

무선 이동 애드-혹 네트워크를 위한 다중 경로 소스 라우팅 프로토콜과 Mobile-IP의 연동 기법

김 문 정[†] · 엄 영 익^{††}

요 약

현재 홈 네트워크, 센서 네트워크, 유비쿼터스 네트워크 등에 대한 활발한 연구가 진행되면서 무선 이동 애드-혹 네트워크에 대한 관심이 높아지고 있다. 무선 이동 애드-혹 네트워크란 기존의 유선 하부구조의 도움 없이 이동 호스트들만으로 구성되는 임시적인 네트워크로, 언제 어디서나 컴퓨팅 환경을 이용할 수 있도록 하는 개념의 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 적합한 네트워크이다. 본 논문에서는 다중 소스 라우팅 프로토콜 기반의 무선 이동 애드-혹 네트워크 환경과 Mobile-IP 기반의 네트워크 환경을 연동하는 기법에 대해 제안하고자 한다. 본 논문에서 제안하는 기법은 무선 이동 애드-혹 네트워크 내의 이동 호스트와 기지국간 다중 경로를 유지함으로써 경로 단절시 경로 재설정 및 재등록으로 인한 오버헤드를 줄이며 무선 이동 애드-혹 네트워크 내의 패킷을 Mobile-IP 패킷으로 변환하는 기능을 기지국에서 수행하도록 함으로써 이동 호스트들의 오버헤드를 감소시키는 기법이다. 성능 평가를 통해, 본 논문에서 제안하는 기법이 단일 경로를 사용하는 일반적인 연동 기법들보다 이동 속도 증가에 따른 처리량 및 단대단 지연이 보다 안정적이며, 노드/링크가 전혀 중복되지 않는 다중 경로를 사용하는 기법에 비해 낮은 오버헤드를 가짐을 보인다.

키워드 : 무선 애드-혹 네트워크, 연동 기법, 다중 경로, 유비쿼터스

Interconnection Scheme for Multiple Path Source Routing Protocol for Wireless Mobile Ad-hoc Network and Mobile-IP

Moon Jeong Kim[†] · Young Ik Eom^{††}

ABSTRACT

As the research on home network technologies, sensor network technologies, and ubiquitous network technologies makes rapid progresses, wireless ad-hoc network have attracted a lot of attention. A wireless ad-hoc network is a temporary network formed by a collection of wireless mobile nodes without the aid of any existing network infrastructure or centralized administration, and it is suitable for ubiquitous computing environments. In this paper, we suggest an interconnection scheme between the wireless ad-hoc network environment based on multiple path source routing protocol and a Mobile-IP based network environment. This scheme reduces the overhead of route re-establishment and re-registration by maintaining multiple paths between the mobile host in wireless ad-hoc network and the base station in mobile-IP network. Also it puts the base station in charge of function that performs translation between wireless ad-hoc network packets and Mobile-IP packets, reducing the load of mobile hosts. In this paper, our simulations show that our scheme outperforms existing interconnecting schemes with regards to throughput and end-to-end delay. Also we show that our scheme outperforms multi-paths approach using disjoint routes with regards to routing overhead.

Key Words : Wireless Ad-hoc Network, Interconnection Scheme, Multipath Routing, Ubiquitous

1. 서 론

무선 기술의 발전과 무선 통신 기기들의 소형화로 이동 컴퓨팅 네트워크(mobile computing network) 환경이 일반화되고 있으며 현재 홈 네트워크(home network), 센서 네트워크

(sensor network), 침수형 컴퓨팅(pervasive computing) 및 유비쿼터스 컴퓨팅(ubiquitous computing)에 대한 활발한 연구가 진행되고 있다. 이동 컴퓨팅 네트워크 환경이란 유선 네트워크 내의 고정 라우터들 중에 무선 인터페이스를 가진 특정 라우터를 기지국으로 하여 사용자가 이동 중에도 끊임 없는 네트워크 서비스를 제공받을 수 있도록 지원하는 환경을 말한다. 이러한 환경에서는 기지국이 관리하는 셀(cell) 영역을 벗어나는 위치에 존재하는 이동 호스트들은 네트워크 서

[†] 준 회원 : 성균관대학교 정보통신공학부 박사

^{††} 종신회원 : 성균관대학교 정보통신공학부 교수

논문접수 : 2005년 4월 12일, 심사완료 : 2005년 10월 17일

비스를 제공 받을 수 없으며, 무선 이동 애드-혹 네트워크(wireless mobile ad-hoc network)란 기존의 유선 네트워크와 기지국 등의 중앙 관리 체계를 사용할 수 없는 환경이거나 비용 또는 편리 측면에서 유선 네트워크의 설치가 번거로운 상황에서 이동 호스트들만으로 구성할 수 있는 임시적인 네트워크로, 언제 어디서나 컴퓨팅 환경을 이용할 수 있도록 하는 개념의 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 적합한 네트워크이다 [1]. 현재 무선 이동 애드-혹 네트워크를 위한 라우팅 프로토콜에 대한 연구가 IETF의 MANET WG을 중심으로 활발히 연구되고 있다.

현재 기지국을 중심으로 무선 이동 애드-혹 네트워크를 위한 라우팅 프로토콜과 Mobile-IP를 연동하기 위한 연구가 진행되고 있다[2-6]. 그러나 이러한 기법들은 무선 이동 애드-혹 네트워크 환경과 기지국간의 무선 구간을 단일 경로로 유지함으로써 경로 단절시 재설정으로 인한 데이터 전송 지연과 경로 요청 및 응답 메시지 등의 제어 메시지들의 오버헤드를 줄이지 못하고 있다.

본 논문에서는 무선 이동 애드-혹 네트워크 환경을 위해 다중 소스 라우팅 프로토콜을 사용하는 프로토콜과 Mobile-IP를 연동하는 기법에 대해 설명하고자 한다. 무선 이동 애드-혹 네트워크는 이동 호스트들만으로 구성되어 매우 동적으로 네트워크의 변화가 발생되므로, 정보를 주기적으로 전달하며 모든 이동 호스트들이 망 전체의 정보를 유지해야 하는 테이블 기반 라우팅 프로토콜보다 데이터를 전송하고자 하는 호스트가 경로 설정을 시도하도록 하는 요구 기반 라우팅 프로토콜이 더 적합하다고 할 수 있다. 그러나 이러한 기법은 경로 설정시 지연을 초래하며 경로 단절시 재설정을 위한 오버헤드가 존재하게 된다. 따라서 본 논문에서는 요구 기반 라우팅 프로토콜을 이용하며 다중 경로를 유지하도록 하여 경로가 단절된 경우 빠른 경로 재설정을 제공하고 경로 재설정 오버헤드를 줄이며 출발지 호스트와 목적지 호스트 간 패킷 전송 지연을 줄이도록 한다. 본 논문의 2절에서는 관련 연구를 소개하고 3절에서는 다중 경로 소스 라우팅 프로토콜과 Mobile-IP와의 연동 기법에 대해 설명한다. 4절에서는 성능 평가를 보이며 5절에서 결론은 맺는다.

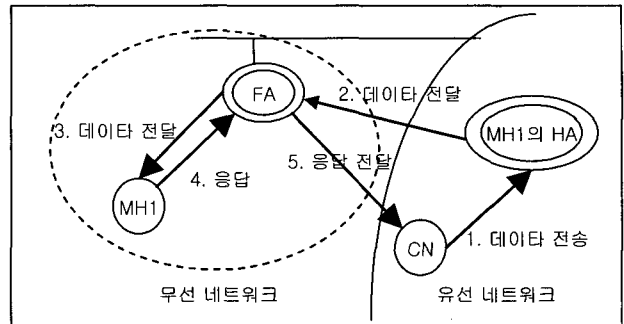
2. 관련 연구

본 절에서는 이동 컴퓨팅 네트워크 환경에서의 표준 프로토콜인 Mobile-IP를 간략히 설명하고 현재 제안되고 있는 무선 이동 애드-혹 네트워크 환경을 위한 다중 경로 요구 기반 라우팅 프로토콜인 MDSR 프로토콜과 무선 이동 애드-혹 네트워크와 인터넷과의 연동 기법들에 대해 설명한다.

2.1 Mobile-IP

IETF에서 제안한 Mobile-IP는 이동 컴퓨팅 환경을 위한 표준 라우팅 프로토콜이다[7]. Mobile-IP에서는 이동 호스트의 홈 네트워크 내에 존재하는 임의의 라우터를 HA(Home Agent)라 하고, 이동 호스트가 현재 방문하고 있는 네트워크

내의 임의의 라우터를 FA(Foreign Agent)라 한다. (그림 1)에서는 Mobile-IP에서 임의의 호스트(CN)가 이동 호스트(MH1)로 데이터를 전송하는 과정을 보인다.

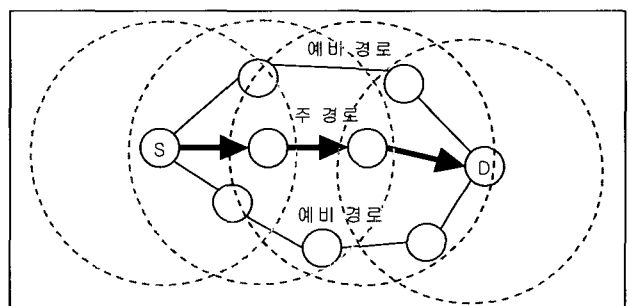


(그림 1) Mobile IP에서의 데이터 전송

HA는 자신이 관리하는 이동 호스트들에 대한 현재 위치 등을 바인딩 정보(binding information)로 유지하며 자신이 관리하는 이동 호스트로 전달되는 데이터 패킷을 해당 이동 호스트의 현재 위치로 전달해 주는 역할을 담당한다. FA는 자신의 셀(cell) 영역 내에 진입한 이동 호스트들을 방문자 목록(visitor list)으로 관리하며 해당 이동 호스트로 데이터를 전달해 주거나 해당 이동 호스트가 전송하는 데이터를 대신 전달하는 역할을 담당한다.

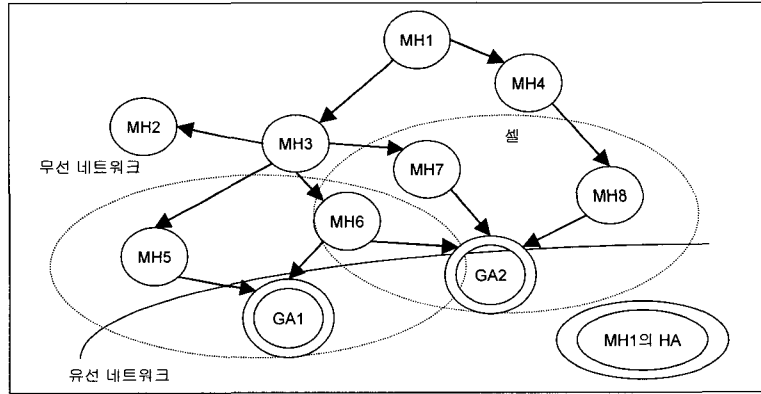
2.2 MDSR 프로토콜

MDSR(Multipath Dynamic Source Routing) 프로토콜은 DSR 프로토콜의 다중 경로 확장 기법이다[8, 9]. 다중 경로를 설정하는 경우 목적지 호스트는 다중 경로에 대해 응답하고, 소스 호스트는 처음 도착한 경로를 주 경로(primary route)로 하여 데이터를 전송하게 되고, 그 외의 경로는 예비 경로(alternate route)로 유지하여 주 경로가 단절되는 경우에 사용하게 되며, 이는 (그림 2)에서 보인다.



(그림 2) MDSR 경로 설정

이 기법에서 목적지 호스트는 노드/링크가 전혀 중복되지 않은 경로(disjoint route)를 계산하는 오버헤드를 가지며, 다중 경로의 수를 제한하고 있지 않으므로 노드들이 밀집된 환경에서는 매우 많은 다중 경로를 유지하게 되는 단점을 갖는다. 특히, 전혀 중복이 없는 경로를 계산하기 위해 중간 호스



(그림 3) 네트워크 환경의 예

트들은 경로 요청 패킷의 중복성을 확인하지 않음으로 매우 많은 네트워크 오버헤드를 초래하게 된다.

2.3 기존 연동 기법

현재 무선 이동 애드-혹 네트워크를 유선 네트워크로 확장하기 위해 기지국을 중심으로 무선 이동 애드-혹 네트워크를 위한 라우팅 프로토콜과 Mobile-IP를 연동하는 연구가 진행되고 있다[2-6]. 이러한 연구들은 크게 주기적으로 방송되는 기지국의 광고 메시지를 무선 이동 애드-혹 네트워크 환경의 이동 호스트들이 계속 전달하여 기지국에 관한 정보를 미리 유지하는 테이블 기반 기법과 유선 네트워크 서비스를 원하는 이동 호스트가 자발적으로 기지국에 대한 정보를 요구하는 요구 기반 기법으로 구분할 수 있다. 일반적인 경우, 무선 환경의 특성상 테이블 기반 기법보다는 요구기반 기법이 무선 이동 애드-혹 네트워크에 적합하며 이에 관한 연구가 주로 연구되고 있다. 그러나 현재 이러한 요구 기반 기법들은 무선 이동 애드-혹 네트워크 환경과 기지국 간의 무선 구간을 단일 경로로 유지함으로써 경로 단절시 재설정으로 인한 데이터 전송 지연 및 경로 요청 및 응답 메시지 등의 제어 메시지들의 오버헤드를 줄이지 못하고 있다.

3. 연동 기법

3.1 개요

본 논문은 무선 이동 애드-혹 네트워크 환경 내에 존재하는 이동 호스트에게 인터넷 등의 유선 네트워크 서비스를 지원하기 위한 프로토콜 연동 기법을 제안한다. 이를 위해 무선 이동 애드-혹 네트워크 내의 이동 호스트들은 무선 네트워크를 통해 노드/링크 중복을 허용하는 다중 소스 경로 라우팅 프로토콜을 이용하여 가장 가까운 기지국에 대한 경로 요청을 하게 되며 이에 대해 다중 경로 응답을 수신할 수 있다. 무선 이동 애드-혹 네트워크 내의 이동 호스트가 적당한 기지국을 발견하면 해당 기지국을 통해 유선 네트워크 서비스를 제공 받을 수 있게 된다. 본 논문에서는 참여하는 모든 이동 호스트들이 무선 인터페이스를 가지며 라우팅 기능을 제공하고 이웃 호스트들 간의 링크 상태 감지 서비스 기능을

갖는다고 가정한다. 또한 본 논문에서는 기지국들 중에서 다중 경로 소스 라우팅 프로토콜을 지원할 수 있는 기지국을 GA(Gateway Agent) 라고 한다. (그림 3)은 본 논문에서 제안하는 연동 기법이 필요한 네트워크 환경의 예를 보인다.

(그림 3)에서와 같이 무선 이동 애드-혹 네트워크 내에 존재하는 이동 호스트 MH1이 가장 가까운 GA를 검색하기 위해 경로 요청을 하게 되고 이에 대해 GA는 링크/노드의 중복을 허용하는 다중 경로에 대해 응답하게 된다. MH1은 경로가 알려진 최적의 GA를 통해 자신의 HA로 등록을 요청하게 되며 등록이 완료된 후 MH1은 등록된 GA를 통해 유선 네트워크 서비스를 제공받을 수 있게 된다.

3.2 패킷 형식 및 자료 구조

본 논문에서 무선 이동 애드-혹 네트워크 내에 존재하는 이동 호스트가 유선 네트워크 서비스를 제공받기 위해서는 먼저 자신의 HA로 등록하는 과정이 필요하며 이를 위해 멤버 요청 패킷(MQP)과 멤버 응답 패킷(MRP)이 사용된다. (그림 4)에서는 MQP(Member reQuest Packet) 헤더 형식을 보인다.

Type	Identification						Length	
Intermediate Addresses								
Type	S	B	D	M	G	V	rsv	Lifetime
Home Address								
Home Agent								

(그림 4) 멤버 요청 패킷(MQP) 형식

MQP 헤더의 Identification 필드는 MQP가 생성된 순서를 나타내는 값을 가질 수 있으며, 이는 중복 처리되는 것을 방지하고 MRP(Member Reply Packet)와의 알맞은 대응을 확인하기 위한 목적으로 사용된다. 출발지 호스트에 의해 MQP를 수신한 중간 호스트로부터 해당 GA까지의 경로는 Intermediate Addresses 필드에 기록되며 이 길이는 Length 필드에 기록된다. S, B, D, M, G, 그리고 V 필드는 Mobile-IP에

서 정의된 필드들이다. Home Address 필드에는 출발지 호스트가 자신의 IP 주소를 기록하며, Home Agent 필드에는 출발지 호스트의 HA 주소가 기록된다. Lifetime 필드는 등록 유효 기간을 설정하기 위한 필드로, 무선 이동 애드-혹 네트워크 내의 이동 호스트가 다음 등록이 없어도 해당 등록이 유효하다고 인정받을 수 있는 시간 간격을 요청하는 값이 기록된다. 출발지 호스트가 인터넷 서비스를 종료하고자 하는 경우, 출발지 호스트는 MQP 헤더의 Lifetime 필드에 '0' 값을 기록하여 자신의 GA로 전송함으로써 등록 해제를 요청할 수 있다.

Type	Identification	Length
Intermediate Addresses		
Type	Code	Lifetime

(그림 5) 멤버 응답 패킷(MRP) 형식

MRP는 GA가 해당 출발지 호스트에게 등록이 완료되었음을 알리기 위해 사용되는 패킷으로, MRP 헤더 형식은 (그림 5)에서 보인다.

MRP 헤더의 Identification 필드에는 해당 MQP 헤더의 Identification 필드의 값이 그대로 복사된다. Intermediate Addresses 필드에는 수신한 MQP 내의 Intermediate Addresses 필드에 기록된 경로가 역으로 기록되며 이 길이는 Length 필드에 기록된다. Lifetime 필드는 출발지 호스트가 요구한 Lifetime을 초과하지 않는 범위의 값을 가질 수 있다. MRP를 수신한 출발지 호스트는 MRP 내의 Lifetime 필드의 값을 자신의 RC에 저장하고 Lifetime을 주기로 하여 재등록

해야 한다.

각 GA는 방문자 목록 확장(VLE)을 유지하며 그 구조는 (그림 6)에서 보인다. VLE(Visitor List Extension)는 GA가 자신을 통해 해당 HA에 등록된 무선 이동 애드-혹 네트워크 내의 이동 호스트들을 자신의 셀 영역 내의 이동 호스트들처럼 관리하기 위해 사용된다.

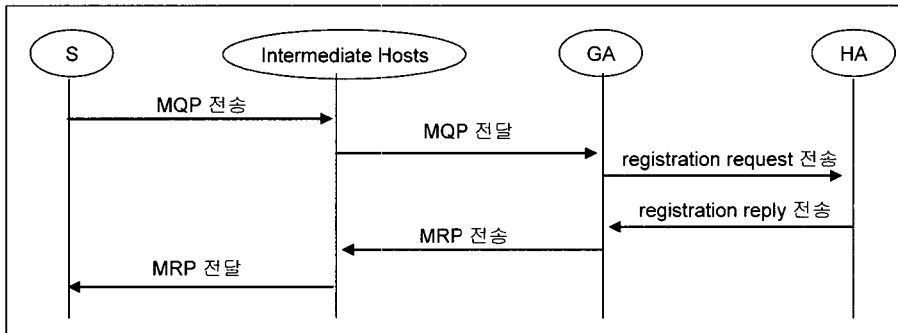
MobileHostName	Intermediate Addresses	Lifetime
----------------	------------------------	----------

(그림 6) 방문자 목록 확장(VLE) 구조

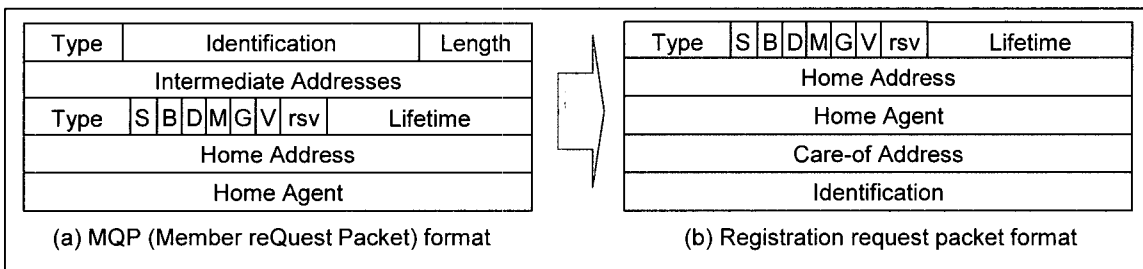
VLE의 MobileHostName 필드에는 해당 GA를 통해 유선 네트워크 서비스를 제공받는 무선 이동 애드-혹 네트워크 내의 이동 호스트 주소가 저장되고, Intermediate Addresses 필드에는 해당 GA로부터 서비스를 제공받는 이동 호스트까지의 경로가 저장된다. 만일 이 필드의 값이 'NULL'이라면 해당 GA가 관리하는 셀 영역 내에 존재하는 이동 호스트임을 의미한다. Lifetime 필드는 멤버 등록 과정을 거쳐 해당 이동 호스트의 HA로부터 허가된 등록 유효 기간이 기록되며, 이 Lifetime 필드의 값이 종료되기 전에 무선 이동 애드-혹 네트워크 내의 해당 이동 호스트로부터 재등록이 수행되지 않은 경우 등록이 해제 되었다고 간주한다.

3.3 기본 동작

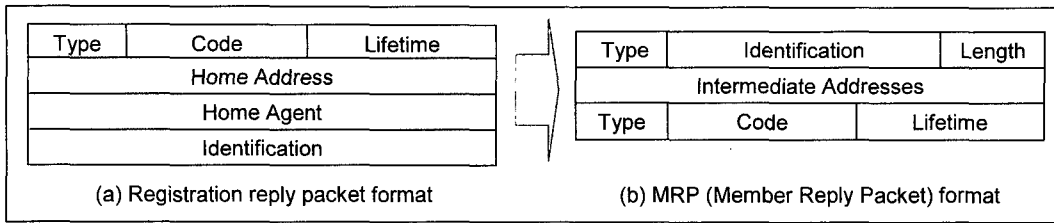
본 논문에서 무선 이동 애드-혹 네트워크 내의 이동 호스트는 경로 설정 단계를 거친 후, 적당한 GA를 선택하여 멤버 등록 단계를 수행하게 된다. (그림 7)은 유선 네트워크 서비스를 사용하고자 하는 무선 이동 애드-혹 네트워크 내의 이동 호스트 S가 자신의 HA로 등록하는 과정을 보인다. 이와



(그림 7) 멤버 등록 과정



(그림 8) MQP를 등록 요청 메시지로 변환



(그림 9) registration reply 메시지를 MRP로 변환

같이 등록과정을 거친 S는 GA를 통해 유선 네트워크 서비스를 제공받을 수 있게 된다.

(그림 7)에서, MQP를 수신한 GA는 자신의 VLE에 해당 정보를 삽입한 후 수신한 MQP를 Mobile-IP의 등록 요청 메시지로 변환하여 S의 HA로 전송한다. 수신한 MQP를 등록 요청 메시지로 변환하는 방법은 (그림 8)에서 보인다.

(그림 8) (a)의 MQP를 수신한 GA는 자신의 Care-of Address를 추가한 다음 수신한 MQP 내의 Identification 필드의 값을 복사 및 추가한 후 두 번째 Type 필드의 앞부분을 제거하여 (그림 8) (b)에서와 같은 Mobile-IP 프로토콜의 등록 요청 메시지를 생성한다.

GA는 S의 HA로부터 등록 응답 메시지를 수신하면 자신의 VLE를 수정한 후 MRP로 변환하여 S로 전송한다. 등록 응답 메시지를 MRP로 변환하는 방법은 (그림 9)에서 보인다.

(그림 9) (a)의 등록 응답 메시지를 수신한 GA는 수신한 메시지 내의 Lifetime 뒤의 정보를 제거하고 자신의 VLE를 참고하여 Type 필드 앞을 삽입함으로써 (그림 9) (b)의 MRP를 생성한다.

3.4 알고리즘

유선 네트워크 서비스를 원하는 이동 호스트(source host)는 먼저, 경로 설정 단계를 거쳐 경로가 알려진 적당한 GA를 통하여 자신의 HA로 멤버 등록 과정을 수행한 후, 해당 GA를 통해 유선 네트워크 서비스를 제공받게 된다. 멤버 등록 요청을 위한 작업 절차는 (알고리즘 1)에서 보인다.

(알고리즘 1) 멤버 등록 요청

```

Tw: timeout for waiting MRP
{
    create a MQP and transmit it to the GA of source host;
    wait(Tw);
    while (not received MRP during Tw)
        perform Discovery Phase;
}
    
```

(알고리즘 1)에서와 같이, 무선 이동 애드-후 네트워크 내의 출발지 호스트는 경로 설정 단계를 통해 선정된 능동 경로를 Intermediate Addresses 필드에 삽입하여 MQP를 생성하고 이를 해당 GA로 전송하게 된다. MQP를 전송한 출발지 호스트는 MRP를 수신한 후 유선 네트워크 서비스를 제공받

을 수 있게 된다. 만일 일정시간 동안 MRP를 수신하지 못하는 경우에는 다시 경로 설정 단계를 통해 새로운 능동 경로를 발견하고 새로운 MQP를 전송하는 과정을 반복하게 된다. 이때, 다른 수동 경로를 유지하고 있다면 경로 단절시 경로 발견 단계를 반복할 필요 없이 바로 재등록 과정을 수행할 수 있게 된다.

MQP를 수신한 무선 이동 애드-후 네트워크 내의 중간 호스트는 수신한 MQP 내의 Intermediate Addresses 필드를 참조하여 해당 경로 상의 다음 호스트로 전달하는 작업을 수행하게 된다. MQP를 수신한 GA는 알고리즘 2에서 보이는 작업을 수행한다.

(알고리즘 2) MQP를 수신한 GA

```

if (Lifetime great than zero)
    insert new entry in VLE; // registration
else
    // release
    delete the entry in VLE;
transform the MQP to registration request message;
send the registration request to the HA of the source host;
wait(received registration reply from the HA of the source host)
update the entry in VLE;
transform the registration reply message to MRP;
send the MRP to the source host;
    
```

만일 수신한 MQP 내의 Lifetime 필드의 값이 '0'보다 큰 경우라면 등록을 요청하는 패킷이므로 자신의 VLE 내에 해당 MQP 내의 정보를 기록한 후 해당 MQP를 Mobile-IP의 등록 요청 메시지로 변환하여 해당 출발지 호스트의 HA로 전송한다. GA가 해당 출발지 호스트의 HA로부터 Mobile-IP의 등록 응답 메시지를 수신하면 자신의 VLE 내의 Lifetime 필드를 수정한 후 MRP로 변환하여 출발지 호스트로 전송한다. 만일 수신한 MQP 내의 Lifetime 필드의 값이 '0'인 경우라면 유선 네트워크 서비스를 제공받은 출발지 호스트가 더 이상 유선 네트워크 서비스를 원하지 않는 경우이므로, 자신의 VLE 내의 해당 정보를 제거한 후 출발지 호스트의 HA로 알림으로써 멤버 등록 해제를 수행할 수 있다.

MRP를 수신한 무선 이동 애드-후 네트워크 내의 중간 호스트는 수신한 MRP 내의 Intermediate Addresses 필드를 참조하여 해당 경로 상의 다음 호스트로 MRP를 전달한다.

4. 성능 평가

본 논문에서 제안하는 프로토콜을 평가하기 위한 시뮬레이션 도구로 C 언어로 구현된 시뮬레이션 라이브러리인 Simlib을 사용하였다[10]. 4.1절에서는 시뮬레이션을 위한 몇 가지 가정 및 시뮬레이션 환경에 대해 기술하고, 4.2절에서는 시뮬레이션 결과를 보인다.

4.1 시뮬레이션 환경

본 논문에서 제안하는 기법은 무선 이동 애드-혹 네트워크 내에서 이동 호스트들의 통신을 위해 dynamic source routing 기법을 사용하면서 노드/링크의 중복을 허용하는 다중 경로를 유지하는 기법이다. 제안 프로토콜의 평가를 위해 Carnegie Mellon 대학 등에서 수행한 시뮬레이션 환경을 참조하였다[11-14].

본 논문에서 출발지 호스트가 GA까지의 경로 설정을 위해 TTL은 '3'으로 설정한다고 가정하였다. 총 시뮬레이션 시간은 1180초로하고 처음 1000초 후에 180초 동안 데이터 패킷을 전송하도록 수행하였다. 본 시뮬레이션을 위해 이동 호스트들의 이동 모델은 random waypoint model을 적용하였으며[15], pause time은 '0'으로 하였다. 데이터 패킷은 512 bytes CBR(Constant Bit Rate)로 가정하였으며, 초당 4개의 패킷을 전송하고, 홉 간의 전송 지연 시간은 30ms라 가정하였다. 무선 이동 애드-혹 네트워크 내에는 총 40개의 이동 호스트들이 존재하며, 전송 범위를 250m로 가정하였다. 각 시뮬레이션은 총 5회 시행하여 평균을 계산하였다.

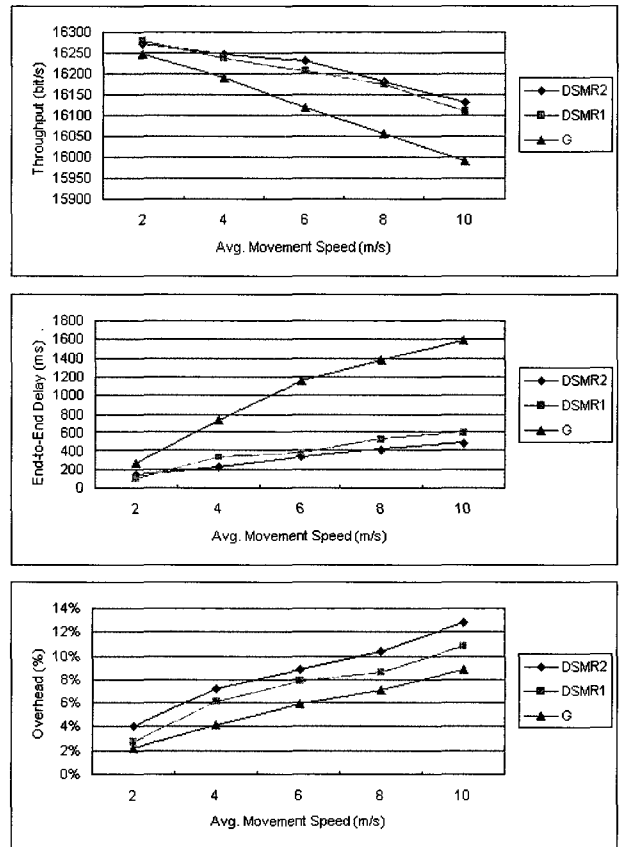
4.2 시뮬레이션 분석

본 논문에서 처리량(throughput)은 초당 수신되는 데이터율(bit/s)로 계산하고, 단대단 지연(end-to-end delay)은 각 패킷의 생성 시간에서 수신 시간을 차감한 값의 평균으로 계산하며, 그리고 오버헤드(overhead)는 수신된 데이터에 대한 생성된 제어 패킷의 율로 계산하였다.

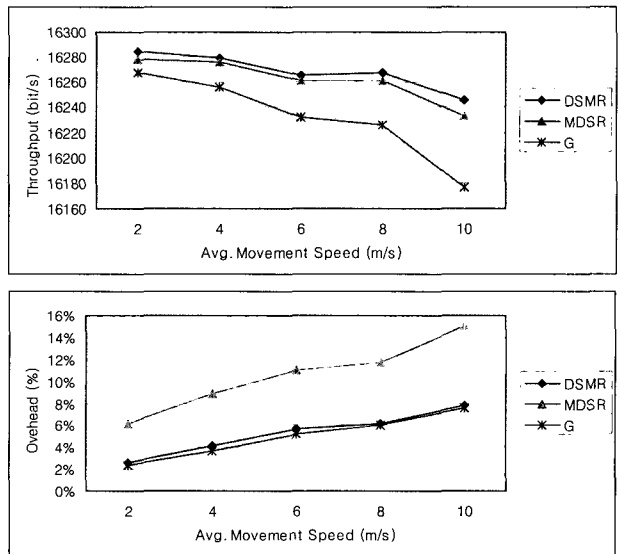
(그림 10)에서는 700m×500m의 무선 네트워크 구간에서 이동 호스트와 GW 간에 단일 경로를 유지하는 일반 연동 기법과 본 논문에서 제안하는 노드/링크 중복을 허용하는 다중 경로를 유지하는 기법에 대한 비교를 보이며, 단일 경로를 유지하는 경우를 G, 최대 3개의 다중 경로를 유지하는 경우를 각각 DSMR1과 DSMR2로 구분하여 네트워크를 구성하는 이동 호스트들의 평균 이동 속도가 2m/s에서 10m/s로 변할 때의 처리량, 단대단 지연, 그리고 오버헤드에 대해 비교하였다.

(그림 10)에서 평균 이동 속도가 증가함에 따라 G의 경우에는 DSMR의 경우에 비해 처리량이 급속히 감소하고 단대단 지연이 급속히 증가함을 알 수 있다. 네트워크를 구성하는 이동 호스트들의 평균 이동 속도가 2m/s에서 10m/s로 증가할 때 P2의 경우 처리량은 약 0.4% 감소하는데 반해 G의 경우에는 약 0.8% 감소하였다. 특히, 단대단 지연에서 큰 차이를 보이는 것은 G의 경우에는 다중 경로를 유지하지 않으므

로 경로 단절시 매번 경로 재설정으로 인한 지연 시간이 초래하게 되기 때문이다. (그림 11)에서는 500m x 300m의 무선 네트워크 구간에서 이동 호스트와 GW 간에 단일 경로를 유지하는 일반 연동 기법(G), 전혀 중복되지 않는 다중 경로를 유지하는 기법(MDSR), 그리고 본 논문에서 제안하는 기법(DSMR)에 대한 비교를 보인다.



(그림 10) 처리량, 단대단지연, 오버헤드



(그림 11) 처리량, 오버헤드

본 논문에서 제안하는 기법을 적용하는 경우는 이동 속도 증가에 대한 처리량, 그리고 단대단 지연의 변화가 적은데 반면, 단일 경로를 유지하는 경우에는 이동 속도 증가에 대한 변화가 매우 큰 것을 알 수 있다. 오버헤드의 증가는 거의 유사하며, 이는 본 논문에서 제안하는 기법이 단일 경로를 유지하는 기법에 비해 다중 경로를 유지하기 위한 오버헤드가 증가하는 반면 경로 단절시 경로 재설정을 위한 오버헤드가 감소하기 때문으로 분석된다. (그림 11)에서 보이는 바와 같이, 노드/링크의 중복성을 허용하지 않는 다중 경로를 사용하는 경우 중간 호스트들이 경로 요청 패킷의 중복 여부를 확인하지 않으므로 이동 속도의 증가에 따라 네트워크 오버헤드가 급속히 증가함으로 알 수 있다.

5. 결 론

본 논문에서는 무선 이동 애드-혹 네트워크 내의 이동 호스트들에게 유선 네트워크의 서비스를 제공하기 위해 무선 이동 애드-혹 네트워크 내의 라우팅 프로토콜과 Mobile-IP를 연동하는 기법에 대해 설명하였다. 이를 위해 기지국들 중에서 무선 이동 애드-혹 네트워크를 위한 라우팅 프로토콜과 Mobile-IP를 동시에 제공하는 GA를 가정하였으며, GA는 무선 이동 애드-혹 네트워크 내의 이동 호스트의 경로 요청에 대해 다중 응답을 하여 다중 경로를 유지하도록 하였다. 특히 GA는 무선 이동 애드-혹 네트워크 내의 이동 호스트로부터 멤버 요청 패킷을 수신하면 Mobile-IP의 등록 요청 메시지로 변환하여 해당 HA로 전송한 후 등록 응답 메시지를 수신하면 이를 무선 ad-hoc 네트워크 내의 이동 호스트를 위한 멤버 응답 패킷으로 변환하는 기능을 수행해야 한다.

현재 홈 네트워크 및 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에 대한 관심이 높아지면서 무선 이동 애드-혹 네트워크를 위한 라우팅 프로토콜에 대한 연구 뿐만 아니라 이를 확장하기 위한 연구가 활발히 진행되고 있다. 본 논문에서 제안하는 기법은 무선 이동 애드-혹 네트워크를 유비쿼터스 컴퓨팅 환경 등으로 확장하기 위한 기반 기술을 제공할 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 권혜연, 신재욱, 이병복, 최지혁, 남상우, 임선배 "이동 Ad-hoc 네트워크 기술 동향," 전자통신동향분석, 제18권, 제2호, pp.11~12, 2003.
- [2] C. E. Perkins, "Mobile IP, Ad-hoc Networking, and Nomenclature," Proceedings on COMPSAC, pp.472~476, Aug., 1996.
- [3] U. Jonsson, F. Aliksson, T. Larsson, P. Johansson, and G. Q. Maguire, "MIPMANET-Mobile IP for Mobile Ad Hoc Networks," Proceedings on Mobile and Ad Hoc Networking and Computing, pp.75~85, Aug., 2000.
- [4] Y. Sun, E. M. Belding-Royer, and C. E. Perkins, "Internet Connectivity for Ad Hoc Mobile Networks," Wireless Information Networks special issue on Mobile Ad Hoc Networks (MANETs); Standards, Research, Applications, Vol.9, Apr. 2002.
- [5] P. Ratanchandani and R. Kravets, "A Hybrid Approach to Internet Connectivity for Mobile Ad Hoc Networks," Proceedings IEEE International Conference on Wireless Communications and Networking, Vol.3, pp.1522~1527, Mar., 2003.
- [6] E. Nordstrom, P. Guningberg, and C. Tschudin, "Gateway Forwarding Strategies for Ad hoc Networks," 5th Scandinavian Workshop on Wireless Ad hoc Networks, May 2004.
- [7] C. E. Perkins, "Mobile IP, Ad-hoc Networking, and Nomenclature," Proc. of COMPSAC, pp.472~476, 1996.
- [8] D. B. Johnson, D. A. Maltz, and Y. Hu, "The Dynamic Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks (DSR)," draft-ietf-manet-dsr-10.txt, 2004.
- [9] A. Nasipuri and S. R. Das, "On-Demand Multipath Routing for Mobile Ad Hoc Networks," Proc. International Conf. on CCN, 1999.
- [10] M. Law and W. D. Kelton, Simulation Modeling and Analysis, 3rd Ed. McGraw-Hill, 2000.
- [11] A. Boukerche, "Performance Comparison and Analysis of Ad Hoc Routing Algorithms," Proc. IEEE International Conf. on PCC, pp.171~178, 2001.
- [12] D. A. Maltz, J. Broch, J. Jetcheva, and D. B. Johnson, "The Effects of On-Demand Behavior in Routing Protocols for Multihop Wireless Ad Hoc Networks," IEEE Journal on SAC, Vol.17, No.8, pp.1439~1453, 1999.
- [13] D. A. Maltz, J. Broch, and D. B. Johnson, "Experiences Designing and Building a Multi-Hop Wireless Ad Hoc Network Testbed," School of Computer Science in CMU, Technical Report 99-116, 1999.
- [14] A. Boukerche, "A Simulation Based Study of On-demand Routing Protocols for Ad Hoc Wireless Networks," Proc. 34th Annual Simulation Symposium, pp.85~92, 2001.
- [15] T. Camp, J. Boleng, and V. Davies, "A Survey of Mobility Models for Ad Hoc Network research", WCMC: Special Issue on Mobile Ad Hoc Networking: Research, Trends and Applications, Vol.2, No.5, pp.483~502, 2002.



김문정

e-mail : tops@ece.skku.ac.kr
1998년 성균관대학교 전기전자및컴퓨터공학부(학사)
2000년 성균관대학교 전기전자및컴퓨터공학부(공학석사)
2005년 성균관대학교 전기전자및컴퓨터공학부(공학박사)

관심분야: 이동 컴퓨팅, 이동 에이전트, P2P 네트워크, 유비쿼터스 컴퓨팅, 홈네트워크



엄영익

e-mail : yieom@ece.skku.ac.kr
1983년 서울대학교 계산통계학과(학사)
1985년 서울대학교 대학원 전산학과(이학석사)
1991년 서울대학교 대학원 전산학과(이학박사)

2000년~2001년 Dept. of Info. and Comp. Science at UCI 방문 교수

2005년 한국정보처리학회 학회지 편집위원장

현재 성균관대학교 정보통신공학부 교수

관심분야: 유비쿼터스 컴퓨팅, 분산 컴퓨팅, 이동 에이전트, 시스템 소프트웨어, 시스템 보안 등