애드 혹에서 신뢰성 향상을 위한 라우팅 프로토콜

김경자° 홍성옥 장태무
동국대학교 컴퓨터공학과
sunaunt°@freechal.com jtm@dgu.edu

A Routing Protocol for Improving Reliability in Ad-Hoc Networks

Kyoung-Ja Kim°, Sung-Ock Hong, Tae-Mu Chang
Dept. of Computer Engineering, Dongguk University

요 약

애드 혹 네트워크는 고정된 기반 구조 없이 이동 호스트들로만 구성된 네트워크 망이다. 애드 혹 네트워크는 노드의 잦은 이동으로 인한 토폴로지의 잦은 변화로 관리면에서 많은 어려움을 가지고 있다. 따라서 애드 혹 네트워크에서의 라우팅 경로에 대한 신뢰도를 높이는 방법의 중요도가 커지고 있다.

본 논문에서는 기존의 Zone Routing Protocol을 응용하여 만든 Clustered Zone Routing Protocol을 기반으로 하여 라우팅 경로의 신뢰도를 향상시키고자 한다. 기존의 라우팅 프로토콜에 비해 경로상의 노드끼리의 인증을 통한 보안성을 증가시키고, 질의 제어 메커니즘을 통해 전체적인 질의 제어 메시지의 수를 감소시키고자 한다.

1. 서 론

애드 혹 망은 전형적인 무선 네트워킹과는 다른 새로운 무선 네트워킹 패러다임으로 기존 유선 망의 하부 구조에 의존하지 않고 이동 호스트들로만 구성된 네트워크이다. 따라서 노드의 이동이 잦은 관계로 네트워크의 토폴로지가 동적으로 변화한다. 네트워크의 토폴로지의 변화는 루트 정보의 갱신을 야기시켜 루트 정보의 관리를 복잡하게 하며, 이를 위한 라우팅 제어 메시지는 네트워크의 오버헤드로서 작용하게 된다. 이에 라우팅 제어 메시지의 감소를 위한 방안과 루트 정보의 효율적인 관리를 위한 연구들이 진행되고 있다. 본 논문에서는 라우팅 경로의 신뢰성을 향상시키기 위한 방안으로 노드간의 인증을 통한 경로 설정 방안을 제안하고자 한다. 본 논문의 방법으로 기존의 Zone Routing Protocol과 비교하여 네트워크의 오버헤드로 작용하는 질의 제어 메시지의 수를 줄일 수 있다.

2. 관련 연구

애드 혹 네트워크에서 라우팅 프로토콜은 크게 Proactive와 Reactive 프로토콜로 분류된다.Proactive 라우팅은 전체 네트워크 최신의 라우팅 정보 테이블을 유지한다. 이 테이블을 통해 패킷을 보내고자 할 때, 즉시 라우팅 경로의 사용이 가능하게 된다. 단, 주기적으로 라우팅 메시지의 교환이 이루어져야 하므로 제어 오버헤드가 높다는 단점이 있다. 애드 혹 라우팅 프로토콜에는 Destination Sequenced Distance Vector Routing(DSDV), Clusterhead Gateway Switch Routing(CGSR), Wireless Routing Protocol(WRP)등이 있다. 반면에 Reactive 프로토콜은 Route 경로 요구가 있을 때에 라우팅 메세지를 교환하여 라우팅 경로를 설정하게 된다. 요구가 있을 때에 경로가 설정되기 때문에 제어 오버헤드가 적으나, 첫번째 패킷을 전송하기 전에 라우팅이 지연되는 단점이 있다. 이러한 프로토콜로는 Dynamic Source Routing(DSR), Ad Hoc On Demand Distance Routing(AODV)이 대표적이다.

본 논문에서는 Proactive 라우팅 프로토콜인 CGSR의 클러스터 헤드 선출 방식과 Proactive와 Reactive를 혼합하여 만들어진 Zone Routing Protocol(ZRP)를 기반으로 하여 신뢰성이 높은 라우팅 경로 설정 방안을 제시한다.

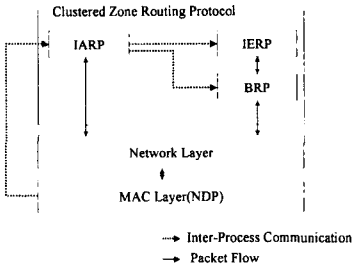
3. Clustered Zone Routing Protocol

본 논문에서는 애드 혹 네트워크상에서의 라우팅 경로를 찾는 라우팅 알고리즘인 Zone Routing Protocol을 응용하여 만든 Clustered Zone Routing Protocol을 적용하였다.[] 기존의 ZRP와는 달리, 각 노드별로 구성하고 있는 Zone과는 달리 Zone Head를 가지는 클러스터를 이루어, 클러스터끼리의 인증을 통하여 신뢰성 있는 통신뿐만 아니라, Zone Head를 통함으로써 라우팅 경로를 줄이고자 한다.

3.1 CZRP의 구조

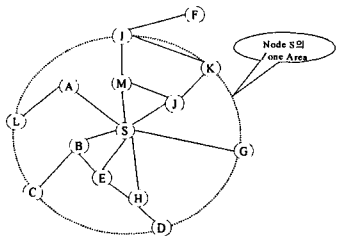
다음의 [그림1]은 CZRP의 기본 구조를 보여준다. 기존의 ZRP구조를 기본으로 따른다.[1]프로토콜의 각 라우팅 프로토콜은 Zone안의 노드끼리의 인증과 Zone내에 존재하는 노드들간의 통신을 담당하는 IARP(IntrA-zone Routing Protocol)이 존재하고, IERP(IntEr-Zone Routing

Protocol)은 Zone간의 인증을 위한 프로토콜로서 Zone Head간의 통신을 위한 프로토콜이다. BRP(BorderCast Resolution Protocol)은 라우팅 경로 설정 시, Zone을 벗어나고자 할 경우 Zone의 테두리에 존재하는 노드들과의 통신을 위한 프로토콜이다. 마지막으로 MAC Layer에 존재하는 NDP(Neighbor Discovery Protocol)은 Zone내에 존재하는 노드에 대한 정보를 유지하기 위해서, 정기적인 간격을 두어 " HELLO" beacon을 전송함으로써 노드 정보 테이블을 갱신한다.



[그림 1] Clustered Zone Routing Protocol 구조

아래의 [그림 2]은 2-홉을 기본으로 하는 노드 S의 Zone 영역을 나타낸 그림이다. 노드 S는 규칙적인 간격을 두고 " HELLO" beacon을 브로드캐스팅하여 응답이 오는 노드에 대해서는 라우팅 테이블을 갱신한다. [그림2]를 보면, 노드 A, C, E, H, J, M, S를 내부노드라고 하고, 노드 L, C, D, I, K를 경계노드라고 한다. 노드 S가 내부노드와의 통신을 위해서는 IARP를 기반으로 하고, 경계노드와의 통신은 BRP를 기반으로 한다.



[그림 2] 2-홉의 라우팅 Zone

3.2 Zone Head 선출 알고리즘

본 논문에서 제안하는 CZRP에서는 각 노드별 Zone을 가지고 있고, Zone고는 별개로 클러스터 단위로 묶어 있는 노드들에서 Zone Head가 존재하고, 라우팅 경로 설정 시, 라우팅 경로를 줄일 수 있는 역할뿐만 아니라, ZH(Zone Head)간의 인증을 통해 라우팅 경로의 신뢰성을 높일 수 있다. [표1]은 Clusterhead Gateway Switch Routing Protocol[2]을 응용하여 만든 Clustered Zone Head Node Selection Algorithm이다.[3]

다음 [표1]의 Clustered Zone Head Node Selection Algorithm에 의해 선출된 Zone Head는 정기적으로 전송되어지는 " HELLO" beacon을 통해 Clustered Zone을 형성한다.

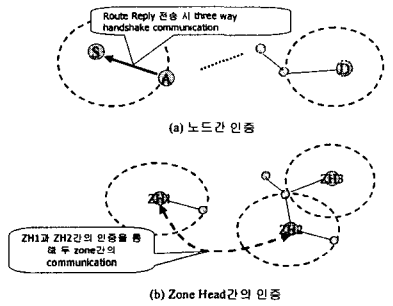
Define:
- Hop : hop 수
- N:전체 노드의 수
- C_i: 노드 I에 연결되어 있는 노드 수(i=1…N)
- S_i: C_i값과 이웃한 노드들의 연결 개수의 합
- Z_i: C_i의 hop범위의 노드 집합
- V: Zone Head 선출을 위한 vote packet
- V_i:노드 i가 받은 vote packet 수

for (모든 이웃 노드){
  while(Z_i){
    Broadcast C_i to Z_i
    $$Si = Ci + \sum_j Cj$$
  } .
}
L_i=Z_i중에서 가장 큰 S_i값을 가지고 있는 노드
Send V from C_i to L_i
for (모든 이웃 노드){
  if(vote packet을 하나 이상 받은 노드)
  Zone Head Node로 선출 }

[표1] Clustered Zone Head Node Selection Algorithm

3.3 노드간의 인증

본 논문에서는 라우팅 경로상의 노드들간의 인증을 통해 라우팅 경로의 신뢰도을 향상시키고자 한다. 아래의 [그림 3]의 (a)는 노드간의 인증 과정을 보여준다.

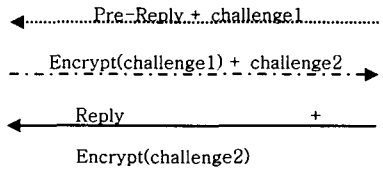


[그림 3] 라우팅 경로 설정에서의 신뢰성을 높이기 위한 인증 과정 (a)노드간 인증 (b)Zone Head간의 인증

[그림 3]의 (a)의 노드간 인증 과정을 보면, 일반적으로 노드간의 경로 설정은 노드 S에서 Route Request 메시지를 보내고, 노드 A는 Route Reply 메시지를 보낸다. 반면에, 제안한 방안은 Route Reply 메시지를 보내는 과정에서 신뢰도 향상을 위해 Three Way Communication을 적용한다.[4]

아래의 [그림 4]는 Route Reply를 보낼 때 이루어 지는 인증 절차이다. Reply 메시지를 보내기를 희망하는 노드 i는 Pre-Reply 메시지와 무작위로 선정된 문자열

1(Challenge1)을 같이 보낸다. Pre-Reply 메시지를 받은 노드 j는 Private Key로 Challenge1암호화 하여, 노드 j에서 생성한 문자열2와 다시 돌려보낸다. 노드 i는 Challenge1을 노드 j의 Public Key로 복호화하고, 다시 Challenge2를 암호화하여 Reply 메시지와 함께 노드 I에게 보낸다. 이러한 과정을 거쳐 두 노드 i와 j간의 인증이 이루어진다. 만약, Route Request를 진행하는 동안에 인증이 실패하게 되면 해당 패킷은 드롭된다.



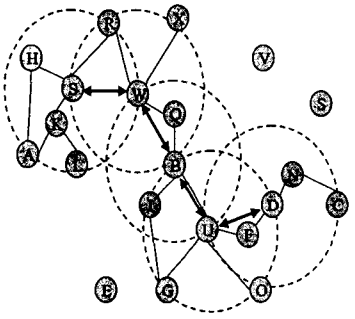
[그림 4] 라우팅 경로 설정 시 노드간 인증 절차

3.4 Zone간의 인증

CZRP에서 선출된 Zone Head간의 인증도 [그림 4]의 인증 절차를 따른다. 라우팅 경로 설정 시에 IARP, IERP, BRP을 통해 경로를 설정해 나아가다가 다른 Zone Head를 만나게 되면 인증 절차를 통해 새로운 연결이 형성된다. 아래의 [그림 5]의 경로 중에 노드 S, R, W를 진행하다가 새로운 Zone Head 노드 W를 만나게 되면 Zone간의 인증을 통해 노드 S와 W간의 새로운 경로가 설정된다. 즉 중간의 노드 R이 전체 경로에서 제외되게 된다.

3.5 CZRP를 이용한 라우팅 경로 설정

아래의 [그림 5]은 Zone Head를 바탕으로 하여 노드 S에서 노드 D까지의 라우팅 경로를 설정하는 과정을 보여준다.



[그림 5] 라우팅 경로 설정 과정

노드 S, W, B, U, D는 각각의 Zone을 형성하면서 Zone Head 선출 알고리즘에 의해 선출된 ZH로 가정한다. 기존의 ZRP에 의해 [그림 5]와 같은 경우에 설정된 라우팅 경로는 S, R, W, Q, B, U, F, D이다. 반면에, 본 논문에서 제안한 Zone Head 선출을 통한 Zone간의 인증으로 설정되는 라우팅 경로는 S, W, B, U, D이다. 즉, 신뢰성이 높고, 짧은 경로를 설정하게 된 것이다.

4. 질의 제어 메커니즘

위의 제시된 라우팅 프로토콜을 통해 설정된 신뢰성이 높고 최단거리의 라우팅 경로를 유지하기 위해서는 다음과 같은 질의 제어 메커니즘이 필요하다.[5]

첫번째는 질의 지역화를 통해 액티브 라우팅 경로가 붕괴되었을 때 복구하는 방법이다. 노드 i와 j의 경로가 붕괴되었다고 가정했을 경우, 노드 I는 다른 경로를 찾기 위한 RREQ 메시지를 임의로 정해진 임계치의 범위 안에서 전이를 시켜 나간다. 이러한 과정에서 기존의 경로에 대한 정보를 가지고 있는 새로운 노드 k에게서 RREP메시지를 받게 되면, 전체적인 라우팅 경로는 노드 i에서 k로 연결된다.

두 번째 방법은 기존의 라우팅 경로가 노드의 이동으로 인해 붕괴된 경우, Expanding Ring Search 기법을 적용하여 라우팅 경로를 재설정한다. 즉, 임의의 Time-To-Live(TTL)값을 증가시켜 가면서 RREQ 메시지를 보내도 새로운 경로 설정이 어려운 경우에는, 부분 재설정에 대한 오버헤드가 많게 든다고 판단된 경우에는 경로 설정을 요구한 노드에서부터 전체적인 경로를 재설정한다.

5. 결론 및 향후 연구 과제

애드 혹 네트워크에서의 라우팅 경로 설정 시에 신뢰성을 향상시킬 수 있는 방안으로 노드간, Zone간의 인증을 통해 라우팅 경로의 신뢰도를 높이고자 하였고, 본 논문에서 제안한 CZRP를 통해 기존의 ZRP보다 전체적인 라우팅 경로를 줄이게 되었다. 또한, 질의 제어 메커니즘을 통해 전체적인 질의 제어 메시지 수를 줄이게 된다.

앞으로의 향후 연구 과제로는 더 나은 신뢰성 향상을 위해 라우팅 경로상에서의 침입 감내 방안을 모색하고자 한다.

6. 참고 문헌

[1] Z. J. Haas, M. R. Realman, " The Zone Routing Protocol for Ad Hoc Networks" , Internet Draft draft-zone-routing-protocol-01.txt, Aug, 1998.

[2] Kachirski O, Guha R, " Intrusion Detection Using Mobile Agents in Wireless Ad Hoc Networks" , Proceedings of the IEEE Workshop on Knowledge Media Networking(KMN' 02), PP:153-158, 2002.

[3] 김경자, 홍성옥, 장태무, " 무선 애드혹 네트워크 상에서의 침입 감내 방안" , 한국정보과학회, 제30회 춘계학술발표논문집, Vol.30, No.1, PP:245-247.

[4] Lakshmi Venkatraman, Dharma P. Agrawal " A Novel Authentication scheme for Ad hoc Networks" , WCNC, IEEE, Pages 1268-1273, vol.3, 2000.

[5] Zygmunt J. Haas, Marc R. Pearlman, " The Performance of Query Control Schemes for the Zone Routing Protocol" , SIGCOMM, 1998.