

경로 안정성 기반의 개선된 AODV 경로 관리 방법

*유석대¹ 박승민² 조기환³
*전북대학교 컴퓨터통계정보학과¹
한국전자통신연구원 임베디드S/W기술센터²
전북대학교 전자정보공학부³
{sdyu¹, ghcho³}@dcs.chonbuk.ac.kr
minpark@etri.re.kr²

An Improved Methods of AODV Route Maintenance based on Route Stability

*Sukdea Yu¹, Seungmin Park², Gihwan Cho³
*Dept. of Computer Science, Chonbuk National University¹
Embedded Software Technology Center, ETRI²
Division of Electronics and Information Engineering, Chonbuk National University³

요 약

중앙관리 개체가 없이 구성되는 Ad hoc 네트워크는 노드들의 자유로운 이동을 가정하고 있어 정적인 경로를 사용할 수가 없다. 시시각각으로 변하는 네트워크 위상 구조에 적응하기 위하여 ad hoc네트워크는 이웃과 경로에 관한 정보를 주고받거나, 필요한 순간에 네트워크 전체에 질의하는 방법을 이용하여 동적인 경로를 설정하고 있다. 지속적으로 상태가 변하는 다종의 hop들을 이용하여 경로를 이용하기 때문에 이웃 노드와의 링크 이상유무를 수시로 확인하고 전체경로를 관리 할 필요성이 있게 되었다. 이러한 상황에 적응하기 위해서는 추가적인 확인 과정이 필수적이고 불안정한 요소를 보완할 수 있는 방법이 요구된다. 본 기법에서는 AODV라우팅 프로토콜에서 링크 상태를 점검하기 위하여 경로 안정성 점검 메시지를 사용하고 있다.

1. 서 론

고정적인 네트워크 구조를 가지지 않는 ad hoc 네트워크는 관리자 역할을 수행하는 개체가 필요하지 않기 때문에 기반시설을 사용하기 곤란한 상황에 매우 유용하게 활용할 수 있다. 일반적으로 고정적 네트워크 요소들은 설치 시에 막대한 비용이 들고, 임시적으로 사용하기 곤란하며, 전원과 같은 운용 자원을 제공하기 곤란한 상황에서는 이용이 불가능하다. 이러한 상황에 맞게 일시적으로만 구성될 필요성이 있는 네트워크의 경우 효율적인 문제와 더불어 경로의 가용성을 최대한 활용할 수 있는 방법이 필요하다.

Ad hoc 네트워크에서는 기본적으로 두 가지의 패러다임을 가지고 분류가 이루어진다. 주기적인 경로정보 교환을 통해 부가적인 경로 탐색과정 없이 곧바로 경로 설정이 이루어지는 proactive 방식의 라우팅 패러다임과 주기적인 경로 정보 교환 없이 필요한 순간에 네트워크 전체에 탐색과정을 수행하는 reactive 방식의 라우팅 패러다임이 있다[1].

무선 네트워크는 매우 제한된 운영자원(i.e. 배터리)을 이용하여 운용된다. 그렇기 때문에 네트워크에 참여하는 모든 노드들이 route정보를 주기적으로 교환하는 것은 과도한 부하가 된다. 요청 기반의 reactive 라우팅 프로토콜은 불필요하게 무선 자원을 낭비하지 않는다. 무엇보다도 요청에 기반하여 경로 설정과정을 수행하기 때문에 필요시 일순간 네트워크 자원을 사용한다. 그러나 주기성을 갖지 못하는 이유 때문에 reactive 라우팅 프로토콜은 경로 탐색과정의 대상을 네트워크 전체로 설정해야

만 한다. 가장 기본적인 reactive 방법으로는 순수 flooding에 의한 경로 탐색과정 수행을 고려해볼 수 있다. 간단하다는 장점은 있지만 탐색 메시지의 loop문제와 추가적인 경로 관리 과정이 필요로 하기 때문에 다양한 reactive 라우팅 프로토콜이 제시되고 있다[2].

본 논문에서는 reactive 라우팅 프로토콜의 일종인 AODV(Ad hoc On-Demanded Distance Vector) 라우팅 알고리즘[3,4]에서 설정된 경로의 관리 방법을 보완하고 있다. 경로에 포함된 각 노드에서 이웃과 신호 세기 측정 방법을 이용하여 경로의 불안정 상태를 미리 감지하고, 노드의 이동성을 예측 가능한 방법을 제시하고 있다.

2장에서는 ad hoc 네트워크에서 경로의 불안정성이 발생하는 상황에 대해서 서술하고 3장에서는 AODV라우팅 알고리즘에 대하여 약술한다. 4장에서는 경로 관리 방법을 개선하는 방법에 대하여 기술하고 5장에서는 결론 및 향후 연구과제에 대하여 언급한다.

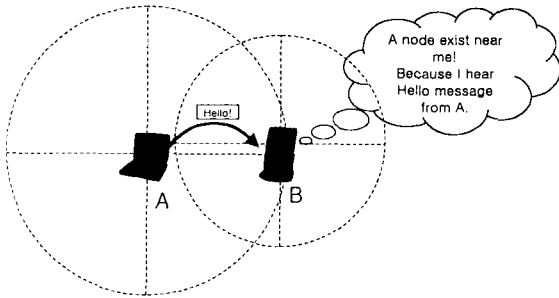
2. 연구 배경

2.1 무선기기간 전파도달거리 불일치

Ad hoc 라우팅 프로토콜은 고정된 인프라를 사용하고 있지 않기 때문에 경로가 필요할 때에 사용할 경로를 생성한다. 이때 경로 설정을 위해서 기본 전제로서 대칭형 링크를 가정하고 있다. 다시 말해서 이웃 노드가 발생한 메시지를 수신하였을 경우 자신도 해당 이웃에게 전송이 가능하다 가정한다.

Ad hoc 네트워크가 형성된 구간에 장애물이 존재하지 않고, 네트워크에 참여하는 모든 노드들이 똑같은 송신 방식(transceiver에서 전송하는 신호의 세기가 같고, 모

든 노드들이 무-지향성 안테나를 사용할 때)을 사용할 때 위의 과정은 성립하게 된다.



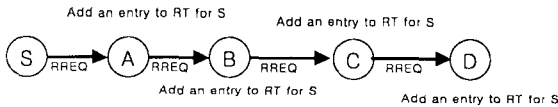
[그림 1] 비대칭 링크 상태에서 경로관리 오류

[그림 1]은 송신파위에 따라 전파도달거리가 다른 두 노드사이에서 잘못된 경로관리가 이루어지는 상태를 나타낸다. 노드 B는 A로 실제 패킷 포워딩이 불가능하지만 노드 B는 자신이 노드 A로부터 패킷을 받았기 때문에 자신도 전송가능하게 여긴다. 무선구간에서 Ad hoc 네트워크에서 비대칭성은 경로설정에 있어 지대한 영향을 주는 요소이며 동시에 설정된 경로관리 차원에서도 많은 문제를 내포하고 있다.

특히 AODV[3,4]와 같이 경로선택의 기준이 hop수에 의하는 경우 전파 도달거리의 끝단에 있는 노드들이 실제 경로 설정에 참여하여 불안정한 경로설정이 이루어질 확률이 높은데서 나온다[5].

2.2 순방향 메시지에 의한 역방향 경로설정

AODV[4]에서는 순방향 메시지를 이용하여 역방향 route를 설정하고 있다. AODV에서는 목적지와 경로설정을 위해 경로요청(Route REQuest : RREQ)메시지를 네트워크에 플러딩한다. 내부적으로 RREQ메시지에 ID를 사용하고 RREQ를 발생시킨 노드 IP의 쌍을 이용하여 메시지는 유일하게 구분된다. RREQ메시지를 받은 노드들은 중복메시지 인지 확인하고 중복이 아닐 경우에는 이웃으로 재방송한다.



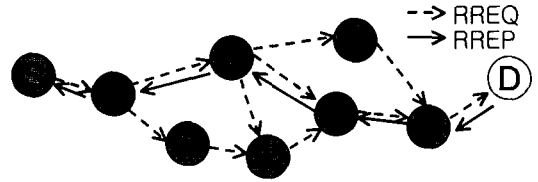
[그림 2] RREQ메시지가 전달되며 S노드로 경로설정

[그림2]는 RREQ메시지가 S에서 D로 전달되는 과정에서 노드 S로의 경로가 설정되며 전달되는 과정을 보인다. 이렇게 RREQ메시지가 네트워크 전체에 전달되는 과정에서 RREQ를 받은 각 노드는 RREQ의 originator인 S로의 경로를 설정하게 된다[4].

3. AODV 라우팅 프로토콜 [3]

특정 목적지로 향하는 데이터를 가진 노드는 해당 목적지와 경로를 설정하기 위하여 경로탐색메시지를 네트워크 전체에 플러딩한다. 해당 RREQ메시지가 중계 노드들을 통해 전달되고 최종적으로 목적지 노드가 RREQ메

시지를 수신하였을 때 자신으로의 경로를 설정하게 하기 위하여 경로응답(Route REPLY :RREP)메시지를 생성하여 S로 전송한다. RREP메시지가 전달되어 오는 경로가 두 노드가 사용할 경로가 된다. RREQ메시지가 전달되는 동안 루프를 발생시키지 않고 경로정보가 유효성을 유지하기 위하여 순차번호를 사용하고 있다.



[그림 3] AODV 기본 경로설정 과정

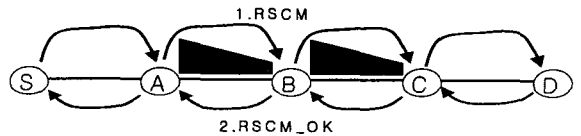
설정된 경로는 lifetime 관리 기법을 통해 유효성을 유지한다. 설정된 경로를 통해 데이터 패킷이 전송되면 lifetime값을 갱신한다. 유효한 시간 이내이지만 데이터 패킷이 전송되지 않는 경로에 대해서는 Hello메시지를 사용하여 경로의 유효성을 유지한다.

4. AODV에서 예측적 경로관리 기법

AODV 라우팅 프로토콜은 적응성이 있지 못하고 수동적인 방식으로 경로에 대한 정보 갱신을 수행한다. 경로 끊김을 미리 예상하지 못하고 끊기고 나서야 이를 복구하는 메시지를 발생시키는 방법을 사용하고 있다.

개선된 방법에서는 설정된 경로 상에 존재하는 노드의 상태를 점검하기 위하여 추가적인 제어메시지를 사용한다. 추가된 메시지는 유효한 경로에 대하여 hello 메시지와 유사한 메시지로 link-layer의 기능을 이용한다.

경로 안정성 검사 메시지(Route Stability Check Message : RSCM)는 본 기법에서 제시하는 메시지로 설정된 경로를 따라 현재 라우팅에 참여하는 노드들에게 전송되는 메시지이다. RSCM은 경로의 시작노드인 originator노드에 의해 생성되며 destination까지 전달되면서 각 hop에서는 해당 메시지를 처리하는 과정에서 자신의 이웃과의 링크를 점검하게 된다.

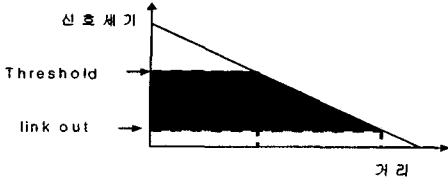


[그림 4] RSCM의 전달 및 응답 과정

[그림 4]는 RSCM을 설정경로의 originator인 노드 S로부터 설정경로의 destination인 노드 D로 전달되는 과정을 보인다. RSCM 메시지를 받은 중계 노드들은 각자 수신 신호의 세기를 측정하고, 이전 RSCM와의 차등값을 구한다. 수신메시지 세기가 Threshold 이상이면 RSCM_OK메시지를 전송한다. 빗금은 각각 중계 노드에 의해 수신되었을 때의 신호세기를 나타낸다.

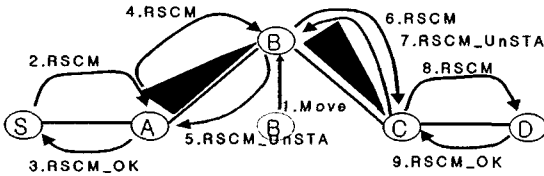
[그림 5]는 무선 신호가 거리에 따라 그 신호세기가 약해지는 예시를 보이고 있다. 수신신호의 기준값(Threshold)을 설정하고 해당 기준값을 초과하는 신호

세기에 대해서는 추가적인 작업 없이 '안정하다' 설정한다. 예측 경로관리과정의 핵심은 신호의 세기가 기준값 이하에서 link-out 사이의 값으로 측정되었을 때 링크의 상태를 예측하는 방법이다.



[그림 5] 우선신호 도달거리와 신호 세기

링크 안정도 감사의 결과로 기준값 이하로 측정되었을 경우에는 'Unstable' 상태로 설정하고 기존에 이미 설정된 경로는 그대로 유지하면서 새로운 경로 설정에 참여하지 않도록 경로 탐색과정에서 제외시키는 방법을 사용한다.



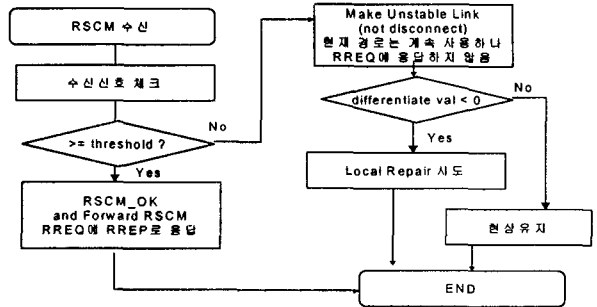
[그림 6] Route 설정 후 노드 이동에 따른 안정도 변경

[그림 6]은 실제 originator S로부터 destination D로 경로가 설정된 후에 중계 노드 B가 이동하여 route의 stability가 변경되는 상황을 보이고 RSCM에서 이에 대한 측정 결과를 이전 노드에 알리는 과정을 보인다. 경로가 설정된 후에 사용 중이던 S-A-B-C-D의 route는 노드 B의 이동으로 말미암아 불안정하게 되었다. 빗금 삼각형처럼 노드 B가 A와 C를 연계하는 중간으로부터 멀어지게 되어 신호의 세기가 약해졌다. RSCM에 응답하는 과정에서 노드 B는 RSCM의 응답으로 RSCM_UnSTA (RSCM UnStable)로서 응답한다. B-C구간도 마찬가지로이다. RSCM_UnSTA를 수신한 경로상의 노드들은 'Unstable'에 대한 처리를 수행하기 위하여 이전 RSCM에 의해 측정된 신호의 세기 값과 현재의 RSCM에 의해 측정된 신호의 세기 값의 차등 값을 구한다.

Unstable한 link 상태에서 차등값이 음수 값을 띄게 되면 해당 link는 지속적으로 unstable함을 유발할 가능성을 내포하고 결국 끊김에 대한 예견으로서 받아들일 수 있다. 이러한 경우에는 새로운 경로를 찾기 위하여 originator에 의한 경로 탐색 혹은 지역적 경로복구과정 거쳐 안정적인 경로를 새로이 설정할 수 있도록 유도한다. Unstable한 링크에서 차등값이 0 또는 양수의 값을 가질 때는 아직은 unstable한 상태에 있지만 완전히 끊기지 않고 있거나 혹은 점점 가까워지고 있음을 알 수 있다. 이럴 경우에는 RREQ와 같은 경로 탐색 과정에는 참여하지 않으나 현재 경로는 계속 유지하는 전략을 사용한다.

[그림 7]은 RSCM을 수신하고 이에 대해 처리하는 과정을 보이고 있다. 일반적으로 신호 세기가 기준값을 넘을 경우에는 기존의 AODV의 방법이 그대로 적용되나

기준값 이하로 떨어질 경우 'link unstable'을 선언하고 이에 상응하는 행위 모델을 제시한다. 기존의 방법에서는 실제로 링크가 완전히 disconnect된 후에 경로갱신에 대한 과정을 수행하였지만 유효한 경로에 대한 주기적인 경로 안정성 검사 방법을 이용하여 미리 불안정하고 끊김이 예상되는 구간에서 사용이 가능하다.



[그림 7] RSCM에 의한 링크의 상태에 변화와 처리순서

5. 결론 및 향후 연구과제

본 논문에서는 AODV 라우팅 알고리즘에서 설정된 경로의 관리 방법을 보완하였다. 경로를 따라 각 노드에서 이웃과 신호 세기 측정 방법을 이용하여 경로의 불안정 상태를 미리 감지하고, 노드의 이동성을 예측 가능한 방법을 제시하고 있다.

AODV에서는 상황에 적응하는 적응력을 순수하게 중계노드와 거리 값에만 두고있다. 향후 보안 문제나 QoS 요구사항을 처리하기 위해서는 끊김에 대한 예측과 빠른 재설정 과정이 필수 불가결하다. 이러한 요구사항에 만족하기 위하여 AODV 라우팅 알고리즘은 예측적 경로관리 방향으로 발전할 필요성이 있다.

6. 참고문헌

- [1] E. M. Royer, C-K Toh, "A Review Routing Protocols for Ad-Hoc Mobile Wireless Networks," *IEEE Personal Communications* 6 (2), pp.46-55, 1999
- [2] S.J. Lee, B.H. Han, et. al, "Robust Routing In Wireless Ad Hoc Networks," *proc. of Parallel Processing Workshops International Conference on 2002*, pp.73-78
- [3] C. E. Perkins, E. M. Royer, "Ad-hoc On Demand Distance Vector Routing," *Proc. 2nd IEEE WMCSA*, Feb. 1999. pp.90-100
- [4] C. E. Perkins, E. M. Royer, "Ad hoc On-Demand Distance Vector (AODV) Routing," *draft-ietf-manet-aodv-12.txt*, *IEEE Internet draft*, Nov. 2002.
- [5] G.H. Lim, K.W. Shin, et. al, "Link Stability and Route Lifetime in Ad-hoc Wireless Networks," *proc. of Parallel Processing Workshops International Conference on 2002*, pp. 116-123