

이동 호스트를 위한 자원 예약 프로토콜

박진*, 서영주
포항공과대학교 컴퓨터공학과
{spider, yjsuh}@postech.ac.kr

Resource Reservation Protocol For Mobile Hosts

Jin Park Young-Joo Suh
Department of Computer Science & Engineering, Pohang University of Science & Technology

요약

멀티미디어 애플리케이션과 모바일 컴퓨팅지원은 현재 컴퓨터 시스템에서 가장 부각되는 두 가지 분야이다. 이 두 분야가 부각될수록 인터넷상에서 이동 호스트에게 QOS를 지원해야 할 필요성은 더욱 커진다. RSVP는 송신 호스트와 수신 호스트간에 일정한 수준의 QOS를 보장하기 위한 자원 예약 프로토콜이다. 그러나 RSVP는 유선 네트워크의 고정 호스트들을 위해서 설계되었기 때문에 이를 이동 네트워크에 그대로 적용하는 것은 적합하지 않다. 본 논문에서는 무선 네트워크에서 이동 호스트에게 QOS를 효율적으로 지원하기 위해서 '지역성'을 고려하는 새로운 프로토콜을 제안한다. 제안된 프로토콜은 주요 요소로서 LRP(지역 예약 관리자)와 그 예약 서비스 범위를 나타내는 타임아웃 값을 사용하고 모바일 IP의 루트 옵티마이제이션을 프로토콜 환경으로 사용한다.

1. 서론

RSVP[1] (Resource ReSerVation Protocol)는 수신자 지향적인 자원예약 프로토콜로서 IETF에 의해 인터넷 표준으로 정해졌다. 송신 호스트와 수신 호스트간에 망의 자원예약을 위해 RSVP에서는 송신 호스트가 RSVP Path 메시지를 수신 호스트를, 혹은 멀티캐스트의 경우에 수신 호스트들을, 향한 경로상의 다음 홉에 위치하는 라우터에게 전달하게 된다. RSVP Path 메시지를 전달 받은 라우터는 메시지의 출처를 기록한 후 다시 다음 홉에 위치한 라우터에게 메시지를 전달하는 과정을 반복하게 된다. Path 메시지가 수신 호스트에게 도착하면 수신 호스트는 희망하는 수준의 QOS를 얻기 위해서 예약하고자 하는 자원의 양을 RSVP Resv 메시지에 기록한 후 Path 메시지의 반대 방향으로 송신 호스트를 향해 이전 홉 라우터에게 전송한다. RSVP Resv 메시지를 수신 받은 라우터는 자원이 가용하면 자원을 예약한 후 다시 경로 상의 자신의 이전 라우터에게 RSVP Resv 메시지를 전달하는 과정을 송신자에게 도착할 때 까지 반복하게 되고 성공적으로 이루어 진다면 해당 폴로우에 대한 자원예약이 이루어 진다. 만약, 경로상의 어느 하나의 라우터의 자원이 사용할 수 없을 경우 예약은 실패하고 에러 메시지가 수신 호스트에게 전달된다. RSVP는 자원 예약이 성공한 폴로우에 대해서 Soft-state 메커니즘을 사용하므로 예약된 경로는 RSVP path와 Resv 메시지에 의해서 주기적으로 갱신된다.

이동 호스트에게 QOS를 제공하기가 어려운 이유는 다음과 같다. 첫째, RSVP는 유선환경에서 고정된 호스트만을 위해서 설계되었다. 둘째, 이동 호스트가 움직일 때(핸드오프), 새로 방문한 로컬 네트워크에서 제공하는 QOS수준이 나쁘다면 QOS가 악화되거나 혹은 아예 지원되지 않는 등 QOS는 로컬 네트워크의 사정에 따라 크게 좌우된다. 셋째, 이동 호스트의 빈번한 움직임(핸드오프)으로 인하여 네트워크의 오버헤드가 증가해서 자원을 낭비하게 된다. 예를 들어, 만약 이동 호스트가 새로운 로컬 네트워크를 방문할 때 마다 새로이 자원을 예약해야 한다면, 인터넷 백본을 가로질러 송신자와 수신자 간에 여러 홉에 걸쳐 네트워크 자원을 예약하는 과정에서 그 자원예약이 실패할 가능성이 높아진다. 설사, 자원예약이 매번 성공하더라도 빠른 속도의 이동 호스트의 빈번한 예약으로 인하여 인터넷 백본 네트워크의 라우터에 상당한 오버헤드를 가할 뿐만 아니라 매번 발생하는 예약자연으로 인해서 이동 호스트에게 안정된 QOS를 보장하기 어렵다.

모바일 IP[2]를 이용해서 RSVP 자원예약 프로토콜을 적용하기위한 몇 가지 방법이 시도되었다. Simple QOS signaling protocol[5]에서는 수신 호스트와 이동 호스트의 홈 에이전트(HA)간에는 RSVP 자원예약이 사용되고 홈 에이전트와 이동 호스트 간에는 RSVP 터널[3]이 사용된다. RSVP 터널은 RSVP Path와 Resv 메시지가 모바일 IP의 터널 내에서 보이지 않게 되어 홈 에이전트와 이동 호스트간에 자원예약이 불가능하게 되는 문제를 해결하기 위해서 고안된 새로운 터널링 방법이다.

비록 이 프로토콜은 IETF 모바일 IP를 크게 수정하지 않고 적용이 가능하다는 장점이 있지만, 모바일 IP의 비직적 경로의 문제를 그대로 가지고 있어 하나의 폴로우에 대해 QOS를 보장하기 위해서 보다 많은 네트워크의 자원을 소비하게 될 뿐만 아니라 만약 이동 호스트와 홈 에이전트 간에 거리가 멀다면 자원 예약이 실패할 확률이 여전히 높아지게 된다.

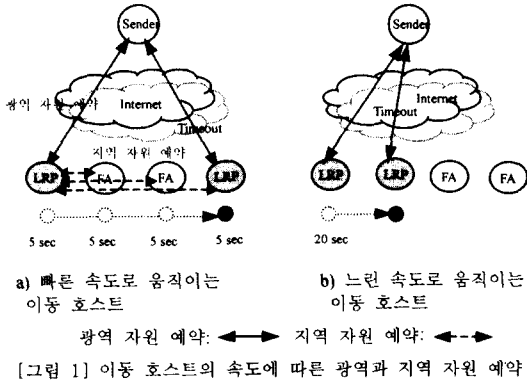
MRSVP[6]에서는 송신 호스트와 이동 호스트가 방문할 셀간에 미리 자원을 예약하여 끊임 없는 QOS를 지원하고 모바일 IP의 루트 옵티마이제이션을 사용하므로 데이터 전송경로도 최적화 된다. 그러나 송신 호스트가 이동 호스트가 이동할 지역(MSPE)을 미리 알기 어렵고 많은 예상 지역과 미리 자원을 예약하므로 대역폭 낭비가 심하다. 뿐만 아니라, 주기적으로 예약상태를 갱신하기 위해서 갱신 메시지가 전송되어야 하므로 백본 네트워크에서 Soft-state를 유지하기 위해 높은 비용이 든다.

본 논문에서는 위의 두 가지 방법의 장점을 혼합한 형태의 새로운 자원예약 프로토콜을 제안한다. 제안된 프로토콜은 모바일 IP의 루트 옵티마이제이션[4]과 네트워크의 '지역성'을 이용하여 성능을 향상한다. '지역성'이라 함은 인접한 송신자와의 자원 예약이 멀리 있는 송신자와의 예약보다 성공할 확률이 높다는 가정을 말한다. 이러한 예약 성공확률과 송신자와 수신자간 거리사이에 상관관계를 이용하여, 제안된 프로토콜은 이동 호스트의 잦은 이동 시 유발되는 송신 호스트와의 빈번한 예약으로 인한 백본 네트워크의 높은 오버헤드를 줄이고 네트워크의 테두리에서 지역적으로 자원을 예약하도록 함으로써 이동 호스트를 위해 예약 차단확률을 줄여 비교적 안정된 QOS를 지원을 보장한다

2. 제안 프로토콜 기술

제안된 프로토콜에서 송신 호스트와 이동 호스트간 end-to-end예약은 지역 예약관리자(Local Reservation Provider)를 중심으로 둘로 분리된다. 이때 송신 호스트와 지역관리자 사이의 예약을 '광역 예약'이라 하고 지역관리자와 이동 호스트 사이의 예약을 '지역 예약'이라고 한다. 광역 예약은 일단 예약되면 일정한 시간동안 이동 호스트의 이동에 상관없이 안정적으로 유지되는 반면 지역 예약은 이동 호스트가 이동할 때 마다 갱신된다. 지역 예약관리자는 서비스 지역 내 지역 예약을 관리하고 광역 예약과 지역 예약 사이를 중계한다. 일정시간이 지나면 지역 관리자는 새로이 선택되어 항상 이동 호스트와 어느 정도의 가까운 거리에 위치하게 된다. '지역'은 지역 관리자가 일정시간 내에 이동 호스트에게 지역 예약 서비스를 해주는 범위를 말하고 이 범위는 일정 시간 내 이동 호스트가 움직일 수 있는 거리로 제한된다. 지역을 정의하기 위해서 타임아웃에 의해 정의되는 일정한 시간간격을 사용하는데 이 이유는 이동 호스트의 속도에 상관없이 광역 예약의 횟수를 일정하게 제한하여 인터넷 백본 라우터의 오버헤드를 줄이기 위한 것이다. 그림 1의 예제에서와 같이 빠른 속도로 움직이는 이동 호스트 (a)의 경

우 방문 하는 각각의 로컬 네트워크에 5초씩을 머물러 3번째 방문하는 로컬 네트워크에서 타임아웃이 되었고 느린 속도로 움직이는 이동 호스트 (b)의 경우에는 처음 로컬 네트워크에서 20초를 동안 머물러 후 다른 로컬 네트워크로 이동하여 1번째 방문하는 로컬 네트워크에서 타임아웃이 일어났다. 타임 아웃이 일어나면 홈 에이전트는 비로소 바인딩 업데이트 메시지를 송신 호스트에게 보내고 송신 호스트는 이동 호스트와 새로운 광역 예약을 맺게 된다. 이때 이동 호스트가 현재 위치한 로컬 네트워크의 포린 에이전트는 다음 지역 예약 관리자로서의 기능을 다시 일정 시간동안 수행하게 된다. 따라서, 타이머의 값에 따라서 다음과 같이 일반화를 시킬 수 있다. 아래에서 볼 수 있듯이 단순히 RSVP를 모바일 IP에 적용하는 방법과 Simple QOS signaling protocol은 제안된 프로토콜에서 타이머 값을 양쪽 극단의 값으로 정할 때와 유사함을 알 수 있다. 이때, 이동 호스트는 각 로컬 네트워크에 1초 이상 머물고 핸드오프 지연은 없다고 가정한다.

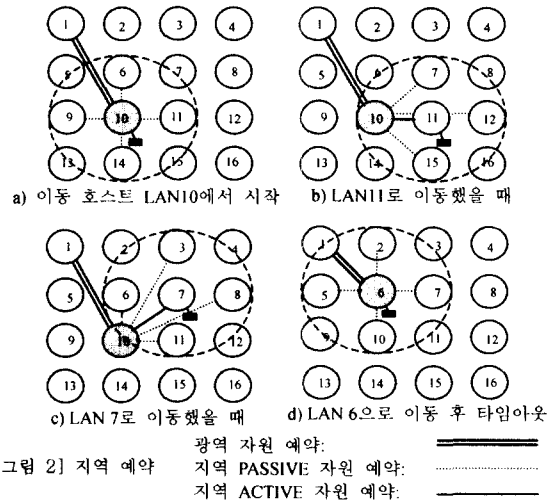


a) 빠른 속도로 움직이는 이동 호스트
b) 느린 속도로 움직이는 이동 호스트
광역 자원 예약: ↔ 지역 자원 예약: →
[그림 1] 이동 호스트의 속도에 따른 광역과 지역 자원 예약

만약 타이머 값이 1초라면, 이동 호스트가 이동해간 로컬 네트워크에서 매번 새로운 RSVP 세션을 만들게 되는 경우이므로 단순히 RSVP를 모바일 IP에 적용한 것과 유사할 것이다. 그러나 타이머 값이 α 초로 설정되어 있다면, 최초 접속 시 이동 호스트가 위치했던 로컬 네트워크의 에이전트와 송신 호스트간의 RSVP 예약이 만들어진 이후로 이동 호스트가 이동 해갈 때마다 이동 호스트와 그 에이전트간에 새로운 RSVP 터널이 만들어 지는 경우이므로 만약 그 에이전트가 홈 에이전트라면 Simple QOS signaling protocol과 유사할 것이다. 제안된 프로토콜은 타이머 값이 1초에서 α 초 사이에 적당한 값으로 정한다. 제안된 프로토콜에서 적당한 타이머 값을 찾는 것은 광역 예약으로 인해서 인터넷 백본 라우터에 가하게 되는 오버헤드와 지역 예약으로 인해서 발생하는 데이터 전송경로의 비최적화간의 트레이드오프에 의해 정해진다. 느린 속도의 이동 호스트에 대해서는 비교적 자주 광역 예약을 설정하게 되더라도 그 횟수는 얼마되지 않으므로 광역 예약으로 인한 비용이 낮다. 따라서 느린 속도의 이동 호스트에게는 타임아웃 값을 짧게 정하여 최적경로를 통하여 데이터를 전송 받게 할 수 있다. 그러나, 반대로 빠른 속도의 이동 호스트에 대해서는 짧은 타임아웃 값을 광역 예약을 지나치게 빈번히 하여 그 오버헤드의 비용이 높아지게 되므로 경로의 비 최적화를 감수하더라도 상대적으로 긴 타임아웃 값을 설정하여 오버헤드의 비용을 낮출 수 있도록 정한다. 제안된 프로토콜에 이동 호스트의 속도를 예측하는 알고리즘을 적용하여 타임 아웃 값을 설정할 수 있다.

제안된 프로토콜에서 이동 호스트가 이동 시 지역 예약만이 매번 새로이 갱신되므로 지역예약은 이동 호스트의 핸드오프를 끊임 없이 원활히 지원하기 위해서 자원을 미리 예약한다. MRSVP와의 차이점은 MRSVP는 MSPEC에 의해서 이동이 예상되는 모든 셀에 대해서 자원을 예약하지만 제안된 프로토콜에서는 현재 이동 호스트가 위치해 있는 셀의 이웃 셀들을 대상으로 지역 예약에 대해서만 미리 자원이 예약된다. 제안된 프로토콜에서는 자원 예약의 형태는 ACTIVE와 PASSIVE로 구분되며 PASSIVE자원 예약은 예약이 이루어 지기는 하지만 실제

데이터가 전송되지는 않아 다른 BEST-EFFORT 플로우가 대역폭을 빌어 사용할 수 있다. SWITCH 메시지에 의해서 PASSIVE자원이 ACTIVE로 전환될 때 실제 대역폭이 할당되고 데이터는 ACTIVE예약을 통해서 전달된다. 그림 2는 지역 예약과정을 보여준다. 최초에 이동 호스트는 로컬 네트워크 10에서 로컬 네트워크 1에 연결된 호스트와 통신을 시작한다 a). 이때 로컬 네트워크 10의 포린 에이전트는 지역 예약 관리자의 기능을 수행하게 되고 자신의 인접 로컬 네트워크의 포린 에이전트들과 PASSIVE자원 예약을 맺는다. 이동 호스트가 로컬 네트워크 11로 이동 했을 때 지역 예약 관리자와 로컬 네트워크 11 사이의 PASSIVE 예약은 ACTIVE로 전환되고 지역 예약 관리자와 로컬 네트워크 11과 인접한 로컬 네트워크 7, 12, 15 사이에 PASSIVE 자원이 다시 예약된다 b) 마침내 이동 호스트가 로컬 네트워크 6을 방문할 때 타이머가 종료되고 새로운 광역 예약이 송신 호스트와 이동 호스트가 현재 위치한 로컬 네트워크 6사이에서 설정된다 d). 이때부터 로컬 네트워크 6의 포린 에이전트는 다음 타임아웃이 일어날 때까지 다시 지역 예약을 수행하게 된다. 지역 예약 과정에서 사용되는 시그널링 메시지는 크게 다음 네 가지 메시지이다.



a) 이동 호스트 LAN10에서 시작
b) LAN11로 이동했을 때
c) LAN 7로 이동했을 때
d) LAN 6으로 이동 후 타임아웃
광역 자원 예약: ==
지역 PASSIVE 자원 예약: ----
지역 ACTIVE 자원 예약: ——

- 1) *Local passive Path & Resv message*: 지역 자원을 PASSIVE로 예약하기 위해서 사용된다.
- 2) *Switch to active message*: PASSIVE로 예약된 자원을 ACTIVE로 바꾸기 위해서 사용된다.
- 3) *Local binding message*: 지역 자원 관리자에게 현재 이동 호스트의 위치와 QOS 요구사항에 대한 변동 사항을 알리기 위해서 사용된다.
- 4) *Reservation-release message*: 지역 예약 자원을 해제하기 위해서 사용된다.

포린 에이전트는 ADVERTISEMENT 메시지에 RESERVED 비트 중 Q bit를 마련하고 이 비트를 설정함으로써 이동 호스트에게 자신이 QOS를 지원함을 알린다. 이동 호스트는 포린 에이전트에게 등록(registration)을 할 때 QOS extension 을 이용하여 희망하는 수준의 QOS 내용을 포린 에이전트에게 전달한다. 그림 3은 QOS extension을 보여주고 있다.

Type	Length	Cache lifetime
The address of the LRP		
RSPEC		
Previous Foreign Agent Notification Extension		
SPI		
Authenticator...		

[그림 3] 이동 호스트의 registration 메시지 QOS extension

QOS extension을 가지는 등록(registration)메시지를 받은 포린 에이전트는 홈 에이전트에게 등록 메시지를 전달한 후 이동 호스트의 지역 예약 관리자에게 QOS 변동상황과 자신의 인접 포린 에이전트들의 주소 목록 담은 바인딩 메시지를 보낸다. 그림 4는 지역 바인딩 메시지를 보여준다.

type	reserved	lifetime
Mobile node home agent		
Current Care-of address		
New Rspec		
MSPEC (list of addresses of the neighboring FAs)		
identification		

[그림 4] 지역 바인딩 메시지

제안된 프로토콜에서는 포린 에이전트가 자신과 인접한 포린 에이전트의 주소를 알기 위해서 간단한 학습 메커니즘을 사용하므로 일일이 네트워크 관리자에 의해서 설정될 필요가 없다. 그림 3에서와 같이 QOS extension은 모바일 IP의 루트 옵티마이제이션에 사용되는 previous foreign agent notification extension을 포함하고 있다. 따라서 포린 에이전트는 이동 호스트가 이전에 방문한 포린 에이전트의 주소를 알 수 있다. 포린 에이전트는 방문하는 이동 호스트들이 가져다 준 이들 정보를 저장하고 정보를 축적함으로써 인접한 포린 에이전트들의 주소 정보를 유지할 수 있다.

3. 성능 평가

성능 평가를 위해서 10*10 로컬 네트워크로 구성된 토폴로지를 구성하였고 한 로컬 네트워크는 사방으로 인접한 로컬 네트워크들과 한 홉으로 연결되었다. 이산 시간 시뮬레이션을 수행하였고 전체 1000 시뮬레이션 타임동안 시뮬레이션을 수행하여 10번의 실험 후 평균값으로 결과를 얻은 것이다. 이동 모델로서 이동 호스트는 매번 핸드오프 시 같은 확률로 무작위로 방향을 선택한다.

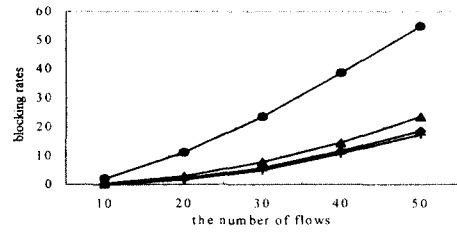
Parameters	Description	Value
N	로컬 네트워크의 수	100
T	플로우 수	1-50
M	이동 호스트의 수	10-50
S	이동 호스트의 핸드오프율	50%
α	타입아웃 인터벌	2-50 time unit
β	실험 당 시뮬레이션 시간	1000 time unit

[그림 4] 성능평가 파라미터

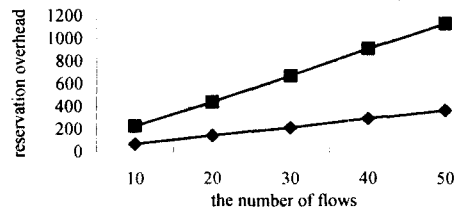
그림 5에서와 같이 제안된 프로토콜은 Simple QOS signaling protocol과 비교해서 낮은 자원 예약 실패율을 보이는데 그 이유는 주로 본 실험이 본 논문에서 전제로 하는 '지역성'을 반영하기 때문이다. 따라서, Simple QOS signaling protocol에서 이동 호스트의 핸드오프 시마다 발생하는 이동 호스트와 홈 에이전트간의 예약 경로와 제안된 프로토콜에서 송신 호스트와 지역 예약 관리자간의 '광역 예약경로'는 이동 호스트와 지역 예약 관리자간에 '지역 예약경로'에 비해서 훨씬 길다. 그러므로, 광역 예약 경로가 지역 예약 경로보다 훨씬 긴 범위 내에서는 타입아웃 값이 커질수록 광역 예약이 상대적으로 적게 일어나므로 예약 실패율이 낮다.

그림 6은 MRSVP를 사용할 경우와 제안된 프로토콜을 사용할 경우에 자원 예약 오버헤드를 나타낸 것이다. 이 때 MRSVP의 MSPEC을 안다고 가정한다. MRSVP에 비해 제안된 프로토콜은 이동 호스트가 위치한 로컬 네트워크에 인접해 있는 로컬 네트워크와 PASSIVE자원이 예약되므로 한 플로우당 QOS 예약 시 소비되는 메시지의 개수는 훨씬 적다. 본 실험에서 이동 방향이 핸드오프 시마다 무작위로 선택되는 Symmetric random walk 모델이기 때문에 그림 7에서와 같이 데이터 전송경로가 최적인 경우에 비해서도 크게 차이가 나지 않는다. 이와 같은 이동성 모델의 경우에는 타입아웃 인터벌을 상대적으로 길

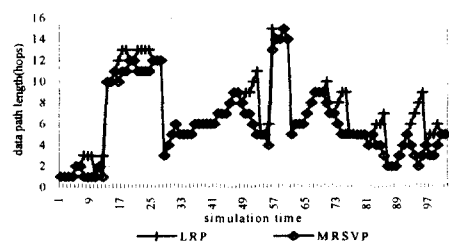
게 잡아도 성능이 악화되지는 않는다. 그러나 만약, 이동 호스트가 방향성을 갖게 되는 Random way point와 같은 이동 모델에서는 지나치게 지역 예약 경로가 길어지는 것을 막기위해 타입아웃 인터벌을 상대적으로 짧게 설정해야 한다.



[그림 5] 예약 실패율 (S=50%)



[그림 6] 예약 오버헤드 ($\alpha=10$)



[그림 7] 데이터 전송경로 길이 (T=1, S=50)

4. 결론

실험 결과에서 볼 수 있듯이 제안된 프로토콜에서는 타입아웃 값에 의해 정의되는 지역 범위 내에서 자원 예약을 지역적으로 수행함으로써 인터넷 백본 라우터의 오버헤드를 줄이고 자원 예약 실패율을 줄인다. 사용자는 타입아웃 값을 적절히 정하여 지역 예약범위를 조절함으로써 데이터 전송경로의 최적화를 약간 희생하고 네트워크의 부하 등을 줄이거나 혹은 그 반대의 효과를 볼 수 있다. 또한 타입아웃 값은 이동 호스트의 이동 속도나 혹은 방향성(이동성 모델)에 의해서 적당한 값이 설정 될 수 있다.

5. 참고 문헌

- [1] R. Braden, D. Clark, and S. Shenker. "Integrated Service in the Internet Architecture: An overview," RFC 1633, June 1994
- [2] C. Perkins, IP mobility support, RFC 2002, Mobile IP networking group
- [3] A. Terzis, J. Krawczyk, J. Wrocalwski and L. Zang, "RSVP operation over IP tunnels", RFC 2746.
- [4] C. Perkins, D. B. Johnson, "Route Optimization in Mobile IP," Internet Draft.
- [5] A. Terzis, M. Srivastava and L. Zhang, "A simple QOS signaling protocol for mobile hosts in the integrated services Internet," IEEE Infocom '99.
- [6] A. K. Talukdar, B. R. Badrinath and A. Acharya, "MRSVP: A Reservation protocol for an Integrated Services Packet Networks with Mobile hosts," Tech report TR-337, Rutgers university.