

# 구성노드의 이질적 특성을 활용한 확장된 AODV Ad-Hoc 라우팅 프로토콜 제안\*

유환석<sup>o</sup> 박준희\*\* 김상하\*

\*충남대학교 컴퓨터 과학과

\*\*한국전자통신연구원

\* (grep, shkim)@cclab.cnu.ac.kr, \*\* juni@etri.re.kr

## A Propose of the Extended AODV Ad Hoc Routing Protocol using the Heterogeneties of Constituent Nodes

Hwan-Souk Yoo\* Jun-Hee Park\*\* Sang-Ha Kim\*

\*Dept. of Computer Science, Chung-Nam National University

\*\*Electronics and Telecommunications Research Institute

### 요 약

인터넷에는 다른 하드웨어적 특성을 갖는 다양한 형태의 이동노드가 존재한다. 이러한 특성이 무선 통신 과정에 반영되어 다양한 문제가 발생한다. 이동노드로만 구성된 무선 ad-hoc 네트워크는 이와 같은 특성에 큰 영향을 받게 된다. 기존의 ad-hoc 네트워크 라우팅 프로토콜은 목적 노드에 도달하기 위한 경로의 발견과 관리에 연구가 집중되었으며, 최근 이동노드의 특성을 라우팅 과정에 반영하기 위한 연구가 시작되고 있다. 본 논문은 ad-hoc 라우팅 프로토콜에서 이동노드가 갖는 이질적 특성을 라우팅에 반영하고, 이를 AODV 라우팅 프로토콜에 적용하기 위한 메커니즘을 제안한다. 본 메커니즘은 이동노드의 특성을 이용한 Proactive 방식의 노드가 추가되어 일반 이동노드에게 다중 홉의 경로에 대한 패킷 전송을 대신하며 주변 이동 노드에게 다중 홉의 라우팅 정보를 제공한다. Reactive 방식의 노드는 Proactive 방식의 노드를 발견하고 이용하기 위해 기능을 확장하였다. 이를 통하여 안정적인 경로를 선택 할 수 있으며 ad-hoc 네트워크 망의 확장이 가능하다.

### 1. 서론

인터넷에는 다른 하드웨어적 특성을 가지고 다양한 무선 이동노드가 존재한다. 이러한 특성은 배터리 용량, 전파의 전송 범위, 노드의 이동성 등과 같이 다양하다. 이와 같은 다양한 특성이 이동 통신 과정에 반영되어 단방향 링크(Unidirectional link), 전력 소모의 불균형, 불안정한 경로의 선택 등의 문제점이 나타난다. 특히 이동노드로만 구성된 무선 ad-hoc 네트워크에서는 기존의 기반구조(infrastructure) 망보다 더 큰 영향을 받는다.

기존의 ad-hoc 네트워크 프로토콜의 연구는 목적 노드에 도달하기 위한 경로의 발견과 관리에 대하여 집중 되어 있다. 최근 이동노드의 특성에 대한 중요성이 부각되고 있으며, 이를 라우팅에 반영하기 위한 메커니즘이 연구가 시작되고 있다.

본 논문은 ad-hoc 네트워크에서 이동노드가 갖는 이질적 특성을 경로 설정에 반영하기 위한 메커니즘을 제안한다. 본 메커니즘은 목적지로 도달하기 위한 다중

경로 중 이동노드의 특성을 고려한 경로 선택한다. 이동노드의 특성을 반영하여, Proactive 방식으로 라우팅 정보를 관리하는 이동노드의 개념이 추가 되어 ad-hoc 기반구조(ad-hoc infrastructure)를 형성한다. 일반 이동노드는 Reactive 방식으로 동작하며 Proactive 방식으로 동작하는 노드를 이용하여 통신을 수행한다. 그리고 이를 AODV(Ad hoc On-Demand Distance Vector)에 적용하기 위한 방안을 제안한다.

이를 통하여 보다 안정적인 경로를 선택 할 수 있으며 ad-hoc 네트워크 망의 확장이 용이 하다. 또한 경로 설정을 위한 요청 메시지를 감소 시킬 수 있다.

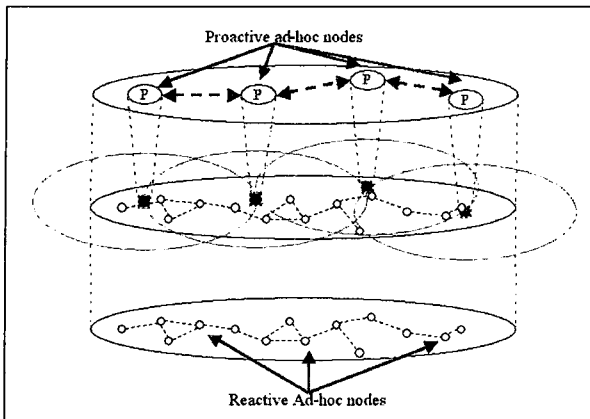
이 논문의 다음과 같이 구성되어 있다. 2장에서는 이동노드의 특성을 지원하기 위한 프레임워크에 대하여 살펴보고, 3장에서는 본 메커니즘을 AODV에 적용하기 위한 메시지의 확장에 대하여 살펴 본다. 4장에서는 결론과 향후 발전 방향에 대하여 알아본다.

### 2. 프레임워크

대부분의 이동노드는 배터리(Battery) 주전원으로 사용하므로 통신 과정에도 전력 소모를 줄이기 위하여 무선 전송범위의 제약과 Reactive 방식으로 라우팅

\* 본 논문은 BK21 대전-충남 정보통신 인력양성사업단 RA에 의해 지원되었습니다.

정보를 관리한다. Reactive 방식은 전력의 소모를 줄일 수 있지만 Proactive 방식보다 초기 경로 설정 과정에 지연시간이 상대적으로 많이 요구된다. Proactive 방식은 사용자의 요구 없이 주기적으로 라우팅 정보를 교환하므로 전력 소모가 Reactive 방식보다 상대적으로 크다. 하지만 경로 발견을 위한 초기 설정 시간이 짧고 상대적으로 많은 정보를 관리할 수 있다.



[그림1] ad-hoc 기반구조(ad-hoc infrastructure)

본 프레임워크는 ad-hoc 네트워크에서 노드의 하드웨어적 특성을 이용하여 하나의 노드가 Proactive 방식과 Reactive 방식을 동시에 이용한다. 두 가지의 방식을 모두 사용하여 각 방식의 단점을 보완할 수 있다. [그림1]은 ad-hoc 기반구조를 나타내고 있다. 본 프레임워크에서는 이동노드를 라우팅 테이블 관리 방식에 따라 Proactive 방식의 노드와 Reactive 방식의 노드로 구분한다.

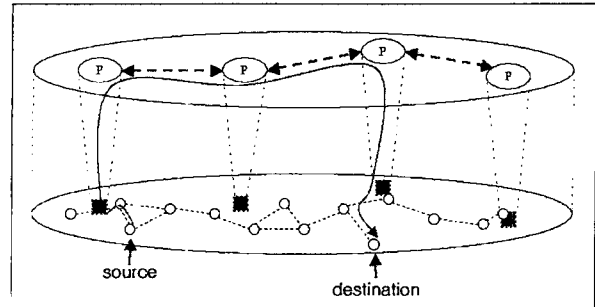
### 2.1 Proactive 노드

이동노드가 경로 설정을 위하여 경로 요청 메시지를 브로드캐스트를 사용하여 전송하면 이 메시지는 ad-hoc 네트워크에 전파된다. 이 메시지를 Proactive 노드, 다중 홉을 거쳐 목적노드에 대한 경로를 알고 있는 노드 그리고 목적 노드가 전송 받게 된다.

이 경우 Proactive 노드는 이전의 라우팅 정보 교환을 이용하여 목적노드에 접근 가능한 Proactive 노드를 발견할 수 있다. 이 Proactive 노드는 경로 요청 메시지의 소스에게 자신이 목적노드에 경로 응답 메시지를 전송한다. 경로 응답 메시지를 수신한 소스노드는 Proactive 노드에게 패킷을 전달하게 되고 Proactive 노드는 해당 Proactive 노드에게 패킷을 전송한다. 이를 전송 받은 Proactive 노드는 라우팅 정보를 사용하여 목적노드에 패킷을 전송한다. 이를 통하여 전력에 민감한 이동노드를 통하여 패킷을

전송하지 않으며 보다 작은 홉수를 갖는 경로를 통하여 전송한다. 또한 초기에 Reactive 방식이 가지고 있는 문제점인 초기 설정과정의 지연 시간을 줄일 수 있다.

만약 Proactive 라우팅 정보로 노드를 찾지 못하면 Reactive 방식의 경로 발견 방법을 사용하여 경로를 찾는다.



[그림2] Proactive 노드를 사용한 패킷 포워딩

[그림2]는 Reactive 노드가 다중 홉의 노드와 통신을 하기 위해 Proactive 노드를 중간 경로로 이용하는 과정을 나타낸다.

기존의 ad-hoc 라우팅 프로토콜은 ad-hoc 망의 확장에 따라 경로 요청 메시지를 보다 많은 노드에게 전달하기 위하여 TTL(Time To Live) 값을 증가해야만 한다. 하지만 본 메커니즘은 Ad-hoc 네트워크가 확장되어도 Proactive 노드만이 확장된 정보를 관리하므로 Reactive 노드는 영향을 받지 않는다. 또한 Proactive 노드 간의 라우팅 정보 교환으로 다중 홉의 노드에 대한 정보를 통신의 시작 이전에 얻을 수 있다. Proactive 노드는 이 라우팅 정보를 이용하여 경로 요청 메시지에 대하여 Proxy 역할을 수행한다. Reactive 노드는 Proactive 노드에게 전달 가능한 TTL(Time To Live) 값을 설정하여 최초의 요청 메시지를 전송한다. Proactive 노드의 라우팅 정보에 목적노드에 대한 정보가 있다면 경로 응답 메시지를 소스노드에게 전송한다. 만약 Proactive 노드를 통하여 경로를 찾을 수 없다면 TTL 값을 재설정하여 경로 설정 메시지를 전송한다. 이와 같이 TTL 값을 조정하여 ad-hoc 네트워크에 메시지가 브로드캐스트 되는 것을 방지할 수 있다.

Proactive 노드는 Hello 메시지를 사용하여 주변의 Proactive 노드를 발견하고 주기적으로 라우팅 정보를 교환한다. 이 과정에는 일반적으로 유선 망에서 사용되는 라우팅 프로토콜이나 DSDV 같은 ad-hoc 라우팅 프로토콜을 사용한다. 이 라우팅 정보는 Reactive 라우팅 프로토콜에 의해 동적(dynamic)으로 설정된 Host-specific 라우팅 정보와 정책적으로 설정된

정적(static) 라우팅 정보를 라우팅 정보를 모두 포함하고 있다. 이를 통하여 주변의 Reactive 이동노드에게 라우팅 정보를 제공할 수 있으며, 사용자 정책에 따라 설정된 정적 라우팅 정보를 통하여 Default 라우팅 수행 가능하다.

### 2.2 Reactive 노드

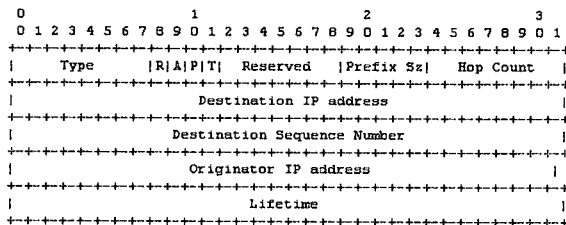
Reactive 노드는 기존의 라우팅 프로토콜의 노드와 유사하다. Proactive 노드와의 연동을 위하여 다음과 같은 기능의 확장이 이루어져야 한다.

- 경로 요청 메시지의 확산 범위를 줄이기 위하여 TTL 값을 동적으로 조절하기 위한 메커니즘
- 목적지로 도달하기 위한 여러 개의 경로 중 Proactive 노드를 경유한 최적의 경로를 선택하기 위한 메커니즘
- 소스노드와 목적노드 간의 홉 수가 소스노드와 Proactive 노드보다 작을 경우의 경로 선택 메커니즘

Reactive 노드는 Proactive 노드의 Hello 메시지를 수신하여 현재 위치에서의 Proactive 노드를 알 수 있다. 초기에 경로설정을 위하여 Reactive 노드가 경로 요청 메시지를 전송하면 현재 ad-hoc 네트워크에서 사용되고 있는 ad-hoc 라우팅 프로토콜에 의하여 Proactive 노드에게 전달된다. Proactive 노드는 Reactive 노드에게 경로 응답 메시지를 되돌려 보낸다. 이때 Reactive 노드는 목적노드와 Proactive 노드로부터 모두 메시지를 받을 수 있다. 이 경우 홉수를 비교하여 경로를 선택한다.

### 3. AODV에 적용하기 위한 메시지의 확장

본 장에서는 제안된 메커니즘을 AODV에 적용하기 위한 방안을 제안한다.

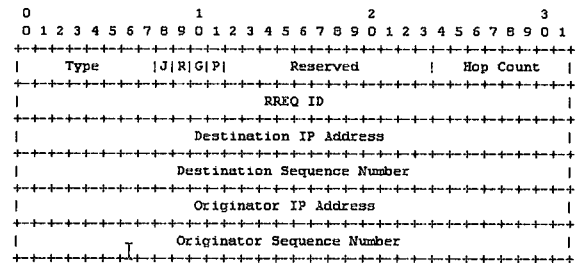


[그림3] 확장된 RREP 메시지 포맷

[그림3]은 확장된 RREP 메시지 포맷을 나타낸다. Proactive 노드는 RREP 메시지를 전송 할 경우 'P' 항목을 값을 '1'로 설정한다. RREP 메시지를 사용하는 Hello 메시지의 경우 'T' 항목이 설정되어 주변

노드에게 전송한 경우, 주변 노드는 이 노드를 통하여 경로 설정을 하지 않는다.

RREQ(Route Request) 메시지는 Reactive 노드가 경로 설정을 과정 중 명시적으로 Proactive 노드를 통한 경로를 찾기 위한 기능을 추가하였다. 일반 Reactive 노드가 'P' 항목이 설정되어 있는 RREQ 메시지를 전송 받은 경우 더 이상 주변으로 전송하지 않고 패킷을 폐기한다.



[그림4] 확장된 RREQ 메시지 포맷

### 4. 결론

본 논문에서는 ad-hoc 네트워크 환경에서 Proactive 방식으로 동작 가능한 노드를 지원하기 위한 메커니즘을 제안하였다. Proactive 노드를 중간 경로로 사용하여 안정적인 경로를 선택 가능하며, ad-hoc 네트워크 망이 확장되는 경우 패킷의 지연을 감소 할 수 있다. 또한 Proactive 노드가 이동노드의 경로 설정 요청 메시지를 대하여 대신 응답 메시지를 전송하여 요청 메시지가 브로드캐스트 되는 것을 줄일 수 있다. 앞으로의 연구 방향은 Proactive 노드간의 라우팅 프로토콜에 관련된 연구가 필요하며, 다중 Proactive 환경에서 Reactive 노드의 경로 설정 방안 에 대한 연구가 요구된다.

### 5. 참고문헌

- [1] C.E.Perkins and E.M.Royer, "Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing," Internet-Draft, draft-ietf-manet-aodv-10.txt, 19 January 2002
- [2] C.E.Perkins and E.M.Royer, "Ad-hoc On-Demand Distance Vector Routing," Proceedings of 2<sup>nd</sup> IEE Workshop on Mobile Computing Systems and Applications, Feb. 1999.
- [3] E.M. Royer and C.E.Perkins, "Global Connectivity for IPv4 Mobile Ad hoc Networks," Internet-Draft, draft-royer-manet-globalv4-00.txt, 14 November 2001
- [4] C.-K.Toh, "Maximum Battery Life Routing to Support Ubiquitous Mobile Computing in Wireless Ad Hoc Networks," IEEE Communications, Jun., 2001, pp.138 - 147.