

Mobile IP 환경에서 계층적 동적 앵커 에이전트를 이용한 QoS 지원 방안

차우석*, 조기환*

*전북대학교 컴퓨터통계정보학과
*wscha, ghcho@dcs.chonbuk.ac.kr

An QoS Support Mechanism Using Hierarchical Dynamic Anchor Agent in Mobile IP Environment

Woo-Suk Cha*, Gi-Hwan Cho*

*Dept of Computer Statistics Information, Chonbuk University

요 약

이동 컴퓨팅 환경에서 사용자의 이동 특성은 실시간 멀티미디어 서비스를 제공하기 위해서 요구되는 QoS(Quality of Service)에 심각한 영향을 미친다. RSVP(ReSource reserVation Protocol)는 유선을 기반으로 실시간 서비스를 제공하기 위해서 제안된 프로토콜로서 이동 환경에 적용하기에는 부적합하다. MRSVP(Mobile RSVP)는 RSVP를 기반으로 사용자의 이동이 QoS에 미치는 영향을 최소화하기 위해서 사용자가 이동할 것으로 예상되는 영역에 대한 자원을 미리 예약하는 프로토콜이다. 본 논문은 기존의 MRSVP를 확장하여 Mobile IP 지역등록(Regional Registration) 프로토콜과 이웃 라우터 발견 메커니즘(Neighbor Router Discovery Mechanism)을 결합하여 동적 앵커 에이전트(DAA : Dynamic Anchor Agent)를 계층적으로 구성하는 QoS 지원 방안을 제안한다. 이는 기존의 MRSVP에서 미리 예약되는 자원 예약 범위를 네트워크 위상을 고려하여 지역적으로 제한함으로써 자원예약을 최소화하는 반면에 기존의 MRSVP와 유사한 수준의 QoS 보장을 목적으로 한다.

1.1. 서론

최근 사용자는 무선 이동 컴퓨팅 환경에서 화상회의나 VOD(Video-On-Demand) 등과 같은 멀티미디어 응용 서비스를 실시간으로 제공받기를 원하고 있다. 이를 위해서는 네트워크 내부에서 사용자에게 요구되는 QoS(Quality of Service)를 제공할 필요가 있다. 그러나 인터넷의 IP 프로토콜은 기본적으로 QoS를 제공하는 기능을 갖지 않는다. QoS 지원 기능을 갖지 않는 IP 프로토콜에 QoS 기능을 제공하기 위하여 단-대-단(end-to-end) 간에 QoS를 설정 기능을 IP 프로토콜의 상위 계층에서 실행되는 RSVP(ReSource reserVation Protocol)가 개발되었다.

RSVP의 기본 기능은 단말과 라우터가 협력하여 단-대-단간의 전송대역을 확보하는 것이다[1]. 그러나 RSVP는 유선을 기반으로 하는 네트워크에서 QoS를 보장하기 위해서 개발된 프로토콜로서 이동 컴퓨팅 환경에 직접 적용할 수 없는 두가지 이유가 있다. 첫 번째는 Mobile IP에서 IP-in-IP 캡슐화 기법[2]을 이용하여 IP 터널이 구현되기 때문에 터널 경로에 위치해 있는 중재 라우터들에게 RSVP 메시지가 은폐된다는 것이다. 두 번째는 MH가 새로운 위치로 이동하면, 이전에 할당된 자원들은 더 이상

쓸모가 없게 된다는 것이다.

이동 컴퓨팅 환경에 RSVP를 적용할 때 MH(Mobile Host)의 이동에 따른 문제점을 해결하기 위해서 여러 기법들이 제안되고 있다. RSVP Tunnel[3]은 Mobile IP에서 IP 터널의 각 중단노드 사이에 내포된 RSVP 세션을 설정함으로써, RSVP 메시지가 은폐되는 문제를 해결하기 위해서 제안되었다. MRSVP(Mobile RSVP)[4]는 실시간 서비스가 지속되는 동안에 MH가 방문할 것으로 예상되는 모든 영역들을 MSPEC(Mobility Specification)에 포함시키고, 이 영역들에 대해서 실시간 서비스에 요구되는 자원을 미리 예약함으로써, MH의 이동에 따른 RSVP 문제를 해결하고 있다.

본 논문에서는 Mobile IP 환경에서 각 라우터에서 유지되는 이웃 라우터정보와 네트워크 위상을 이용하여 동적 앵커 에이전트(DAA : Dynamic Anchor Agent)를 계층적으로 구성하고, 이 DAA를 이용하여 보다 적은 자원의 예약으로 MRSVP와 동일한 QoS를 보장할 수 있는 새로운 QoS 지원 방안을 제안한다. 이 HDAA(Hierarchical DAA) 기법은 Mobile IP 지역등록(Regional Registration) 프로토콜[5]의 계층적인 개념과 MRSVP의 자원예약 기법 및 이웃 라우터 발견 메커니즘(Neighbor Router

Discovery Mechanism)[6]을 결합하여 자원예약 범위를 계층적으로 최적화한다. 이 기법은 네트워크 위상에 따라 계층적으로 구성되는 DAA를 이용하여 CN(Correspondent Node)과 DAA 사이에는 일-대-일의 자원예약 관계를 설정하고, DAA와 MSPEC에 포함된 라우터들 사이에는 일-대-다의 자원예약 관계를 설정하여 불필요한 자원의 낭비를 최소화한다. 또한, MH의 이동에 따라 네트워크 위상을 고려하여 MH의 Macro Mobility와 Micro Mobility를 모두 지원할 수 있는 확장성을 갖는다. 제안하는 HDAA 기법의 성능을 평가하기 위해서, 기존에 제안된 MRSVP을 비교대상으로 자원예약 범위와 확장성 관점에서 비교분석을 수행하였다.

이 논문의 나머지 부분은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장은 기존에 제안된 이동 환경에서의 QoS 지원 방안인 MRSVP와 HMRSVP(Hierarchical MRSVP) 대해서 기술한다. 3장에서는 제안하는 HDAA 기법에 대해서 상세히 논의한다. 4장에서는 기존의 MRSVP와 제안하는 HDAA의 비교분석 결과를 기술하고, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

이번 장에서는 이동 컴퓨팅 환경에서 RSVP의 문제점을 해결하기 위해서 제안된 MRSVP와 HMRSVP에 대해서 기술한다.

2.1 MRSVP

MRSVP는 이동컴퓨팅 환경에 RSVP를 적용할 때, MH가 새로운 영역으로 이동하면 이동한 영역에서 다시 새로운 자원을 예약해야 하는 문제를 해결하기 위해서 제안되었다[4]. 이 기법은 서비스 기간동안 MH가 방문할 가능성이 있는 모든 영역에 대한 자원을 미리 예약함으로써 MH가 새로운 영역으로 이동할 때 요구되는 QoS를 획득하고 있다. 이를 위해서 MSPEC이라는 새로운 개념을 정의하고 있는데, 이는 MH가 가까운 미래에 방문할 가능성이 있는 영역들의 집합을 나타낸다. CN과 MSPEC에 포함된 라우터들 사이에는 Path 메시지와 Resv 메시지의 상호교환을 통하여 자원예약 경로가 설정된다. 송신노드로부터 MH와 연결된 라우터까지의 능동(Active) 자원예약 경로가 설정되고, 송신노드와 MSPEC에 포함된 라우터들 사이에는 수동(Passive) 자원예약 경로들이 설정된다. 능동 자원예약 경로는 패킷들이 실제 전송되는 경로인 반면에, 수동 자원예약 경로들은 실제 패킷의 전송 없이 미리 예약된 경로이다. MH가 새로운 영역으로 이동하면, 새로 방문한 위치의 수동 예약상태를 능동 예약상태로 변경하고, 원래 능동 예약상태는 동시에 수동 예약상태로 변경한다. 이러한 방식으로, 새로운 영역에서 MH에게 필요한 자원들은 미리 수동 예약상태로 예약되어 있기 때문에 빠르게 획득될 수 있다.

그러나 MRSVP는 송신노드(혹은 정적인 "receive_anchor" 노드)와 MSPEC에 포함된 라우터들 사이에는 미리 일-대-다의 자원예약 경로를 설정해야 한다. 이때 송신노드(혹은 정적인 "receive_anchor" 노드)와 MH 사이의 거리가 멀고, MSPEC에 많은 라우터들이 포함되어 있다면, 일-대-다의 자원예약 경로에는 많은 중재 라우터들이 참여하게 된다. 이로 인한 불필요한 자원예약 범위의 증가와 자원예약 경로의 설정과 유지를 위해서 필요한 메시지 오버헤드 때문에 많은 자원의 낭비와 네트워크 성능 감소를 유발하게 된다.

본 논문에서 제안하는 HDAA 기법은 이웃 라우터 발견 메커니즘을 이용하여 실제 MH가 이동 가능한 라우터들로만 MSPEC을 구성하고, MH에 근접해 있는 라우터들

DAA로 구성하기 때문에 보다 적은 자원예약으로 MRSVP와 유사한 수준의 QoS를 제공한다.

2.2 HMRSVP(Hierarchical MRSVP)

HMRSVP는 RSVP와 Mobile IP 지역등록 프로토콜을 결합하여 MH의 마크로 이동으로 핸드오프 지연이 긴 경우에만 송신노드에서 해당 도메인의 GFA까지의 자원을 미리 예약하는 기법이다[7]. 이는 MH가 서로 다른 도메인의 경계 영역에 위치해 있을 때에만 미리 자원예약을 수행하기 때문에 보다 적은 자원 예약으로 MRSVP와 유사한 수준의 QoS를 보장할 수 있다. 이 기법에서는 MH가 마이크로 이동으로 핸드오프를 위한 자원예약 거로 설정 시간이 매우 짧다는 것을 전제로 미리 자원을 예약하지 않더라도 요구되는 QoS를 지원할 수 있다고 가정하고 있다. 그러나 해당 도메인의 네트워크 규모가 크거나 실시간 어플리케이션에 요구되는 QoS 정도에 따라 실제 적용하기 어려운 경우가 발생할 수 있다.

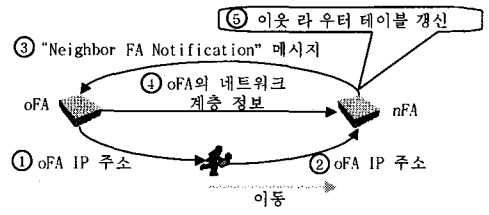
논문에서 제안하는 HDAA 기법은 MH의 마이크로 이동과 마크로 이동을 모두 지원할 수 있도록 DAA를 계층적으로 구성하여 HMRSVP와 비슷한 수준의 자원예약으로 MRSVP와 동일한 수준의 QoS를 제공한다.

3. HDAA

제안하는 HDAA 기법의 주요 개념은 Mobile IP의 지역등록 프로토콜과 네트워크 위상 및 각각의 라우터가 유지하는 이웃 라우터 테이블의 라우터 목록을 고려하여 DAA를 계층적으로 구성하고, 이 DAA를 이용하여 CN과 MH 사이의 자원예약 경로를 최적화하는 것이다. 이 기법은 MH와 현재 연결된 라우터의 이웃 라우터 목록을 이용하여 MH의 이동이 발생할 때마다 MSPEC을 재구성한다. DAA 구성은 MSPEC을 구성하는 라우터들의 네트워크 계층구조를 이용하여 상위의 공통된 교차 라우터(cross router)를 DAA로 지정한다. DAA는 MH의 이동유형과 네트워크 위상에 따라 HA(Home Agent) 혹은 MH가 현재 이동중인 도메인의 GFA(Gateway Foreign Agent)나 도메인 내의 FA들이 될 수 있다. Mobile IP에서는 에이전트라는 용어를 라우터와 같은 의미로 이용하고 있기 때문에, 편의상 논문에서는 라우터와 HA 혹은 FA를 혼용해서 기술한다.

3.1 DAA 선택 기법

이번 절에는 이웃 라우터들의 네트워크 계층구조를 고려하여 DAA를 선택하는 기법에 대해서 기술한다. 이 기법은 E. Shim이 제안한 이웃 라우터 발견 메커니즘[6]을 기본적으로 이용하며, 부가적으로 각 라우터들은 도메인 내에서 자신의 네트워크 계층구조를 알고 있다는 것을 전제로 한다. [그림 1]은 이웃 라우터 테이블 갱신하는 과정을 보이고 있다.



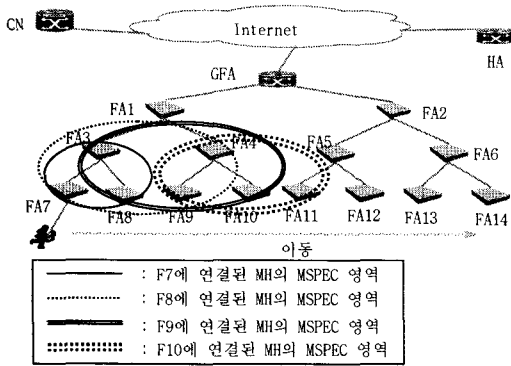
[그림 1] 이웃 라우터 테이블 갱신 과정

① MH는 Mobile IP 등록 과정에서 oFA(old FA)의 IP 주

소를 획득하여 유지한다.

- ② MH는 oFA의 IP 주소를 Mobile IP의 등록요청 메시지에 포함시켜 nFA(new FA)에게 전송한다.
- ③ nFA는 oFA에게 "Neighbor FA Notification" 메시지를 전송하여 oFA 네트워크 계층정보를 요청한다.
- ④ oFA는 자신의 네트워크 계층정보를 nFA에게 전송한다.
- ⑤ nFA는 자신의 이웃 라우터 테이블을 갱신한다.

[그림 5]의 이웃 라우터 테이블 갱신 과정에 의해서 해당 도메인을 이동하는 여러 MH들이 자신(FA)을 경유하여 이동함에 따라 점차적으로 주변의 이웃하는 FA들에 대한 정보를 축적하여 일정시간이 경과한 후에는 자기 주변의 모든 FA들에 대한 정보를 획득할 수 있게된다. 이렇게 획득된 이웃 FA들에 대한 정보를 이용하여 MH는 DAA를 선택한다. nFA로 이동한 MH는 nFA로부터 이웃 라우터 목록과 이들의 네트워크 계층정보를 전달받은 후에, 이들을 상호 비교하여 공통된 상위 교차 라우터를 선택하고 이를 DAA로 구성한다.



[그림 2] 네트워크 위상 구조

[표 1]은 [그림 2]의 네트워크 모델에 따라 각 FA에서 유지되는 이웃 라우터 테이블의 예와 MH가 nFA로 이동하였을 때, 이웃 라우터 목록을 이용하여 선택한 DAA를 나타낸다.

[표 1] 이웃 라우터 테이블

FA	이웃 FA	FA의 네트워크 계층 구조	DAA
FA7	FA3	GFA → FA1 → FA3	FA3
	FA8	GFA → FA1 → FA3 → FA8	
FA8	FA3	GFA → FA1 → FA3	FA1
	FA4	GFA → FA1 → FA4	
	FA9	GFA → FA1 → FA4 → FA9	
FA9	FA3	GFA → FA1 → FA3	FA1
	FA4	GFA → FA1 → FA4	
	FA10	GFA → FA1 → FA4 → FA10	
FA10	FA4	GFA → FA1 → FA4	GFA
	FA11	GFA → FA2 → FA5 → FA11	

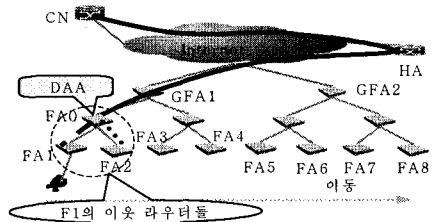
3.2 HDAA 구성

이번 절에는 Mobile IP의 지역등록 프로토콜과 네트워크 위상을 고려하여 계층적으로 DAA가 구성되는 과정에

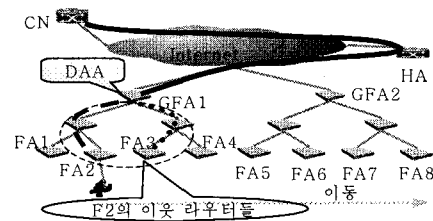
대해서 기술한다.

Mobile IP 지역등록 프로토콜은 MH의 이동유형용 도메인간의 마크로 이동과 도메인 내에서의 마이크로 이동으로 구분한다. 제안하는 HDAA 기법은 이러한 MH의 이동유형을 고려하여 DAA를 계층적으로 구성한다. 즉, MSPEC이 도메인 내의 FA들로만 구성되면 해당 도메인 내의 FA 혹은 GFA를 DAA로 선택한다. 그러나 MSPEC에 서로 다른 도메인의 FA들이 포함된다면, HA를 DAA로 선택한다. [그림 3-a, 3-b, 3-c]는 MH의 이동에 따라 DAA가 계층적으로 구성되는 구조의 예를 보이고 있다. 검은 실선은 Mobile IP의 지역등록 프로토콜과 MRSVP의 처리과정에 의해서 CN으로부터 DAA까지의 일-대-일 자원예약 경로를 나타낸다. 두꺼운 점선은 DAA부터 MH까지의 능동(Active) 자원예약 경로를 나타내고, 가는 점선은 DAA부터 MSPEC에 포함된 FA들까지의 수동(Passive) 자원예약 경로를 나타내고있다.

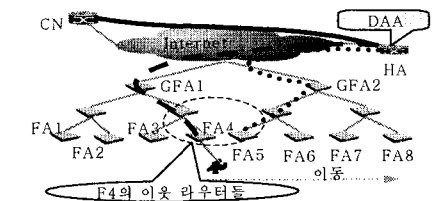
[그림 3-a]와 [그림 3-b]는 MH가 도메인 내에서 마이크로 이동을 하여 MSPEC이 도메인 내의 FA들로 구성될 때의 DAA 구성 예를 보이고 있다. 이 경우에 CN에서 DAA인 FA0까지는 일-대-일의 자원예약 경로가 생성되고, FA0에서 MSPEC에 포함된 FA들 사이에는 일-대-다의 자원예약경로가 생성된다. [그림 3-c]는 MH가 도메인 A와 도메인 B의 경계에 위치하여 현재 연결된 FA4의 이웃 라우터 목록에 도메인 B의 FA5를 포함하여 MH가 도메인 B로 이동할 가능성이 있는 경우에 HA를 DAA로 구성하는 예를 보이고 있다.



[그림 3-a] DAA 구성(마이크로 이동의 경우 I)



[그림 3-b] DAA 구성(마이크로 이동의 경우 II)

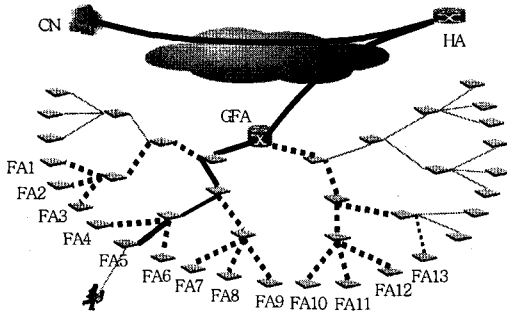


[그림 3-c] DAA 구성(마크로 이동의 경우)

특히 [그림 3-b]에서처럼 MH가 FA1과 FA3사이만을 이동하는 지역 이동성을 갖는 경우에 DAA는 변동되지 않고, 능동과 수동 자원예약 상태를 변경하여 실시간 서비스에 필요한 QoS를 지원할 수 있다. 또한 HDAA 기법의 표현을 단순화하기 위해서 2 단계의 계층구조만을 이용하였으나, 제안하는 기법은 네트워크 규모에 관계없이 여러 계층구조에 동일하게 적용할 수 있는 확장성을 갖는다.

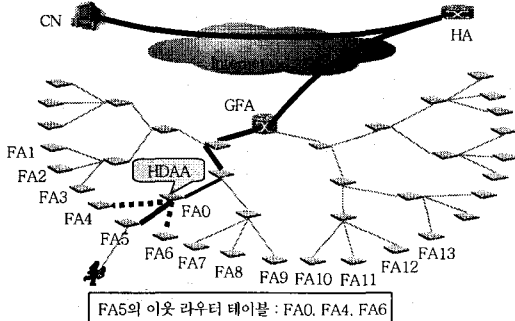
4. 기존 연구와의 비교분석

이번 장에서는 기존의 MRSVP와 제안하는 HDAA 기법의 개념적인 차이를 비교하고, 해석적인 수준에서 자원예약 범위의 확장성을 비교 분석하였다.



[그림 4] MRSVP의 자원예약 경로

[그림 4]는 Mobile IP 지역등록 프로토콜에 MRSVP를 적용했을 때의 자원예약 경로를 나타내고 있다. MH가 서비스 기간동안 FA1에서 FA13까지 이동한다고 가정했을 때, MRSVP의 MSPEC에는 FA1부터 FA13까지의 FA들이 포함되고, 서비스가 초기화될 때 HA를 "Receiver_anchor" 노드로 구성할 수 있다. [그림 4]에서 굵은 실선은 능동 자원예약 경로를 나타내고, 점선은 수동 자원예약 경로를 나타내고 있다. 자원예약 경로가 인터넷을 경유하는 경우를 제외하더라도 24개의 라우터가 자원예약 경로에 지속적으로 참여하고 있다.



[그림 5] HDAA 기법의 자원예약 경로

[그림 5]는 MH가 [그림 4]와 동일한 이동패턴을 갖도록 하여 HDAA 기법을 적용한 경우의 자원예약 경로를 나타내고 있다. 이 경우에 MH가 FA5에 연결되어 있는 동안에는 7개의 라우터만이 자원예약 경로에 참여하고 있으며, 전체 서비스 기간동안에 최소 6개, 최대 10개, 평균

8개의 라우터가 자원예약 경로에 참여하였다.

[그림 4]와 [그림 5]의 예처럼 기존의 MRSVP와 비교하여 HDAA 기법이 자원예약 경로에 참여하는 라우터의 수를 최소화할 수 있다는 것을 직관적으로 알 수 있었다. 따라서, HDAA 기법은 자원예약 경로를 생성하고 유지하기 위한 자원예약 범위와 메시지 오버헤드를 최소화할 수 있다. 또한 MH의 이동에 따라 네트워크 위상을 고려하여 최적의 DAA를 선택할 수 있는 유연성과 매크로 이동 및 마이크로 이동을 모두 지원할 수 있는 확장성을 갖는다.

5. 결론

본 논문에서는 이동 컴퓨팅 환경에서 사용자의 이동에 관계없이 실시간 멀티미디어 서비스를 제공하는데 요구되는 QoS를 제공하기 위해서 네트워크 위상을 고려하여 DAA를 계층적으로 구성하는 HDAA 기법을 제안하였다. 제안하는 HDAA 기법은 Mobile IP 지역등록 프로토콜과 이웃 라우터 발견 메커니즘을 결합하여 MRSVP의 MSPEC에 포함되는 영역을 최소화하고, 이들 영역들의 네트워크 계층구조를 이용하여 DAA를 계층적으로 구성함으로써 자원예약 범위를 최적화하였다. 또한 네트워크 규모나 MH의 매크로 이동 및 마이크로 이동에 관계없이 동일하게 적용할 수 있는 확장성을 갖는다. 논문에서 제안하는 HDAA 기법은 현재 Mobile IP 핸드오프와는 별개로 MH의 핸드오프가 완료된 후에 적용되고 있다. 향후 연구로는 MH의 핸드오프 과정과 HDAA 기법을 병행해서 수행할 수 있는 연구가 수행된다면 MH에게 보다 나은 QoS를 제공할 수 있을 것이다.

6. 참고문헌

- [1] R. Braden, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP) - Version 1 Functional Specification," *IETF RFC 2205*, Sep. 1997
- [2] C. E. Perkins, "IP Encapsulation within IP," *IETF RFC 2003*, Oct. 1996
- [3] A. Terzis, J. Krawczyk, J. Wroclawski, L. Zhang, "RSVP Operation Over IP Tunnels," *IETF RFC 2746*, Jan. 2000
- [4] A. K. Talukdar, B. R. Badrinath, A. Acharya, "MRSVP: A Resource Reservation Protocol for an Integrated Services Network with Mobile Hosts," *Wireless Networks (7)*, pp. 5-19, 2001
- [5] E. Gustafsson, A. Jonson, and C. E. Perkins, "Mobile IPv4 Regional Registration," *IETF Draft, draft-ietf-mobileip-reg-tunnel-07.txt*, Oct. 2002
- [6] E. Shim, H. Wei, Y. Chang, and R. D. Grtlin, "Low Latency Handoff for Wireless IP QOS with NeighborCasting," *Proceedings of IEEE Communications(ICC 2002)*, Apr. 2002, pp. 3245-3249
- [7] C-C. Tseng, G-C. Lee, and R-S. Liu, "HMRSVP: A Hierarchical Mobile RSVP Protocol," *Proceedings of Distributed Computing Systems Workshop(ICDCSW 2001)*, Apr. 2001, pp. 467-472