

그레이 셀을 이용한 무선 이동 네트워크에서의 효율적인 자원 예약 방안

(An Efficient Resource Reservation Scheme based on Gray-Cell in Wireless Mobile Networks)

노희경[†] 장문정[†] 김태은[†] 이미정^{††}
(Heekyung Noh) (Moonjeong Chang) (Taeun Kim) (Meejeong Lee)

요약 이동 사용자에게 지속적인 서비스품질 보장을 제공하기 위해서는 일반적으로 사용자 방문할 것으로 예상되는 지역에 사전에 중복적으로 자원을 예약하는 방안을 사용한다. 이와 같은 방식에서 관건이 되는 문제는 중복적 자원 예약에 의한 자원 낭비를 줄이면서도 서비스품질 보장의 연속성을 유지하는 것이다. 본 논문에서는 지리적으로 인접한 두 개의 무선 네트워크 도메인 사이에 두 도메인에 모두 속하는 그레이 셀을 두는 무선 네트워크 구조를 제안하고, 이를 이용하여 무선 네트워크에서의 중복적인 자원 예약을 완전히 제거하면서도 도메인 간 이동으로 인한 일시적 자원 예약 단절을 크게 줄일 수 있는 방안을 제안하였다. 시뮬레이션을 통하여 제안한 방안은 도메인 간 이동이 발생하는 경우에도 도메인 내에서 이동할 때와 유사한 성능을 보이며, 예약 단절 시간이나 패킷 손실율면에서 기존의 방법보다 훨씬 나은 성능을 제공함을 볼 수 있었다.

키워드 : 핸드오버, 무선 이동 네트워크, 지역적 등록, 자원 예약, 서비스품질

Abstract In order to provide continuous QoS guaranteed to a mobile user, it is required to deploy some kind of mechanisms which reserves resources in advance at the locations to which the mobile user is expected to move. An important issue with regards to these mechanisms is to minimize the waste of resources caused by redundant reservations while keeping up the QoS guaranteed services to the user. In this paper, we propose a wireless network domain structure which deploys a special cell, called "a gray cell". The boundaries of two or more neighboring domains are surrounded by the gray cells, and the gray cells are supposed to belong to all of its neighboring domains. Based on this wireless domain structure, we propose a mechanism which completely removes the waste of redundant resource reservation in the wireless network domain while greatly reducing the risk of reservation disruption caused by inter-domain handover. Using simulation, it is shown that the proposed mechanism can deal with inter-domain handover as effectively as it does with intra-domain handover. It is also presented that the proposed mechanism outperforms existing mechanisms with respect to reservation disruption time and packet losses caused by handovers.

Key words : handover, wireless mobile network, regional registration, resource reservation, QoS

1. 서론

최근 무선망에서의 실시간 멀티미디어 응용에 대한 요구가 급격히 확대됨으로써 서비스 품질 보장을 지원

하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 이 연구들은 낮은 대역폭, 높은 에러율, 단말기 자체의 제약 등과 같은 무선망의 여러 특성들에 초점을 맞추고 있다. 그러나 휴대 단말기 수의 급격한 증가로 인해 서비스 품질 보장 메커니즘들은 무선망 특성뿐만 아니라 다양한 단말기들의 이동성도 함께 고려해야 한다[1]. 이를 위해 유선 망에서의 서비스 품질 지원 구조인 Diffserv와 IntServ를 무선망에 적용하기 위한 연구가 대두되고 있다. 그러나 Diffserv를 이용하여 서비스 품질을 보장하는 방안[2-5]은 각 플로우 별로 종단간 서비스 품질 보

[†] 학생회원 : 이화여자대학교 컴퓨터학과
nohkh77@ewha.ac.kr
mjchang@ewha.ac.kr
loco@ewha.ac.kr

^{††} 정회원 : 이화여자대학교 컴퓨터학과 교수
lmj@ewha.ac.kr

논문접수 : 2003년 9월 26일

심사완료 : 2003년 11월 28일

장을 제공하지 못하므로 종단간 엄격한 자원 예약이 필요한 실시간 멀티미디어 응용을 서비스하기 위해서는 RSVP(Resource ReSerVation Protocol)[6]를 사용하는 IntServ 구조를 이용한 서비스 품질 지원 방안[7-14]에 대한 연구가 필요하다.

서비스 품질 보장을 위해 네트워크 경로 상에 자원을 예약하는 시그널링 프로토콜로서 표준화된 RSVP는 원래 고정 네트워크와 고정 사용자를 가정하고 설계되었다. 그러므로 이동 무선 환경에서 이동 사용자를 위해 RSVP를 사용하면 다음과 같은 두 가지 문제점이 발생한다. 첫 번째, MIP(Mobile IP)에서 HA(Home Agent)와 FA(Foreign Agent)사이에서 터널이 생성되는데 터널 내의 중간 라우터에서 RSVP 메시지를 볼 수 없기 때문에 터널 내의 자원 예약이 이루어지지 않는 문제점을 가지며 두 번째, 이동 노드가 새로운 위치로 이동하게 되면 이전에 이동 노드에게 할당되었던 자원이 더 이상 유용하지 않아 자원 낭비를 초래하는 문제점이 발생한다. 첫 번째 문제에 대한 해결책으로는 MIP 터널의 양 끝단이 터널을 통해 운반하는 Path/ Resv 메시지의 내용을 그대로 반영한 터널 Path/터널 Resv 메시지를 주고받아 MIP 터널 내에 종단간 RSVP 세션과 동일한 자원이 예약된 터널 RSVP 세션을 설립하는 방안[8]이 제안되었다. 그렇지만, 이 방안은 두 번째 문제에 대한 해결책 즉, 이동 노드가 핸드오버할 때 변경된 경로로 신속하게 자원 예약을 변경하는 방안은 고려하지 않았다.

이동 노드가 핸드오버할 때 새로운 경로 상에서 자원 예약이 중단 없이 이루어지도록 하기 위한 방안으로는 Mobile IPv6에 RSVP를 적용하는 방안[9,10], IP 멀티캐스트를 기반으로 하는 이동성 지원 방안[11,12], Mobile RSVP(MRSVP)[13]과 Hierarchical Mobile RSVP(HMRSVP)[14] 등이 제안되었다. MIPv6에 RSVP를 적용하는 방안에서는 HA를 통하지 않고 CN(Correspondent Node)과 이동 노드 사이에 직접 연결된 경로를 따라 자원을 예약한다[9]. 이 방안에서는 이동 노드가 핸드오버할 때마다 경로가 변경되고 새로운 경로를 따라 종단간으로 자원 예약이 수행된다. 그러나 새로운 경로가 이전 경로 상에 있는 일부 라우터에서만 변경되었을 때에도 이동 노드와 CN 사이의 종단간 자원 예약이 수행되기 때문에 자원 예약으로 인한 지연 시간이 길어지고 시그널링 오버헤드가 커지게 된다. 이와 같은 문제를 해결하기 위하여 [10]에서는 RSVP 메시지를 주고받았던 중간 라우터가 플로우의 정보를 저장하도록 하고 중간 라우터에서 CN 대신 Path 메시지를 해당 이동 노드에게 전송하게 한다. 그렇지만 네트워크 상의 임의의 중간 라우터에서 핸드오버에 대응해야 하고 CN을 대신하여 Path 메시지를 생성해야하기 때문에 중간 라

우터에서 오버헤드가 생기게 된다.

한편, IP 멀티캐스트를 기반으로 하는 이동성 지원 방안과 MIPv4에 RSVP를 적용하는 MRSVP 방안이 있다. IP 멀티캐스트를 기반으로 하는 이동성 지원 방안은 이동 노드가 새로운 셀로 이동할 때마다 주변의 셀들을 모두 포함하는 멀티캐스트 트리를 생성하여 RSVP로 자원 예약을 한다. 따라서 중복된 자원 예약으로 인해 자원이 낭비될 뿐만 아니라 이동 노드가 핸드오버를 수행할 때마다 멀티캐스트 트리를 동적으로 생성하기 위한 오버헤드가 발생하게 된다.

MRSVP는 IP 멀티캐스트 기반 방법과 유사하게 이동 노드가 현재 위치한 셀에서 이동할 가능성이 있는 모든 이웃 지역에 자원을 미리 예약해 둔다. 단, IP 멀티캐스트 기반 방법에서는 이동 노드가 이동할 가능성이 있는 셀들이 멀티캐스트 트리에 가입하도록 한 것의 반에 MRSVP에서는 이동할 가능성이 있는 이웃 셀들을 이동 노드가 CN에게 알려 CN이 이들 셀들로의 RSVP 세션 설정을 시작하도록 한다. MRSVP에서는 이동 노드가 현재 위치한 셀에 대한 자원 예약은 액티브 예약이 되고, 나머지 지역에 대한 예약은 패시브 예약이 되며, 실제 데이터 전송은 액티브 예약이 이루어진 경로로만 이루어진다. 이 방안은 호스트가 이동할 곳에 항상 자원이 미리 예약되어 있기 때문에 자원 예약 서비스가 중단되는 일이 없다. 그러나 IP 멀티캐스트를 기반으로 하는 이동성 지원 방안과 같이 중복된 자원 예약으로 인해 자원 낭비를 초래하여 전체 네트워크 성능을 저하시킨다[13].

Hierarchical Mobile RSVP(HMRSVP)는 MRSVP에서 발생하는 자원 낭비 문제를 방지할 수 있는 방안을 제시하고 있다. HMRSVP는 MIP의 핸드오버 지원과 손실 및 오버헤드 등을 줄이기 위해 제안된 지역적 등록 프로토콜(Regional Registration Protocol)[15]과 함께 RSVP 프로토콜을 적용한다. 지역적 등록 구조에서는 이동 노드가 도메인 내에서 이동할 때는 자원 예약을 변경해야 하는 경로가 무선 도메인 내부이기 때문에 자원 예약 경로 변경에 소요되는 지연이 매우 적다. 이에 근거해 HMRSVP는 도메인 내 이동에 대해서는 미리 자원을 예약하지 않고 지역적 등록이 이루어질 때 자원 예약 경로 변경을 수행한다. 그러나, 이동 노드가 서로 다른 도메인에 속하는 두 계층 셀의 중첩된 지역에 이르게 되면 인터넷을 경유하는 자원 예약 경로 변경을 요하는 도메인 간 이동이 발생할 수 있으므로 새로운 도메인에 속하는 셀에 대해 자원 예약을 미리 수행한다. 그리고, 그 자원 예약은 패시브 세션으로 두었다가 궁극적으로 이동 노드가 중첩지역을 완전히 벗어나 새로운 도메인의 셀로 진입하게 되면 액티브 세션으

로 변경하여 실제로 데이터를 전송하는 경로가 변경되도록 한다.

그런데, 도메인 간 이동이 발생하는 경우에는 인터넷에서 RSVP 세션 경로 변경이 이루어져야 하기 때문에, 셀 간 중첩 지역의 크기 및 이동 속도와 RSVP 세션 경로 변경에 소요되는 지연 등의 상관 관계에 따라 새로운 도메인에 대한 사전 예약이 경계 셀의 중첩된 지역 내에서 완료되지 못하고 이로 인해 사용자에 대한 자원 예약이 일시적으로 단절되는 경우가 발생할 수 있다. 이에 본 논문에서는 일반적으로 셀 간 중첩 영역보다 수 배 정도 더 큰 셀 전체를 경유하는 동안 새로운 도메인에 대한 사전 자원 예약이 완료되지만 중단 없는 RSVP 세션 유지가 가능하도록 하는 방안을 제안하고 이를 GCA(Gray Cell Approach)라 명명하였다. GCA에서는 지리적으로 인접해 있는 서로 다른 두 개의 도메인 사이에 두 도메인에 모두 속하는 셀(이후 그레이 셀이라 부름.)을 두도록 무선 네트워크 도메인을 구성하고, 이를 이용하여 도메인간 이동이 발생하는 경우에도 HMRSVP에서 도메인 내 이동이 발생한 경우와 동일하게 연속적으로 RSVP 세션이 유지될 수 있도록 한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 1장의 서론에 이어 2장에서는 제안하는 GCA와 비교하고자 하는 HMRSVP 프로토콜의 동작과정과 문제점을 살펴보고, 3장에서는 그레이 셀과 GCA 동작과정을 자세히 설명한다. 4장에서는 시뮬레이션 수행 결과를 통해 그 성능을 비교·분석하고 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

2. Hierarchical Mobile Resource reReservation Protocol(HMRSVP)

HMRSVP는 MIP의 지역적 등록 프로토콜(Regional Registration Protocol)[15]과 함께 RSVP 프로토콜을 적용한 방안으로서 이동 노드가 도메인 간에 이동할 때, 경계 셀의 중첩된 지역에서만 새로운 도메인에 대한 자원 예약 과정을 미리 수행하도록 한다.

그림 1은 도메인 간 이동이 발생하는 경우의 HMRSVP 동작과정을 보인 것이다. 그림 1에서와 같이 GFA0이 담당하는 도메인에 있던 이동 노드가 GFA1이 담당하는 새로운 도메인으로 이동하게 되면 이동 노드는 두 도메인 경계 셀들이 중첩되는 지역에 이르렀을 때 새로운 도메인을 서비스하는 GFA1의 주소를 HA에 등록하기 위해서 그림 1의 ①과 같이 HA로 등록 요청 메시지를 전송한다. 이를 받은 HA는 새로운 GFA 주소(GFA1)를 추가하고 ②와 같이 등록 응답 메시지를 이동 노드에게 전송한다. 이를 받은 이동 노드는 현재 서비스를 받고 있는 GFA 주소(GFA0)와 앞으로 이동하

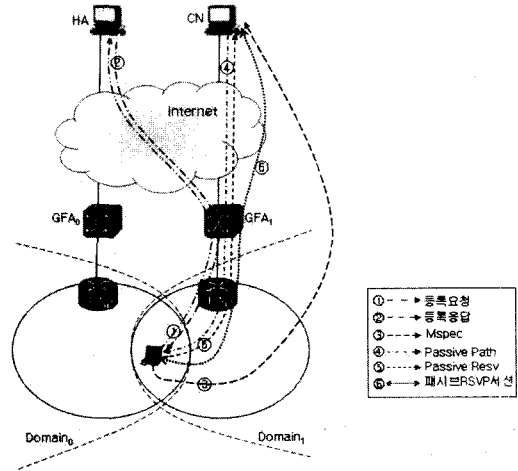


그림 1 도메인 간 이동 시 HMRSVP 동작과정

려고 하는 도메인의 GFA 주소(GFA1)를 ③과 같이 MSPEC 메시지에 적어서 CN에게로 보낸다. 이 메시지를 받은 CN은 그림 1의 ④, ⑤와 같이 추가된 GFA(GFA1)와 패시브 Path 메시지 및 Resv 메시지를 교환하여 ⑥과 같이 패시브한 RSVP 세션을 설립한다. 이후에 궁극적으로 이동 노드가 GFA1 도메인에 속하는 셀인 C3으로 완전히 이동하면 패시브 RSVP 세션을 액티브 RSVP 세션으로 변경하여 새로운 경로로 데이터 전송이 이루어지도록 한다.

HMRSVP 프로토콜은 이동 노드가 같은 도메인 내에서 이동하는 경우에는 자원 예약 과정이 무선 네트워크 도메인 내에서 이루어지므로 매우 빠르게 이루어질 수 있다고 가정하고 사전 자원 예약을 하지 않는다. 즉, 새로운 도메인으로 이동할 가능성이 높은 경우인 이동 노드가 두 도메인의 경계 셀들이 중첩된 지역에 이르게 될 때에만 자원을 미리 예약한다. 이동 노드가 두 도메인의 경계 셀들이 중첩된 지역에 이르게 되었다는 것은 도메인 간 이동이 매우 임박한 시점이라는 것을 의미하므로 사전 예약을 한다고 해도 사전 예약으로 인한 중복된 자원 할당 및 낭비가 짧은 시간 동안만 발생한다. 또, 이동이 발생할 가능성이 있는 도메인을 정확하게 예측할 수 있기 때문에 지역적으로도 필요 없는 자원 예약을 줄일 수 있다.

그러나 도메인 간 이동이 발생하는 경우에는 인터넷에서 RSVP 세션 경로 수정이 이루어져야 하기 때문에, 셀 간 중첩 지역의 크기 및 이동 속도와 RSVP 세션 경로 수정에 소요되는 지연 등의 상관 관계에 따라 4절의 시뮬레이션 결과에서 볼 수 있듯이 새로운 도메인에 대한 사전 예약이 경계 셀의 중첩된 지역 내에서 완료되지 못해 성능이 크게 저하될 수 있다. 특히, 이동 노

드의 이동 속도가 빠르거나 이동 노드와 CN 사이의 거리가 멀고 중간 라우터의 수가 많거나 혼잡이 있어 등록 및 자원 예약하는 시간이 길어지면 중첩된 지역 내에서 미리 자원 예약 수행하는 것을 완료하지 못하는 경우가 발생할 수 있다.

3. 그레이 셀을 이용한 GCA(Gray Cell Approach)

HMRSPV 프로토콜에서 발생할 수 있는 도메인 간 이동 시 서비스 중단 문제를 없애기 위하여 본 논문에서는 새로운 도메인에 대한 사전 자원 예약이 이루어져야 하는 기간을 확장시킬 수 있는 방안인 GCA를 제안한다. GCA는 HMRSPV와 마찬가지로 지역적 등록 방법을 사용하는 MIP 네트워크를 기반으로 하며, 도메인 내 이동에 대해서는 HMRSPV와 동일하게 동작한다. GCA를 수행하기 위해 각 GFA와 FA는 호스트의 이동 및 자원 예약을 수행할 수 있어야 하므로 MIP 모듈과 RSVP 모듈을 모두 탑재하고 있어야 한다. 그리고, 이동 노드가 그레이 셀에 머무르는 동안 그레이 셀이 속한 두 개 이상의 도메인에 대한 CoA(Care of Address)를 모두 등록하고 있을 수 있도록 하기 위해 HA는 다중 CoA 등록 옵션을 활용할 수 있다고 가정한다.

HMRSPV에서는 새로운 도메인에 대한 사전 자원 예약이 완료되어야 하는 기간이 셀 간 중첩 구간을 경유하는 동안이었던 것에 반해 제안하는 GCA에서는 일반적으로 셀 간 중첩 구간 크기의 수 배에 달하는 셀 전체를 경유하는 시간으로 이를 확장하였다. 이를 위해 GCA는 그림 2와 같이 서로 다른 두 도메인의 지리적 경계에 위치하는 셀을 두 도메인에 모두 속하도록 무선 네트워크를 구성한다. 이와 같이 무선 네트워크 도메인을 구성하면 한 도메인에서 다른 도메인으로 이동할 때 반드시 그레이 셀을 지나게 된다. GCA는 이동 노드가 그레이 셀에 진입하면 그 그레이 셀이 속한 모든 도메

인에 이르는 RSVP 세션을 설정하고 자원을 예약한다. 그러나, 이들 RSVP 세션 가운데 하나만을 선택해 CN이 실제로 데이터를 전송하는 액티브 세션이 되도록 하고, 다른 RSVP 세션은 패시브 세션으로 자원만 예약된 상태로 남겨둔다. 또한, 패시브 세션의 경우 CN으로부터 GFA까지의 경로에만 자원을 예약해 두고 무선 네트워크 도메인 내에서는 자원을 예약하지 않음으로써, 무선 네트워크 도메인 내에서의 중복적인 자원 예약을 최소화하였다. GCA에서는 한 도메인에서 다른 도메인으로 이동할 때 반드시 두 도메인에 모두 속한 그레이 셀을 지나게 되므로 그레이 셀 내에서 이들 도메인에 대한 사전 자원 예약이 모두 완료될 수만 있다면 그레이 셀로부터 어느 셀로 진입하더라도 CN으로부터 그 셀이 속한 도메인의 GCA까지 즉 인터넷 부분에서의 자원 예약이 이루어져 있는 상태이다. 따라서, 새로운 셀로 진입하면서 무선 도메인 내에서만 자원 예약이 이루어지면 되기 때문에, 도메인 간 이동의 경우도 도메인 내 이동과 거의 동일한 수준의 서비스품질 지원 연속성을 가질 수 있다.

예를 들어 그림 2에서와 같이 이동 노드가 도메인 A에 속하는 셀 X에서 그레이 셀 G₅로 진입하면 GCA는 CN으로부터 도메인 B, C, D의 GFA에 이르는 RSVP 세션을 추가 설정한다. 그러나, 이동 노드는 이미 데이터가 전송되고 있던 도메인 A를 통해 이루어진 RSVP 세션을 통해 계속 전달받고, 새로이 설정한 RSVP 세션들은 자원만 예약되어 있는 패시브 세션으로 둔다. 따라서, CN으로부터 도메인 B, C, 혹은 D의 GFA에 이르는 RSVP 세션을 설정하는데 걸리는 시간이 얼마나 되는가는 이동 노드의 데이터 수신에 영향을 미치지 않으며, 이동 노드가 G₅ 내에서 이동하는 동안에 이들 RSVP 세션 설정이 모두 완료될 수만 있다면 이동 노드가 도메인 B, C, 혹은 D 중 어떤 도메인에 속하는 셀로 이동하더라도 이들 각 도메인의 GFA까지 이미 예약된 RSVP 세션이 있으므로 도메인 내 이동과 거의 유사하게 RSVP 세션 변경을 처리할 수 있다.

그레이 셀에서 또 다른 그레이 셀로 이동할 수도 있는데, 이 경우에는 새로운 그레이 셀이 속한 도메인 가운데 하나 이상의 도메인에 이미 자원이 예약된 상태에 있다. 예를 들어 그림 2에서 그레이 셀 G₅에서 G₆으로 이동한 경우 G₅는 A, B, C, D 네 개의 도메인에 속해 있고 G₆는 C, D 두 개의 도메인에 속해 있으므로 G₅를 거쳐 G₆에 진입했을 때는 CN으로부터 C와 D 두 도메인의 GFA에 이르는 경로 상에 이미 자원이 예약된 RSVP 세션이 존재하는 상태이다. 반대로, 그레이 셀 G₆에서 G₅로 이동한 경우에는 G₅가 속해있는 A, B, C, D 네 개의 도메인 가운데 CN으로부터 C와 D 두 도메

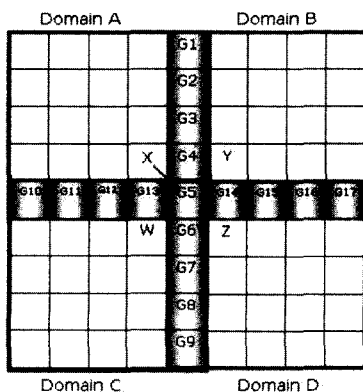


그림 2 무선 네트워크 구조

인의 GFA까지는 이미 RSVP 세션이 예약되어 있는 상태이고 CN으로부터 A와 B 두 도메인의 GFA에 이르는 경로 상에 RSVP 세션을 새로 설정해야 한다.

일반적으로 새로운 셀로 진입했을 때 GCA는 다음과 같은 작업을 수행한다.

1. 새로운 셀이 속한 도메인들 가운데 현재 그 도메인의 GFA까지 RSVP 세션을 설정해 두지 않은 모든 도메인에 대해 CN으로부터 GFA에 이르는 RSVP 세션을 설정한다.
2. 이미 설정되어 있는 RSVP 세션은 이전 셀에서 현재 셀로 RSVP 세션의 경로를 변경한다.
3. 이미 RSVP 세션이 설정되어 있는 도메인이 여러 개라면 이들 중 하나를 선택하여 실제로 데이터를 전송하는 액티브 세션으로 지정한다. 만약 이들 RSVP 세션 가운데 액티브 세션이 있다면 계속 그 세션을 데이터 전송에 사용하고, 그렇지 않다면 패시브 세션들 가운데 하나를 임의로 선택하여 액티브로 변경한다.

3.1절에서 먼저 GCA에서 사용하는 메시지 종류들을 설명하고 3.2절에서는 GCA를 위해 이동 노드, FA, GFA, HA, CN 등에서 수행하는 일들을 자세히 설명한다.

3.1 GCA에서 사용되는 메시지

GCA를 지원하기 위해 FA들은 그림 3과 같은 G-에이전트 광고 메시지를 정기적으로 브로드캐스트한다. G-에이전트 광고 메시지는 MIP의 에이전트 광고 메시지에 C 플래그를 세트시키고, GFA 주소 필드 대신 FA가 속해 있는 모든 도메인의 GFA를 표시할 수 있도록 GFA 주소 리스트 필드를 둔다.

GCA는 그림 4와 같은 G-등록 요청 메시지를 사용한다. G-등록 요청 메시지는 지역적 등록의 등록 요청 메시지에 액티브 예약을 원하는 등록인지의 여부를 표시하는 A 플래그를 추가한 것이다. 이동 노드가 GFA에게 보내는 G-등록 요청 메시지의 GFA 주소 필드는 이동 노드가 실제로 데이터를 전송 받을 액티브 RSVP 세션을 담당할 도메인의 GFA 주소를 표시하며, A 플래그는 항상 세트시킨다. GCA에서는 그림 5와 같이 이동 노드가 보낸 G-등록 요청 메시지를 받은 FA가 이를 복사하고 수정해 자신이 속한 모든 도메인의 GFA들에게 전달하는데, 이 때는 G-등록 요청 메시지의 GFA 주소 필드에 목적지 GFA 주소를 표시하고 그 GFA에게 액티브 RSVP 세션을 담당시키는지의 여부에 따라 A 플래그를 세트시킨다.

Type	Length	Sequence Number
Lifetime	R B H F M G V T S I	resv
GFA List		

그림 3 G-에이전트 광고 메시지

Type	S	B	D	M	G	r	T	Lifetime
Home address								
GFA IP address								
Care-of address								
Identification								
Extensions ...								

그림 4 G-등록 요청 메시지

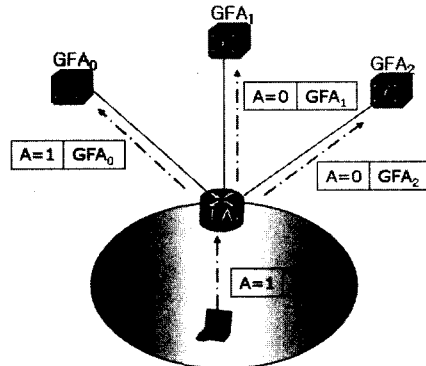


그림 5 G-등록 요청 메시지 전송

3.2 GCA 동작 방식

3.2.1 이동 노드의 동작방식

이동 노드는 FA로부터 그림 3과 같은 G-에이전트 광고 메시지를 받으면 FA에게 그림 4와 같은 G-등록 요청 메시지를 보낸다. 이동 노드는 액티브/패시브 RSVP 세션이 설정되어 있는 도메인의 GFA 주소들을 각각 유지하여 G-등록 요청 메시지에 액티브 RSVP 세션을 담당할 GFA(이후 액티브 GFA라 부르기로 함)를 표시하여 보낸다. 이를 결정하기 위해 자신이 유지하는 액티브/패시브 RSVP 세션을 담당하는 GFA 주소와 FA가 보낸 G-에이전트 광고 메시지에 포함되어 있는 GFA 리스트를 비교한다. 만약 G-에이전트 광고 메시지에 표시되어 있는 GFA들 즉, FA가 속해 있는 도메인의 GFA 가운데 현재의 액티브 GFA가 있다면 그 GFA가 계속 액티브 GFA 역할을 담당하도록 한다. 그렇지 않은 경우는 FA가 속해 있는 도메인의 GFA들 가운데 현재 패시브 RSVP 세션을 담당하고 있는 GFA(이후 패시브 GFA라 부르기로 함) 중 하나를 액티브 GFA로 선택한다. 이와 같이 이동 노드는 FA가 속해 있는 도메인의 GFA들 가운데 하나를 액티브 GFA로 결정하여 FA에게 보낼 G-등록 요청 메시지의 GFA 주소 필드에 표시하고 G-등록 요청 메시지의 A 플래그를 세트시킨다.

한편 새로운 액티브 GFA 혹은 패시브 GFA를 발견하고 G-등록 요청을 보낸 경우에는 이동 노드는 GFA 혹은 HA로부터 해당 GFA에 대한 등록 응답 메시지를

받아 자신이 저장하고 있는 GFA에 대한 정보에 변경이 발생하는 경우에만 CN에게 Mspec 메시지를 보내어 새로운 액티브 GFA 혹은 새로운 패시브 GFA를 알린다.

3.2.2 FA에서의 동작방식

FA는 이동 노드가 보낸 G-등록 요청 메시지를 보고, 그림 5와 같이 G-등록 요청 메시지를 자신이 속한 모든 도메인의 GFA들에게 보낸다. 이 때, 액티브 GFA에게는 A 플래그를 세트시킨 G-등록 요청 메시지를 보내고, 나머지 GFA들에게는 액티브 세션 담당을 요청하는 A 플래그를 오프시킨 G-등록 요청 메시지를 보낸다. 그리고 G-등록 요청 메시지의 GFA 주소 필드에는 목적지 GFA의 주소를 표시한다. 이동 노드가 각 GFA로 G-등록 요청 메시지를 보내도록 하지 않고 FA가 이와 같이 자신이 속한 모든 도메인의 GFA들에게 이동 노드가 보낸 하나의 G-등록 요청 메시지를 카피하고 수정해서 각각 보내도록 한 것은 GCA의 등록 요청 메시지로 인해 발생하는 무선 대역폭 오버헤드를 피하기 위함이다.

3.2.3 GFA에서의 동작방식

FA가 보낸 G-등록 요청 메시지를 받은 GFA는 먼저 이 메시지의 A 플래그를 확인한다. 만약, A 플래그가 세트되어 있다면 이것은 액티브 RSVP 세션 설정이 요구되는 등록임을 의미하고, 그렇지 않다면 패시브 RSVP 세션 설정이 요구되는 등록임을 의미한다. 그러므로 A 플래그의 설정 유무에 따라 다음과 같이 동작한다.

(1) A 플래그가 세트된 경우

3절 시작 부분에서 이미 설명한 바와 같이 해당 GFA에 이미 이동 노드가 등록되어 있고 최소한 패시브 RSVP가 설정되어 있는 경우이다. 따라서 GFA는 이 G-등록 요청 메시지를 HA에게 포워드하지 않고 직접 이동 노드에게 지역적 등록 응답 메시지를 보내주고, 이동 노드가 도메인 내 이동을 하였는지의 여부만을 점검한다. 도메인 내 이동 여부는 G-등록 요청 메시지의 CoA 필드에 적힌 이동 노드의 로컬 FA와 GFA에서 이 이동 노드의 로컬 FA로 기록하고 있었던 정보를 비교하여 판단한다. 로컬 FA가 변경되었다면 이것은 도메인 내 이동을 의미하므로 무선 네트워크 도메인 내에서 RSVP 세션을 변경하기 위해 RSVP 모듈에 이를 알린다. 그러면, GFA의 RSVP 모듈은 이동 노드의 새로운 FA로 Path 메시지를 보내어 GFA와 새로운 FA 사이에 이동 노드를 위한 새로운 RSVP 세션이 설정되도록 하고, 이전 FA로는 PathTear 메시지를 보낸다. 변경되지 않았다면 이것은 정기적인 등록 요청 리프레쉬를 위한 메시지임을 의미한다.

(2) A 플래그가 오프된 경우

이 경우에는 GFA가 도메인 내 이동이 발생하였는지

의 여부를 체크할 필요가 없다. GCA는 패시브 RSVP 세션에 대해서는 무선 네트워크 도메인 내에 RSVP 세션을 설정하지 않으므로 도메인 내 이동이 발생하더라도 CH로부터 GFA까지 설정되어 있는 RSVP 세션에는 변화가 없기 때문이다. 그러나 G-등록 요청 메시지를 보낸 이동 노드가 GFA의 도메인에 새로이 진입한 호스트일 수는 있으므로 이를 체크하여야 한다. 이를 위해, GFA는 G-등록 요청 메시지를 보낸 이동 노드가 이미 자신에게 등록되어 있는 이동 노드인지를 점검한다. 만약 이미 등록되어 있다면 이 이동 노드에 대한 HA로의 등록과 CH로부터 GFA에 이르는 RSVP 설정이 이미 수행되었으므로 GFA는 이동 노드의 등록 요청을 HA로 포워드하지 않고 직접 이동 노드에게 지역적 등록 응답 메시지를 보낸다. 그러나 G-등록 요청 메시지를 보낸 이동 노드가 자신에게 이미 등록되어 있는 이동 노드 가운데 하나가 아니라면, 이 이동 노드가 GFA의 도메인에 처음으로 진입한 것이므로 GFA는 이동 노드의 등록 요청을 HA로 포워드 한다.

한편 CN으로부터 Path 메시지를 받은 GFA는 이에 대해 Resv 메시지를 보냄으로써 CN과 GFA 사이에 이동 노드를 위한 RSVP 세션이 설립되도록 한다.

3.2.4 CN에서의 동작방식

이동 노드로부터 MSpec 메시지를 받은 CN은 액티브 GFA가 변경되었다면 새로운 액티브 GFA로 데이터 포워딩을 시작하고, 새로운 패시브 GFA가 생겼다면 RSVP 모듈에 이를 신호해 새로운 GFA를 향해 Path 메시지가 트리거되도록 한다.

3.2.5 GCA의 동작과정

그림 6은 GCA의 동작과정 예를 보인 것이다. Domain₀에 속하는 셀인 Cell₀에서 RSVP 세션으로 통신 중이던 이동 노드가 Cell₀와 그레이 셀인 Cell₁이 중첩된 지역으로 이동하면, 이동 노드는 FA₁이 보내는 G-에이전트 광고 메시지를 받게 된다. 이를 받은 이동 노드는 액티브 GFA인 GFA₀을 표시하여 FA₁에게 그림 6의 ①과 같이 G-등록 요청 메시지를 보낸다. 이동 노드의 G-등록 요청 메시지를 받은 FA₁은 자신이 속해 있는 두 도메인의 GFA들(GFA₀과 GFA₁) 가운데서 이동 노드가 보낸 G-등록 요청 메시지에 포함되어 있는 GFA₀에게는 그림 6의 ①'과 같이 G-등록 요청 메시지의 A 플래그를 세트시켜서 보내고, GFA₁에게는 패시브 RSVP 세션 설정을 위해 그림 6의 ①''과 같이 G-등록 요청 메시지의 A 플래그를 오프시켜서 보낸다. 이동 노드가 원래 속해 있던 도메인인 Domain₀에서는 지역적 등록[15]에서의 도메인 내 이동의 경우와 똑같이 그림 6의 ②'와 같이 이동 노드의 G-등록 요청이 처리되고, Domain₀ 내에서 그림 6의 ④'와 ⑤'와 같이 RSVP 제

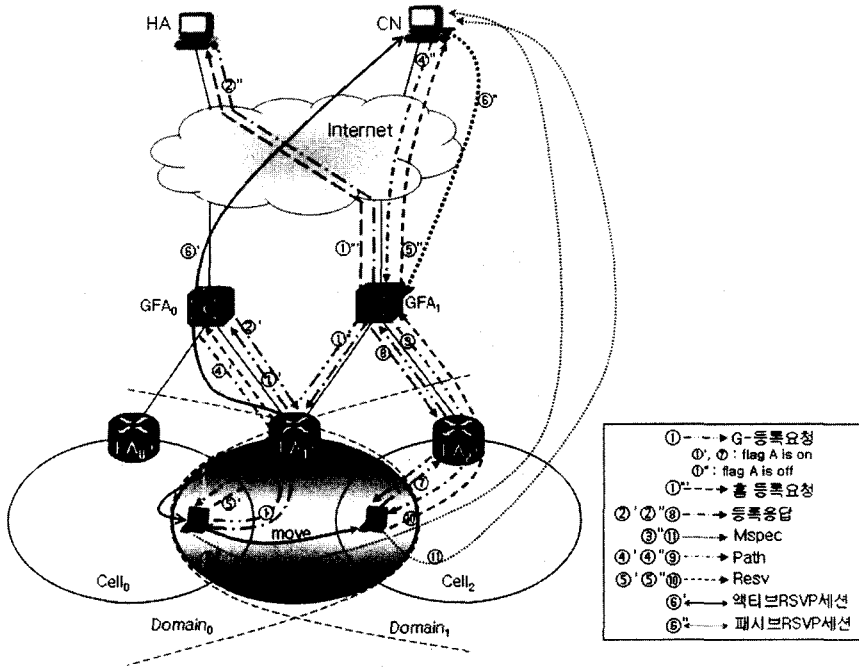


그림 6 GCA 동작과정

어 메시지를 사용하여 RSVP 세션의 자원 예약 경로를 변경한다. 따라서 그림 6의 ⑥'과 같이 GFA₀과 이동 노드 간에 액티브 RSVP 세션이 설정된다. 한편 새로운 도메인인 Domain₁에서도 역시 지역적 등록 방식[15]에 따라 그림 6의 ①'과 같이 GFA₁까지 이동 노드의 G-등록 요청 메시지가 전달되는데, GFA₁에서는 이 이동 노드가 새로운 이동 노드이므로 그림 6의 ①'과 같이 이동 노드의 HA로 등록 요청 메시지를 전달한다. 이동 노드는 새로운 도메인에 대한 등록 요청에 대해 그림 6의 ②'과 같이 HA로부터 응답을 받으면 GFA₀과 GFA₁의 주소를 모두 담은 MSpec 메시지를 그림 6의 ③'과 같이 CN에게 보낸다. 이를 받은 CN의 RSVP 모듈은 그림 6의 ④'와 같이 GFA₁에게 Path 메시지를 보내고 이에 대해 GFA₁은 그림 6의 ⑤'와 같이 CN에게 Resv 메시지를 보내어 그림 6의 ⑥'과 같이 GFA₁과 CN 간에 패시브 RSVP 세션이 설정된다. CN은 패시브 RSVP 세션으로는 데이터를 전송하지 않는다.

이동 노드가 새로운 도메인 쪽으로 계속 이동하여 그레이 셀인 Cell₁에서 Domain₁에만 속하는 셀인 Cell₂로 이동하면, 이동 노드는 FA₂로부터 G-에이전트 광고 메시지를 받게 되고 이에 대해 그림 6의 ⑦'과 같이 FA₂에게 G-등록 요청 메시지를 보낸다. 이 G-등록 요청 메시지의 GFA 주소 필드에는 새로운 액티브 GFA인 GFA₁이 표시된다. 이를 받은 FA₂는 자신이 속한 유일한 도

메인인 Domain₁의 GFA인 GFA₁에게 이를 전달한다. GFA₁은 이를 Domain₁ 내에서의 이동과 동일한 방식으로 처리한다. 즉, 그림 6의 ⑧'과 같이 이동 노드에게 등록 응답 메시지를 보내고, 그림 6의 ⑨'와 ⑩'과 같이 GFA₁로부터 FA₂로의 터널을 새로 생성한다. 한편 GFA₁로부터 지역적 등록 응답 메시지를 받은 이동 노드는 즉시 그림 6의 ⑩'과 같이 CN으로 MSpec을 보내어 액티브 GFA가 GFA₀으로부터 GFA₁으로 변경되었음을 알리고, 이후로는 CN은 GFA₁으로의 RSVP 세션으로 데이터를 전송한다. 즉, GCA에서는 도메인 간 이동이 일어날 때 그레이 셀과 새로운 도메인에 속하는 셀의 중첩지역에서 새로운 도메인의 GFA로의 지역적 등록이 완성되면 액티브 RSVP 세션 변경이 이루어진다.

4. 시뮬레이션

제안하는 GCA와 HMRSVP 성능을 비교하기 위하여 시뮬레이션을 수행하였다. 먼저 4.1절은 시뮬레이션에서 사용한 네트워크 모델에 대하여 설명하고, 4.2절에서는 시뮬레이션의 결과를 분석한다.

4.1 시뮬레이션 모델

시뮬레이션은 버클리 대학(U.C Berkeley)의 네트워크 시뮬레이터(Network Simulator)[16]에 RSVP[17]를 패치하여 구현되었으며, FreeBSD 4.4 버전에서 수행되었다. 그림 7은 본 시뮬레이션의 네트워크 모델을 보여준

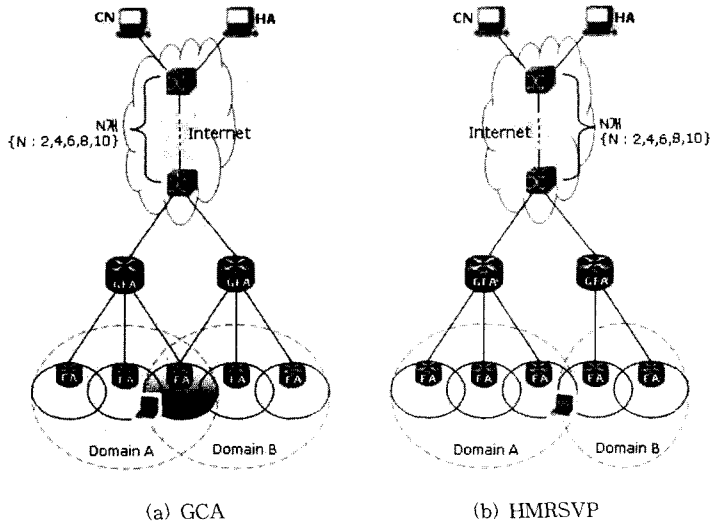


그림 7 네트워크 모델

다. 그림 7(a)는 그레이 셀 구조를 적용한 네트워크 모델이고 그림 7(b)는 HMRSVP 프로토콜을 위한 네트워크 모델이다. GCA를 위한 무선 네트워크 도메인에 그레이 셀이 있는 것을 제외하고는 두 네트워크 모델은 동일하다. 두 네트워크 모델 모두 인터넷을 경유하는 충전과 지연 시간은 50ms이고, CN, HA 혹은 GFA로부터 인터넷 게이트웨이 사이 링크의 전파지연은 2ms, GFA와 FA 사이의 전파 지연은 1ms이라 가정하였다. 또, 유선링크에서의 대역폭은 10Mbps이고 무선 링크에서의 대역폭은 2Mbps라 가정하였다. 셀의 크기는 300m이고 셀 간 중첩 지역의 크기는 50m라고 가정하였다. CH에서는 10ms 간격으로 1000 바이트 크기의 패킷을 생성하는 CBR트래픽을 발생하고, 이를 UDP 통해 이동노드에게 전송하도록 하였다. 시뮬레이션 파라미터로는 이동노드의 속도와 인터넷 구간을 구성하는 중간 라우터 숫자를 변경시켜 보았다.

4.2 시뮬레이션 결과

그림 8은 이동노드의 속도를 3m/sec~15m/sec으로 변화시켜 보면서 핸드오버로 인한 예약 단절 시간을 측정된 결과를 보인 것이다. 예약 단절 시간은(새로운 셀에서의 RSVP 자원 예약이 완료되는 시점-이전 셀을 벗어나는 시점)으로 측정하였다. 각 이동노드 속도에 대해 1000초 동안 시뮬레이션을 지속하면서 시뮬레이션 시간 중 발생한 모든 핸드오버에 대해 예약 단절 시간을 측정하여 그 평균 값을 구하였다. 예약 단절의 원인은 도메인 간 이동에 대한 자원 예약 완료가 이전 도메인을 벗어나기 전에 이루어지지 못하는 것과 도메인 내 이동에 대한 자원 예약 완료가 이전 셀을 벗어나기 전에 이루어지지 못하는 것으로 나누어 볼 수 있다. 이동

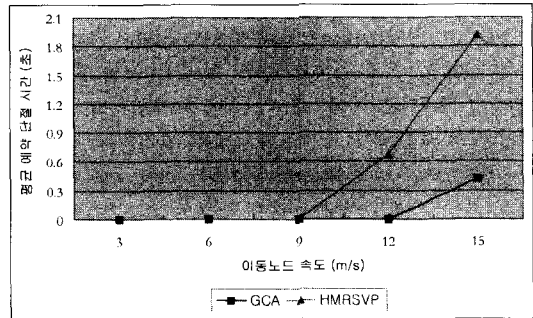


그림 8 핸드오버로 인한 예약 단절 시간

노드의 속도가 빠를수록 셀 간 중첩지역 혹은 그레이 셀을 경유하는 시간이 짧아지므로 예약 단절이 발생할 우려가 높아진다. 예를 들어, 실험한 가운데 이동노드의 속도가 가장 빠른 경우인 15m/sec인 경우에는 이동노드가 중첩된 지역을 통과하는데 걸리는 최대 시간이 약 3.33초이고, 그레이 셀을 통과하는데 소요되는 최대 시간은 20초이다. 그레이 셀을 벗어나기 이전에만 도메인 간 이동 처리가 완료된다면 도메인 간 이동으로 인한 예약 단절을 피할 수 있는 GCA의 경우에는 실험한 모든 경우에 대해 도메인 간 이동으로 인한 예약 단절이 발생하지 않았다. 단, 이동노드 속도가 15m/sec까지 빨라진 경우 도메인 내 이동이 셀 간 중첩지역 내에서 처리되지 못해 예약 단절이 발생하는 경우가 있다. 반면에 HMRSVP의 경우는 이동노드의 속도가 12m/sec 이상이 되면서 중첩지역을 통과하는 시간 내에 도메인 간 이동 처리를 끝내지 못해 발생하는 예약 단절 시간이 발생하기 시작하고 이와 같은 예약 단절 시간은

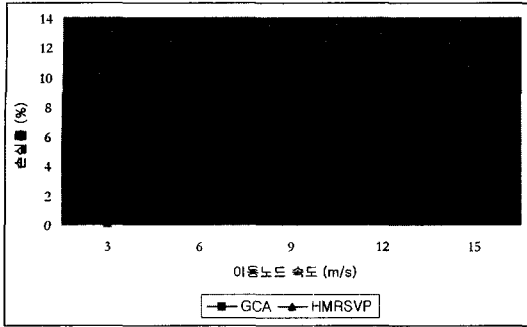


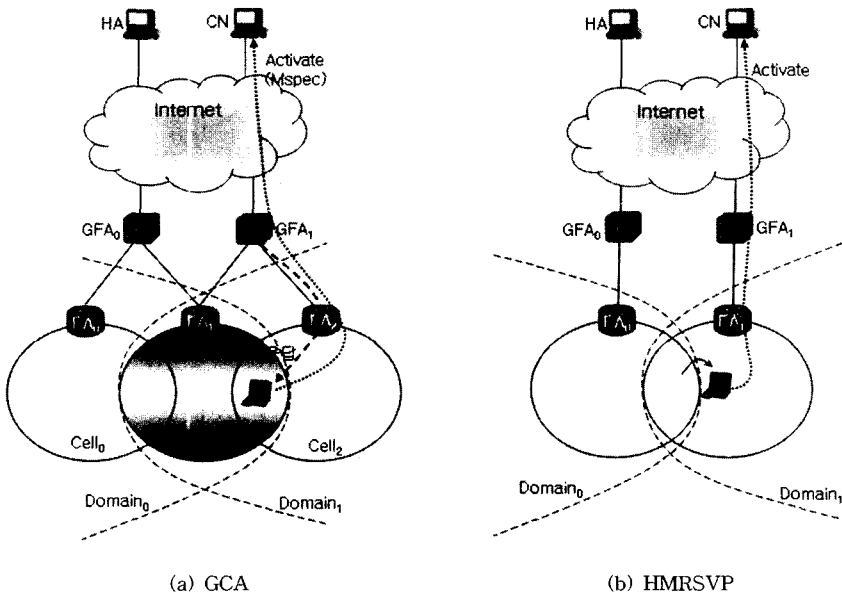
그림 9 핸드오버로 인한 패킷 손실률

이동 노드의 속도가 15m/sec이 되면서 더욱 급격히 증가한다. 이동 노드의 속도가 15m/sec일 때, HMRSVP의 경우에도 도메인내 이동 시 예약 단절이 발생하기도 하지만 도메인 간 이동 시에 발생하는 예약 단절 시간이 훨씬 크기 때문에 15m/sec의 경우 GCA에 비하여 매우 높은 예약 단절 시간을 보인다.

그림 9는 그림 8의 경우와 동일한 실험을 하면서 패킷 손실율을 구한 결과를 보인 것이다. 패킷 손실율은 (손실된 패킷 수/전체 패킷 수)로 구하였으며, 동일한 실험을 10회 수행하여 그 평균치를 구하였다. GCA의 경우는 도메인 간 이동 시 발생하는 예약 단절로 인한 패킷 손실이 없기 때문에 이동 노드의 속도가 증가함에 따라 점진적인 패킷 손실을 증가를 보인다. 도메인 간 이동으로 인한 예약 단절이 없는데도 패킷 손실 발생하는 이유는 다음과 같은 두 가지가 있다. 첫 째는 도메인

내 이동 시에도 예약 단절이 발생할 수 있고, 둘째는 예약 단절이 발생하지 않은 경우일지라도 이동 노드가 이전 경로로 전송된 데이터를 중첩지역 내에서 모두 받지 못함으로 인한 것이다. 이동 노드의 속도가 빨라지면 중첩지역을 통과하는 시간이 단축되므로 도메인 내 이동에 대해서도 예약 단절이 발생할 수 있는 확률이 높아지고, 이전 경로로 배달된 데이터를 받을 수 있는 시간이 단축되므로 더 많은 손실이 발생하게 된다. 또한, 이동 노드 속도가 빠를수록 주어진 시뮬레이션 기간 동안에 핸드오버 발생 횟수가 더 많아지기 때문에 이로 인해 손실율이 증가한다.

HMRSVP의 경우에도 도메인 간 이동에 의한 예약 단절이 발생하지 않는 3m/sec~9m/sec 속도에 대해서는 속도 증가에 대해 거의 점진적으로 약간의 손실을 증가가 발생한다. 그러나 도메인 간 이동에 의한 예약 단절이 발생하는 12m/sec과 15m/sec의 경우에는 급격히 손실율이 증가한다. 도메인 간 이동에 의한 예약 단절이 발생하지 않는 3m/sec~9m/sec 구간에서도 HMRSVP의 손실율이 GCA의 손실율보다 약간 높는데 그 이유는 다음과 같다. GCA의 경우는 액티브 GFA로 동작할 GFA로의 지역적 등록이 완료되는 즉시 CN에게 액티브 GFA를 변경하는 MSPEC을 보낸다. 반면에 HMRSVP는 셀 간 중첩지역을 완전히 벗어나 새로운 도메인에 속하는 셀로 들어오면 그 때 액티브 GFA를 변경한다. 그림 10의 (a)와 (b)에서 이들의 차이점을 볼 수 있다. 액티브 GFA를 변경하는 시점이 늦어지면 CH



(a) GCA (b) HMRSVP
그림 10 패시브 RSVP 세션을 액티브 RSVP 세션으로 변경하는 시점

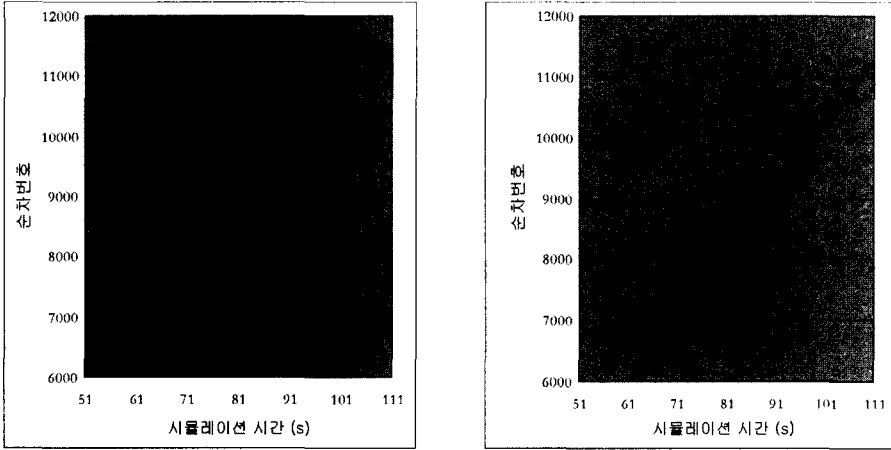


그림 11 시뮬레이션 시간에 따른 데이터 패킷 순차번호

에서 이전 경로로 보내는 데이터의 양이 더 많아지기 때문에 손실되는 데이터의 양도 증가하게 된다.

HMRSPV의 경우 이와 같이 액티브 GFA 변경을 미루어야만 하는 이유는 핑퐁 현상이 발생할 수 있어 이를 방지해야 하기 때문이다. 즉, 서로 다른 도메인에 속하는 경계 셀들의 중첩지역에서는 궁극적으로 어느 도메인으로 이동할 것인지 알 수 없기 때문에 완전히 중첩지역을 벗어날 때까지 GFA 변경을 미루어야 한다. 그러나 GCA의 경우는 서로 다른 두 도메인 간에 두 도메인에 모두 속하는 그레이 셀이 존재하므로 그림 10의 (a)에서와 같이 그레이 셀과 domain₁에 속하는 cell₂의 중첩지역에서 액티브 GFA를 GFA₁로 변화시켰을 때 이동 노드가 다시 그레이 셀로 돌아간다고 해도 액티브 GFA를 변화시킬 필요가 없다. 따라서, GCA는 핑퐁 현상을 염려하지 않고 액티브 GFA를 cell₀과 cell₁의 중첩지역 내에서 변경할 수 있다.

그림 11은 이동 노드의 속도가 15m/s인 경우에 대하여 시뮬레이션 시간이 진행되면서 데이터 패킷의 순차번호가 어떻게 변화하는지를 보여 준 것이다. 실선 타원으로 표시된 부분은 도메인 간 이동이 발생한 경우이고, 점선 타원으로 표시된 부분은 도메인 내 이동이 발생한 경우이다. 그림 11의 (a)에서 보듯이 HMRSPV의 경우는 도메인 간 이동 시의 순차 번호 갭 크기가 도메인 내 이동의 경우에 발생하는 순차 번호 갭 크기보다 훨씬 큰데 반해, GCA에서는 그림 11의 (b)에서 보는 바와 같이 모든 경우에 순차 번호 갭 크기가 거의 비슷하다. 이 결과를 통하여 GCA가 도메인 간 이동을 도메인 내 이동과 거의 비슷한 시간 안에 처리할 수 있음을 알 수 있다.

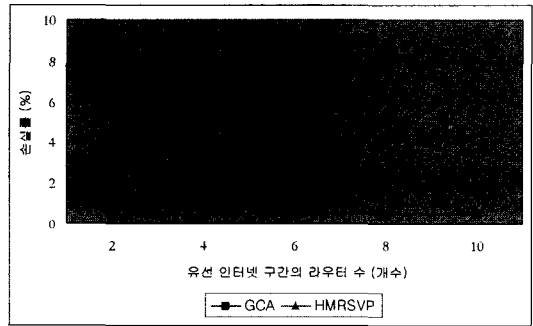


그림 12 유선 인터넷 구간의 라우터 수 변화에 따른 손실률

그림 12는 인터넷 구간의 경로 상에 있는 중간 라우터의 수를 2~10으로 변화시켜 보면서 도메인 간 이동시 발생하는 패킷 손실에 대한 손실율을 측정한 결과를 보인 것이다. 인터넷 구간의 경로 상에 있는 라우터의 수가 증가할수록 도메인 간 이동을 위한 RSVP 프로토콜 처리 오버헤드가 증가하게 된다. GCA는 인터넷 구간의 라우터 수가 증가하여 도메인 간 이동을 위한 RSVP 프로토콜 처리 오버헤드가 증가하여도 그레이 셀을 경유하는 동안 이를 모두 완료할 수 있기 때문에 예약 단절이 늘어나지 않아서 패킷 손실 증가가 거의 없다. 그러나, HMRSPV는 인터넷 구간의 라우터 수에 비례하여 도메인 간 이동시의 예약 단절 시간이 증가하고 이로 인한 패킷 손실이 늘어남을 볼 수 있다.

종합적으로, 모든 시뮬레이션의 결과들을 통하여 GCA가 우수한 서비스품질 지원을 제공할 수 있음을 볼 수 있었다. 그런데, 이와 같은 우수한 성능을 위해 GCA

가 치르어야 하는 주된 비용은 이동 노드가 그레이 셀에서 이동하는 동안에 유선 인터넷 구간에서 중복적 자원 예약을 해야 한다는 것이다. 그러나, 자원 제약이 더 심각한 무선 네트워크 도메인 내에서는 전혀 중복적 자원 예약에 의한 낭비가 없다. 이에 반하여, HMRSVP의 경우에는 도메인 간 이동시 셀 간 중첩된 지역을 이동하는 동안에 유선 인터넷 구간과 더불어 무선 네트워크 도메인에서도 중복적으로 자원을 예약한다. 중복적 자원 예약으로 인한 자원 낭비 측면에서 볼 때, 일반적으로 셀 전체 크기가 셀 간 중첩지역의 크기의 수 배에 달한다는 점에서는 HMRSVP가 더 효율적이지만 무선 네트워크 도메인 내에서의 자원 낭비 측면에서는 GCA가 더 효율적이라 할 수 있다.

5. 결론

무선 이동 네트워크에서 서비스품질 보장을 제공하기 위하여 유선 네트워크를 대상으로 제안된 RSVP 매커니즘을 적용할 수 있다. 그런데, 이를 위해서는 핸드오버가 발생했을 때 신속하게 RSVP로 자원 예약된 경로를 변경할 수 있어야 한다. 이에, 본 논문에서는 여러 도메인으로 구성된 대규모 무선 네트워크에서 도메인 간 이동이 발생한 경우에도 연속적인 서비스품질 보장이 이루어질 수 있도록 하기 위한 방안으로서 GCA를 제안하였다. GCA는 두 개 이상의 도메인의 지리적인 경계에, 인접한 도메인에 모두 속하는 그레이 셀을 두도록 무선 네트워크를 구성하고, 이를 이용하여 도메인 간 이동의 경우도 도메인 내 이동과 거의 동일한 연속적인 자원 예약이 유지될 수 있도록 한다. 시뮬레이션을 통하여 GCA에서는 도메인 간 이동일지라도 도메인 내에서 이동할 때와 거의 유사한 성능을 보이며, 예약 단절 시간 및 핸드오버로 인한 데이터 손실을 측면에서 기존의 HMRSVP보다 우수한 성능을 보임을 볼 수 있었다.

참고 문헌

- [1] S.H.Pack and Y.H.Choi, "An End-to-End QoS Provisioning Architecture in Mobile Network," in Proc. ISCIT 2001, Chiangmai, Thailand, November 2001.
- [2] M. Jaseemuddin, O. Mahmoud, and J. Zubairi, Effect of Context Transfer during Handoff on Flow Marking in a DiffServ Edge Router, Proc. Of the 5th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics (SCI 2001), Vol. XII, pp87-92, Orlando, July 2001.
- [3] Y.Chen and W.Zhuang, "Diffserv Resource Allocation for Fast Handoff in Wireless Mobile Internet," IEEE Communication Magazine May 2002.
- [4] S.U.Yoon, J.H.Lee, K.S.Lee, C.H.Kang "QoS support in mobile/wireless IP networks using differentiated services and fast handoff method," Wireless Communications and Networking Conference, 2000. WCNC. 2000 IEEE, Volume: 1, 2000; Page(s): 266-270 vol.
- [5] M.Jaseemuddin, J.Ahmed and O.Mahmoud, "A Study of Profiled Handoff for Diffserv-Based Mobile Node," Wireless Communications & Mobile Computing(Journal) 2002.
- [6] R.Braden, L.Zhang, S.Berson, S.Herzog, and S. Jamin "Resource ReSerVation Protocol(RSVP) Version 1 Functional Specification, RFC2205, Sep. 1997.
- [7] B.Moon, H.Aghvami, "RSVP Extension for Real-time services in wireless mobile networks," IEEE Communication Magazine Dec. 2001.
- [8] A.Terzis, M. Srivastava, and L.Zhang, "A simple QoS signaling protocol for Mobile Hosts in the Integrated Services Internet," INFOCOM 1999.
- [9] G.Chiruvolu, A.Agrawal, and M.Vandenhouet, "Mobility and QoS support for IPv6 Based Real-time wireless Internet Traffic," 1999 IEEE Int'l. Conf. Commun., vol.1, 1999, pp.334-38.
- [10] Q.Shen, A.Lo, W.Seah, C.C.Ko, "On providing Flow Transparent Mobility Support for IPv6-based Wireless Real-time Services," MoMuc 2000.
- [11] W.T.Chen, L.C.Huang, "RSVP mobility support : A signaling Protocol for Integrated Services Internet with Mobile Hosts," INFOCOM 2000.
- [12] 이성협, 임익준, "무선 네트워크에서의 효율적인 QoS 제공을 위한 모델링", 대한전자공학회 하계종합학술대회 논문집 제24권 제1호, 2001년 6월.
- [13] Anup K. Talukdar, B.R.Badrinath,, A.Acharya, "MRSVP : A Resource Reservation Protocol for an Integrated Services Network with Mobile Host," IWQOS 1997.
- [14] C.C.Tseng, G.C.Lee and R.S.Liu "HMRSVP : A Hierarchical Mobile RSVP Protocol", DCSW 2001.
- [15] E.Gustafsson, A.Jonsson and Charles E. Perkins "Mobile IPv4 Regional Registration", Internet Draft, Mar. 2002.
- [16] "UCP/LBNL/VINT Network Simulator-ns(version 2)," <http://www.isi.edu/nsnam/ns>.
- [17] "RSVP/ns," <http://www.teltec.dcu.ie/%7Emurphys/ns-work/rsvp/>



노 회 경

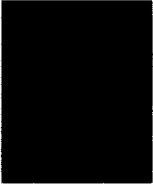
2002년 성신여자대학교 전산학과 졸업 (학사). 2003년~현재 이화여자대학교 과학기술대학원 컴퓨터학과 석사과정. 관심 분야는 Mobile IP, QoS in wireless/mobile environments, Ad hoc networks



장 문 정

2001년 이화여자대학교 컴퓨터학과 졸업 (학사). 2003년 이화여자대학교 과학기술 대학원 컴퓨터학과 졸업(공학석사). 2003년~현재 이화여자대학교 과학기술대학원 컴퓨터학과 박사과정. 관심분야는

Mobile IP, TCP performance and QoS in wireless/mobile environment, mobile SCTP, handoff, ad hoc network



김 태 은

2002년 이화여자대학교 컴퓨터학과 졸업 (학사). 2003년~현재 이화여자대학교 과학기술대학원 컴퓨터학과 석사과정. 관심 분야는 Mobile IP, Network Mobility, RSVP, mobile IP multicasting



이 미 정

1983~1987년 이화여자대학교 전자계산 학 학사. 1987~1989년 University of North Carolina at Chapel Hill 컴퓨터학 석사. 1990~1994년 North Carolina State University 컴퓨터공학 박사

1994~현재 이화여자대학교 공과대학 컴퓨터학과 부교수. 관심분야는 프로토콜 설계 및 성능 분석, 멀티미디어 전송을 위한 트래픽 제어, 인터넷에서의 QoS 지원, 트래픽 엔지니어링, 무선 이동 네트워크, Ad-hoc 네트워크