Ad-hoc 네트워크에서의 에너지를 고려하는 위치기반 라우팅

유승환*, 김성천*
*서강대학교 컴퓨터공학과
e-mail : ossforever@sogang.ac.kr, ksc@sogang.ac.kr

Power-aware Location based Routing in Ad-hoc Network

Seung-Hwan Yoo*, Sung-Chun Kim*
*Dept of Computer Science & Engineering, Sogang University

요 약

무선 애드혹 네트워크는 고정된 유선 네트워크에서 생각할 수 없었던 잦은 네트워크 구성의 변화, 대역폭과 에너지 사용의 제한 등 기존의 유선 네트워크와는 다른 특성들을 갖는다. 따라서 유선 네트워크에서 제공받았던 고품질의 서비스를 무선 애드혹 네트워크에서 제공받기 위해서는 제한된 자원을 효과적으로 이용할 수 있는 연구가 필요하다.

본 논문에서는 GPS 등의 기술을 이용하여 네트워크를 구성하는 이동 노드들의 위치 정보를 파악하고, 이를 라우팅에 활용하는 기존의 위치기반 라우팅 기법 중 하나인 LAR 알고리즘을 개량하였다. 제안 알고리즘은 노드들의 위치뿐만 아니라 에너지까지 함께 고려하며, 이를 위해 불필요한 제어 메시지의 확산을 최소화하고, 노드간 거리에 적절한 전송 전력을 사용하여 통신을 하게 함으로써 효율적인 라우팅이 이루어지도록 하였다. 실험 결과 기존 LAR 알고리즘에 비해 제안 기법이 노드의 생존률이 평균 12.1% 향상되었다.

1. 서론

기존 무선 애드 혹 네트워크에서 경로 탐색 모델이 갖는 가장 큰 문제점은 경로 탐색 메시지를 전체 네트워크로 플러딩해야 한다는 점이다. 이러한 방식은 불필요한 네트워크의 혼잡야기와 자원의 소모를 발생시킨다. 위치 기반 라우팅 프로토콜을 이용하면 라우팅이 용이할 뿐만 아니라, 빈번한 네트워크 토폴로지 변화에도 쉽게 적응할 수 있으며 네트워크 전체에 해당하는 플러딩의 사용이 없어 네트워크의 확장성이 좋으며, 오버헤드를 최소화 할 수 있다. 본 논문에서는 라우팅을 하기 위해 경로 탐색 모델을 사용하지 않고 네트워크를 구성하는 이동 호스트들에게서 얻은 위치 정보를 이용하여 목적지 노드의 예상 위치 지역을 설정하고 목적지 노드까지의 거리와 잔여 에너지량, 송신에 필요한 에너지 레벨을 고려하여 중간 노드를 결정하는 라우팅 기법을 제안한다. 이를 통해 기존의 플러딩에 기반한 알고리즘과 선행 위치 기반 알고리즘에 비해 에너지 효율을 높임으로써 네트워크의 생존 시간을 연장하고 네트워크의 신뢰성 향상을 도모한다.[1]

2. 관련 연구

2.1 LAR(Location-Aided Routing)

LAR[2] 프로토콜은 GPS를 통해 얻은 위치 정보를 이용하여 중간에서 RREQ 메시지를 전달하는 이웃 노드의 수를 제한함으로써 불필요한 메시지 전파를 줄이고자 하는 알고리즘이다. LAR에서 패킷을 보내고자 하는 노드는 목적지 노드가 위치할 것으로 예상되는 Expected Zone을 찾아내어 이를 근거로 Request 메시지의 전파 범위인 Request Zone을 결정한다. Expected Zone을 정확히 설정하기 위해서는 목적 노드의 많은 정보가 필요하고, 이는 제어 메시지의 사이즈를 증가시키므로 적절한 수준의 정보를 사용하는 것이 필요하다. LAR은 ()과 같이 Request Zone을 4개의 모서리를 가진 사각형으로 정의한다. 이때의 Request Zone은 Source노드와 Destination 노드에 대한 Expected Zone을 모두 포함한 X와 Y축으로 표현되는 사각형이다.

패킷을 보내고자 하는 노드는 경로 획득을 위해 소스 노드와 목적 노드의 좌표가 추가된 RREQ 메시지를 보낸다. RREQ 메시지를 받은 중간 노드는 자신의 위치가 Request Zone 안에 있는지를 판단하고, Request Zone에 있을 경우에만 RREQ 메시지에 반응한다. RREQ 메시지가 목적 노드에게 전달되면 RREP 메시지에 목적 노드의 위치 정보를 포함하고 AODV와 마찬가지로 중간 노드의 역경로를 통해 RREP를 전달한다.

3. 제안 기법

제안 프로토콜은 기본적으로 LAR 프로토콜에 기반을 두고 있으므로 두 프로토콜은 사용하는 패킷의 종류가 같으며 경로 탐색과 설정을 위해 RREQ 메시지와 RREP 메시지를 교환한다. 다만 기존의 무선 애드 혹 네트워크에서와의 메시지 형식과 다른 점이 있다면 RREQ 메시지 형식에 목적지 노드의 위치 정보가 추가 되었다는 것이다.

제안 알고리즘의 경로 선택 과정은 다음의 순서로 진행된다.

1. 소스 노드는 목적지 노드와의 통신을 위한 정보를 자신이 속한 grid 헤더에게 요청한다.
2. 해당 grid 헤더 노드는 목적지 노드의 위치 정보와 속도 정보, 시간 정보를 포함하는 메시지를 소스 노드에게 전송한다.
3. 소스 노드는 grid 헤더에게서 받은 정보를 바탕으로 목적지 노드가 위치할 것이라고 생각되는 예상 영역(expected zone)을 계산한다.
4. 소스 노드에서 목적지 노드까지는 멀티 홉으로 경로가 설정된다. 통신에 참여할 노드의 결정은 이웃 노드들의 위치와 잔여 에너지, 그리고 송신에 필요한 전송 전력이 함께 고려된다. 이를 위해 노드들이 보내는 모든 패킷에는 목적지의 위치 정보뿐만 아니라 노드의 남은 에너지를 포

함시킨다. 패킷의 다음 홉을 선택함에 있어서 최소의 cost를 사용하는 이웃 노드를 중간 노드로 결정하게 된다. cost는 (식 1)에 의해 계산된다.

$$nexthop = \arg\neg @_{n_i \in R} \alpha(dist(N, D) - dist(N_i, D)) + (1-\alpha) K \frac{E\gamma(N_i)}{Ef(N_i) \cdot Et(N_L)} \quad (식 1)$$

N_i는 N 노드의 이웃 노드를 나타내고, R은 N노드의 이웃 노드들의 집합, D는 데이터가 전송되어야 할 목적지 노드를 표시한다. 또한 r은 노드의 라디오 전송 범위, $Er(N_i)$는 N_i 노드의 남은 에너지량, 그리고 $Ef(N_i)$는 N_i노드의 초기 에너지를 각각 나타내며, K는 상수, $Et(N_L)$은 N노드에서 N_i노드로 데이터를 전송하기 위한 송신 전력의 레벨을 의미한다. α값은 사용자 임의의 파라미터 값이며, α값이 0에 가까우면 에너지 중심적인 라우팅, 1에 더 가까우면 거리 중심적인 라우팅을 수행하게 된다.

5. (식 1)을 이용하여 이웃 노드들 중 최소의 cost 값을 갖는 노드를 중간 노드로 사용하게 되는데 이 때 노드 간의 거리 측정 Euclidean 거리 측정법을 이용하며 (식 2)와 같다.

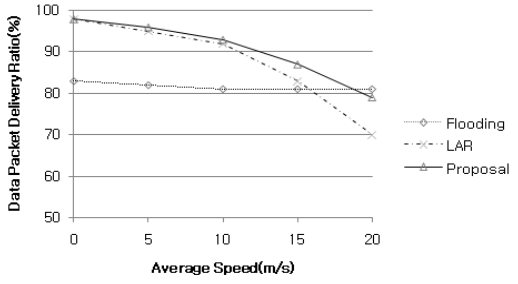
$$distance(p, q) = \sqrt{(x_p - x_q)^2 + (y_p - y_q)^2} \quad (식 2)$$

(식 1)과 (식 2)를 이용하여 적절한 중간 노드를 결정하고, 두 노드 사이의 거리에 맞는 전송 전력 레벨로 통신을 함으로써 에너지 소비를 감소시킨다.

6. 목적지 노드의 예상 영역에 도달하게 되면, 예상 영역 내에서만 제한적인 플러딩이 이루어지며, 이 때 목적지 노드의 예상 영역은 특정 좌표 값(x, y)와 속도 정보로 표시된다. 이로써 소스 노드에서 목적지 노드까지의 경로 설정이 완료된다.

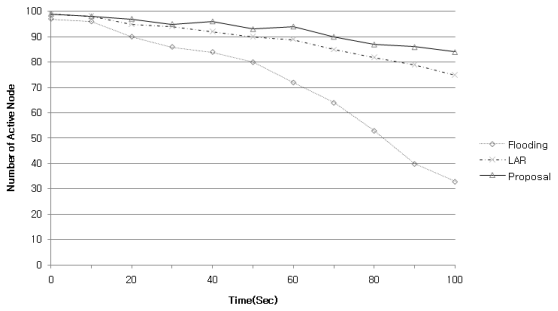
4. 시뮬레이션

[그림 1]은 노드의 이동 속도에 따른 패킷의 전송 성공률을 보여주고 있다. 제안 알고리즘은 LAR 프로토콜보다 더 나은 패킷 전송 성공률을 보이는데, 이는 부분 경로 갱신 메카니즘으로 인한 경로 붕괴에 효율적으로 대처하기 때문인 것으로 분석할 수 있다.



[그림 1] 이동성에 따른 패킷 전송 성공률

[그림 2]는 100초간의 시뮬레이션이 완료된 후 일정 임계값 이상의 에너지를 가지고 있는 노드의 수를 측정한 결과이며 제안 기법이 기존 LAR 기법보다 12% 많이 생존하였음을 볼 수 있다.



[그림 2] 시간의 흐름에 따른 생존 노드의 수

5. 결론

본 논문에서는 기존의 위치 기반 라우팅 기법 중 하나인 LAR알고리즘을 개량하여 노드의 위치뿐만 아니라 에너지까지 함께 고려하는 알고리즘을 제안하였다. 위치 기반 라우팅 기법들은 GPS 등을 이용해 네트워크를 구성하는 노드들의 위치 정보를 얻을 수 있다는 점에 착안하여 불필요한 제어 메시지의 확산을 최소화하고, 노드간 거리에 적절한 전송 전력을 사용하여 통신을 하게 함으로써 효율적인 라우팅이 이루어지도록 하였다.

ACKNOWLEDGMENTS

이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국과학재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. 2009-0075881)

참고문헌

[1] C.E. Perkins and P. Bhagwat, “outing over Multi-hop Wireless Network of Mobile Computers,”in Mobile Computing (T. Imiielinski and H. Korth, eds.), ch.6, pp. 183-205, Kluwer Academic Publishers, 1996.

[2] Young-Bae Ko and Nitin H. Vaidya, “Location-Aided Routing (LAR) in mobile ad hoc networks,” Wireless Networks 6 (2000) 307-321

[3] Y. Xu, J. Heidemann, and D. Estrin, “Geography-informed Energy Conservation for Ad-hoc Routing,” ACM MOBICOm, .2001.

[4] S. Narayanaswamy, V. Kawadia, R. S. Sreenivas, and P. R. Kumar, “Power control in ad-hoc networks: Theory, architecture, algorithm and implementation of the COMPOW protocol,” Proceedings of European Wireless 2002. Next Generation Wireless Networks: Technologies, Protocols, Services and Applications. Florence, Italy. pp. 156-162, Feb. 25-28, 2002.