 있는 매크로 레벨에서 도메인 레벨 에이전트와 각 에이전트간의 RSVP세션을 군집함으로써 매크로 레벨 QoS를 보장할 수 있는 방법을 제안하고자 한다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 MIP QoS 보장에 관한 기존 연구를 간략히 살펴본다. 3장에서는 two level architecture상의 MIP QoS 보장기법을 살펴 본 뒤 4장에서 기존 연구와의 비교 분석이 제시되고 5장에서는 시뮬레이션을 통한 제안된 메커니즘의 성능분석 결과를 보여준다. 6장에서는 결론과 함께 향후 연구방향이 제시될 것이다.

2. 관련연구

현재 MIP QoS를 보장하기 위한 연구 방향은 크게 두 가지로 분류된다. 하나는 이동국의 핸드 오프시 HA와 새로운 FA간의 터널링 구간에서의 QoS 보장 기법에 대한 연구와 다른 하나는 핸드 오프시 실시간 서비스의 QoS를 보장해 주는 기법에 관한 연구이다.

첫째로, HA와 FA간의 터널링 구간에서의 QoS 보장 기법의 대표적인 연구는 [3][4]이다. [3]은 IP 터널링을 지원하기 위한 RSVP 메커니즘이다. [3]의 기본 아이디어는 단-대-단 경로상의 터널 구간에서 RSVP를 반복적으로 적용하는 것이다. 즉 터널 내에서 단-대-단 세션을 위해 터널 입구점 Rentry에서 PATH 메시지를 전송하고 터널 출구인 Rexit에서 RESV 메시지를 전송한다. 이렇게 설정된 RSVP 터널 세션은 Rentry와 Rexit에서 단-대-단 RSVP 세션과 매핑된다.

[4]는 Mobile IP 환경에서 RSVP를 서비스 질 보장 신호로 사용하는 방안을 제시하고 있다. [4]는 MIP 터널 구간에서 [3]의 터널 세션을 적용시킴으로써 서비스 질을 보장하고자 하는 메커니즘이다.

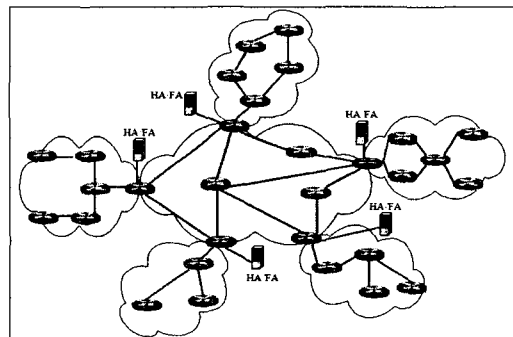
둘째로, 빠른 핸드 오프시 실시간 서비스의 QoS를 보장하고자 제안된 대표적인 연구가 [5]이다. [5]에서는 통합 서비스 네트워크에서 이동 사용자에게 실시간 서비스의 서비스 질을 보장하기 위해 기존 RSVP를 확장한 자원 예약 프로토콜을 정의한다. MRSVP는 호스트의 이동성에 영향을 받지 않는 서비스 질 보장을 위해 호스트가 이동할 위치를 예상하여 미리 자원 예약을 수행한다. MRSVP는 예상되는 자원을 예약하기 위해서 MSPEC을 정의한다. MSPEC은 이동 호스트가 방문하려는 위치 정보를 담고 있다. MSPEC은 망으로부터 또는 이동 호스트 자신의 이동 프로파일 을 통해서 얻을 수 있다.

[4]의 경우 이동국의 핸드 오프마다 예약을 갱신하거나 새로이 생성해야 한다는 문제점을 가지며 [5]의 경우에는 노드들의 수가 증가할수록 미리 예약해야 하는 세션수의 증가에 따른 확장성, 자원의 효율성 및 이동 지역에 대한 예측이 어렵다는 단점을 가지고 있다. 따라서 위의 문제점을 해결할 수 있는 메커니즘이 제안되어야 한다.

3. Two level architecture를 이용한 Mobile IP QoS보장 방안

본 연구에서는 단-대-단 QoS를 매크로 레벨의 QoS와 마이크로 레벨의 QoS로 구분한다. 마이크로 레벨의 QoS는 이동성 지원 프로토콜의 영향을 많이 받으므로 본 논문에서는 다루지 않고 MIP를 기반으로 하는 매크로 레벨에서의 QoS 보장기법을 제안한다.

[그림 1]은 제안하고자 하는 메커니즘을 위한 네트워크 구조를 보여준다.

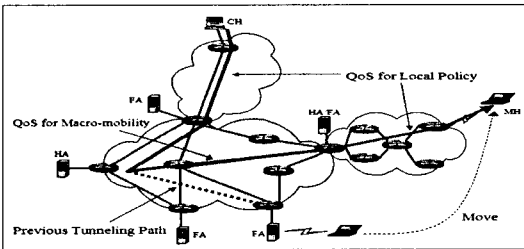


[그림 1] MIP QoS제공을 위한 네트워크 구조

제안된 메커니즘을 적용하기 위해서는 각 도메인 게이트웨이 라우터는 [그림 1]과 같이 HA/FA를 탑재하여야 하며 각 게이트웨이 라우터는 다른 도메인의 게이트웨이 라우터와 적어도 하나의 군집된 RSVP 세션을 가지고 있다고 가정한다. 따라서 액세스 네트워크의 모든 작은 플로우들은 군집된 플로우로 매핑되어야 한다. 매크로 레벨에서의 군집된 터널링 플로우

는 RSVP 또는 RSVP-TE(Resource ReSerVation Protocol - Traffic Engineering)으로 구현될 수 있으므로 트래픽 제어를 할 수 있다.

각 도메인 에이전트간의 군집된 RSVP세션은 이동국의 이동에 대비하여 현재 사용중인 대역폭에 일정량의 대역폭 λ 를 예약하고 있다. 이렇게 일정량의 대역폭을 예약해 놓음으로써 서비스중인 이동국이 다른 도메인으로 이동하였을 경우에도 매크로 레벨에서는 별도의 자원 예약절차없이 미리 예약되어 있는 대역폭을 사용하여 서비스의 연속성을 보장할 수 있다.



[그림 2] 이동국의 이동시 메커니즘의 동작방법

[그림 2]와 같이 이동국이 다른 도메인으로 이동한 경우 이동국에서 도메인 FA까지 경로상의 마이크로 레벨 QoS는 각 도메인 내에서의 QoS정책에 따르게 된다. 반면 도메인 레벨 FA에서 부터 HA까지의 매크로 레벨에서의 QoS는 도메인 FA와 HA간의 군집된 RSVP 세션의 미리 예약되어 있는 대역폭인 λ 를 사용하게 된다. 각 HA는 주기적으로 각 FA와의 세션에 대하여 미리 할당해 놓은 λ 의 값을 검사하여 λ 값이 초기에 설정되어 있는 값보다 작다면 새로운 이동국이 도착하여 이미 예약되어 있는 대역폭을 사용하고 있음을 알 수 있다.

따라서 HA에서 FA까지 군집 플로우가 현재 사용중인 대역폭을 '현재 사용중인 대역폭 + λ '까지 늘릴 것을 RSVP PATH메시지를 통하여 FA에게 요구하게 된다. RSVP PATH 메시지를 수신한 FA는 RSVP RESV메시지를 HA에게 전송하는 과정을 통해 자원 예약을 수행함으로써 새로운 군집된 RSVP세션을 생성하게 된다. 물론 예약은 링크의 대역폭을 넘지 않는 범위 내에만 가능하게 된다.

```

if ( (reserved_bandwidth - now_used_bandwidth) <  $\lambda$  ) {
    if ( (now_used_bandwidth +  $\lambda$ ) > link_capacity )
        send_rsvp_path ( FA , link_capacity )
    else {
        bandwidth = now_used_bandwidth +  $\lambda$ 
        send_rsvp_path ( FA , bandwidth )
    }
} else
    send_rsvp_update ( FA , bandwidth )
    
```

[그림 3] Pseudo code

각 HA와 FA간의 세션의 예약된 대역폭은 항상 최소 λ 부터 최대 링크 대역폭만큼으로 유지되게 된다.

따라서 이동국이 이동한 경우 특별한 메커니즘의 적용 없이 대역폭을 사용할 수 있다. 마찬가지로 이전에 이동국이 속해 있던 도메인의 HA는 자신과 FA사이의 군집된 RSVP세션에 대하여 '현재 사용중인 대역폭 + λ '만큼의 대역폭을 재설정하게 된다. 즉, 매크로 레벨에서 RSVP메시지에 의해 예약되는 세션의 대역폭은 이동국의 움직임에 의해 탄력적으로 운영된다.

각 도메인 HA와 FA간의 군집된 RSVP세션은 소프트웨어에 의해 유지되므로 주기적인 갱신 메시지가 각 FA쪽으로 보내져야만 한다.

4. 기존 메커니즘과의 비교

제안된 메커니즘은 QoS를 매크로 레벨과 마이크로 레벨로 구분함으로써 매크로 레벨 QoS에 대한 정책을 각 ISP(Internet Service Provider)에서 쉽게 제어할 수 있다는 장점을 가지고 있다.

각 대역폭을 미리 예약함으로써 단말기에 대한 서비스의 연속성이 이동성에 의하여 영향을 받지 않게 된다. 즉 [4]에서 살펴 본 바와 같이 이동 호스트가 다른 FA로 이동한 경우 새로운 RSVP 세션을 생성하는 기간동안에 전송되는 데이터에 대한 QoS는 보장받지 못할 수도 있다. 비록 [4]가 송신자에서 수신자로 전송하는 데이터에 대한 QoS는 보장해 줄 수 있을 지라도 반대로 수신자에서 송신자로 전송되는 데이터의 서비스 질을 보장해 주기 위해서는 역방향 터널링 기법이 필요하다.

하지만 본 메커니즘은 만약 터널이 아닌 다른 경로를 통하여 수신자에서 송신자로 데이터가 전송된다면 미리 예약되어 있는 다른 HA와의 RSVP세션의 대역폭을 사용할 수 있으므로 역방향 터널링을 필요로 하지 않는다.

[4][5]은 각각의 플로우마다 하나의 세션을 생성하고 관리한다. 따라서 이동 호스트가 이동하려고 하는 각 FA로의 세션을 유지한다는 것은 이동 호스트가 증가할 경우 확장성 문제가 발생한다는 것을 의미한다. 하지만 제안된 메커니즘은 군집된 플로우를 사용하지 않으므로 확장성 문제를 해결할 수 있다.

	Simple QoS[3]	MRSVP [4]	제안메커니즘
확장성	각 플로우 단위로 세션 유지	각 플로우 단위로 세션 유지	군집된 플로우 사용으로 확장성 해결
역방향 터널링	필요	필요	불필요
세션 생성	필요	불필요	불필요
자원의 효율성	문제점 없음	플로우별 자원으로 예약으로 성 저하	군집플로우로 효율성 문제 해결

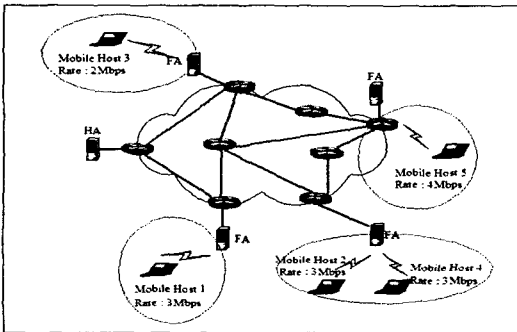
[표 1] 기존 메커니즘과의 비교

5. 성능 분석

이번 장에서는 시뮬레이션을 통하여 제안된 메커니즘의 성능 분석을 하였다. 시뮬레이션은 NS (Network Simulator)를 사용하였다. 시뮬레이션에 사용된 파라미터와 모델은 [표 2]과 [그림 4]이다.

트래픽 모델	CBR (3Mbit/s : 3 노드, 4Mbit/s : 1 노드, 2Mbit/s : 1 노드)
링크 대역폭	10Mbit/s
각 링크 지연	5ms
큐 크기	50
핸드오프시간	지수 분포(평균 시간 : 1초)
셀에 머무르는 시간	지수 분포(평균 시간 : 20초)
성능측정간격	1초

[표 2] 시뮬레이션 파라미터

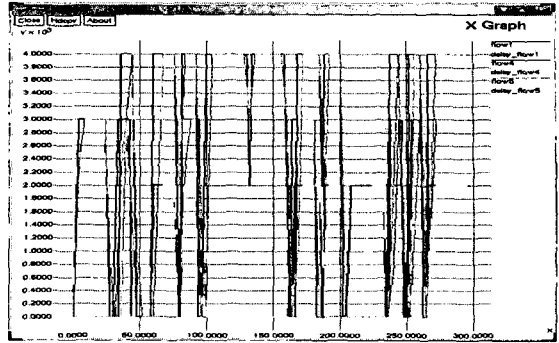


[그림 4] 시뮬레이션 모델

시뮬레이션은 이동 호스트들이 임의의 FA로 이동 시 [4]에서 제안된 메커니즘과 본 메커니즘을 적용할 경우 데이터 수신량을 비교 분석하였다. [그림 5]에서 flow1, flow4, flow5는 본 메커니즘 적용한 경우 3Mbit/s, 4Mbit/s, 5Mbit/s의 요구사항을 가진 이동 호스트들의 데이터 수신량을 나타내며 delay_flow1, delay_flow4, delay_flow5는 [4]에서 제안된 메커니즘 적용시 데이터 수신량을 나타낸다.

[그림 5]를 통하여 알 수 있듯이 [4]에서 제안된 메커니즘이 사용된 경우 이동국의 이동 후 HA와 FA간의 RSVP 세션을 새로 생성하는 시간 동안에는 요구된 QoS를 보장하지 못하는 반면 본 고에서 제안된 메커니즘은 이러한 세션 생성 시간이 필요하지 않기 때문에 QoS를 보장하고 있음을 알 수 있다.

예를 들어 flow5와 delay_flow5는 모두 4Mbit/s의 CBR 트래픽 모델이다. X축의 시간에 따라 수신량을 비교해 보면 flow5는 4Mbit/s의 수신량을 나타내지만 delay_flow5는 일정 시간 이후에 4Mbit/s의 데이터 수신량에 도달하고 있음을 알 수 있다.



[그림 5] 기존 메커니즘과의 성능비교

6. 결론 및 향후 연구 방향

본 고에서는 MIP QoS를 보장하기 위하여 계층적 관점에서 매크로 레벨 QoS와 마이크로 레벨 QoS를 분리함으로써 단-대-단 QoS를 보장하는 기법을 제안하였다. 마이크로 레벨 QoS의 경우 이동성 지원 메커니즘에 의존하기 때문에 본 논문에서는 다루지 않고 매크로 레벨 QoS는 도메인 레벨 에이전트를 도입하고 각 도메인 에이전트간에는 군집된 플로우를 사용함으로써 확장성 문제를 해결하고 정량적 서비스 질을 보장할 수 있는 방안을 제안하였다.

추후 본 연구와 관련하여 마이크로 레벨에서의 QoS와의 연동 문제가 고려되어야 하며 본 메커니즘을 이용한 서비스 제공 알고리즘에 대한 연구가 계속 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

- [1] C.E.Perkins, "IP Mobility Support," RFC 2002, October 1996.
- [2] J.D.Solomon, *Mobile IP : The Internet Unplugged*, PTR Prentice Hall, 1998.
- [3] A.Terzis et al., "RSVP Operation Over IP Tunnels," RFC 2746, January 2000.
- [4] A.Terzis et al., "A Simple QoS Signaling Protocol for Mobile Hosts in the Integrated Services Internet," Proceeding of the IEEE INFOCOM'99, vol. 3, March 1999, pp. 1011-1018.
- [5] A.K.Talukdar et al., "MRSVP:A Reservation protocol for an Integrated Services Packet Networks with Mobile Hosts," Tech Report TR-337, Rutgers University.
- [6] D.Black, "Differentiated Services and Tunnels," RFC 2983, October 2000.
- [7] R.Ramjee et al., "HAWAII: A Domain-based Approach for Supporting Mobility in Wide-area Wireless Networks," ICNP '99.
- [8] A.G.Valko, "Cellular IP : A New Approach to Internet Host Mobility," ACM Com. comm. Rev., 1999, pp. 50-65.