

# 무선 이동 애드 혹 네트워크에서의 노드 이동성 기반 경로 정보 재사용 라우팅 프로토콜

방용환<sup>0</sup>, 정훈민, 김지욱

충남대학교

{yhbang<sup>0</sup>, hmjeong, jwkim}@cnu.ac.kr

## RIR<sup>2</sup>: Route Information Reusable Routing Protocol based on Node Mobility for Wireless Mobile Ad hoc Networks

Yonghwan Bang<sup>0</sup>, Hunmin Jeong, Jiwook Kim

Chungnam National University, Daejeon, Korea

### 1. 서 론

일반적으로, 이동성이 높은 MANET에서 테이블 기반 방식의 라우팅 프로토콜은 제어 메시지의 오버헤드가 커지므로 요구 기반 방식이 더 효율적이다. 이러한 요구 기반 방식의 라우팅 프로토콜에 노드의 이동성을 산출하는 기법을 추가하여 변화율이 낮은 경로 정보의 재사용을 지원함으로써 경로 제어 트래픽으로 인한 오버헤드를 줄일 수 있다. 이에 본 논문에서는 대표적인 요구 기반 프로토콜인 AODV를 기반으로 노드의 이동성을 고려하여 경로 정보를 재사용할 수 있는 RIR<sup>2</sup> 알고리즘을 제안한다.

### 2. 제안 알고리즘 : RIR<sup>2</sup>

본 논문에서는 라우팅 프로토콜에서 얻어지는 경로 정보를 통해 노드의 이동성을 산출하였다. 경로 정보를 기반으로 하는 이동성 산출의 기본 개념은 경로 정보의 변화율을 판단하는 것으로서, 특정 경로 정보가 지속적으로 변하지 않는다면, 이후로도 변하지 않을 것이라는 추론 개념이다. 이러한 이동성 산출의 방법을 목적-독립적 노드 이동성 산출 방법이라 한다.

목적-독립적 이동성 산출 방법은 자신의 이웃 노드가 어떠한 목적 노드로의 경로 상에 다음 홉(Next Hop)으로서 얼마나 지속적으로 유효한가에 따라 이동성을 산출한다. 각 노드는 자신과 1홉 관계에 있는 이웃 노드의 이동성을 산출하는 주체로서 동작하며, 산출된 이동성을 다른 노드들과 동기화 하지 않는다. 즉, 노드 n1이 노드 S와 1홉 관계에 있는 이웃 노드라면, S는 n1에 대한 이동성을 판단하는 주체가 되며, S의 n1에 대한 이동성 판단이 여타 다른 노드들의 이동성 판단에 영향을 끼치지 않는다. 그리고 n1에 대한 이동성 판단은 n1을 다음 홉으로 하는 경로 정보 별로 이루어지기 때문에 노드의 이동성은 [Next Hop, Destination]별로 관리되며, 같은 이웃 노드라 할지라도 목적 노드에 따라 이동성 산출이 다를 수 있으며 이동성을 산출하는 주체에 따라서도 다를 수 있다. 이러한 목적-독립적 이동성 산출 방법은 자신의 무선 반경 내에서의 이웃 노드의 움직임을 목적 노드로의 논리적 방향성을 통해 인식할 수 있다. 한편, 목적-독립적 이동성 판단은 벡터의 변화량의 의미로서의 이동성 판단과는 일치하지 않을 수 있는데, 예를 들어 노드 S를 중심으로 노드 n1이 원 운동으로 하고 노드 D 또한 S로의 거리에 비례하는 속도로 원 운동을 하고 있을 때, 노드 n1의 벡터량은 계속 변하나, 노드 S와 n1, D의 논리적인 위상 관계는 변하지 않으므로, S는 n1의 이동성을 정적이라 판단할 수 있다. 이러한 경우, 여전히 S노드의 n1에 대한 목적-독립적 이동성 산출이 아무런 문제점을 가지지 않는다.

RIR<sup>2</sup>는 기존 AODV 라우팅 테이블 구조에 비트맵(Bitmap)과 상태(Status)필드를 추가하였다. 비트맵 필드는 해당 경로정보의 이동성을 저장하며, 상태 필드에는 해당 경로 정보의 재사용성 여부를 저장하도록 하였다. 상태 필드는 STATIC, DYNAMIC의 값을 가진다. 비트맵과 상태 필드의 초기 값은 각각 0, DYNAMIC이다.

각 노드는 일정한 주기 T마다 자신의 라우팅 테이블의 각 경로 정보의 최근 P 시간동안 다음 홉에 대한 이동성을 산출하며 이렇게 산출된 이동성을 기준으로 해당 경로의 재사용성을 판단한다. RIR<sup>2</sup>에서는 이동성 산출을 위하여 비트맵 필드의 값을 1만큼 상위로 쉬프트하고 해당 경로정보의 유효여부를 판단하여 유효하다면 최하위 비트를 1로, 그렇지 않으면 0으로 세팅한다. 어떠한 경로 정보에서 다음 홉의 최근 P 시간 동안의 이동성을 산출할 때 필요한 비트맵 길이 L은 시간 P에 비례하고 주기 T에 반비례 한다. 앞서 언급한 바와 같이, 비트맵 정보는 [Next Hop, Destination]별로 유지된다. 그러므로 어떠한 경로 정보의 갱신이 일어나 다음 홉이 바뀌거나 다음 홉과의 경

로 단절이 일어날 경우, 그 이전까지의 해당 경로의 비트맵 정보는 의미가 없어지기 때문에 비트맵을 0으로 초기화해야 한다. 이렇게 산출된 노드의 이동성 값은 경로의 재사용성 판단에 사용되는데, 이때 재사용성 판단을 위한 비율을  $R$  이라 하고 비트맵의 유효 비트 수를  $C$  라 할 때 경로 정보  $l$  의 재사용성 판단은 다음과 같이 이루어진다.

$$I_{status} = \begin{cases} C < \lfloor L \times R \rfloor & \text{than DYNAMIC} \\ C \geq \lfloor L \times R \rfloor & \text{than STATIC} \end{cases}$$

여기서  $R$  은 해당 경로에 다음 홉 노드가 얼마나 지속적으로 존재 하여야 재사용을 할 수 있는지에 대한 비율로써, 경로의 재사용성을 판단하기 위한 신뢰도 임계값이다.  $RIR^2$  을 통해 재사용성이 STATIC이라 판단된 경로 정보는 라우팅 테이블에서 해당 경로 정보의 만료 시간(expired time)을 무한(infinity)으로 설정함으로써 유효성을 유지한다. 이럼으로써 해당 경로 정보는 다음 데이터 통신 요청이 있을 때 경로 정보 획득 절차 없이 해당 경로를 재사용하여 통신을 하게 된다. STATIC이라 판단된 경로 정보는 경로 제어 패킷에 의한 갱신이 일어나 다음 홉 정보가 바뀌거나 경로 단절이 일어날 때 DYNAMIC으로 전이 되며 이때 만료 시간 정보도 초기화 된다. 그림 5는 노드 S와 D사이의 모든 경로 구간이 STATIC으로 판단 된 이후에 경로상의 하나의 노드가 이동하여 경로 단절이 발생하였을 경우에 경로를 구성하는 각 노드들의 경로 재사용성 판단이 어떻게 일어나는지 보여주고 있다.

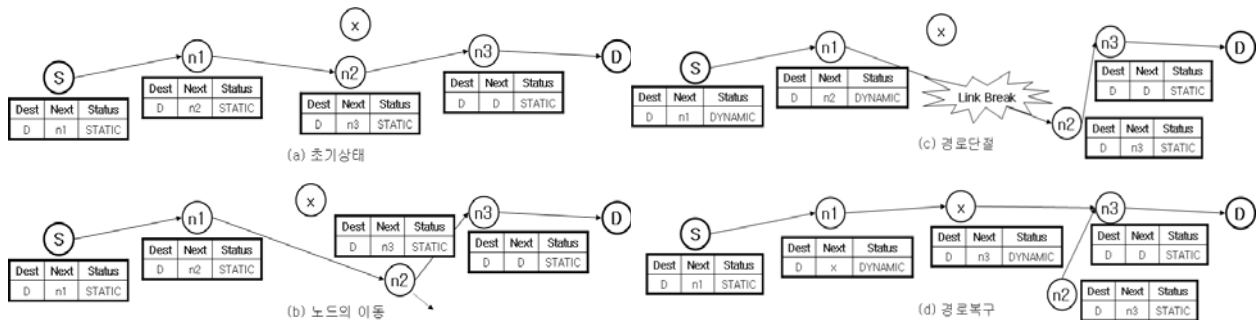


그림 2 경로 단절, 복구에 따른 경로 재사용성 판단 시나리오

그림 5-(a)는 S-D경로상의 모든 노드가 D로의 경로 정보를 STATIC으로 판단하고 있는 상황을 보여주고 있다. 그림 5-(b)에서 n2가 움직이기 시작하지만 아직 서로의 무선 반경 내에 존재하므로 기존의 노드들의 이동성 판단에는 변화가 없다. n2의 계속적인 이동으로 그림 5-(c)와 같이 n1-n2사이의 경로 단절이 발생하게 되면 n1은 즉시 n2에 대한 이동성을 초기화하고 D에 대한 경로 정보를 DYNAMIC으로 설정 한다. 이때, RERR 메시지에 의해 S가 경로 단절을 알게 된다면 S는 D로의 경로 정보를 DYNAMIC으로 설정하고 RREQ 메시지를 보내 새로운 경로를 얻어온다. 이때 S는 n1에 대한 이동성을 초기화 하지 않는데, 그림 5-(d)와 같이 이전과 같은 다음 홉 정보를 얻어온다면 S는 n1의 이동성 값을 기반으로 다시 D로의 경로를 STATIC으로 판단할 수 있기 때문이다. 경로가 다시 설정됨에 따라 n1과 x가 새로 학습한 D로의 경로 정보는 DYNAMIC이 된다. 이때, n2는 D로의 경로 정보에 대해서 변화가 없었으므로 여전히 D에 대한 경로 정보를 STATIC이라 판단하고 있다. 이와 같이  $RIR^2$ 는 각 노드가 경로 정보 별로 독립적으로 재사용성을 판단하게 함으로써 부분적인 네트워크 경로 정보 변화를 인지하여 효율적인 경로의 재사용을 가능하게 한다.

5. 결론

본 논문에서는 요구 기반 방식 라우팅 프로토콜인 AODV를 기반으로 경로 정보 재사용을 지원함으로써 무선 네트워크 자원을 절약할 수 있는 알고리즘인  $RIR^2$ 를 제안하였다.  $RIR^2$ 는 노드의 이동성을 산출하기 위해 경로 정보의 변화율을 기반으로 하는 목적-독립적 이동성 산출 방법을 사용하였다. 이를 통해 재사용이 가능하다고 판별된 경로 정보는 라우팅 테이블에서 유효성을 유지함으로써 이후 데이터 통신 시 재사용된다.

NS-2를 사용한 시뮬레이션을 통해  $RIR^2$ 의 성능을 평가 하였으며, RREQ 메시지 양은 평균 16.964%, 전체 경로 제어 메시지 양은 평균 14.318%의 감소를 보여 RREQ 메시지의 감소가 전체 경로 제어 메시지의 감소에 상당한 영향을 끼침을 알 수 있었다. 특히, 노드의 수가 많고 빠른 이동성을 보이는 MANET에서 기존 AODV에 비해 높은 효율을 보여주었다. 이러한 결과를 통해 노드의 이동성을 산출하여 재사용성을 지원하는 알고리즘이 경로 제어 메시지의 양을 줄임으로써 MANET의 무선 대역폭을 절약할 수 있음을 보였다.