

이질적인 라우팅 도메인에서 스마트 패킷을 사용한 이동 노드의 라우팅 프로토콜 설정 기법

준회원 최 재 덕*, 노 효 선*, 종신회원 정 수 환*^o, 김 영 한*

Routing Configuration Scheme of Ad hoc Node Using Smart Packet in Heterogeneous Routing Domains

Jaeduck Choi*, Hyosun Roh* *Associate Members*,
Souhwan Jung*, Younghan Kim* *Lifelong Members*

요 약

이동 Ad hoc 노드와 같이 경량화 된 단말들은 이질적인 MANET 라우팅 환경에 따라 동작할 수 있는 특정 라우팅 모듈이 요구된다. 그러나 각각의 라우팅 환경에 따라 필요한 라우팅 모듈들을 경량화 된 이동 단말들이 모두 적재하는 것은 한계가 있으며 비현실적이다. 본 논문에서는 스마트 패킷을 사용하여 경량화 된 Ad hoc 노드들에게 라우팅 환경에 따라 라우팅 프로토콜을 효율적으로 제공할 수 있는 기법을 제안하였다. 라우팅 프로토콜 설정 기법을 위한 스마트 패킷은 특정 MANET 환경에서 필요한 라우팅 실행 모듈을 전송하고, 전송된 실행 모듈은 스마트 패킷 에이전트에서 자동 실행 및 삭제된다. 스마트 패킷 에이전트는 Ad hoc 단말들에게 적합하도록 간단한 기능만을 수행하도록 설계되었다. 또한 본 논문에서는 무선 네트워크 환경에서 DYMO 라우팅 모듈 전송을 통한 Ad hoc 노드의 라우팅 설정 실험을 통해 제안 기법의 실용성을 입증하였다.

Key Words : Heterogeneous Routing Domains, Routing Configuration, MANET, Smart Packet, DYMO

ABSTRACT

Mobile ad hoc nodes are supposed to be equipped with a number of operation modules including a specific routing operation module in heterogeneous MANET environment. It is not possible for a mobile node to carry all the necessary operation modules due to the limited resources. This paper proposes a scheme to reconfiguring mobile ad hoc nodes using smart packets in heterogeneous routing domains. The smart packet protocol has a capability to transfer a binary execution module to a mobile node, by which a node can be equipped with any necessary routing modules in any MANET environment. The proposed smart packet agent is designed to be suitable to a light weight terminal owing to its simple architecture. The utility of the proposed scheme was demonstrated through an example of DYMO scenario in the wireless network.

I. 서 론

Ad hoc 네트워크는 인프라 구조 없이 이동성을

가진 다수의 노드들에 의해 자율적으로 구성되는
임시적인 네트워크로서, 네트워크 전개가 용이하지
않은 지역에서 임시적으로 구성되는 네트워크이다.

※ 본 연구는 21세기 프론티어 연구개발사업의 일환으로 추진되고 있는 정보통신부의 유비쿼터스 컴퓨팅 및 네트워크 원천기반기술개발사업의 지원에 의한 것임.

* 숭실대학교 정보통신 전자공학부 ({cjduck,peterhyo}@cns.ssu.ac.kr, souhwanj@ssu.ac.kr, yhkim@dcn.ssu.ac.kr) (교신저자: ^o)
논문번호: #KICS2006-03-133, 접수일자: 2006년 3월 17일, 최종논문접수일자: 2006년 9월 12일

예를 들어, 화재 및 재난 재해 현장에서 응급 복구를 위한 통신 네트워크, 전쟁 지역에서 보안 통신이 요구되는 군사 네트워크, 컨퍼런스 및 쇼핑몰과 같이 다수의 사용자가 존재하는 네트워크, 온도 및 습도 정보 수집을 위한 실험 환경에서 일정한 데이터를 수집하여 전송하는 센서 네트워크 등 다양한 Ad hoc 망들이 있다. 이러한 망들은 인프라 구조가 없는 순수 Ad hoc 망이지만, 각각의 예에서 응급 복구 현장 및 전쟁 지역에서 지휘본부 또는 쇼핑몰, 컨퍼런스 지역에서 정보 제공기관, 센서 네트워크에서 정보 전송 및 수집을 제어하는 제어 서버 등과 같이 어떤 특정 기능을 수행하는 노드가 존재할 수 있다. 실제로 Zone 기반의 MANET^[2]과 같이 순수 Ad hoc 망에서 ZM (Zone Master)라는 중심 노드를 통해 외부 망과의 연결 또는 자원 소비가 많이 요구되는 연산 수행 등을 이동 단말 대신 수행하여 이동 노드에게 부가 기능 제공 및 이동 노드의 자원을 효율적으로 사용할 수 있는 네트워크 구조가 연구되고 있다.

다양한 MANET(Mobile Ad hoc Network)^[1] 환경으로 인해 이동 단말들은 각각의 환경에서 필요한 네트워크 요구 사항이나 기능들을 수용해야 한다. 한 예로, MANET 환경에서는 노트북, PDA, 센서 노드와 같은 일반 단말들이 패킷 전송 및 포워딩을 위한 라우팅 기능이 필요하다. 이동 Ad hoc 환경에서 라우팅 프로토콜들은 잦은 토폴로지 변화, 재난 현장, 군사 네트워크, 컨퍼런스, 특정 목적의 커뮤니티 등 여러 가지 환경에서 적절하게 사용되기 위해 DYMO^[3], OLSR^[4], ZRP^[5], SEAD^[6], QoSADV^[7], PAR^[8]과 같이 다양한 라우팅 프로토콜들에 대해 연구가 진행되고 있다. 그러나 이동 Ad hoc 노드들은 사용자가 휴대할 수 있는 이동 단말 또는 센서 네트워크와 같이 경량화 된 단말들이기 때문에 MANET의 이질적인 라우팅 환경에 따라 요구되는 라우팅 기능을 모두 적재하여 사용하는 것은 한계가 있으며 비현실적이다. 따라서 다양한 MANET 환경에서 이동 노드가 자원을 효율적으로 사용할 수 있도록 이질적인 Ad hoc 라우팅 도메인에 따른 라우팅 프로토콜 제공 방법이 필요하다.

본 논문에서는 [2]와 같이 이동 Ad hoc 망의 기능을 보조할 수 있는 특정노드에서 스마트 패킷을 사용하여 경량화 된 Ad hoc 노드들에게 이질적인 라우팅 환경에 따라 적합한 라우팅 프로토콜 기능을 효율적으로 제공할 수 있는 기법을 제안하였다.

라우팅 프로토콜 설정 기법을 위한 스마트 패킷은 라우팅 실행 모듈을 전송하고, 전송된 실행 모듈은 스마트 패킷 에이전트에서 자동 실행 및 삭제된다. 스마트 패킷 에이전트는 스마트 패킷 생성 및 자동 실행, 삭제와 같이 간단한 기능만을 수행하기 때문에, 경량화 된 Ad hoc 단말들이 모든 라우팅 모듈들을 적재할 필요 없이 스마트 패킷 에이전트를 통해 라우팅 환경에 따른 라우팅 기능을 적절하게 제공 받을 수 있다. 또한 본 논문에서는 무선 네트워크 환경에서 DYMO 라우팅 모듈 전송을 통한 이동 단말의 라우팅 설정 실험을 통해 제안 기법의 실용성을 입증하였다.

본 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서 Zone 기반의 Ad hoc 환경과 다양한 Ad hoc 라우팅 프로토콜 분류에 대해서 살펴보고, 3장에서 스마트 패킷을 사용한 라우팅 설정 기법을 제안한다. 4장에서 본 논문에서 제안한 기법을 적용한 모의실험을 살펴보고, 마지막으로 5장에서 결론을 맺는다.

II. 관련 내용

이 장에서는 이동 Ad hoc 단말들의 망 특성에 따른 라우팅 프로토콜 설정 기법을 위하여, Zone 기반의 Ad hoc 네트워크 구조와 다양한 라우팅 프로토콜들을 특징별로 분류하여 살펴본다.

2.1 Zone 기반의 Ad hoc 네트워크 구조

Ad hoc 네트워크는 기지국 또는 액세스 포인트와 같은 인프라 구조 없이 다수의 이동 단말들로 이루어진 네트워크 구조로 연구되어 왔다. 그러나 이러한 Ad hoc 네트워크 구조에는 외부 망과의 연결, 망 관리, 이동 단말의 보조 기능을 수행할 수 있는 특정 노드가 존재할 수 있다. Zone 기반의 MANET^[2]에는 풍부한 계산 능력 및 전력 그리고 무선 신호 범위 조절 (f_{ZM} , f_{node}) 능력이 있는 ZM가 존재하여 망이 유지되는 동안 일반 노드가 수행할 수 없는 기능들을 보조하거나 망을 제어한다. 그림 1은 Zone 기반의 MANET 구조를 나타낸다. 한 영역 내에서 ZM는 이동 단말들의 잦은 이동으로 불규칙적인 망구조를 안정적으로 구성할 수 있으며, 두 개의 전파 송수신 능력을 갖는 ZM를 통해 영역 내에서 일반 노드들과 통신할 때에는 f_{node} 범위 내에서 통신하고 f_{ZM} 범위의 전파 능력을 통해 서로 다른 영역간의 통신도 가능하다. 또한 ZM는 많은 양의 연산 및 제어 메시지를 요구하는 라우팅 환경

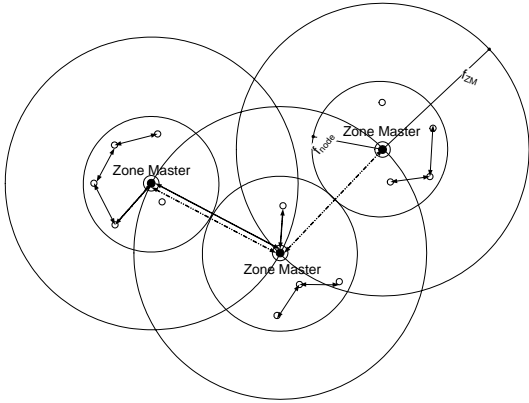


그림 1 Zone 기반의 MANET 환경

에서 이동 단말들을 대신하여 라우팅 테이블 목록을 생성하여 이동 단말들에게 전송하는 기능도 수행할 수 있다.

2.2 Ad hoc 라우팅 프로토콜 특징별 분류

Ad hoc 네트워크 라우팅 프로토콜은 Ad hoc 노드들 간의 통신을 가능하게 하는 기술로서 노드의 잦은 이동 및 동적인 망 구성으로 다양한 종류의 라우팅 프로토콜 연구가 진행 중이다. 그림 2에서는 Ad hoc 라우팅 프로토콜들을 특징별로 분류하였다.

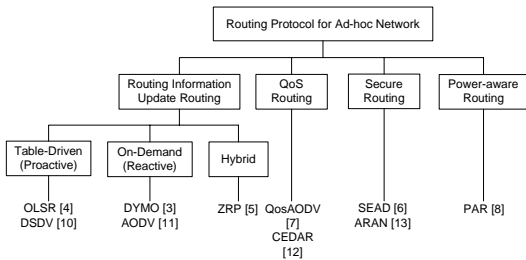


그림 2. Ad hoc 라우팅 프로토콜 분류

Ad hoc 라우팅 프로토콜들은 망 특성 및 특정 기능 요구 사항에 따라 크게 네 가지로 분류할 수 있다. 먼저, 이동 Ad hoc 네트워크는 네트워크 토폴로지의 빈번한 변화로 경로 정보의 관리가 복잡하기 때문에 라우팅 제어 메시지 갱신 방법에 따라서 proactive, reactive, hybrid 방식으로 구분된다. Proactive 방식은 주기적으로 Hello 메시지를 주고받거나 토폴로지 변화가 발생할 때마다 라우팅 테이블을 갱신하여 패킷 발생시 지연 없이 최적의 경로를 통해서 라우팅 하는 방식이고, reactive 방식은 트래픽이 발생하는 시점에서 라우팅 제어 메시지를

주고받아 테이블을 생성하는 방식으로 라우팅 제어 메시지에 대한 부하는 줄일 수 있다. Hybrid 방식은 proactive와 reactive 방식을 혼합하여 사용하는 라우팅 방식으로 대표적인 것이 ZRP^[5]가 있다. 둘째, Ad hoc 네트워크에서도 멀티미디어와 같은 다양한 형태의 서비스가 가능하기 때문에 불안정한 경로 및 최적의 서비스를 제공하기 위해 QoS를 지원하기 위한 라우팅 프로토콜이 연구되고 있다. 셋째, Ad hoc 노드들은 무선 인터페이스를 사용하여 통신하고 있으므로, 군사 네트워크와 같이 중요 데이터를 전달해야 하는 환경에서는 안전한 경로를 확보해야 하기 때문에 보안이 적용된 라우팅 프로토콜이 필요하다. 마지막으로, 이동 노드들은 제한된 용량의 배터리를 갖고 있기 때문에 에너지 사용에 있어 효율적으로 전력을 최소화하기 위한 라우팅 프로토콜이 요구된다.

이와 같이 이동 단말들은 이질적인 Ad hoc 라우팅 도메인에서 적절한 라우팅 기술이 요구되지만 경량화 된 Ad hoc 이동 노드들이 필요한 모든 라우팅 기능을 적재하여 임의의 특정 라우팅 환경에서 적절한 라우팅 기능을 수행하는 것은 한계가 있으며 비현실적이다. 따라서 본 논문에서는 이질적인 라우팅 환경에서 자원이 제한되어 있는 이동 단말들에게 적절한 라우팅 기능을 수행할 수 있도록 라우팅 기능을 제공해주는 기법에 대해서 제안한다.

III. Ad hoc 노드의 라우팅 프로토콜 설정 기법

이 장에서는 실행 모듈을 적재할 수 있는 스마트 패킷 및 적재된 실행 모듈을 자동 실행 및 삭제할 수 있는 스마트 패킷 에이전트와 스마트 패킷을 사용하여 Ad hoc 노드에서 라우팅 프로토콜 기능을 자동 설정하는 기법에 대해서 제안한다.

3.1 스마트 패킷

스마트 패킷은 스마트 패킷 헤더 (SPH), 실행 모듈 헤더 (EMH), 페이로드 등의 세 부분으로 구성된다. 그림 3은 스마트 패킷의 프레임 형태를 나타낸다. SPH는 스마트 패킷의 기본 정보를 포함하는 헤더이고, EMH는 실행 모듈의 정보를 포함하며, 페이로드는 스마트 패킷의 페이로드 부분으로 실행 모듈 또는 데이터 정보를 포함한다.

- Smart Packet Type

실행, 요청, 정보, 응답의 스마트 패킷 유형

- Service ID
서비스 식별자
- Community zone ID
Ad hoc 망의 식별자
- Sequence Number
스마트 패킷의 재전송을 방지하기 위한 값
- Authentication data
스마트 패킷의 인증 데이터 값

EMH는 스마트 패킷에 적재되는 실행 모듈의 정보를 포함한다.

- FileID
실행 모듈 식별자
- File attribute
실행 모듈의 쓰기, 읽기, 실행, 잠금, 숨김, 업데이트 등의 속성

페이로드에는 서비스를 수행하기 위한 실행 모듈 또는 서비스 수행에 필요한 정보를 포함한다.

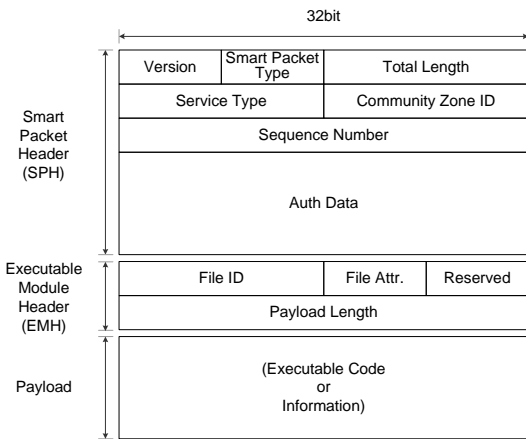


그림 3. 스마트 패킷 프레임

이와 같이 스마트 패킷은 실행 모듈이 전송되는 형태이기 때문에 이질적인 라우팅 도메인에서 경량화 된 이동 단말에게 다양한 라우팅 모듈을 제공하는데 유용하다.

3.2 스마트 패킷 에이전트

스마트 패킷 에이전트는 Ad hoc 이동 노드에서 스마트 패킷을 처리하기 위한 것으로 라우팅 실행 모듈을 자동 실행 및 삭제할 수 있다. 그림 4는 스마트 패킷을 처리할 수 있는 에이전트 구조를 나타

낸다. 스마트 패킷 에이전트는 생성, 실행, 삭제와 같이 세 가지 기능으로 구분된다. 생성 기능은 Ad hoc 노드에서 필요한 라우팅 기능을 제공하기 위해서 스마트 패킷에 라우팅 모듈을 적재하는 부분이다. 라우팅 모듈은 Ad hoc 관리자에 의해 실행 파일 형태로 DB에 저장된다. 이동 노드가 이질적인 라우팅 환경의 ZM 영역으로 이동하면 이동 노드는 자신의 라우팅 모듈 리스트를 스마트 패킷을 사용하여 ZM에게 알려준다. ZM의 스마트 패킷 에이전트는 이동 노드가 전송한 라우팅 모듈 리스트에 필요한 라우팅 모듈이 없을 경우, 라우팅 모듈 DB에 있는 라우팅 실행 파일을 스마트 패킷에 적재하여 생성하고 전송한다. 실행 기능은 ZM에서 모듈을 적재한 스마트 패킷을 이동 노드의 스마트 패킷 에이전트가 수신하여 라우팅 모듈을 자동 실행시키는 부분이다. 라우팅 모듈이 적재된 스마트 패킷을 자동 실행시키기 위해 ZM가 스마트 패킷 유형을 실행으로 표시하여 전송하면 이동 노드는 스마트 패킷에 적재되어 온 라우팅 실행 파일을 "exec(라우팅 실행 파일명)" 함수를 통하여 자동 실행한다. 마지막으로 삭제 기능은 Ad hoc 노드에서 ZM의 MAC 주소 등의 식별자를 통해 Ad hoc 망이 변경된 것을 인식하고 현재 Ad hoc 망과 관계없는 불필요한 라우팅 모듈을 제거한다. 이동 노드가 다른 Ad hoc 망으로 이동하게 되면 새롭게 이동한 Ad hoc 망의 ZM으로부터 스마트 패킷을 전달 받게 되고, 노드의 스마트 패킷 에이전트는 ZM의 MAC 주소 식별자를 통해 노드가 새로운 Ad hoc 망으로 이동하였음을 인식한다. 그러면 이동전 Ad hoc 망에서 전송받은 이전의 라우팅 모듈을 삭제하여 사용되지 않는 라우팅 모듈로 인한 단말의 자원 낭비를 막는다.

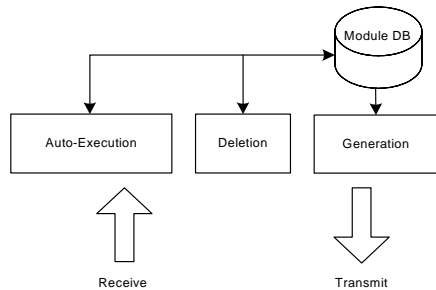


그림 4 스마트 패킷 에이전트 블록도

스마트 패킷 에이전트는 프로그램 코드를 위한 가상 머신 또는 해석기가 필요하지 않고 간단한 패

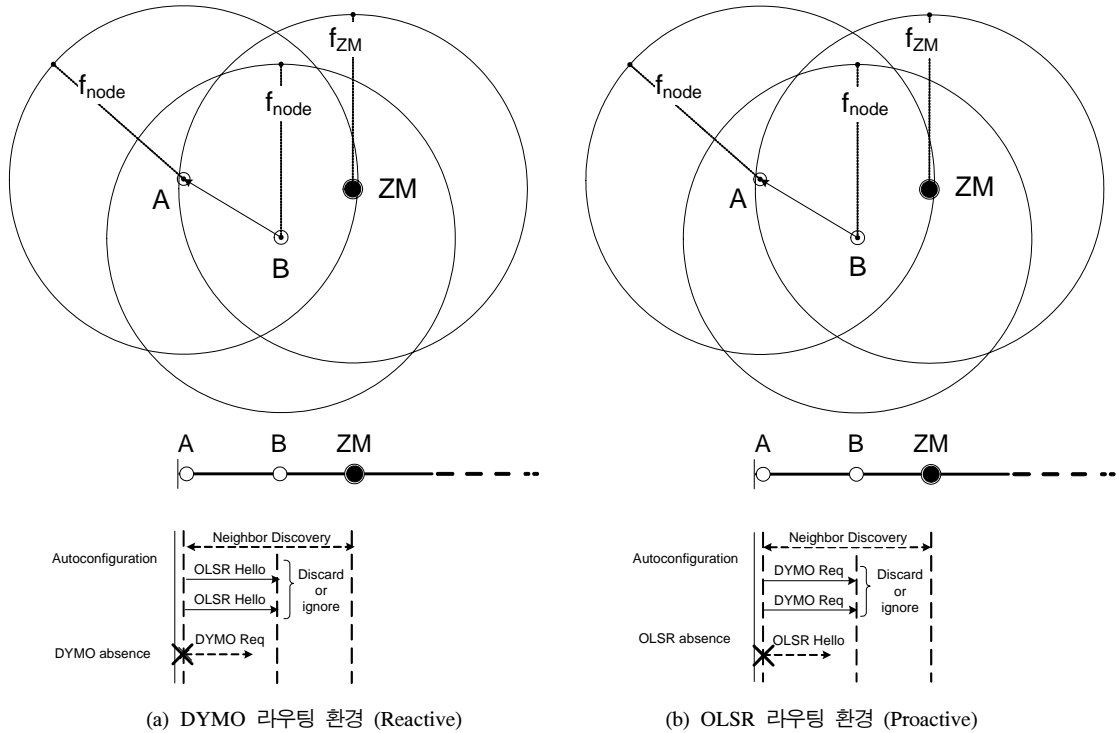


그림 5 이질적인 라우팅 환경에서 문제점

킷 검증과 처리 과정만을 수행하기 때문에 경량화된 이동 단말에서 사용하기에 적합하다.

3.3 스마트 패킷을 사용한 라우팅 설정 시나리오

이번 절에서는 Zone 기반의 MANET 환경과 같이 ZM가 존재하거나, 임의의 Ad hoc 망에서 특정 기능을 수행하는 노드가 있는 환경에서 이동 단말들이 망 환경에 적합한 라우팅 프로토콜 기능을 제공받아 라우팅 동작을 수행할 수 있는 기법을 제안한다.

그림 5는 이질적인 라우팅 환경에서 Ad hoc 노드가 적절한 라우팅 기능이 없어 통신이 불가능한 상태를 보여준다. 그림 (a)는 reactive 기반의 라우팅 환경에서 OLSR 라우팅 기능은 있지만 DYMO 라우팅 기능이 없는 이동 노드 A가 OLSR Hello를 통해 경로를 찾으려고 시도하지만 DYMO 환경이기 때문에 OLSR Hello 메시지에 대한 응답이 없어 경로를 생성할 수 없다. 따라서 이동 노드 A는 reactive 기반의 라우팅 환경에서 통신을 할 수 없는 문제가 발생한다. 이와는 반대로 그림 (b)는 DYMO 라우팅 기능은 있지만 OLSR 라우팅 기능이 없는 이동 단말 A가 proactive 환경에서 통신 할 수 없는 모습을 나타낸다.

그림 6은 이질적인 라우팅 도메인에서 스마트 패킷을 사용하여 라우팅 환경에 맞는 라우팅 모듈을 제공하여 이동 단말이 통신할 수 있는 모습을 나타낸다.

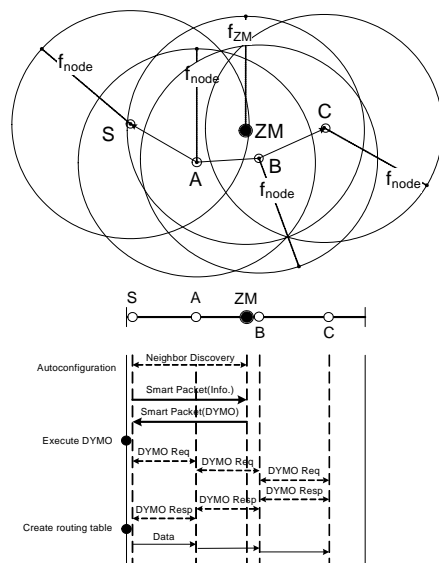


그림 6. Ad hoc 노드에서 스마트 패킷을 사용한 라우팅 설정 시나리오

먼저 DYMO 라우팅 프로토콜 기능이 없는 이동 노드 S가 DYMO 기반의 reactive 라우팅 환경으로 이동하면 IPv6 환경에서 ZM과 ND (Neighbor Discovery) 과정을 통해 주소를 자동 생성 한다^[9]. 또한 노드 S는 현재 노드가 소유하고 있는 라우팅 모듈 리스트를 스마트 패킷을 통하여 ZM에게 알려 준다. 만약 라우팅 모듈 리스트에 DYMO가 없다면, ZM는 현재 영역이 DYMO 기반의 라우팅 영역이기 때문에 스마트 패킷을 통해 이동 노드 S에게 DYMO 라우팅 모듈을 전송한다. DYMO 실행 모듈을 수신한 이동 노드 S는 본 논문에서 제안한 스마트 패킷 에이전트를 통해 실행 모듈을 자동 실행시켜 이동 노드가 DYMO 라우팅 기능을 수행할 수 있도록 지원한다. DYMO가 정상적으로 실행된 S 노드는 C 노드와의 통신을 위해 패킷이 발생 되었을 때 DYMO Request 메시지와 DYMO Response 메시지를 교환하여 경로를 설정한 후 데이터를 전송하게 된다. 이와 같이 제안기법은 이질적인 라우팅 도메인 환경에서 이동 노드가 모든 라우팅 기능을 가질 필요 없이 각 환경에 맞는 라우팅 모듈만을 스마트 패킷을 통해 전송받고 실행시킬 수 있기 때문에 노드의 자원을 효율적으로 사용할 수 있다.

IV. Ad hoc 노드의 라우팅 기능 설정 실험 및 비교

이 장에서는 본 논문에서 제안한 이질적인 라우팅 환경에서 스마트 패킷을 사용하여 Ad hoc 노드에게 DYMO 라우팅 프로토콜 기능을 제공하는 실험을 설명한다.

4.1 실험 환경

본 논문에서는 무선 네트워크 환경에서 DYMO 라우팅 프로토콜 모듈을 스마트 패킷에 적재하여 DYMO 모듈이 없는 이동 단말에게 DYMO 라우팅 기능을 제공하는 실험을 하였다. 실험 환경은 다음과 같다.

- ZM 1대, 이동 노드 2대 : 노트북 PC 3대
 - CPU : Pentium IV 1.7GHz
 - 메모리 : 512 MB
 - 리눅스 커널 버전 : 레드햇 2.4.20-8
 - Wireless LAN 카드 : MMC Wave cast
 - 스마트 패킷 에이전트 크기 : 14.6 kbyte
 - DYMO 모듈 크기 : 314.3 kbyte

- OLSR^[14] 모듈 크기 : 969.5 kbyte

또한 소프트웨어는 레드햇 2.4.20-8 기반의 운영 체제에서 개발한 스마트 패킷 에이전트와 DYMO 실행 모듈 (파일명 : dymod)을 사용하였다. OLSR은 [14]의 오픈 소스를 사용하였다. 스마트 패킷 에이전트의 기능은 스마트 패킷 생성, 실행 파일 자동 실행 및 삭제 기능만을 구현하여 간단화하였다.

4.2 DYMO 자동 설정 실험 및 비교 분석

그림 7과 같이 1대의 ZM와 두 대의 이동 노드를 갖는 환경에서 다음과 같이 이동 노드 S의 기능을 분류하여 실험하였다. 실험 환경에서 라우팅 도메인 환경은 DYMO 환경으로 가정하였다. 또한 이동 노드 D는 DYMO 기능을 갖는 노드로 가정하였다.

- 스마트 패킷 에이전트 설치
- 스마트 패킷 에이전트 미설치 및 DYMO 설치
- 스마트 패킷 에이전트 미설치 및 OLSR 설치

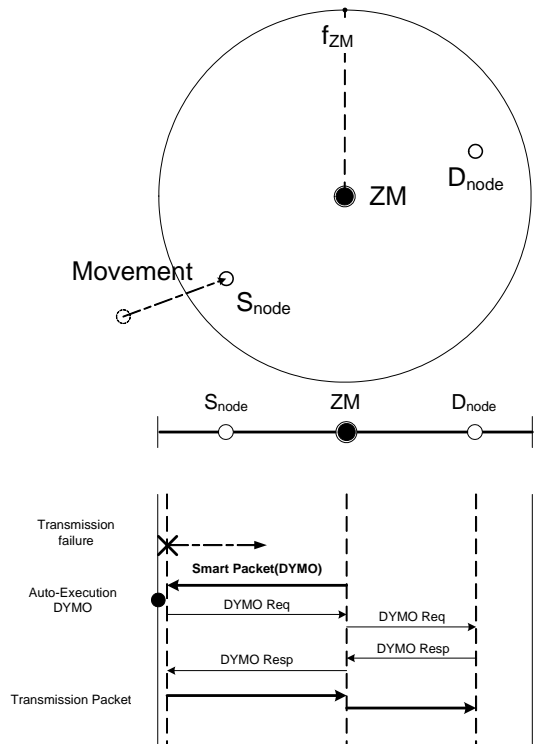


그림 7. 라우팅 설정 실험 망 및 동작 흐름도

먼저 스마트 패킷 에이전트만 설치된 이동 노드 S가 실험 환경으로 진입하였을 때, S 노드는 ZM와

스마트 패킷을 통해 DYMO 라우팅 모듈을 전송받고 자동 실행하여 노드 D와 통신할 수 있다. 두 번째 실험으로 스마트 패킷 에이전트가 설치되어 있지 않고 DYMO 기능이 있는 S 노드는 실험 환경으로 진입하였을 때 바로 DYMO 라우팅 경로 설정을 하고 노드 D와 통신할 수 있다. 그러나 스마트 패킷 에이전트와 DYMO 라우팅 기능이 없는 노드 S에 대해서는 노드 D와 통신할 수가 없다. S 노드가 OLSR 기능이 있지만 실험망은 DYMO 라우팅 환경이기 때문에 둘 간에 라우팅 경로를 설정할 수 없기 때문이다.

표 1은 이동 노드 S의 기능에 따라 라우팅 경로 설정에 소요된 시간을 측정할 값과 통신 가능 상태 여부를 보여준다. 스마트 패킷 에이전트가 설치되어 있고 DYMO 모듈이 설치되지 않은 이동 노드가 DYMO 모듈만 설치되어 있는 경우보다 라우팅 경로 설정에 소요되는 시간이 더 걸리지만 스마트 패킷 에이전트가 설치되어 있는 노드는 평상시 14.6 Kbyte와 같이 작은 메모리 용량을 요구하는 반면 스마트 패킷 에이전트가 없는 노드는 DYMO 모듈 크기인 314.3Kbyte의 용량을 요구하여 메모리 사용면에서는 제안 기법이 더 효율적이다. 이는 스마트 패킷 에이전트가 없는 경우 이동 노드가 N 개의 다양한 라우팅 도메인 환경에 적응하기 위해서 N 개의 라우팅 모듈을 적재해야 하는 오버헤드가 발생한다. 각 라우팅 모듈의 평균 메모리 용량을 X라고 할 때 이동 노드는 (N*X) Kbyte 만큼의 메모리를 차지하게 된다. 그러나 스마트 패킷 에이전트가 설치되어 있는 경우는 각 환경에 필요한 라우팅 모듈만 전송받아 실행하면 되기 때문에 (14.6 + X) Kbyte 만큼의 적은 메모리 용량으로 여러 Ad hoc 망에서 라우팅 프로토콜을 동적으로 설정하여 통신이 가능하다. 이와 같이 제안 기법은 이질적인 라우팅 도메인 환경에서 이동 노드의 자원을 효율적으로 사용하면서 라우팅 프로토콜을 동적으로 설정하여 언제 어디서나 통신이 가능하다.

표 1. 라우팅 경로 설정 소요 시간 및 통신 가능 상태

SPA 설치 여부	설치된 라우팅 모듈	스마트 패킷 전송 시간	라우팅 경로 설정 시간	전체소요 시간	통신 가능 여부
설치	없음	460msec	980msec	1440msec	통신가능
미설치	DYMO	0msec	780msec	780msec	통신가능
미설치	OLSR	0msec	∞	∞	통신불가능

SPA : Smart Packet Agent, DYMO 라우팅 환경

V. 결론

Ad hoc 네트워크는 인프라 구조 없이 이동성을 가진 다수의 노드들에 의해 자율적으로 구성되는 임시적인 네트워크로서, 네트워크 환경에 따라 다양한 라우팅 프로토콜이 존재한다. Ad hoc 환경에서는 라우팅 제어 메시지 갱신 방법, QoS를 지원하기 위한 라우팅 프로토콜, 보안이 적용된 라우팅 프로토콜, 전력을 최소화하기 위한 라우팅 프로토콜과 같이 다양한 라우팅 환경이 존재한다. 이러한 이질적인 라우팅 환경에서 경량화 된 이동 단말이 모든 라우팅 프로토콜 기능을 탑재하여 언제 어디서나 필요한 라우팅 기능을 수행하는 것은 자원이 제한되어 있기 때문에 한계가 있다.

본 논문에서는 MANET의 이질적인 라우팅 도메인에서 스마트 패킷을 사용하여 경량화 된 Ad hoc 이동 단말들에게 망 특성에 적합한 라우팅 프로토콜 기능을 효율적으로 제공할 수 있는 기법을 제안하였다. 또한 본 논문에서는 스마트 패킷을 실제 적용한 실험으로 무선 네트워크 환경에서 라우팅 기능이 없는 이동 단말이 DYMO 라우팅 실행 모듈을 적재한 스마트 패킷을 전송 받아 라우팅 기능을 수행하는 실험을 통해 실제 적용 가능성을 보였다.

참고 문헌

- [1] <http://www.ietf.org/html.charters/manet-charter.htm>, IETF MANET WG, 2005.
- [2] N. Kang, I. Park, and Y. Kim, "Secure and Scalable Routing Protocol for Mobile Ad-hoc Networks," in *Proc. MATA 2005*, October 2005.
- [3] Lan D. Chakeres, Elizabeth M. Royer, and Charles E. Perkins, Dynamic MANET On-demand Routing Protocol, IETF Internet Draft, draft-ietf-manet-dymo-03.txt, October 2005.
- [4] T. Clausen, The Optimized Link-State Routing Protocol version 2, IETF Internet Draft, draft-ietf-manet-olsrv2-00, August 2005.
- [5] Z. J. Hass, "The Routing Algorithm for the Reconfigurable Wireless Networks," in *Proc. ICUPC 1997*, October 1997.
- [6] Y-C Hu, D. B. Johnson and A. Perrig, "SEAD: Secure Efficient Distance Vector Routing for Mobile Wireless Ad Hoc Networks," in *Proc. IEEE WMCSA*, June 2002.

- [7] C. E. Perkins, E. M. Royer, and S. R. Das, Quality of Service for Ad Hoc On-demand Distance Vector Routing, IETF Internet Draft, draft-ietf-manet-aodvqos-00.txt, July 2000.
- [8] S. Singh, M. Woo, and C. S. Raghavendra, "Power-Aware Routing in Mobile Ad Hoc Networks," in *Proc. ACM MOBICOM 1998*, October 1998.
- [9] T. Narten, E. Nordmark, and W. Simpson, Neighbor Discovery for IP Version 6 (IPv6), RFC 2461, December 1998.
- [10] C. E. Perkins and P. Bhagwat, "Highly Dynamic Destination-Sequenced Distance-Vector Routing (DSDV) for Mobile Computers," in *Proc. ACM SIGCOMM 1994*, August 1994.
- [11] C. E. Perkins and E. M. Royer, "Ad Hoc On-Demand Distance Vector Routing," in *Proc. IEEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications 1999*, February 1999.
- [12] P. Sinha, R. Sivakumar, and V. Bharghavan, "CEDAR: a Core-Extraction Distributed Ad hoc Routing algorithm," in *Proc. IEEE INFOCOM 99*, March 1999.
- [13] B. Dahill, B. N. Levine, E. Royer, and C. Shields, ARAN: A Secure Routing Protocol for Ad Hoc Networks, UMass Tech Report 02-32, 2002.
- [14] <http://hipercom.inria.fr/noa-olsr/downloads.html>, NOA-OLSR, Information Network Research Group, Niigata University, 2005.

최 재 덕 (Jaeduck Choi)

준회원



2002년 2월 : 숭실대학교 정보통신전자공학부 졸업
 2004년 2월 : 숭실대학교 정보통신공학과 석사
 2005년 ~ 현재 : 숭실대학교 정보통신전자공학과 박사과정
 <관심분야> 이동 네트워크 보안, VoIP 보안, 네트워크 보안

노 효 선 (Hyosun Roh)

준회원



2005년 2월 : 숭실대학교 정보통신전자공학부 졸업
 2005년 ~ 현재 : 숭실대학교 정보통신전자공학과 석사과정
 <관심분야> 이동 네트워크 보안, 네트워크 보안

정 수 환 (Souhwan Jung)

종신회원



1985년 2월 : 서울대학교 전자공학과 학사
 1987년 2월 : 서울대학교 전자공학과 석사
 1998년~1991년 : 한국통신 전임 연구원
 1996년 6월 : University of Washington 박사
 1996년~1997년 : Stellar One SW Engineer
 1997년~현재 : 숭실대학교 정보통신전자공학부 부교수
 <관심분야> 이동인터넷 보안, 네트워크 보안, VoIP 보안, RFID/USN 보안

김 영 한 (Younghan Kim)

종신회원



1984년 2월 : 서울대학교 전자공학과 학사
 1986년 2월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 석사
 1990년 8월 : 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 박사
 1987년 1월~1994년 8월 : 디지털정보통신연구소 데이터통신 연구부장
 1994년 9월~현재 : 숭실대학교 정보통신전자공학부 부교수, 통신학회 인터넷 연구회 위원장, VoIP포럼 차세대기술분과위원장
 <관심분야> 컴퓨터네트워크, 인터넷 네트워킹, 이동 데이터 통신망.