

# Multi-hop기반 모바일 IP망에서 Anycast를 이용한 성능향상 기법

학생회원 예 휘 진\*, 종신회원 정 재 필\*\*, 조성 준\*\*\*

## A Scheme of Performance Improvement Scheme using Anycast in Mobile IP based on Multi-hop

Hwi-Jin Ye\* *Student Member*, Jae-Pil Chung\*\*, Sung-Joon Cho\*\*\* *Lifelong Members*

### 요 약

모바일 IP는 이동 호스트 이용자가 IP 주소를 변경하지 않으면서 자유로이 장소를 이동할 수 있도록 개발된 프로토콜이다. 그리고 ad-hoc 네트워크는 이동 호스트들이 무선 인터페이스를 사용하여 기반망의 도움 없이 자율적으로 구성하는 임시적인 네트워크이다. 본 논문에서는 모바일 IP 프로토콜을 이용하여 현재 가장 각광을 받고 있는 액세스 망인 ad-hoc 네트워크를 연동시켜 ad-hoc 네트워크의 사용자들이 자유롭게 인터넷 서비스를 이용할 수 있는 기술에 대하여 논의한다. 본 논문에서는 기존의 ad-hoc 라우팅 프로토콜에 모바일 IP를 적용하여 ad-hoc 네트워크 간에 향상된 이동성을 지원하기 위한 알고리즘을 제안한다.

**Key Words** : Mobile IP, Ad-hoc Network, Anycast

### ABSTRACT

Mobile IP has been designed to have mobile host users move from place to place without changing their IP address. ad-hoc network is a provisional network whose mobile host users construct networks by themselves without any assistance of infra structure network, using wireless interface. In this paper we discuss the scheme with which ad-hoc network users can access the Internet freely, using mobile IP protocol, and ad-hoc networks are access networks in the spotlight. In this paper we propose algorithm that support enhanced mobility between two ad-hoc networks applying mobile IP at access routing protocol.

### I. 서 론

차세대 네트워크에서 네트워크의 구조는 IP를 기반으로 하는 코어 네트워크와 이를 기반으로 하여 다양한 액세스 네트워크가 존재하는 형태로 구성될 것이다. 다양한 액세스 네트워크 중 기반 망 없이 무선으로 통신이 가능하고, 모바일 노드간의 데이터

송수신이 가능한 ad-hoc 네트워크가 각광을 받고 있다. ad-hoc 네트워크는 특수한 상황에서 기반 망 없이 네트워크를 형성하여 데이터를 송수신하는 망이었지만, 현재는 이런 상황뿐만 아니라 액세스 네트워크의 한 형태로 발전하게 되었다. 또한 코어 네트워크의 IP 계층에서는 기존의 유선 인터넷뿐만 아니라 무선으로 인터넷을 이용하게 하기 위해서

※본 논문은 지식경제부 한국산업기술평가원 지정 한국항공대학교 인터넷정보검색연구센터의 연구비 지원에 의해 수행된 것입니다.

\* 한국항공대학교 대학원 정보통신공학과 통신시스템연구실(haua97@hau.ac.kr),

\*\* 가천의과학대학교 의료공학부 IT학과(jpchung@gachon.ac.kr)

\*\*\* 한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부(sjcho@kau.ac.kr)

논문번호 : 08010-0215, 접수일자 : 2008년 2월 15일

모바일 IP라는 프로토콜이 제안되었다. 그리하여 단순히 ad-hoc 네트워크에서 데이터 송수신이 일어나는 것뿐만 아니라 ad-hoc 라우팅 프로토콜에 모바일 IP를 적용하여 IP를 기반으로 하는 코어 네트워크와 데이터 송수신이 가능할 수 있도록 하는 기술이 다양하게 연구되고 있다[1].

본 논문에서는 IP를 기반으로 하는 코어 네트워크를 이용하여 ad-hoc 네트워크와 임의의 다른 ad-hoc 네트워크 간의 통신이 가능하고, 효율적인 이동성 관리를 지원하는 알고리즘을 제안한다. 또한 ns-2를 이용하여 무선 환경에서의 ad-hoc 알고리즘의 성능을 테스트 하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 모바일 IP 네트워크와 ad-hoc 네트워크에 대해 살펴보고, III장에서는 기존의 ad-hoc 네트워크에 모바일 IP를 적용하여 코어 네트워크와 통합하기 위해 제안된 관련 연구를 살펴본다. IV장에서는 새로 제안하는 알고리즘의 환경 및 동작원리를 설명하고, V장에서는 대표적인 ad-hoc 프로토콜인 DSDV (Destination-Sequence Distance Vector)와 AODV (ad-hoc On-demand Distance Vector)를 테스트 하였으며, 마지막 VI장에서는 결론을 내린다.

## II. 기존 연구

### 2.1 Mobile IP

모바일 에이전트는 자신의 네트워크 내에서 에이전트 광고 메시지를 주기적으로 방송한다. 이 메시지를 통해 모바일 노드는 자신이 위치한 네트워크의 IP 어드레스를 얻을 수 있다. 모바일 노드가 홈 네트워크에 존재한다면 기존의 IP메커니즘에 따라 패킷을 주고받는다. 모바일 노드가 핸드오프를 통해 다른 Foreign Agent (FA)로 이동할 때, 모바일 노드는 방문 네트워크에서 Care of Address (CoA)를 얻어야하며, FA에 의해 할당되어진 FA CoA이거나, Dynamic Host Configuration Protocol (DHCP)에 의해 얻어진 Co-located CoA이다. CoA를 얻은 후, 모바일 노드는 등록 요구 메시지를 현재 위치에서 Home Agent (HA)로 보낸다.

등록 후, HA는 모바일 노드로 향하는 패킷에 대해 패킷을 새로운 CoA로 터널링한다. 즉 모바일 노드의 홈 어드레스로 예정된 패킷은 HA에 의해 캡슐화 된 후, HA에서 CoA로 터널링된다. 터널의 반대편 끝에서 FA나 모바일 노드는 캡슐 해제를 하며, 모바일 노드로 전달한다. 반대로 모바일 노드에

의해 보내어진 패킷은 HA를 통과하여 전달되지 않고, 기존의 IP 라우팅 메커니즘을 사용하여 도착지에 라우팅된다.

Correspondent Node (CN)에서 모바일 노드로 보내어지는 패킷은 모바일 노드가 홈에서 벗어나 있을 때, HA를 거쳐 전달되지만, 모바일 노드에서 CN로 향하는 패킷은 도착지로 직접 라우팅된다. 이러한 비대칭적인 라우팅은 트라이앵글 라우팅이라 한다[2].

그림 1은 모바일 IP 동작 과정을 도식화 한 것이다.

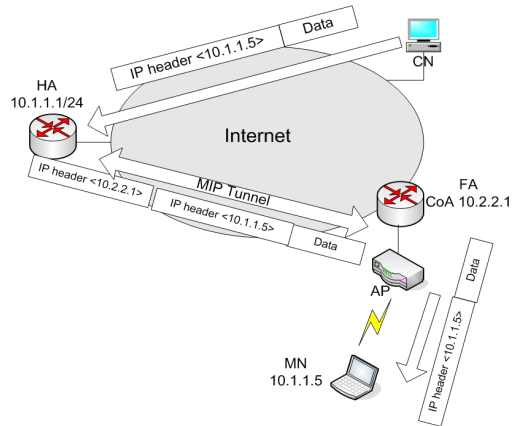


그림 1. 모바일 IP 터널링

### 2.2 ad-hoc 네트워크

ad-hoc 네트워크는 기반망의 도움 없이 무선 인터페이스를 가진 이동 노드들 간에 자율적으로 구성되는 임시적인 네트워크이다. 따라서 ad-hoc 네트워크는 중앙 집중적인 제어를 필요로 하는 기반 망 네트워크와는 상대적인 개념을 가진 네트워크이다. ad-hoc 네트워크는 기반 망과 완전히 독립적인 형태로 존재하거나, 또는 게이트웨이에 의해 기반 망에 인터워킹되는 형태로 존재할 수 있다.

ad-hoc 네트워크를 구성하는 노드는 이동성을 가지기 때문에 네트워크의 토폴로지 또한 시각에 따라 동적으로 변화한다. 노드의 이동성은 새로운 노드의 네트워크 내부로의 진입, 네트워크 내부에서의 노드의 이동, 네트워크 외부로의 노드 이동 등을 들 수 있다. 각 노드는 제한된 무선 전송 거리를 가지기 때문에 노드들이 서로 이동함에 따라 직접적으로 통신이 가능한 이웃 노드들의 집합 또한 함께 변하게 된다. 각 노드는 주기적으로 자신의 존재를 브로드캐스팅하며, 직접적으로 통신이 가능한 이웃 노드의 정보를 항상 유지한다. 이와 같은 이웃 노드

의 정보에 따라 경로 정보를 갱신한다[3].

그림 2는 ad-hoc 네트워크와 기존 단일 홉 네트워크를 비교하여 도식화 한 것이다.

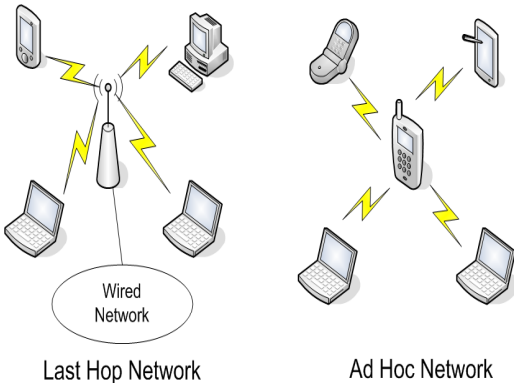


그림 2. ad-hoc 네트워크

### III. 관련 연구

#### 3.1 ad-hoc 라우팅 Extensions

ad-hoc 네트워크에서 이동성 관리를 위한 하나의 방법은 모바일 IP 프로토콜 메커니즘을 지원하도록 ad-hoc 라우팅 프로토콜을 확장하는 것이다. 이와 같은 확장은 현재 모바일 IPv4 에서만 적용되고 있다.

이 알고리즘의 기본적인 원리는 FA를 찾기 위해서, 모바일 IP에서 사용되어지는 링크-로컬 브로드캐스트 대신에 IP 브로드캐스트를 사용하는 것이다. 따라서 ad-hoc 네트워크에서 라우팅 프로토콜들은 각각의 IP 브로드캐스트 기능을 지원할 뿐만 아니라 호스트가 ad-hoc 네트워크 내부에 있는지 외부에 있는지 감지할 수 있게 변경되어야 한다[4].

#### 3.2 Multicast Extensions for Mobile IP

IP 멀티캐스트는 위치 독립적인 어드레싱과 멀티캐스트 그룹에 속하는 호스트들의 집합에만 IP 패킷을 전달하는 것이 가능하다. 이러한 방법은 ad-hoc 네트워크를 지원하기 위해 모바일 IP와 결합할 수 있다.

이 알고리즘의 기본적인 원리는 모바일 노드들의 이동성을 지원하기 위해 모바일 IP를 사용하고, 반면에 이동 ad-hoc 네트워크 안에서 게이트웨이를 발견하기 위해 IP 멀티캐스트를 사용하는 것이다[5].

#### 3.2 Application Specific Enhancements

ad-hoc 라우팅 Extensions과 Multicast -Extensions for Mobile IP는 네트워크 계층에서 구현되는 반면에, 이 장에서는 ad-hoc 네트워크에서 모바일 IP를 효율적으로 활용하기 위해 application-specific enhancements에 대해서 논의한다.

한 연구에서 모바일 노드에게 한결같은 질의 서비스를 제공하는 모바일 IPv4를 위한 게이트웨이 모델을 제안하였다. 이 게이트웨이 모델은 기본적인 ad-hoc 라우팅 프로토콜과 독립적이고, ad-hoc 라우팅 프로토콜뿐만 아니라 모바일 IPv4에서도 동작한다. 모델에서 제공하는 서비스들은 모바일 노드가 게이트웨이를 발견하고, ad-hoc 네트워크 안에서 모바일 노드 스스로 게이트웨이에 등록이 가능하다[6].

### IV. 제안하는 알고리즘

#### 4.1 개요

본 장에서는 앞 장에서 설명한 알고리즘들을 기반으로 향상된 이동성 관리를 갖는 새로운 알고리즘을 제안한다. ad-hoc 네트워크 내 임의의 노드(모바일 노드)가 모바일 IP를 지원하고, 코어 네트워크 내부 혹은 외부에 존재하는 CN와 통신을 하고 있을 때, 모바일 노드가 임의의 다른 ad-hoc 네트워크로 이동했을 경우 지속적으로 CN와 통신을 가능하게 하는 방안을 제안한다.

#### 4.2 주요 구성 요소 기

- a. 에이전트 : 두 네트워크 사이에 위치하여 상호 연결하는 기반 라우터의 역할을 수행하며, 등록된 이동노드들의 우선순위를 저장하는 anycast 테이블을 가지고 있다.
- b. CN : 모바일 노드와 통신하는 상대 노드이다.
- c. 모바일 노드 : 에이전트가 anycast 테이블에서 라우팅 코스트가 가장 작은 모바일 노드로 패킷을 전송하면, 그 패킷을 수신한 모바일 노드는 목적지 주소가 자신이 아닐 경우, 역캡슐화시켜 목적지 노드에게 Multi-hop 라우팅을 통해 전송한다.

#### 4.3 동작 원리

에이전트는 고정 네트워크와 무선 네트워크 혹은 무선 네트워크와 무선 네트워크 사이에 위치하여 두 네트워크의 전송속도나 전송방식 등 상이한 특성을 변환하여 상호 연결하는 기반 라우터의 역할

을 수행한다. 또한 이동 호스트에 관한 위치 정보를 유지함으로써 호스트의 이동성을 지원하게 된다. ad-hoc 네트워크 내 모바일 노드가 처음 코어 네트워크 내부 혹은 외부의 CN와 통신을 할 경우, 앞에서 설명한 알고리즘들을 기반으로 에이전트를 발견하고 패킷을 전송한다. 모바일 노드가 임의의 다른 ad-hoc 네트워크로 이동할 경우 그림 3과 같이 기존의 모바일 IP에서 사용된 메커니즘인 에이전트 발견, 위치 등록, 터널링의 3가지 메커니즘을 통해서 이루어진다.

다음은 제안하는 알고리즘의 동작 순서이다.

- 1) 모바일 노드가 임의의 다른 ad-hoc 네트워크로 이동했을 때, CN는 모바일 노드의 이동 경로를 모르기 때문에 모바일 노드의 이동 전 에이전트로 패킷을 전송한다.
- 2) 이전 에이전트는 IP 패킷을 캡슐화시켜 현재 에이전트로 터널링을 한다.
- 3) 현재 에이전트는 anycast 테이블에서 가장 높은 우선순위를 가진 이동노드의 주소를 CoA 주소로 변환한 후, 모바일 노드가 이동한 ad-hoc 네트워크로 anycast 한다.
- 4) 패킷을 수신한 임의의 이동 노드는 목적지 주소가 자신이 아니면, CoA 헤더를 제거한(De-capsulation) 후 그것을 모바일 노드에게 전달한다.

anycast는 단일 송신자와 그룹 내에서 가장 가까운 곳에 있는 일부 수신자들 사이의 통신을 말한다. 한 호스트가 호스트 그룹을 위해 라우팅 테이블을 효과적으로 갱신할 수 있도록 하기 위해 설계되었다. IPv6는 어떤 게이트웨이 호스트가 가장 가까이

있는지를 결정할 수 있으며, 마치 유니캐스트 통신인 것처럼 그 호스트에게 패킷을 보낼 수 있다. 그 호스트는 모든 라우팅 테이블이 갱신될 때까지, 그룹 내의 다른 호스트에게 차례로 anycast할 수 있다. 임의의 다른 ad-hoc 네트워크로 이동한 모바일 노드는 현재 에이전트에 가까이 위치하면 패킷을 바로 송·수신할 수 있지만 모바일 노드가 현재 에이전트와 멀리 떨어져 위치하면 에이전트는 직접 패킷을 전달할 수 없다. 이 경우 ad-hoc 네트워크의 특성을 이용하여 에이전트가 같은 ad-hoc 네트워크에 있는 임의의 한 노드로 패킷을 전송하면 각 노드 간 패킷 전송을 통하여 모바일 노드로 패킷이 도착한다.

### V. Ad-hoc 라우팅 프로토콜 성능 분석

본 논문에서는 ad-hoc 라우팅 프로토콜을 제안한 anycast 알고리즘에 적용하여 각 프로토콜의 성능을 비교하였다. 본 논문에서의 시뮬레이션은 AODV와 DSDV 라우팅 프로토콜의 throughput과 패킷 손실률을 측정, 그 결과를 비교하였다.

TCP 패킷은 1520 bit로 구성하였고, 모바일 노드의 최고 속도는 20 m/s로 설정하였다. 그림 4에서 DSDV 라우팅 프로토콜은 85 ~ 105초 (20초), 155 ~ 185초 (30초) 동안 throughput이 증가하지 않았다. 이는 85, 155초에 모바일 노드가 임의의 다른 ad-hoc 네트워크로 이동을 시작하였고, 새로운 에이전트를 찾는 동안 CN으로 패킷을 보내지 못하였기 때문이다. 그러나 AODV 라우팅 프로토콜은 지속적으로 throughput이 증가하였다. 이는 AODV 라우팅 프로토콜이 DSDV 라우팅 프로토콜과 달리 경로획득 절차에 의해 얻어진 경로만을 일정시간 동안만 유지하여 좀 더 빨리 에이전트를 발견하기 때문이다. 그림 5에서도, 그림 4의 throughput 결과와 마찬가지로 모바일 노드가 임의의 다른 ad-hoc 네트워크로 이동을 시작할 때(85, 155초), 패킷 손실이 발생한다.

### VI. 결론

본 논문에서는 모바일 IP와 ad-hoc 네트워크의 연동방안에 대해 살펴보았으며, ad-hoc 네트워크에서 코어 네트워크로 접속하는 알고리즘과 효율적으로 이동성을 지원하는 anycast 알고리즘을 제안하였다.

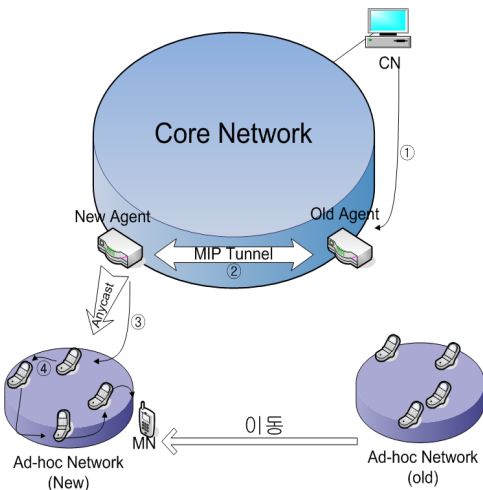


그림 3. anycast를 이용한 모바일 IP

이동 호스트들은 자신이 최초로 등록한 홈 에이전트 영역을 벗어나서 네트워크상에서 접속지점을 수시로 바꾸게 된다. 이러한 이동성을 네트워크 계층에서 지원하는 방안이 모바일 IP이다. 각 지역 네트워크에서는 이동성을 지원하기 위한 에이전트가 존재하는데 이들은 ad-hoc 네트워크 내에 있는 이동 호스트들에게 코어 네트워크로 접속하기 위한 게이트웨이로 동작한다. 본 논문에서 제안한 알고리즘은 ad-hoc 네트워크 내 이동 호스트가 다른 ad-hoc 네트워크로 이동했을 경우 효율적으로 이동성을 지원하기 위해, 코어 네트워크 내 에이전트는 anycast 어드레싱을 사용한다. 이동 호스트가 이동한 ad-hoc 네트워크 내에서 가장 가까운 호스트로 패킷이 전송되고, ad-hoc 네트워크의 특성인 Multi-hop을 이용하여 여러 호스트를 거쳐 목적지 호스트로 패킷을 전송할 수 있다. 또한 무선 환경에서 ad-hoc 라우팅을 비교하여 각각의 특성에 맞는 라우팅 알고리즘을 선택이 가능할 것으로 판단된다.

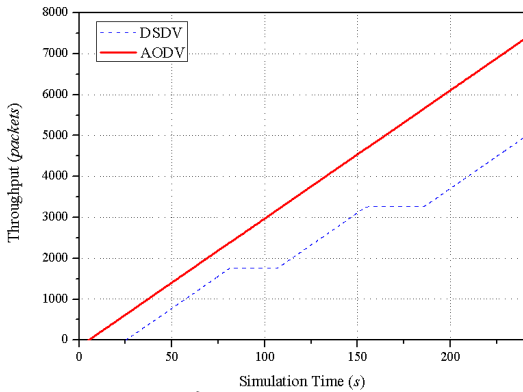


그림 4. Throughput 비교

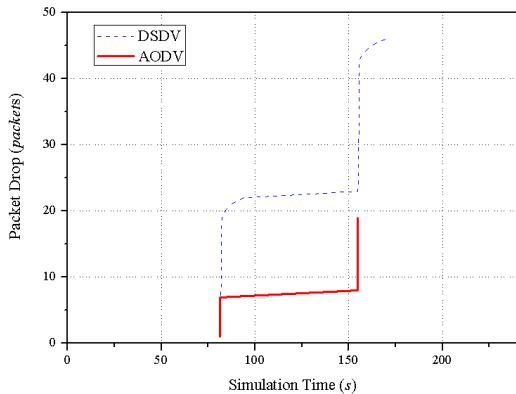


그림 5. 패킷 손실률 비교

참고 문헌

- [1] M. Bechler, L. Wolf, "Mobility management for vehicular ad hoc networks," IEEE Conference Vehicular Technology, vol. 4, pp. 2294-2298, June 2005.
- [2] A. R. Prasad, N. R. Prasad, "802.11 WLANs and IP Networking," Artech House Publishers, 2005.
- [3] C. Siva Ram Murthy, B. S. Manoj, "Ad Hoc Wireless Networks," Pntence Hall, 2004.
- [4] U. Jornsson, F. Alriksson, T. Larsson, P. Johansson, and G. Q. Maguire Jr., "MIPMANET - Mobile IP for Mobile Ad Hoc Networks," in Proceedings of the 1st ACM International Symposium on Mobile Ad Hoc Networking and Computing (MobiHOC), pp.75-85, Aug. 2000.
- [5] A. Mihailovic, M. Shabeer, and A. H. Aghvami, "Multicast for mobility protocol (MMP) for emerging internet networks," in Proceedings of the 11th IEEE International Symposium on Personal, Indoor and Mobile Radio Communications (PIMRC), vol.1, pp. 327-333 Sept. 2000.
- [6] A. Striegel, R. ramanujan, and J. Bonney, "A protocol independent internet gateway for Add Hoc wireless networks," in Proceedings of the 57th IEEE Conference on Local computer Networks, pp.92-101, Nov. 2001.

예 휘 진 (Hwi-Jin Ye)

학생회원



2002년 2월 한국항공대학교 항공통신정보공학과(공학사)  
 2004년 2월 한국항공대학교 대학원 정보통신공학과(공학석사)  
 2004년3월~현재 한국항공대학교 대학원 정보통신공학과 박사과정

<관심분야> Mobile IP, QoS, System Integration

정 재 필 (Jae-Pil Chung)

중신회원



1985년 2월 단국대학교 전자공학과 (공학사)

1989년 8월 단국대학교 대학원 전자공학과 (공학석사)

2000년 8월 한국항공대학교 대학원 통신정보공학과 (공학박사)

1994년~현 재 가천의과학대학교

의료공학부 IT학과 교수

<관심분야> 이동통신, 영상통신, WBAN

조 성 준 (Sung-Joon Cho)

중신회원



1969년 2월 한국항공대학교 항공통신공학과 (공학사)

1975년 2월 한양대학교 대학원 전자통신공학과 (공학석사)

1981년 3월 오사카대학 대학원 통신공학과 (공학박사)

1972년 8월~현 재 한국항공대학

교 항공전자 및 정보통신공학부 교수

<관심분야> 무선통신, 이동통신, 환경전자공학