

# Zone Routing Protocol의 Ad-hoc네트워크 적용에 관한 연구

이 영 노, 김 용 득  
아주대학교 전자공학부

전화 : 031-219-2372 / 핸드폰 : 011-9067-7550

## A study on the Ad-hoc Network Application of Zone Routing Protocol

Lee Young Roh  
Computer Network Lab, Ajou University  
E-mail : dimpol95@hanmail.net

### Abstract

This mobile oriented Ad-hoc network yet steps on development level, related issues and standardization are progressing. This paper presented ad-hoc network's overview and overall property, followed by routing scheme that must be setup for communication between each nodes. Among several routing scheme proposed for standardization, ZRP that is dealt by this paper, is hybrid type algorithm, and only includes advantages of others. This paper presented running process and implementation method, result that is made from network simulation, shows analysis of each parameter values's change. Each parameters changed with many differences according to Zone radius and communication node's location from simulation that was performed changing a number of nodes and a velocity of nodes.

### I. 서론

이동 Ad-hoc 통신망은 기지국과 같은 고정 기반망의 도움 없이 여러 이동 단말기 간의 통신을 통해서 이루어지는 단일 혹은 다중 홉의 임시적인 통신망이다. 이동 ad-hoc 통신망은 주로 기반망이 설치되기 어려운

환경에서 사용되는 임시망의 성격을 갖는다.

이동 ad-hoc 통신망에서는 일반적으로 단말기들이 무선 채널을 통해서 데이터를 broadcast 하게 되고 또한 이동 ad-hoc 통신망에서는 단대단 데이터 전송을 위해서 각각의 이동 단말기가 라우팅 기능을 수행해야 한다.

본 논문에서는 이동 ad-hoc 통신망에서는 단말기들이 자유롭게 이동하기 위한 위해서 확장성과 안정성을 고려한 Hybrid 라우팅 프로토콜을 제안한다. 그 대표적인 프로토콜이 ZRP (Zone Routing Protocol)인데 그에 대한 알고리즘과 성능을 분석한다.

## II. Ad-hoc 네트워크의 라우팅 프로토콜

### 2.1 Ad-hoc 네트워크의 특징

Mobile Ad-hoc Network는 빠르게 변화하는 토폴로지를 가진 Ad-hoc 네트워크 타입이다. 이 네트워크는 전형적으로 넓은 범위를 커버하고 수백, 수천 개의 노드들로 연결된다. <그림 1>에서 일반적인 무선 네트워크는 유선 인프라로서 AP(Access Point)등을 거쳐서 각 노드들이 연결되는 반면 Ad hoc네트워크는 유선 인프라를 동반하지 않고 무선 노드들이 직접 연결되어 구성됨으로써 높은 이동성을 보장하게 된다.

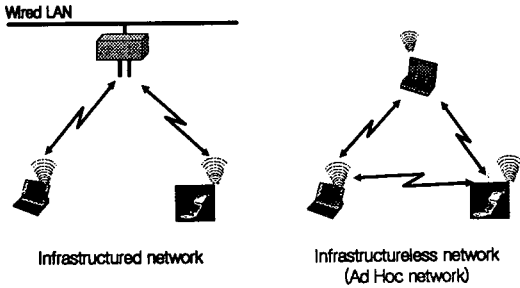


그림 1. 무선 네트워크의 타입

### 2.2 Ad-hoc 네트워크 라우팅 프로토콜의 분류 및 그 특징

루트 정보를 획득하는 방법에 따라 <그림 2>와 같이 Proactive 방식(Table-driven)과 Reactive 방식(On-demand)으로 분류한다.

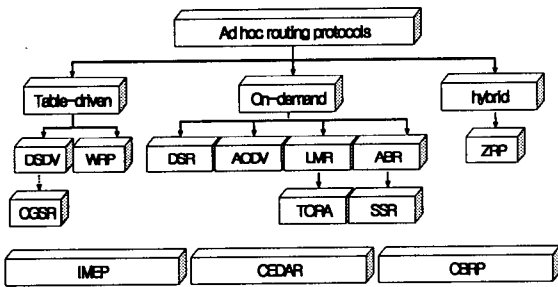


그림 2. 루트 정보 획득 방법에 따른 Ad-hoc 라우팅 프로토콜 분류

Proactive 방식은 유선 인터넷에서의 라우팅 방식과 유사하게 네트워크 토폴로지 상의 변화가 있을 경우, 또는 주기적으로 라우팅 정보를 네트워크 전체로 브로드캐스트한다. Reactive 방식은 트래픽이 발생하는 시점에서 목적 노드로의 루트를 탐색하는 방법이다. 또한 Proactive 방식과 Reactive 방식을 모두 사용하는 혼합형(Hybrid) 라우팅 프로토콜로 본 논문에서 다룰 ZRP(Zone Routing Protocol)가 있다.

## III. ZRP 프로토콜의 구현

### 3.1 ZRP의 Architecture

Cornell 대학의 Haas, Pealman에 의해 제안된 Proactive와 Reactive 방식이 혼합된 알고리즘으로 특징은 다음의 <표 1>과 같다.[1]

Zone Routing Protocol	
특 징	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Intrazone(Routing Zone)에서 Proactive 방식으로 유지                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- Routing Zone은 미리 규정된 Zone Radius 이내(주로 hop수)                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>o 모든 노드는 자신을 기준으로 하는 Routing zone 설정</li> </ul> </li> <li>- IARP(Intrazone Routing protocol)로 구현</li> </ul> </li> <li>• Interzone간에는 Reactive 방식 사용                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- BRP(Bordercast Routing protocol)                                     <ul style="list-style-type: none"> <li>o Packet delivery service</li> </ul> </li> <li>- IERP(Interzone Routing Protocol)</li> </ul> </li> </ul>

표 1. ZRP의 특징

#### (1) Routing Zone

ZRP에서 라우팅 zone은 홉 수로 표시되는 반경  $\rho$ 를 가지고 있어서 중심노드로부터의 거리가  $\rho$ 인 대부분의 노드들을 포함한다.

#### (2) Routing component - IARP, IERP

IARP는 제한된 범위에서 수행되는 proactive routing protocol의 일종으로 노드의 routing zone내에 있는 노드들의 라우팅 정보를 유지한다.

IERP는 IARP에 의해 구축된 지역적 연결 정보를 바탕으로 향상된 경로 탐색과 경로 유지 서비스를 제공하는 reactive routing protocol의 일종이다.[2]

#### (3) BRP(Bordercasting Resolution Protocol)

ZRP에서 Bordercasting은 zone의 경계(border)로 query request를 전송하기 위해 IARP에 의해 제공된 내부 토폴로지 정보를 사용하는데 Bordercast 패킷 전송 서비스는 BRP(Bordercast Resolution Protocol)에 의해 수행된다.[2]

#### (4) NDP(Neighbor Discovery Protocol)

새로운 이웃 노드의 검지 또는 link failure를 검출을 위해서 ZRP는 NDP(Neighbor Discovery Protocol)을 사용한다.[3]

#### (5) ZRP Architecture

<그림 3>는 각 ZRP component간의 관계를 나타낸다.

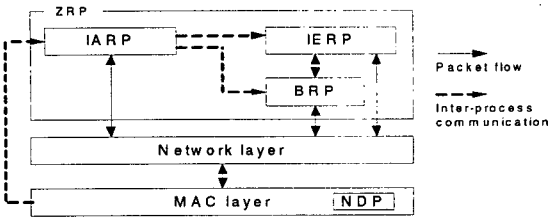


그림 3 . ZRP architecture

경로 업데이트는 NDP에 의해서 이웃 테이블이 갱신되어야 할 시기를 IARP에게 알려줌으로써 실행된다. IERP는 route query에 대한 응답을 위해 IARP의 라우팅 테이블을 사용한다. IERP는 BRP에 query를 실어 포워딩하고 BRP는 query source로부터 넘겨진 route query를 전송하기 위해 IARP의 라우팅 테이블을 사용한다.

### 3.2 ZRP 프로토콜의 구현

#### (1) NS-2상에서 구현할 ZRP 모듈의 설계

NS(Network Simulator)는 UC Berkeley에서 개발한 Event 구동 네트워크 시뮬레이터로, 다양한 IP 네트워크를 시뮬레이션할 수 있다. 현재 C++과 OTcl(Tcl script language with Object-oriented extensions developed at MIT)로 쓰여진 NS-2가 널리 사용되고 있다. 상위 계층의 헤더를 데이터 패킷내의 ZRP 헤더내부로 encapsulation하며, 목적지 노드에서의 ZRP agent는 원래의 패킷을 분해하여 상위 계층으로 전달하게 된다.[4][5]

#### (2) ZRP의 구현

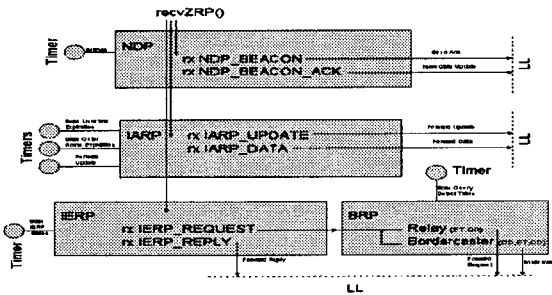


그림 4 . 패킷 플로우 다이어그램

네 가지 component protocol인 NDP, IARP, IERP, BRP의 기능은 ZRPAgent 클래스에 포함되어져 있고 링크 상태 테이블(link state table)과 경로 테이블(route table)을 위한 클래스들을 지원한다. <그림 4>

는 ZRP 구현시의 패킷 플로우 다이어그램을 나타낸다.[4]

ZRPAgent의 핵심은 recv() 메소드와 recvZRP() 메소드이다. recv() 메소드는 상위 또는 하위 계층으로부터 전달되는 패킷을 다루는데 패킷이 상위 계층으로부터 전달되어 왔을 경우에는 해당 패킷이 IARP를 통하여 지역적으로 라우팅이 가능한지를 체크한다. recv() 메소드가 하위계층으로부터 패킷을 수신한 경우에는 ZRP 타입의 헤더를 가지고 forwarding되어 졌음이 확인됨과 동시에 recvZRP() 메소드로 전달된다. recvZRP() 메소드는 ZRP 패킷의 각 타입을 처리하기 위한 switch 문 방식으로 된 루틴으로 구성되어 있다.

## IV. 구현 프로토콜 성능 평가

### 4.1 시뮬레이션 환경

파라미터	값
네트워크 규모	3500 m × 1500 m
모바일 노드 수	20, 40, 60
시뮬레이션 시간	1분(10초부터 데이터 패킷 전송)
노드의 Zone 반경	1, 2, 3, 4, 5(or 6)
노드의 전송 반경	250m
Beacon 주기	5 sec
IARP 업데이트 주기	22 sec
라우팅 프로토콜	ZRP
노드의 이동성	30m/s, 50m/s, 80m/s
데이터 전송 간격	1패킷/0.08s

표 2 . 시뮬레이션 파라미터

각 노드간의 거리를 약 250m 정도 떨어뜨린 완전한 토폴로지로 구성하였고, 실험에서 정의된 각종 파라미터는 <표 2>과 같다.

### 4.2 시뮬레이션 결과

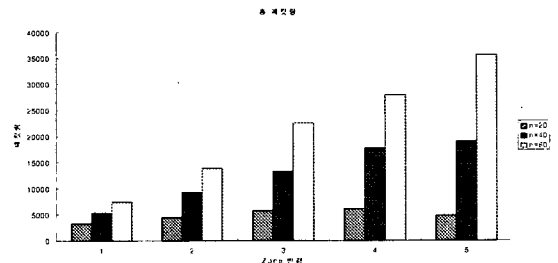


그림 5 . 총 패킷량

<그림 5>는 Zone 반경이 커질수록 네트워크를 이동하는 패킷의 양이 커지고 따라서 네트워크의 부하가

커진다는 것을 나타낸다. 또한 노드의 개수가 증가할 수록 각각의 노드에서 전송하려는 패킷이 증가하므로 트래픽의 증가도 불가피하게 증가할 수밖에 없다.

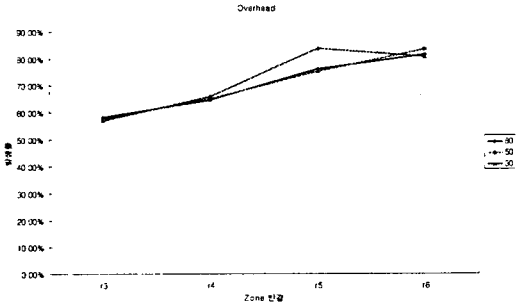


그림 6. 오버헤드 발생률

<그림 6>는 전체 패킷에 대한 IARP 패킷 및 IERP 패킷량의 비율인 오버헤드 발생율을 나타낸다. 각각의 노드 속도에 따른 오버헤드 발생률은 크게 차이가 나지 않고 존의 반경이 클수록 많은 오버헤드가 발생하는 데 이의 대부분은 zone 내부 라우팅 정보를 수집, 관리하기 위해 사용되는 IARP 패킷이라고 볼 수 있다.

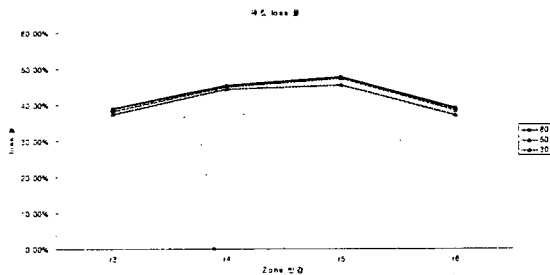


그림 7. Zone 반경에 따른 패킷 손실률

<그림 7>은 노드의 이동에 의해 발생하는 패킷 손실율을 나타낸다. 패킷 손실은 Zone 반경이 커질수록 증가하다가 반경이 5일 때 최대 비율로 발생된다. 노드의 속도에 따라서는 이동 속도가 높을수록 패킷의 손실이 많아짐을 확인할 수 있다.

### V. 결론

본 논문은 모바일 노드들이 자율적으로 망을 구성하고 스스로 라우팅 기능을 가지고 역할을 수행하는 Ad-hoc 망에 대해 알아보았다.

구현된 알고리즘을 바탕으로 수행한 ZRP에 대한 시뮬레이션에서 나온 결과를 보면 ZRP는 노드의 Zone

반경에 따라 패킷의 양과 오버헤드 등이 의존적으로 변화되는 것을 알 수 있다. Zone 반경이 클수록 Zone 내부의 라우팅을 위해 IARP 라우팅 프로토콜의 양은 증가하고 반대로 Zone 외부의 라우팅을 위한 IERP의 양은 감소한다. 패킷의 오버헤드 문제는 노드의 수, Zone 반경에 따라 IARP, IERP를 포함하는 전체 오버헤드 패킷량이 비례적으로 증가하고 이와 함께 데이터 패킷량을 포함하는 전체적인 패킷량도 증가한다. 따라서 전체 패킷량에 대한 오버헤드의 비율도 증가하는 것으로 나타나는 것이다.

동적 네트워크로서 Ad-hoc 네트워크는 노드의 이동성을 최대한 보장하면서 라우팅을 수행하여야 하므로 일반적인 정적 및 수동 라우팅은 적용하기가 힘들다. 또한 무선을 기반으로 이동성이 빈번한 경우 트래픽의 교환에 있어 신뢰성이 문제가 될 수 있다. 이러한 문제와 노드의 전력사용문제, 처리지연문제, 패킷손실 등에 대한 보안작업이 이루어진다면 새로운 라우팅 보조 알고리즘으로 자리 잡을 수 있을 것이다.

### 참고문헌

- [1] Z. J. Haas, M. R. Pearlman, Prince Samar, "The Zone Routing Protocol(ZRP) for Ad Hoc Networks", IETE MANET Internet Draft, July 2002
- [2] Z. J. Haas, M. R. Pearlman, Prince Samar, "Intrazone Routing Protocol(IARP)", "Interzone Routing Protocol(IERP)", "The Bordercast Resolution Protocol(BRP) for Ad Hoc Networks", IETE MANET Internet Draft, June 2001
- [3] Z. J. Haas, M. R. Pearlman, "Providing Ad-hoc Connectivity With Reconfigurable Wireless Networks", Ihaca, New York
- [4] Prashant Gopal Inamti, An implementation of the zone routing protocol in ns-2, January 2003
- [5] NS-2 Manual (<http://www.isi.edu/nanam>)