

Mobile IPv6 환경에서 동적 분기 라우터를 이용한 효율적인 자원 예약 방법

차 우 석⁺ · 김 은 미^{**} · 배 호 영^{***} · 이 배 호^{****} · 조 기 환^{*****}

요 약

RSVP(Resource reSerVation Protocol)는 송신노드와 수신노드 사이에 네트워크 자원을 예약하여 QoS(Quality of Service) 요구사항을 지원하는 인터넷 표준 프로토콜이다. 무선 이동환경에 RSVP를 적용하기 위해 공유경로 식별 문제와 자원 선-예약 문제가 해결되어야 한다. 본 논문은 후보 라우터와 분기 라우터를 이용하여 공유경로 식별 문제와 자원 선-예약 문제를 해결하는 DBRA(Dynamic Branch Router Approach) 기법을 제안한다. DBRA는 송신노드와 분기 라우터 사이에는 일대일의 RSVP 자원예약 관계를 갖으며, 분기 라우터와 후보 라우터들 사이에는 일대다의 RSVP 자원예약 관계를 갖도록 하여 많은 네트워크 자원 소모를 줄인다. 제안하는 DBRA 기법의 효율성을 분석하기 위해서 시뮬레이션을 이용하여 평균 패킷 전송율과 대역폭 이용률, RSVP 자원 예약 실패율 관점에서 RSVP와 MRSVP(Mobile RSVP), HMRSVP(Hierarchical MRSVP)를 비교대상으로 비교 분석하였다.

키워드 : QoS, RSVP, MRSVP, Mobile IPv6

An Efficient Resource Reservation Scheme using a Dynamic Branch Router for Mobile IPv6 Networks

Woosuk Cha⁺ · Eun-Mi Kim^{**} · Ho-Young Bae^{***} · Bae-Ho Lee^{****} · Gihwan Cho^{*****}

ABSTRACT

RSVP (Resource reSerVation Protocol) is the Internet standard protocol for supporting QoS (Quality of Service) requirements by reserving network resources between the sender and the receiver. Several problems, such as common path identification and resource pre-reservation, should be solved to apply RSVP in wireless mobile environments. To resolve these problems, this paper proposes DBRA (Dynamic Branch Router Approach) based on two designated entities, candidate access routers and a branch router. While several RSVP sessions between a branch router and candidate routers are managed, DBRA makes use of only one RSVP session between the sender and a branch router. Based on a network simulation, the proposed scheme has been compared with MRSVP (Mobile RSVP) and HMRSVP (Hierarchical MRSVP) in terms of the average packet transmission rate, bandwidth utilization and RSVP session failure rate.

Key Words : QoS, RSVP, MRSVP, Mobile IPv6

1. 서 론

Mobile IP는 무선 이동 환경에서 단말의 이동성을 지원하기 위한 대표적인 IP 기반 프로토콜로써 Mobile IPv4는 RFC 3220으로 표준화되어 있고[1], Mobile IPv6는 RFC 3775로 표준화되어 있다[2]. 최근 이동 사용자는 무선 이동 컴퓨팅 환경에서 화상회의나 VOD(Video-On-Demand) 등과 같은 멀티미디어 응용서비스를 실시간으로 제공받기를

원한다. 실시간 서비스 지원을 위해 네트워크 내부에서 사용자에게 요구되는 QoS(Quality of Service)를 제공해야 한다. 그러나 인터넷의 IP 프로토콜은 기본적으로 QoS를 제공하는 기능을 갖지 않는다. IP 프로토콜에 QoS 기능을 제공하기 위하여 일-대-일 혹은 일-대-다 통신에 QoS 설정 기능을 IP 프로토콜의 상위 계층에서 실행되는 RSVP(Resource reSerVation Protocol)가 표준화되었다[3].

Mobile IPv6 이동환경에 RSVP를 적용할 때, 크게 다음과 같은 3 가지 주요 연구 주제를 갖는다[4]. 첫째는 자원 선-예약(Resource pre-reservation) 문제이다. MH(Mobile Host)가 다른 서브넷으로 이동할 때, 송신노드와 MH사이의 데이터 전송경로는 변경된다. 따라서 RSVP 자원예약 상태 즉, *Path*와 *Resv* 상태는 새로운 데이터 전송경로를 따라 재

⁺ 준 회원: 전북대학교 컴퓨터통계정보학과 박사 졸업
^{**} 준 회원: 전남대학교 컴퓨터공학과 박사과정
^{***} 정 회원: 전남대학교 컴퓨터공학과 석사과정
^{****} 중신회원: 전남대학교 공과대학 컴퓨터공학과 교수
^{*****} 정 회원: 전북대학교 전자정보공학부 부교수
 논문접수: 2006년 11월 27일, 심사완료: 2007년 4월 18일

설정된다. 그러나 MH의 이동 후에 새로이 RSVP 자원예약 상태를 설정하는 것은 많은 지연을 야기하기 때문에 QoS 서비스 중단이나 QoS의 질적인 감소를 가져올 수 있다. 이러한 문제점을 완화하기 위해 MH가 이동할 것으로 예상되는 서브넷에서 QoS 서비스를 지원하기 위해 요구되는 자원들을 미리 예약하는 기법에 대한 연구가 필요하다.

둘째는 공유 경로 식별(common path identification) 문제이다. MH가 다른 서브넷으로 이동할 때, 새로운 RSVP 자원예약 상태가 설정되고 이전의 RSVP 자원예약 상태는 해제된다. MH 이동 후에 CN(Correspondent Node)과 MH 사이의 새로운 경로와 이전 경로 사이에 위치하는 많은 중재 라우터들이 공유된다. 공유된 중재 라우터들이 유지하는 RSVP 자원예약 상태는 변경될 필요가 없으며, 실질적으로 공유되지 않은 중재 라우터들만이 RSVP 자원예약 상태를 갱신하면 된다. 따라서 공유 라우터들을 식별하고, 공유 라우터들 중에서 MH와 근접해 있는 라우터를 식별하는 기법에 대한 연구가 요구된다.

셋째는 이동 프록시(mobile proxy) 문제이다. 송신 노드와 MH 사이의 중재 라우터들이 유지하는 RSVP 자원예약 상태는 주기적으로 갱신되어야 한다. 그러나 MH가 주기적으로 Path와 Resv 메시지를 전송하는 것은 제한된 배터리 전원을 소모하는 주요 원인이 될 수 있기 때문에 이동 프록시가 MH를 대신하여 RSVP 자원예약 상태를 갱신하는 과정을 수행할 필요가 있다. 그러나 현재 이동 프록시가 수행할 구체적인 기능들에 대한 명세와 이동 프록시가 위치할 네트워크 구성 요소 및 이동 프록시들 사이에 계층 등과 같은 내용에 대한 연구가 미흡하며, 이에 대한 연구가 필요하다.

본 논문은 Mobile IPv6 기반의 네트워크 환경에 RSVP를 적용할 때 발생하는 공유 경로 식별 문제와 자원 선-예약 문제를 해결하기 위한 DBRA(Dynamic Branch Router Approach) 기법을 제안한다. 기존의 MRSVP[6]는 MH의 이동에 관계없이 지속적인 QoS 서비스를 제공하기 위해 MH가 향후에 이동할 것으로 예상되는 모든 라우터들로 MSPEC을 구성하고, 송신 노드와 MSPEC에 포함된 많은 라우터들 사이에 일대다의 자원예약 경로를 설정한다. 따라서 송신 노드와 MSPEC에 포함된 많은 라우터들 사이에 위치해 있는 많은 수의 중재 라우터들이 자원 선-예약에 참여하기 때문에 많은 자원의 낭비가 발생한다.

DBRA의 목적은 MRSVP와 동일한 수준의 QoS 서비스를 제공하면서 자원 선-예약에 참여하는 중재 라우터들의 수를 줄임으로써 자원의 낭비를 줄이는 것이다. 이를 위해서 DBRA는 현재 MH와 물리적으로 한 홉 거리에 있는 이웃 라우터(neighbor router)들, 즉 MH가 향후에 이동할 것으로 예상되는 후보 라우터들을 식별하고, 후보라우터들의 네트워크 계층 정보를 이용하여 후보 라우터들 사이에서 공통으로 교차하는 가장 하위의 라우터를 분기 라우터로 동적으로 결정한다. DBRA 기법에서 분기 라우터는 MH의 이동 전과 이동후의 라우터들 사이에서 공유 경로를 식별하는 분기점의 역할을 하며, 송신노드를 대신하여 후보 라우터들과

일대다의 자원 선-예약 경로를 설정한다. 즉, 송신노드와 분기 라우터 사이는 일대일의 자원예약 경로가 설정되고, 분기 라우터와 후보 라우터들 사이에는 일대다의 자원 선-예약 경로가 설정된다. 따라서 MRSVP와 비교하여 자원 선-예약에 참여하는 중재 라우터들의 수를 줄임으로써 낭비되는 자원의 낭비를 줄일 수 있다.

이 논문의 나머지 부분은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장은 기존에 제안된 이동 환경에서의 QoS 지원 방안들을 소개한다. 3장에서는 제안하는 DBRA 기법에 대해서 자세히 기술한다. 4장에서는 기존의 MRSVP와 HMRSVP, 제안하는 DBRA 기법의 비교분석 결과를 논의하고, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

이동 무선 환경에 RSVP를 적용하여 사용자에게 요구되는 QoS를 제공하기 위한 여러 기법들이 제안되고 있다. 이동 환경에서 사용자에게 원활한 QoS를 제공하기 위해 자원 선-예약 문제와 공유 경로 식별 문제를 우선적으로 해결해야 한다. 자원 선-예약 문제를 해결하는 대표적인 기법이 MRSVP와 HMRSVP(Hierarchical Mobile RSVP)이다[6][7]. 또한, 참조문헌 [8]은 Mobile IPv6와 RSVP를 상호 운용하는 프레임워크에서 공유 경로 식별 문제를 해결하는 방안을 제시하고 있다.

MRSVP[6]은 MH가 새로운 영역으로 이동했을 때 요구되는 QoS를 제공하기 위해 MH가 방문할 가능성이 있는 모든 영역에 대한 자원을 미리 예약한다. 자원 선-예약을 위해서 MRSVP는 MSPEC 개념을 정의하고 있다. MSPEC은 MH가 향후에 방문할 가능성이 있는 영역들의 집합을 나타낸다. MRSVP에서 MH는 MSPEC 정보를 송신노드에 알리고, 송신노드는 자신과 MSPEC에 포함된 영역들 사이의 자원예약 경로를 미리 설정한다. 이때 송신노드와 MH가 현재 위치해 있는 영역 사이에는 능동 자원예약 경로가 설정되고, 송신노드와 나머지 영역들 사이에는 수동 자원예약 경로가 설정된다. 실제 데이터의 전송은 능동 자원예약 경로를 통해서만 이루어진다. MRSVP는 MH의 이동이 예상되는 영역의 자원을 미리 예약하기 때문에 QoS 서비스가 중단되는 일은 발생하지 않는다. 그러나 많은 중복된 자원 예약 때문에 자원 낭비를 초래하며 이로 인하여 네트워크 성능이 저하된다. DBRA는 MRSVP와 달리 MSPEC을 현재 MH가 연결된 라우터와 물리적으로 한 홉 거리에 위치해 있는 라우터들로 구성하고, 분기 라우터를 이용하여 MRSVP의 중복된 자원 예약으로 인한 자원 낭비를 줄인다.

HMRSVP[7]은 MRSVP에서 발생하는 자원 낭비 문제를 완화하기 위해 MRSVP에 Mobile IP의 지역 등록(Regional Registration) 프로토콜[9]을 적용한 기법이다. HMRSVP는 CN과 GMA(Gateway Mobility Agent) 사이에 자원 예약 경로를 설정하고, MH가 도메인 내에서 마이크로(Micro) 이동이 발생하면, GMA와 MH 사이에 새로운 RSVP 터널을

설정하고, MH가 도메인 간의 마크로(Macro) 이동을 할 때에만 MRSVP의 자원예약 과정에 따라 이동 예정인 라우터와 CN 사이에 수동 자원예약을 수행한다. 결과적으로 HMRSVP는 미리 자원을 예약하는 영역을 최소화하기 때문에 자원의 낭비를 줄일 수 있다. 그러나 HMRSVP는 2가지 주요 문제점을 갖는다. 첫째는 도메인의 계층 구조에 따른 GMA와 MH 사이의 자원예약 과정에 소요되는 시간을 고려하지 않고 있다. 둘째는 MH가 도메인간의 경계 셀에 진입할 때, 경계 셀을 감지하는 구체적인 방법을 제시하지 못하고 있다. HMRSVP와 제안하는 DBRA의 주요 차이점은 MRSVP에서 앵커 노드(anchor node)의 역할을 HMRSVP는 고정된 GMA가 수행하지만, DBRA는 MH의 이동에 따라 동적으로 재구성되는 분기 라우터가 수행한다는 것이다. 즉, HMRSVP는 도메인을 구성하는 계층 구조에 따라 GMA와 MH 사이의 거리가 멀다면, 자원예약 과정에서 보다 많은 지연시간이 발생할 수 있다. 그러나 DBRA는 네트워크 위상 구조에 관계없이 분기 라우터가 항상 MH와 근접해 있기 때문에 매우 짧은 지연시간을 갖는다.

참조문헌 [8]은 각 중재 라우터에서 유지하고 있는 RSVP 자원예약 상태 정보와 라우팅 테이블(routing table)의 정보를 이용하여 NCR(Nearest Common Router)를 결정함으로써 공유 경로 식별 문제를 해결하고 있다. MH가 이동할 때 송신노드에서 MH까지의 경로 중에서 송신노드에서 NCR까지의 경로는 MH의 이동에 관계없이 그대로 유지되는 경로이고, NCR과 MH 사이의 경로만이 변경된다. 즉, 송신노드에서 NCR까지의 자원예약 상태는 그대로 유지되고, NCR과 MH 사이의 중재 라우터들만이 RSVP 자원예약 상태를 재설정한다. 따라서 Path와 Resv 메시지를 이용하여 RSVP 자원예약 경로를 설정하고 갱신하는데 소요되는 과부하를 줄일 수 있다. 그러나 참조문헌 [8]은 공유 경로 식별 문제는 해결하고 있으나, 자원 선-예약 문제는 해결하지 못하고 있다.

3. DBRA(Dynamic Branch Router Approach) 기법

제안하는 DBRA의 기본 아이디어는 MH의 향후 이동 가능한 라우터들이 공통으로 공유하는 라우터들 중에서 가장 하위의 라우터를 분기 라우터로 결정하고, 이 분기 라우터를 이용하여 CN과 MH 사이에 RSVP 세션(session)을 설정하기 위해 참여하는 중재 라우터의 수를 줄이는 것이다. DBRA는 트리형의 LAN(Local Area Network) 혹은 MAN(Metropolitan Area Network) 네트워크 환경과 초기화 과정에서 각 라우터의 네트워크 계층 정보가 정적으로 설정된다고 가정한다. 예로, (그림 3)와 같은 트리형 LAN 구조를 고려할 때, 각 라우터는 <표 1>과 같은 네트워크 계층 구조를 갖는다.

DBRA는 현재 MH와 물리적으로 한 홉 거리에 있는 이웃 라우터(neighbor router)들, 즉 MH가 향후에 이동할 것으로 예상되는 라우터를 후보 라우터라고 하며, MH가 후보

라우터들에 대한 정보를 획득하는 과정은 3.1절 후보 라우터 결정과정에서 기술한다. 후보 라우터들의 네트워크 계층 정보를 비교하여 공통으로 공유하는 라우터들 중에서 가장 하위에 위치하는 라우터를 식별하고, 이 라우터를 분기 라우터라고 한다. 자세한 내용은 3.2 절 분기 라우터 결정과정에서 자세히 기술한다.

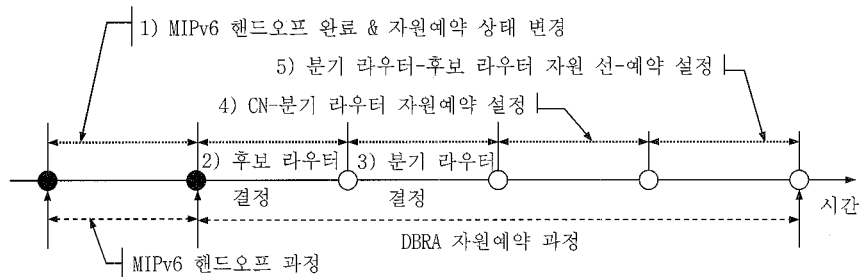
DBRA는 분기 라우터를 새로운 자원예약 경로와 이전 자원예약 경로의 분기점으로 이용하여 공유 경로 식별 문제를 해결한다. 즉, MH가 현재 AR에서 다른 AR로 이동할 때, 송신노드에서 분기 라우터 사이에 위치해 있는 중재 AR들은 MH의 이동과 관계없이 RSVP 자원예약 상태를 그대로 유지한다. 하지만, 분기 라우터에서 새로운 AR까지의 경로에 위치해 있는 중재 AR들은 새로이 RSVP 자원예약 상태를 재설정한다.

자원 선-예약 문제를 해결하기 위해 DBRA는 MRSVP의 MSPEC의 개념과 자원 선-예약 처리절차를 적용한다. MRSVP은 MSPEC에 포함되는 AR을 선택하는 구체적인 방법을 제시하지 않고 있다. 이와 달리 DBRA에서 각 라우터는 이웃 라우터 발견 메커니즘[10]에 의해서 물리적으로 한 홉 거리에 위치해 있는 이웃 라우터 정보를 유지하며, 이들 이웃 라우터들은 MH가 향후에 물리적으로 이동 가능한 라우터들을 의미한다. MH는 각 라우터의 이웃 라우터 정보를 이용하여 최적화된 MSPEC을 구성할 수 있다. DBRA에서 자원 선-예약은 송신 노드와 분기 라우터 사이에는 RSVP에 준하는 일대일 관계의 자원 선-예약이 수행되고, 분기 라우터와 MSPEC에 포함된 후보 라우터들 사이에는 MRSVP에 준하는 일대다 관계의 자원 선-예약이 이루어진다.

제안하는 DBRA의 전체 자원예약 과정은 다음과 같은 4가지 세부 처리과정으로 구성된다. 논의를 단순화하기 위해서 CN이 송신노드이고, MH가 수신노드인 경우만을 고려한다.

- 1) 후보 라우터(Candidate Router) 결정과정 : MH가 현재 연결된 라우터와 이웃하는 라우터를 자신이 다음에 이동 가능한 후보 라우터를 선택하는 과정
- 2) 분기 라우터(Branch Router) 결정과정 : 후보 라우터들의 네트워크 계층구조를 이용하여 각 후보 라우터들이 공통적으로 공유하는 가장 하위 라우터를 분기 라우터로 결정하는 과정
- 3) CN-분기 라우터 자원예약 설정 과정 : CN와 분기 라우터 사이에 일대일 자원 예약경로를 설정하는 과정
- 4) 분기 라우터-후보 라우터 자원 선-예약 설정 과정 : 분기 라우터와 MSPEC을 구성하는 후보 라우터들 사이에 일대다의 자원 선-예약 관계를 설정하는 과정

(그림 1)은 DBRA 전체 처리과정의 시간 다이어그램을 보인다. MH가 이전 AR에서 새로운 AR로 이동하면, 이미 CN에서 새로운 AR까지의 수동 자원예약이 설정되어 있기 때문에 수동 자원예약을 능동 자원예약으로 변경하여 MH에게 끊임 없는 QoS 서비스를 지원한다. 수동 자원예약은



(그림 1) DBRA 시간 다이어그램

분기 라우터부터 MSPEC에 포함된 후보 라우터들까지의 중재 라우터들 사이에 MH를 위해 미리 예약된 통신 경로를 의미하며, MH가 현재 이용하지는 않지만 향후에 MH가 이동하면 가장 최우선으로 이용된다. 능동 자원예약은 분기 라우터부터 현재 MH가 위치해 있는 라우터까지의 중재 라우터들 사이에 예약된 통신 경로를 의미하며, 현재 MH가 직접적으로 이용하고 있는 통신 경로이다. MH가 새로운 AR로 이동하면, 분기 라우터와 새로운 AR 사이의 수동 자원예약 상태는 능동 자원예약 상태로 변경되며, 분기 라우터와 이전 AR 사이의 능동 자원예약 상태는 수동 자원예약 상태로 변경된다.

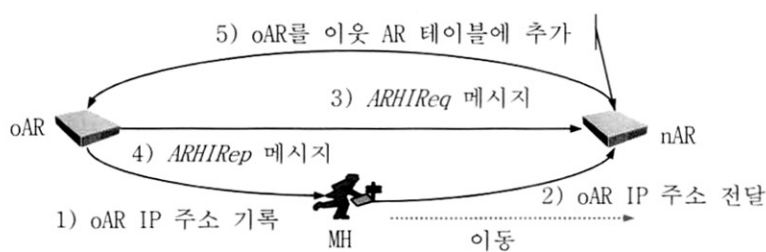
DBRA의 자원예약 과정은 MIPv6 핸드오프가 발생하기 이전에 수행되기 때문에 DBRA에 의한 QoS 서비스 중단은 발생하지 않는다. 즉, DBRA는 MH가 이동할 때 변경해야 하는 RSVP 자원예약 경로를 MH의 이동전에 미리 수동 자원예약 상태로 설정하고, 실제 MH가 새로운 AR로 이동할 때는 MIPv6 핸드오프 과정과 병행하여 수동 자원예약을 능동 자원예약으로 변경하여 끊임없는 QoS 서비스를 지원한다.

3.1 후보 라우터 결정과정

MSPEC을 구성하는 후보 라우터의 결정은 각 라우터들이 자신과 이웃하는 라우터를 찾는 메커니즘을 이용한다 [10]. MIPv6 네트워크 환경에서 이웃 라우터 발견 메커니즘의 동작 과정은 (그림 2)와 같다.

- 1) MH는 nAR(new AR)로 이동할 때, 이전 oAR(old AR)의 IP 주소를 기록하여 유지한다.
- 2) MH는 nAR에게 이전 oAR의 IP 주소를 전달한다.
- 3) nAR는 oAR에게 ARHIReq(Access Router Hierarchy Information Request) 메시지를 전송하여 oAR의 네트워크 계층 정보를 요청한다.
- 4) oAR는 자신의 네트워크 계층 정보를 포함하는 ARHIRep(Access Router Hierarchy Information Reply) 메시지를 nAR에게 전달한다.
- 5) nAR는 자신의 이웃 라우터 테이블을 갱신한다.

도메인 내에서 다수의 MH들은 여러 라우터들을 경유하



(그림 2) 이웃 라우터 발견 메커니즘

<표 1> 네트워크 계층 구조 및 이웃 라우터 엔트리

라우터	네트워크 계층 구조	이웃 라우터 엔트리 (MSPEC)	분기 라우터
AR1	AR1	AR1, AR2, AR3	AR1
AR2	AR1-AR2	AR1, AR2, AR4, AR5, AR6	AR1
AR3	AR1-AR3	AR1, AR3, AR7, AR8, AR9	AR1
AR4	AR1-AR2-AR4	AR2, AR4, AR5	AR2
AR5	AR1-AR2-AR5	AR2, AR4, AR5, AR6	AR2
AR6	AR1-AR2-AR6	AR2, AR5, AR6, AR7	AR1
AR7	AR1-AR3-AR7	AR3, AR6, AR7, AR8	AR1
AR8	AR1-AR3-AR8	AR3, AR7, AR8, AR9	AR3
AR9	AR1-AR3-AR9	AR3, AR8, AR9	AR3

여 이동한다. 각 라우터들은 (그림 2)의 과정에 의해서 자신과 한 홉 거리에 위치해 있는 라우터들에 대한 네트워크 계층 정보를 기록, 유지한다. 결국 일정 시간이 경과한 후에 각 라우터들은 한 홉 거리에 있는 주변의 모든 라우터들에 대한 네트워크 계층 정보를 이웃 라우터 테이블에 유지할 수 있다.

각 라우터의 이웃 라우터 테이블에 기록된 엔트리들은 MH가 향후에 이동 가능한 후보 라우터를 의미한다. DBRA는 후보 라우터들을 이용하여 MSPEC을 동적으로 구성한다. (그림 3)와 같은 네트워크 위상에서 <표 1>은 각 라우터의 네트워크 계층 구조와 이웃 라우터 테이블을 보인다.

3.2 분기 라우터 결정 과정

MH는 각 라우터의 이웃 라우터 테이블 정보를 이용하여 MSPEC을 동적으로 구성하고, 현재 위치에서 가용한 분기 라우터를 결정한다. MH는 MSPEC을 구성하는 후보 라우터들의 네트워크 계층 정보를 비교하여 공통으로 교차하는 가장 하위의 라우터를 분기 라우터로 결정한다. (그림 3)는 분기 라우터 결정과정을 나타낸다. MH가 AR5에서 AR6으로 이동하면, MH는 현재 AR6의 이웃 라우터 엔트리(즉, AR2, AR5, AR6, AR7)로 MSPEC을 재구성한다. 가는 점선은 MH가 AR5에 위치했을 때의 MSPEC을 나타내고, 굵은 점선은 MH가 AR6에 연결된 후의 MSPEC 가리킨다.

MH가 AR6으로 이동한 후 분기 라우터 결정 과정은 다음과 같다.

- 1) MH는 현재 연결된 AR6에게 NRHIReq(Neighbor Router Hierarchical Information Request) 메시지를 전송한다. 분기 라우터의 변경 유무와 MSPEC의 재구성 유무를 결정하기 위해 MH는 새로 이동한 AR6이 유지하는 이웃 라우터 테이블 정보를 이용한다.
- 2) AR6은 MH에게 NRHIRep(Neighbor Router Hierarchical Information Reply) 메시지를 전송한다. 이 메시지는 이웃 라우터 테이블에 포함된 AR2, AR5, AR6, AR7의 IP 주소 및 prefix subnet 정보와 이들의 네트워크 계층구조를 포함한다. 각 라우터들의 구체적인 네트워크 계층구조

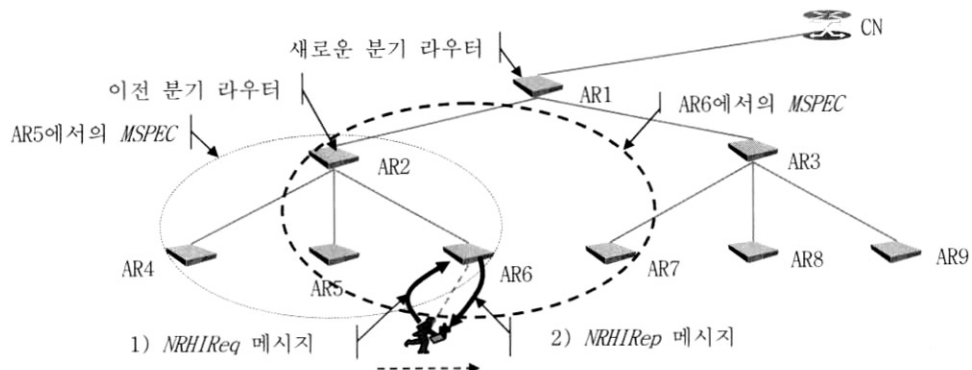
는 <표 1>에 기술하였다.

- 3) MH는 AR5에 위치해 있을 때의 MSPEC(즉, AR2, AR4, AR5, AR6)과 AR6의 이웃 라우터 테이블 엔트리(AR2, AR5, AR6, AR7)를 비교한다. 비교 결과가 서로 상이하면 MH는 AR6의 이웃 라우터 테이블의 엔트리들을 이용하여 MSPEC을 재구성하고, 동일하면 MSPEC을 그대로 유지한다. 또한, MH는 재구성된 MSPEC 후보 라우터들의 네트워크 계층 구조를 비교하여 분기 라우터의 변경여부를 결정한다. 즉, MH가 AR5에 위치해 있을 때의 분기 라우터는 AR2였으나, 재구성된 MSPEC에 포함된 후보 라우터들의 네트워크 계층구조를 비교한 결과 공통으로 교차하는 가장 하위의 라우터가 AR1로써 AR2와 다르다. 따라서 AR6에 위치해 있는 MH는 분기 라우터를 AR2에서 AR1로 변경한다.

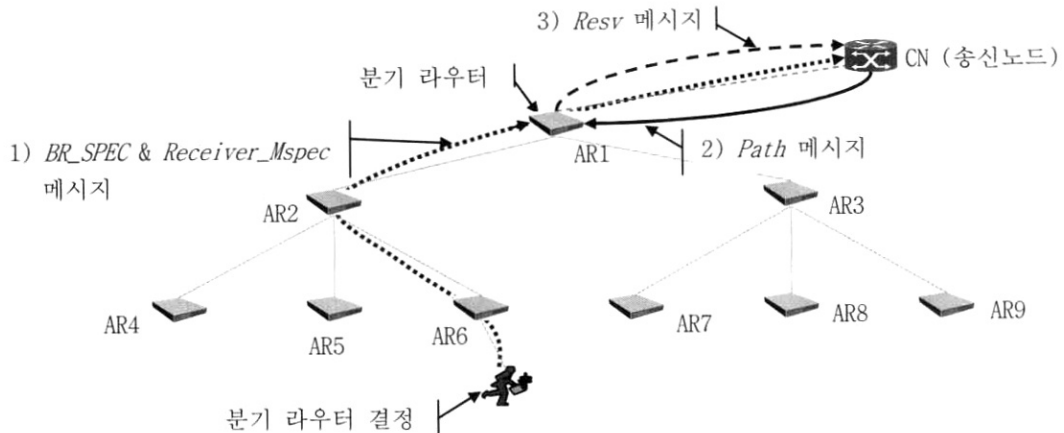
분기 라우터가 변경되면, 다음 두 가지 과정이 계속해서 수행된다. 첫째는 CN와 분기 라우터 사이의 일대일 자원예약 경로를 설정한다. 둘째는 분기 라우터와 후보 라우터 사이의 일대다 자원 선-예약 경로를 설정한다. 분기 라우터가 동일하고, MSPEC의 구성요소가 다르면, 두 번째 분기 라우터와 후보 라우터 사이의 일대다 자원 선-예약 경로 설정 과정만을 수행한다. 분기 라우터와 MSPEC 모두가 동일하면, 두 과정을 수행하지 않고, 단순히 MRSVP처럼 미리 예약된 수동 RSVP 자원예약 경로를 능동 RSVP 자원예약 경로로 변환한다.

3.3 CN-분기 라우터 자원예약 설정

CN와 분기 라우터 사이의 자원예약 경로를 재설정하기 위해서 MH는 CN에게 새로운 분기 라우터의 IP 주소를 알려준다. CN는 CN와 분기 라우터 사이의 일대일 RSVP 자원예약 경로를 설정할 때 분기 라우터의 IP 주소를 목적지 주소로 이용한다. CN는 자신과 새로운 분기 라우터 사이에 RSVP 자원예약 경로를 설정하기 위해 분기 라우터에게 Path 메시지를 전송한다. Path 메시지는 (DestAddress, ProtocolID, [DstPort])의 쌍으로 구성된 SESSION 객체를 포함한다[3]. 이 SESSION 객체의 DestAddress 파라미터에는 MH의 IP 주소 대신에 분기 라우터의 IP 주소가 할



(그림 3) 분기 라우터 결정 과정



(그림 4) CN-분기 라우터 자원예약 설정 과정

당된다. 이에 대한 응답으로 분기 라우터는 CN에게 *Resv* 메시지를 전송한다. CN와 분기 라우터 사이의 자원예약 설정 과정은 (그림 4)와 같다.

- 1) 분기 라우터 결정과정에 따라 분기 라우터가 제구성되면, CN과 분기 라우터 사이의 자원예약 설정 과정이 초기화된다. MH는 CN에게 *BR_SPEC*(Branch Router SPECification) 메시지를 전송하고, 분기 라우터에게 *Receiver_Mspec* 메시지를 전송한다. *BR_SPEC* 메시지는 CN와 변경된 분기 라우터 사이의 RSVP 세션 재설정 과정을 초기화하도록 CN에게 알리는 트리거의 역할을 하며, 분기 라우터의 IP 주소를 포함한다. *Receiver_Mspec* 메시지는 분기 라우터에게 자신이 MH의 분기 라우터로 선택되었다는 것을 알리는 역할을 하며, CN과 MH 사이에 RSVP 세션을 설정하기 위해 요구되는 QoS 파라미터 정보를 포함한다. 분기 라우터는 QoS 파라미터 정보를 이용하여 CN과 분기 라우터 사이에 RSVP 세션을 설정한다. 또한, *Receiver_Mspec* 메시지는 3.4절에서 기술하는 것처럼 MH가 후보 라우터로 이동한 후에 이용할 CoA들과 후보 라우터들의 IP 정보를 포함한다.
- 2) CN는 분기 라우터에게 분기 라우터의 IP 주소를 목적지 주소로 갖는 *Path* 메시지를 전송한다.
- 3) 분기 라우터는 CN에게 *Resv* 메시지를 전송한다. *Resv* 메시지는 MH가 전송한 QoS 파라미터 정보를 포함한다. CN과 분기 라우터 사이의 중재 라우터들은 *Resv* 메시지를 수신하고, QoS 파라미터에 해당하는 자원을 예약한다. CN이 *Resv* 메시지를 수신하면 CN과 분기 라우터 사이의 RSVP 세션 설정이 완료된다.

이후 분기 라우터는 다음절의 분기 라우터와 후보 라우터들 사이의 일대다 자원예약 경로 설정을 초기화한다.

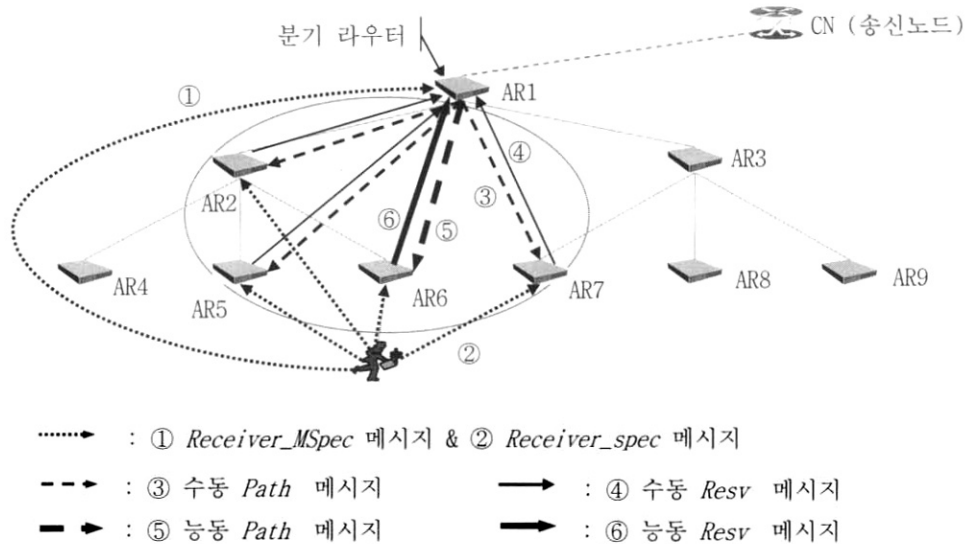
3.4 분기 라우터-후보 라우터 자원 선-예약 설정

CN와 분기 라우터 사이의 일대일 RSVP 자원예약 설정이 완료된 후에 분기 라우터는 자신과 후보 라우터들 사이

의 일대다 자원예약 설정 과정을 초기화한다. 이 과정은 기본적으로 MRSVP의 자원예약 과정과 유사하다. MRSVP는 Receiver_anchor 노드를 CN 혹은 Mobile IPv4의 HA(home Agent)를 Receiver_anchor 노드로 이용한다[6]. 이와 달리 DBRA는 MH의 이동과 MSPEC의 변경에 따라 동적으로 변경되는 분기 라우터가 Receiver_anchor 노드의 역할을 수행한다. DBRA에서 분기 라우터는 항상 MH에 근접하도록 제구성되기 때문에 RSVP 자원예약 경로를 설정하거나 유지하는데 소모되는 과부하를 줄인다.

분기 라우터와 후보 라우터는 자원 선-예약 경로를 설정하기 위해 상호간에 *Path*와 *Resv* 메시지를 교환한다. 이 메시지들에 포함된 SESSION 객체의 *DestAddress* 파라미터는 MH의 IP 주소 즉, CoA 값을 갖는다. 따라서 분기 라우터와 후보 라우터 사이의 자원 선-예약 경로를 설정하기 위해 향후에 후보 라우터로 이동했을 때 MH가 이용할 CoA를 획득하는 과정이 선행되어야 한다. 제안하는 DBRA는 MIPv6을 기반으로 하기 때문에 MH는 해당 라우터의 *prefix subnet* 정보와 "IPv6 Stateless Address Autoconfiguration"을 이용하여 자신의 CoA를 생성한다[11]. MIPv6에서 MH가 CoA를 생성할 때의 문제점은 MH가 새로운 라우터로 이동하기 전에 해당 라우터의 *prefix subnet* 정보를 획득할 수 없다는 것이다. 이를 해결하기 위해 DBRA 기법은 이전의 분기 라우터 결정과정의 *NRHIRep* 메시지를 이용한다. 현재 MH가 위치해 있는 라우터는 (그림 3)의 *NRHIRep* 메시지에 각 후보 라우터들의 *prefix subnet* 정보를 포함시켜 MH에게 전달한다. MH는 각 후보 라우터들의 *prefix subnet* 정보를 이용하여 각 후보 라우터로 MH가 이동할 때 이용할 수 있는 CoA들을 미리 생성할 수 있다.

MH는 미리 생성한 CoA들과 후보 라우터들의 IP 정보를 *Receiver_Mspec* 메시지에 포함시켜 분기 라우터에게 전송한다. 결국, *Receiver_Mspec* 메시지는 후보 라우터의 숫자에 해당하는 서로 다른 CoA들을 포함한다. 분기 라우터는 각 후보 라우터에 해당하는 CoA를 이용하여 SESSION 객체를 생성하고, 이 객체를 이용하여 각 후보 라우터에게 전송되는 서로 다른 *Path* 메시지를 생성한다. 즉, 분기 라우터



(그림 5) 분기 라우터-후보 라우터 자원 선-예약 설정 과정

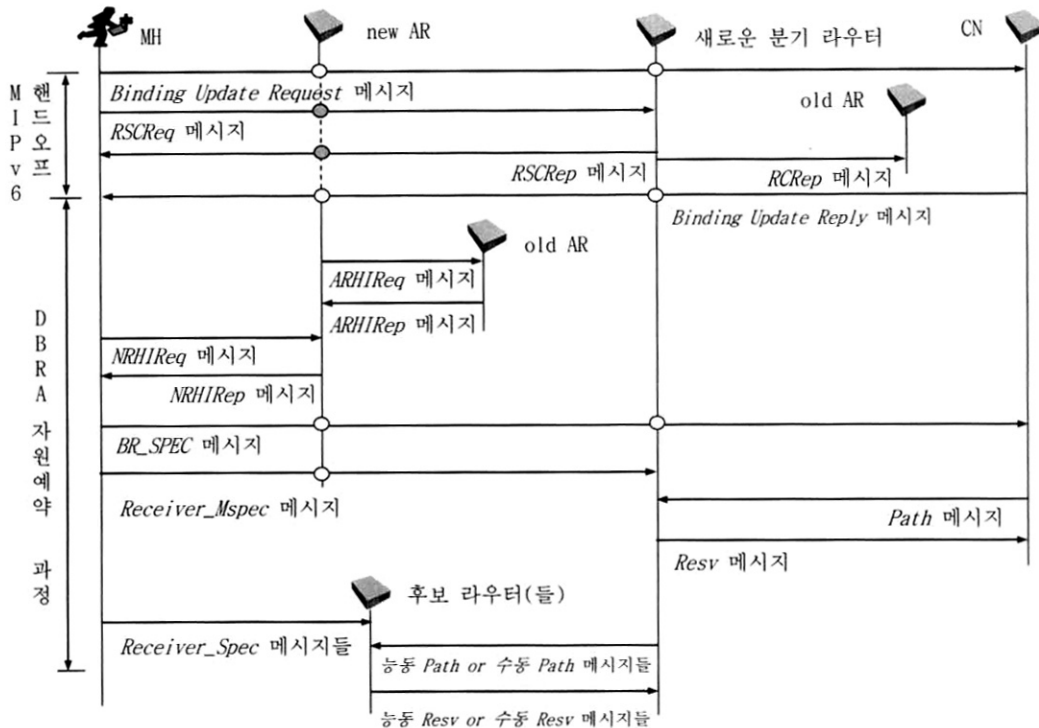
는 후보 라우터의 숫자만큼의 상이한 Path 메시지를 생성한 후에 각 후보 라우터에게 전송한다. 또한, MH는 향후에 각 후보 라우터에 연결될 때 이용할 CoA를 Receiver_Spec 메시지에 포함시켜 후보 라우터에게 전달한다. 후보 라우터가 분기 라우터로부터 Path 메시지를 받으면, MH를 대신하여 Receiver_Spec 메시지에 포함된 CoA 값을 이용하여 수동 Resv 메시지를 생성하여 분기 라우터에게 전송한다. 분기 라우터와 후보 라우터 사이의 자원예약 처리과정은 (그림 5)와 같다.

- 1) MH는 분기 라우터 AR1에게 Receiver_Mspec 메시지를 전송한다. 이 메시지에는 MH가 후보 라우터로 이동한 후에 이용할 CoA들과 후보 라우터들의 IP 정보를 포함한다.
- 2) MH는 MSPEC에 포함된 후보 라우터들에게 각기 다른 Receiver_Spec 메시지를 전송한다. Receiver_Spec 메시지는 FLOWSPEC과 SESSION 객체에서 이용하는 MH의 CoA를 포함한다. RSVP 자원예약 경로 설정에 필요한 FLOWSPEC 객체는 RSPEC과 TSPEC으로 구성된다[3]. RSPEC은 요구되는 QoS를 정의하고, TSPEC은 트래픽 특성을 정의한다. 이 메시지를 전달받은 라우터들은 자신이 MH의 후보 라우터로 결정되었다는 것을 인지한다. 후보 라우터들은 Receiver_Spec 메시지에 포함된 MH의 CoA를 이용하여 SESSION 객체를 생성한다. 또한, FLOWSPEC과 SESSION 객체를 이용하여 MH를 대신 수동 Resv 메시지를 생성한다.
- 3) 분기 라우터는 각 후보 라우터에게 할당된 MH의 CoA를 이용하여 서로 다른 수동 및 능동 Path 메시지들을 생성하여 각 후보 라우터들에게 전송한다. 분기 라우터는 CN로부터 전달받은 Sender_Spec 메시지에 포함된 SENDER_TSPEC 객체와 Receiver_Mspec 메시지에 포함된 MH의 CoA를 이용하여 Path 메시지들을 생성한다.

이때, 현재 MH가 연결되어 있는 후보 라우터에게는 능동 Path 메시지가 전송되고, 나머지 다른 후보 라우터들에게는 수동 Path 메시지가 전송된다.

- 4) 현재 MH가 연결되어 있지 않은 후보 라우터가 수동 Path 메시지를 받으면, 2)에서 생성한 수동 Resv 메시지를 생성하여 분기 라우터에게 전송한다. MH가 연결되어 있는 라우터는 능동 Path 메시지를 생성하여 분기 라우터에게 전송한다. (그림 5)에서 가는 점선과 실선은 수동 Path와 Resv 메시지를 나타내고, 굵은 점선과 실선은 능동 Path와 Resv 메시지를 나타낸다.

본 논문에서 제안하는 DBRA의 전체 수행과정을 (그림 6)의 메시지 다이어그램에 정리하였다. (그림 5)의 경우처럼 MH가 AR5에서 AR6으로 이동하면, MIPv6 핸드오프 절차에 따라서 MH는 자신의 이동을 탐지되고, Binding Update Request 메시지를 CN에게 전송한다. 이와 병행하여 MH는 RSCReq(Reservation State Changing Request) 메시지를 새로운 분기 라우터에게 전달한다. 분기 라우터는 RSCRep(Reservation State Changing Reply) 메시지를 생성하여 MH와 AR5(old AR)에게 각각 전송한다. 분기 라우터와 MH 사이의 중재 라우터들은 수동 자원예약 상태를 능동 자원예약 상태로 변경하고, 분기 라우터와 AR5 사이의 중재 라우터들은 능동 자원예약 상태를 수동 자원예약 상태로 변경한다. 이러한 자원예약 상태 변경은 지역적으로 수행되기 때문에 MIPv6 핸드오프가 완료되기 전에 자원예약 상태 변경이 완료된다. 따라서 MIPv6 핸드오프 동안에 MH의 이동탐지 및 등록 지연 때문에 발생하는 QoS 서비스 중단 이외에는 부가적인 서비스 중단은 발생하지 않는다. MIPv6 핸드오프가 완료된 이후에 MH는 다음 이동을 대비하여 DBRA 자원예약 과정을 초기화한다. 따라서 제안하는 DBRA 기법은 MH의 이동과는 관계없이 MH에게 지속적인 QoS 서비스를 제공한다.



(그림 6) DBRA 메시지 다이어그램

4. 분석 및 성능평가

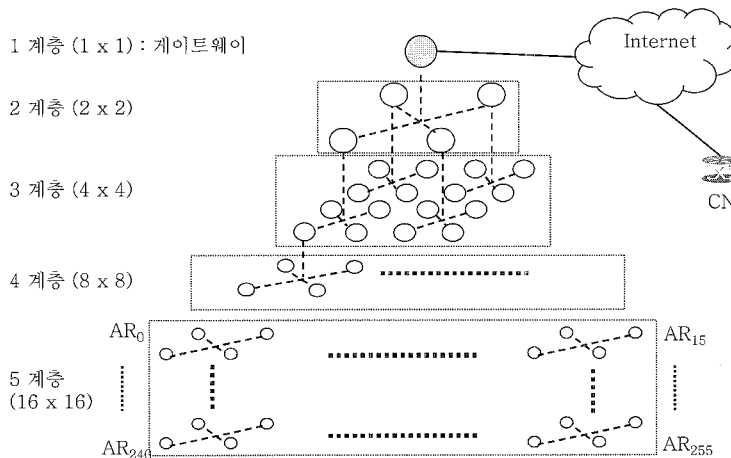
본 논문에서 제안하는 DBRA 기법의 효율성을 분석하기 위해 RSVP와 MRSVP 및 HMRSVP를 비교 대상으로 시뮬레이션을 이용하여 비교분석을 수행하였다.

4.1 시뮬레이션 모델

제안하는 방안의 성능분석을 위해 네트워크 시뮬레이션 제작도구인 CSIM18 시뮬레이터[12]와 C언어를 이용하여 시뮬레이션을 구현하였다. CSIM18 시뮬레이터는 프로세스 지향적이고, 이벤트 지향적인 시뮬레이션을 구현할 수 있도록 지원하는 라이브러리들로 구성된다. 구현된 시뮬레이션에서

각각의 MH와 CN, AR, GAR(Gateway Access Router)들의 동작과정은 CSIM18의 프로세스 컴포넌트를 이용하여 구현하였다. 또한, 시뮬레이션의 네트워크 매개변수인 무선과 유선 대역폭은 CSIM18의 스토리지 컴포넌트로 일정범위의 값을 갖도록 객체로 구현하여 제어 부분을 처리하는 프로세스에 할당하였다. 핸드오프를 제어하기 위한 제어 패킷과 데이터 패킷의 전송을 위해서 메일박스 컴포넌트를 이용하였고, 시뮬레이션의 실행 결과값은 CSIM18의 테이블과 큐 테이블 컴포넌트를 이용하여 산출하였다.

제안하는 네트워크 모델에서 네트워크를 구성하는 AR들은 (그림 7)과 같이 계층적으로 구성되며, 각 계층은 상위부터 1x1, 2x2, 4x4, 8x8, 16x16 개의 AR들을 포함하며, 루트



(그림 7) 시뮬레이션 네트워크 모델

에는 GAR가 위치한다. 시물레이션을 단순화하기 위해 CN 및 1 계층의 GAR부터 4 계층까지의 AR들은 물리적인 위치가 주어지지 않고 논리적으로 5계층의 AR들을 상호 연결하는 기능을 갖는다. 시물레이션 영역은 3000mx3000m 범위를 같으며, 5 계층을 구성하는 256개의 AR들은 물리적으로 150m부터 200m 사이의 거리를 갖도록 각 AR를 정적으로 배치하였다. 또한 각 AR는 IEEE 802.11 표준 기반의 AP(Access Point)와 연결되어 MH에게 무선 인터페이스 기능을 제공한다. 각 AP의 무선 전송반경은 100m을 적용하였고, MH는 3m/s의 일정한 속도로 이동한다. RSVP, MRSVP, DBRA 모두 동일한 실행환경과 동일한 환경 매개변수를 사용하며, 구체적인 내용은 다음 <표 2>와 같다. 상호 독립된 10개의 MH를 네트워크에 배치하였고, 각 MH는 5 계층을 구성하는 256개의 AR 사이를 평면적으로 이동한다. 초기 MH들의 위치와 MH들이 이동할 목적지 좌표는 시물레이션 초기에 무작위로 할당되고, 각 MH는 3m/s의 일정한 속도로 이동한다. MH가 목적지 좌표에 도착하거나 100초의 시물레이션 시간이 경과하면 다음 이동 목적지 좌표가 무작위로 재할당되고, 각 MH는 다시 새로운 목적지 좌표를 향하여 이동한다. CN과 MH 사이에 RSVP 세션이 설정되면, CN은 512 바이트 크기의 UDP 패킷을 초당 400개씩 생성하여 MH에게 전송한다.

4.2 성능분석 결과

시물레이션 결과는 다음 세 가지 성능평가 기준에 준하여 비교분석하였다.

- 평균 패킷 전송률: 일정 시물레이션 시간 간격(10초) 동안에 CN이 전송한 패킷을 MH가 성공적으로 수신한 비율 (MH가 수신한 패킷의 수 ÷ 송신노드가 전송한 패킷의 수 × 100%)
- GAR의 대역폭 이용률: 시물레이션 동안에 RSVP 세션들에게 할당되는 GAR의 대역폭 이용률

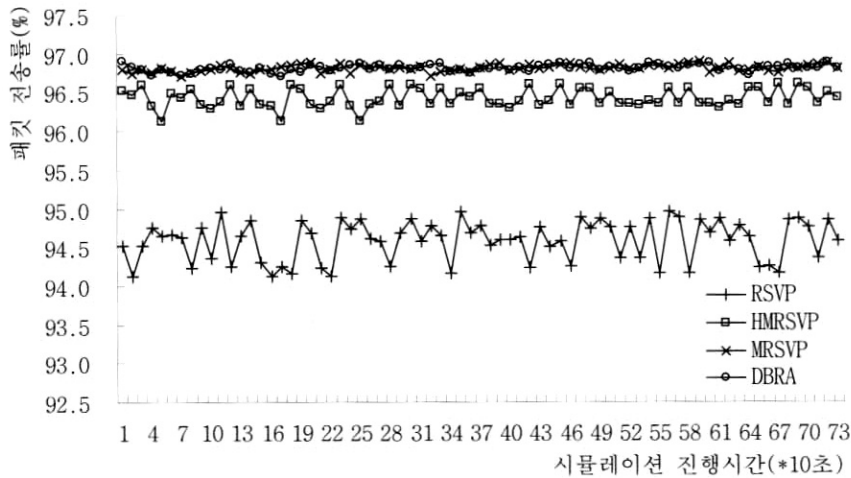
- RSVP 세션 예약 실패율: 시물레이션 동안 일정 비율로 증가하는 RSVP 세션 수가 GAR이 수용할 수 있는 양을 초과하여 RSVP 세션 예약에 실패하는 비율

(그림 8)은 RSVP와 MRSVP, HMRSVP, DBRA의 평균 패킷 전송률을 도식하고 있다. 시물레이션에서 패킷을 수신한 각 라우터는 패킷 전송에 필요한 RSVP 세션이 설정되어 있는 경우에만 패킷을 포워딩하고, 그렇지 못한 경우에는 패킷을 폐기하도록 하였다. 따라서 패킷 분실은 다음 2가지 경우에 발생한다. 첫째는 MH가 새로운 라우터로 이동한 후에 이동전 MH의 CoA로 패킷이 전달되면 MH가 패킷을 수신하지 못하는 경우이다. 둘째는 중재 라우터가 패킷을 수신하였지만, 패킷을 위한 RSVP 세션이 설정되지 않았기 때문에 패킷이 폐기되는 경우이다. MRSVP와 DBRA, HMRSVP는 RSVP 세션을 미리 예약하기 때문에 MH의 이동에 의한 패킷 분실만이 발생하지만, RSVP는 두 가지 경우 모두에 의해서 패킷 분실이 발생한다.

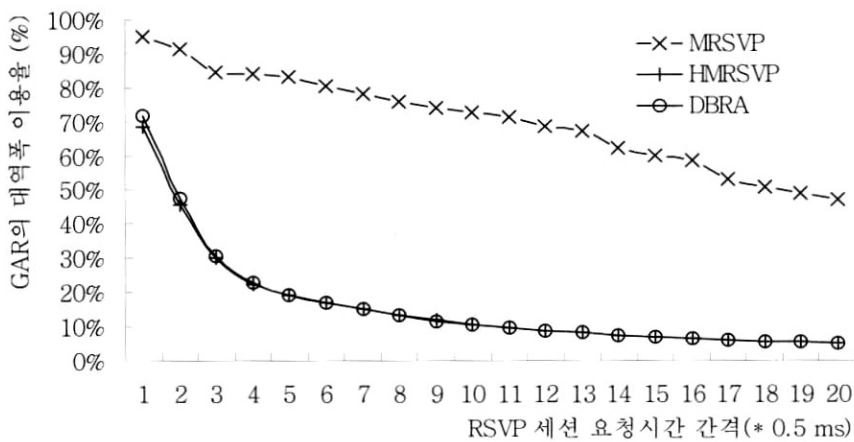
MRSVP와 DBRA, HMRSVP의 평균 패킷 전송률은 각각 96.80%와 96.81%, 96.42%로써 거의 유사한 성능을 보인 반면에 RSVP의 패킷 전송률은 94.58%로써 많은 패킷 분실이 발생하였다. MRSVP와 DBRA는 MH의 핸드오프 전에 CN과 각 MH의 MSPEC에 속한 후보 라우터들 사이에 미리 RSVP 세션을 예약하기 때문에 패킷 분실은 각 MH의 MIPv6 핸드오프 기간동안에만 발생한다. 이와 달리 HMRSVP는 MIPv6 핸드오프 기간과 GAR과 MH들 사이에 새로운 RSVP 터널을 생성하는 기간 동안에 패킷이 분실된다. 따라서 HMRSVP는 MRSVP와 DBRA보다 약간 많은 패킷 분실이 발생하였다. RSVP는 MH의 핸드오프 기간과 MH의 이동으로 연결이 해제된 RSVP 세션을 재설정하는데 소요되는 기간동안 패킷 분실이 발생하기 때문에 가장 많은 패킷 분실이 발생하였다.

<표 2> 시물레이션 매개변수들과 값

파라미터	값	정 의
SIM_TIME	730s	전체 시물레이션 시간
SIM_RANGE	3000x3000	시물레이션 범위
λ	0.5~10ms	새로운 RSVP 세션 요청시간 간격
μ	360s	RSVP 세션 지속시간
R_BW	200kbps	RSVP 세션당 요구되는 대역폭
P_SIZE	512byte	패킷 크기
LAN_BW	100Mbps	도메인 내의 LAN 유선 대역폭
BW_WL	10Mbps	무선 링크 대역폭
DELAY_P	2ms	각 AR에서의 프로세스 지연시간
S_CONTRL	400bit	제어 메시지의 평균 크기
DELAY_INT	25ms이상	인터넷을 경유하는 동안 소요되는 전체 지연의 평균
MH_MD_TIME	500ms	Mobile IPv6의 평균 핸드오프 지연시간
RR_TIME	500ms	RSVP 세션 재예약 평균 지연시간
M_VELOCITY	3m/s	MH의 이동속도
AP_RANGE	100m	AP 무선 전송반경



(그림 8) 평균 패킷 전송률



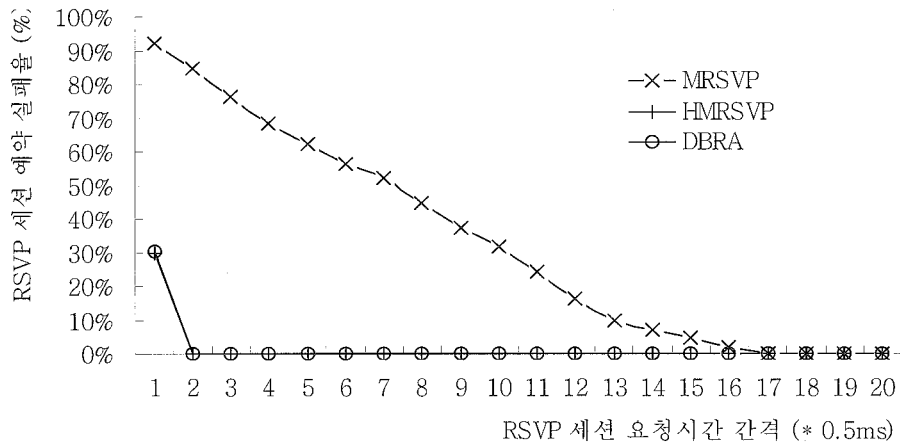
(그림 9) GAR의 대역폭 이용률

(그림 7)의 네트워크 모델에서 CN은 도메인 외부에 위치해 있고, MH들이 도메인 내부에서 이동한다. 또한 도메인의 가장 상위에 GAR이 위치하고, CN과 MH 사이에 전송되는 모든 패킷은 GAR을 경유하여 전달된다. GAR을 경유하는 데이터 전송량이 GAR의 가용 처리량보다 많다면 GAR에서 네트워크 병목 현상이 발생하기 때문에 GAR의 네트워크 자원 이용률이 전체 네트워크 성능을 결정할 수 있다. 즉, 네트워크 성능 향상을 위해 가능하면 GAR의 자원 이용을 줄일 필요가 있다. 네트워크 대역폭만을 고려하여, (그림 9)는 RSVP 세션 요청시간 간격(λ)에 따른 GAR의 대역폭 이용률을 보인다. CN과 MH들 사이에 하나의 RSVP 세션이 설정된다는 것은 GAR을 포함한 각 중계 라우터들이 R_BW(RSVP 세션당 요구되는 대역폭)양의 대역폭을 예약한다는 것을 의미한다.

RSVP 세션 요청 간격을 0.5ms씩 증가시키면서 20번의 개별적인 시물레이션을 수행하였고, 시물레이션 전체 기간 동안 GAR의 평균 대역폭 이용률을 측정하였다. 시물레이션

초기에는 RSVP 세션이 존재하지 않으며, RSVP 세션 요청 시간이 경과한 후에 새로운 RSVP 세션이 요청되고, 시물레이션이 진행함에 따라 지속적으로 RSVP 세션 수는 증가한다. 또한, 세션 지속기간(μ)인 360s가 경과하면 해당 RSVP 세션은 대역폭 자원을 반납하고 종료한다.

(그림 9)에서 MRSVP와 DBRA의 GAR 대역폭 이용률이 많은 차이를 보이는 것은 DBRA의 MSPEC에 포함되는 후보 라우터의 수와 분기 라우터의 위치 때문이다. MRSVP는 CN과 MSPEC에 포함된 후보 라우터들 사이에 일대다의 RSVP 세션을 예약한다. 즉, MSPEC에 포함된 후보 라우터들이 9개라면, 실질적으로 하나의 RSVP 세션을 예약하기 위해서 GAR은 RSVP와 비교하여 9배에 해당하는 대역폭 자원을 예약한다. 이와 달리, DBRA는 GAR이 분기 라우터로 결정되는 경우를 제외하면, 분기 라우터가 항상 지역 도메인 내에 위치하기 때문에 MH의 위치와 MSPEC의 크기에 상관없이 GAR은 하나의 RSVP 세션에 해당하는 대역폭만을 예약한다.



(그림 10) RSVP 세션 예약 실패율

(그림 9)에서 HMRSVP와 DBRA의 GAR 대역폭 이용률은 거의 비슷하다. 이유는 HMRSVP에서 MH가 도메인 내에서 이동하면, MH 이동에 관계없이 항상 CN부터 MH까지 일대일의 RSVP 세션이 설정되므로 HMRSVP에서 GAR 대역폭 이용량과 DBRA에서 GAR 대역폭 이용량 (GAR이 분기 라우터로 결정되는 경우를 제외한)이 거의 동일하기 때문이다.

(그림 10)은 RSVP 세션 요청시간 간격에 의한 RSVP 세션 예약 실패율을 나타낸다. RSVP 세션 요청시간 간격(λ)과 RSVP 세션의 지속시간(μ)은 <표 2>에 기술하였다. (그림 7)와 같은 네트워크 계층구조에서 CN으로부터 각 MH까지의 모든 RSVP 세션은 각 MH의 위치에 관계없이 항상 GAR을 경유한다. 따라서 GAR은 다른 AR와는 달리 모든 RSVP 세션 경로에 포함되기 때문에 GAR의 가용자원에 의해서 RSVP 세션의 허용유무가 결정된다.

시뮬레이션 동안에 RSVP 세션 수가 증가하여 GAR의 대역폭 이용률이 100%에 이르면, 이전 RSVP 세션의 지속기간이 종료하여 대역폭 자원을 반납할 때까지 새로운 RSVP 세션 요청은 실패한다. (그림 10)처럼 동일한 RSVP 세션 요청시간 간격을 적용할 때, RSVP 세션 예약 실패율 관점에서 DBRA는 HMRSVP와 동일한 결과를 보였고, MRSVP와 비교하여 많은 성능향상을 가져왔다. 이러한 차이가 발생하는 이유는 DBRA에서 분기 라우터의 위치 때문이다. 실제로 하나의 RSVP 세션 요청이 있을 때, MRSVP는 MSPEC에 포함되는 AR의 수만큼의 추가적인 RSVP 세션이 발생하고, 모든 RSVP 세션들은 GAR를 공통으로 경유하기 때문에 GAR이 예약해야 하는 대역폭의 양은 MSPEC의 크기에 비례하여 증가한다. 따라서 RSVP 세션 수의 증가율이 높고, RSVP 세션 요청시간 간격이 짧을수록 GAR의 대역폭 예약은 증가하고, 결국 제한된 GAR의 대역폭 자원의 부족 때문에 RSVP 세션 예약이 빈번하게 실패하였다. 이와 달리, DBRA에서 MH의 위치와 MSPEC의 크기에 상관없이 GAR은 하나의 RSVP 세션에 해당하는 대역폭만을 할당하기 때문에 MRSVP와 비교하여 낮은 RSVP 세션 예약 실패율이 발생하였다.

부가적으로, 논문의 성능분석에서 MRSVP과 DBRA의 MSPEC을 동일하게 구성하여 시뮬레이션을 하였다. 그러나 DBRA는 물리적으로 MH와 한 홉 거리에 있는 AR들로 구성되지만, MRSVP는 명확하게 MSPEC을 구성하는 방법이 제안되지 않고 있다. 따라서 MRSVP에 적용되는 MSPEC을 구성하는 후보 라우터들의 수를 증가시키면, 더욱 많은 성능차이를 보일 것으로 분석된다.

5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문은 MIPv6 기반의 네트워크 환경에 RSVP를 적용할 때 발생하는 문제점을 완화하는 DBRA를 제안하였다. DBRA는 현재 MH가 연결된 라우터와 물리적으로 한 홉 떨어져 있는 이웃 라우터들을 후보 라우터로 선택하고, MSPEC을 동적으로 재구성하였다. 또한, 각 후보 라우터의 네트워크 계층 정보를 이용하여 공통으로 교차하는 가장 하위의 라우터를 분기 라우터로 결정하였다. 능동적으로 재구성하는 분기 라우터를 이용하여 DBRA는 자원 선-예약 문제와 공유 경로 문제를 완화하였다.

제안하는 DBRA 기법의 효율성을 분석하기 위해 평균 패킷 전송률과 대역폭 이용률, RSVP 자원 예약 실패율 관점에서 RSVP와 MRSVP, HMRSVP를 비교대상으로 시뮬레이션을 통해 비교 분석하였다. HMRSVP와 DBRA는 평균 패킷 전송률 관점에서 MRSVP와 비슷한 성능을 보였지만, 대역폭 이용률과 평균 RSVP 세션 예약 실패율 관점에서 HMRSVP와 DBRA가 MRSVP와 비교하여 많은 성능 향상을 보였다. 본 연구의 결과는 실시간 멀티미디어 데이터가 요구되는 환경에서 MH에게 빠르고 끊임없는 이동 QoS 서비스를 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 향후에는 제안하는 기법의 프로토타입 개발을 위한 프로토콜 스택 구성 및 구체적인 메시지 포맷을 통한 실세계에서의 적용 가능성에 대한 연구와 CN과 분기 라우터, MH 사이의 보안과 인증 문제를 고려하여 DBRA 기법에 적합한 보안 연구가 요구된다.

참 고 문 헌

- [1] C. Perkins, "IP Mobility Support for IPv4," IETF RFC 3220, Jan., 2002
- [2] D. Johnson and C. Perkins, J. Arkko, "Mobility Support in IPv6," IETF RFC 3775, Jun., 2004
- [3] R. Braden, "Resource ReSerVation Protocol (RSVP)-Version 1 Functional Specification," IETF RFC 2205, Sep., 1997
- [4] S. J. Leu and R. S. Chang, "Integrated Service Mobile Internet: RSVP over Mobile IPv4&6," Mobile Networks and Applications, Vol.8, No.6, pp.625-634, Dec., 2003
- [5] C. Perkins, "IP Encapsulation within IP," IETF RFC 2003, Oct., 1996
- [6] A. K. Talukdar, B. R. Badrinath, and A. Acharya, "MRSVP : A Resource Reservation Protocol for an Integrated Services Network with Mobile Hosts," Wireless Networks, Vol.7, No.1, pp.5-19, Jan., 2001
- [7] C. C. Tseng, G. C. Lee, R. S. Liu, and T. P. Wang, "HMRSVP : A Hierarchical Mobile RSVP Protocol," Wireless Networks, Vol.9, No.2, pp.95-102, Mar., 2003
- [8] C. Q. Shen, W. Seah, A. Lo, H. Zheng, and M. Greis, "An Interoperation Framework for Using RSVP in Mobile IPv6 Networks," IETF Draft, draft-shen-rsvp-mobileipv6-interop-00.txt, Jul., 2001
- [9] E. Custafsson, A. Jonson, and C. Perkins, "Mobile IP Regional Registration," IETF Draft, draft-ietf-mobileip-reg-tunnel-06.txt, Mar., 2002
- [10] E. Shim, H. Wei, Y. Chang, and R. D. Grtlin, "Low Latency Handoff for Wireless IP QoS with NeighborCasting," IEEE International Conference on Communications 2002, Vol.5, pp.3245-3249, Apr., 2002.
- [11] S. Thomson and T. Narten, "IPv6 Stateless Address Autoconfiguration," IETF RFC 2462, Dec., 1998.
- [12] Mesquite Software Inc., CSI18 Simulation Engine.



차 우 석

e-mail : wscha@chonbuk.ac.kr
 1999년 목포대학교 컴퓨터과학과 학사 졸업.
 2003년 전북대학교 컴퓨터통계정보학과 석사 졸업.
 2006년 전북대학교 컴퓨터통계정보학과 박사 졸업.

관심분야: 무선 MAC 및 라우팅 프로토콜, Ad-hoc 및 센서 네트워크, Mobile IP, 무선 QoS, 무선 네트워크 보안



김 은 미

e-mail : koreaunmi@yahoo.com
 2001년 여수대학교 영어영문학과 (복수:컴퓨터공학과) 학사 졸업.
 2003년 전남대학교 컴퓨터공학과 석사 졸업.
 2003년~현재 전남대학교 컴퓨터공학과 박사과정.

관심분야: 패턴인식, 뉴럴 네트워크, 바이오 인포메틱스



배 호 영

e-mail : saint97@nate.com
 2004년 전남대학교 정보통신공학부 학사 졸업.
 2004년~현재 전남대학교 컴퓨터공학과 석사과정
 관심분야: 컴퓨터 비전, 인공지능, 의료영상, 무선 네트워크



이 배 호

e-mail : bhlee@chonnam.ac.kr
 1978년 한양대학교 전자공학과 학사 졸업.
 1980년 한국과학기술원 전기 및 전자과 석사 졸업.
 1993년 Missouri Columbia 대학교 전기컴퓨터공학과 박사 졸업.

1995년~현재 전남대학교 공과대학 컴퓨터공학과 교수
 관심분야: 컴퓨터 비전, 인공지능, 의료영상, 무선 네트워크



조 기 환

e-mail : ghcho@chonbuk.ac.kr
 1985년 전남대학교 계산통계학과 학사 졸업.
 1987년 서울대학교 계산통계학과 석사 졸업.
 1996년 영국 Newcastle 대학교 전산학과 박사 졸업.

1987년~1997년 한국전자통신연구원 선임연구원
 1997년~1999년 목포대학교 컴퓨터과학과 전임강사
 1999년~현재 전북대학교 전자정보공학부 부교수
 관심분야: 이동컴퓨팅, 컴퓨터통신, 무선네트워크 보안, 센서네트워크, 분산처리시스템