

애드혹 네트워크에서의 부분 경로 설정 기반의 에너지 효율적 라우팅 알고리즘

정희태*, 서효중**

*가톨릭대학교 컴퓨터공학과

**가톨릭대학교 컴퓨터공학과

e-mail:htjung07@gmail.com*

Energy Aware Routing Algorithm using Partial Path Setting for Ad hoc Network

Hoi-Tae Jung*, Hyo-Joong Suh**

*Dept of Computer Engineering, Catholic University of Korea

**Dept of Computer Engineering, Catholic University of Korea

요 약

애드혹 네트워크는 무선 모바일 기기들만으로 구성 가능한 네트워크로서 무선 모바일기기의 특성상 제한된 에너지를 사용하게 된다. On-Demand 방식의 DSR(Dynamic Source Routing), PSR(Power-aware Source Routing)은 애드 혹 네트워크의 특성에 적합한 라우팅 프로토콜로 경로 탐색 시 브로드 캐스팅을 통해 단말기의 이동성과 전력 보유량을 고려하여 경로를 설정한다. 이러한 경로 탐색 기법은 네트워크를 구성하는 노드 수에 비례하여 경로 탐색시 소모되는 에너지 오버헤드가 증가하므로 대량의 노드들로 이루어진 애드혹 네트워크에서는 상당한 에너지 낭비를 초래한다. HPSR(Hierarchical Power-aware Source Routing)은 이러한 경로 탐색 오버헤드 문제를 보조경로를 이용해 감소 시켰지만, 초기 주 경로가 결정되는 시간에 보조경로 역시 동시에 결정 되는 특성을 가지고 있어, 경로를 이루는 노드의 에너지 정보가 시간적으로 낙후되고 실제 사용 시에는 에너지 효율이 낮은 경로가 되는 문제점이 발생한다. 본 논문에서는 노드들의 최신 에너지 정보로 부분 경로 설정을 함으로써 경로 탐색 오버헤드를 감소시키고 동시에 변경된 경로의 에너지 효율도 최적화 시킬 수 있는 기법을 제안 한다.

1. 서론

애드혹 네트워크는 네트워크를 구성하는 노드들을 지구와 같은 고정된 인프라 시설에 독립적으로 네트워크 구성이 가능하게 한다. 애드혹 네트워크는 특히 휴대폰, 노트북, PMP등 이동성이 보장되는 다양한 무선 모바일 기기 간 활용되는 콘텐츠를 가능하게 하고 군사, 의료, 구조 등 특수 목적에도 그 특징을 살려 폭 넓게 활용되어지고 있다. 애드혹 네트워크에서의 라우팅 기법은 구성 노드들의 이동성을 보장해야 하기 때문에 기존의 고정된 네트워크망과는 다른 라우팅 기법을 적용해야 한다. DSR(Dynamic Source Routing)[1]은 애드혹 네트워크에서 이동성을 고려한 라우팅 프로토콜로써 On-Demand형태의 송신 노드와 수신 노드간 경로설정 방식을 제안한다. 또한 애드혹 네트워크는 대부분 배터리에 의해 동작하는 모바일 기기들로 구성되어 있어 각 배터리가 보유한 에너지로 네트워크를 구성하고 유지해야하는 특성을 갖는다. 배터리는 한정된 에너지만을 보유할 수 밖에 없기 때문에 애드혹 네트워크에서의 네트워크 망을 최대한 지속하기 위한 에너지 관리 기법이 필수적으로 부각될 수밖에 없다. PSR(Power-aware Source Routing)[2]은 애드 혹 네트워크에서의 전력을 고려한 대표적인 라우팅 기법으로, DSR

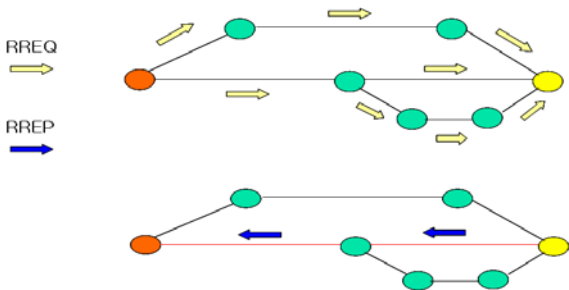
의 경로 탐색과 경로 유지 형태를 기반으로 노드의 잔량 에너지와 노드간 연결된 링크를 통해 소모되는 에너지를 비용으로 환산하고 이를 통해 주기적으로 경로가 보유한 에너지량을 체크하여 경로를 설정함으로써 에너지를 고려한 경로설정 방식을 제안한다.

On-Demand 방식의 DSR과 PSR은 경로 설정시 경로를 탐색하기 위한 패킷을 브로드 캐스팅하는 형태를 취하고 있으며, 이러한 형태의 경로 탐색 방식은 애드혹 네트워크를 구성하는 노드의 수가 증가할수록 브로드 캐스팅시 발생하는 패킷의 수도 증가하는 문제점을 가지고 있다. 전송해야 하는 패킷 수의 증가는 곧 에너지 손실과 직결되므로 다수의 노드로 이루어진 애드혹 네트워크에서는 필요한 데이터의 송수신이 아닌 경로 탐색 등에서 대부분의 에너지를 소모하는 비효율성이 발생하게 된다. HPSR(Hierarchical Power-aware Source Routing)[3]은 보조 경로를 이용해 이러한 문제를 해결하였지만 주 경로가 결정되는 초기에 보조 경로가 동시에 결정된다는 특성상 보조 경로 자체의 에너지 효율 정보가 시간적으로 낙후되어 실제 사용시에는 에너지 효율성이 떨어질 수 있는 단점을 가지고 있다. 본 논문에서 제안하는 부분 경로 설정 기법은 다수의 모바일 노드들로 이루어진 애드혹 네트워크에서 경로탐색을 위한 브로드 캐스팅을 대신하여, 전

력이 고갈된 노드의 일정 범위에 포함되는 주변 노드들만 국지적으로 경로 재탐색을 수행하게 함으로써 경로 탐색 시 발생하는 대규모 에너지 소모를 효율적으로 감소시키게 한다. 또한 경로 유지 단계에서 이웃 노드 간 에너지 정보를 주기적으로 업데이트 하도록 함으로써 경로 수정 시 변경된 경로에 포함된 노드들이 최신의 에너지 정보를 가지고 선택될 수 있도록 한다. 본 논문은 2장 관련연구에서 DSR과 PSR, HPSR의 원리와 특징을 설명하고 발생할 수 있는 문제점들을 분석해 본며, 3장에서는 제안하는 부분 경로 설정 기법을 설명한다. 4장에서는 성능 평가를 통해 제안하는 기법이 보다 효율적임을 확인하고, 5장에서는 종합적인 요약과 결론을 기술한다.

2. 관련 연구

DSR은 대표적인 On-Demanding 방식으로서 소스에서 목적지 노드까지의 경로를 탐색하는 경로 탐색 단계와, 애드혹 네트워크 특성상 수시로 토폴로지가 변하는 네트워크를 유지하기 위한 경로 유지 단계를 가지고 있다. 경로 탐색 단계에는 RREQ라는 경로 탐색 요청 패킷을 주변 노드로 브로드 캐스팅 하고 RREQ패킷이 목적지까지의 경로를 알고 있는 노드나 목적지 노드에 도착하게 되면 RREP를 받은 노드에서 이에 응답하는 RREP 패킷에 경로 정보를 담아 RREQ패킷이 지나온 경로의 역방향으로 전달하여 소스 노드로 목적지까지의 경로를 전달하게 된다.



(그림 1) DSR, PSR의 경로 탐색

경로 유지 단계에서는 경로에 포함된 모든 노드가 주기적으로 이웃한 노드에게 응답 요청 메시지를 전송하고 메시지를 받은 노드는 응답함으로써 경로 내부의 노드가 이탈하여 경로를 재 설정 해야 하는지 여부를 판단한다. 이웃 노드의 이탈을 확인한 노드는 RERR이라는 패킷을 소스 노드에 전달함으로써 새로운 경로를 탐색하도록 지시한다.

DSR은 경로 탐색시 결정된 하나의 경로만 사용함으로써 경로에 포함된 노드들만 집중적으로 사용하게 되어 에너지를 고갈시키는 문제점을 가지고 있다. PSR은 각 노드에서의 에너지 사용량에 따른 주기적인 경로 변경 방법을 제안함으로써 특정 노드들만 집중적으로 사용하여 에너지가 고갈되는 것을 방지한다.

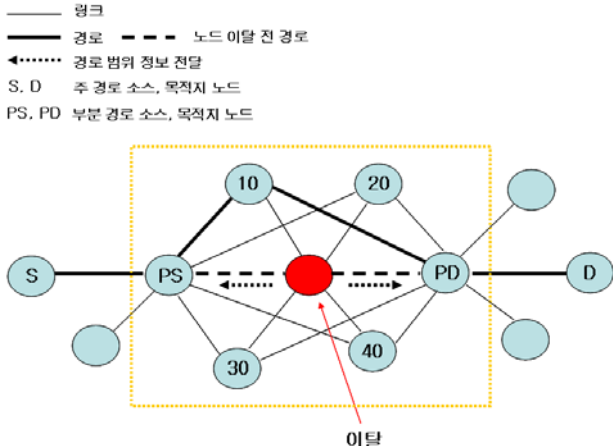
DSR과 PSR이 경로 탐색 시 수행하는 브로드 캐스팅은 노드의 이탈이 빈번할수록 또는 네트워크를 이루는 노드들의 수가 증가할수록 경로 탐색 시 RREQ와 RREP 패킷의 전송 횟수 또는 총 전송량이 증가하게 되므로 실제 필수적인 통신이 아닌 오버헤드로서 네트워크가 보유한 에너지를 낭비하여 네트워크 수명을 단축시키는 비효율적 측면이 발생하게 된다. 이러한 측면을 해결하기 위해 제안된 것 중 하나인 HPSR[3]은 초기 경로 탐색 시 주 경로 이외 다수의 경로를 확보하고 경로를 변경해야 하는 기준치를 단계적으로 설정하여 보조 경로 사용과 경로 탐색을 병행함으로써 경로 탐색 브로드 캐스팅 횟수를 떨어트리는 기법을 제안한다. HPSR은 보조 경로를 통해 효율적으로 오버헤드를 낮추었지만, 사용 되는 보조 경로가 초기 경로 탐색 시에 결정되는 특성을 가지고 있어 경로에 해당되는 노드들에 대한 에너지 정보가 현재 네트워크 상황에 시간적으로 뒤떨어질 수밖에 없으므로 에너지 효율이 낮은 경로 사용이 발생할 수 있다는 문제점을 갖는다.

본 논문에서 제안하는 부분 경로 탐색 기법은 경로상의 특정 노드 잔량 에너지가 기준치 이하 일 때 기존 경로를 부분적으로 수정 함으로써 DSR, PSR에서 발생하는 경로 탐색 브로드 캐스팅 횟수를 감소시키고 동시에 부분 경로 설정 시 포함되는 노드의 에너지 정보를 시간적으로 최신이 되도록 하여 수정된 경로의 노드가 항상 효율적인 에너지 정보로 구성 될 수 있도록 한다.

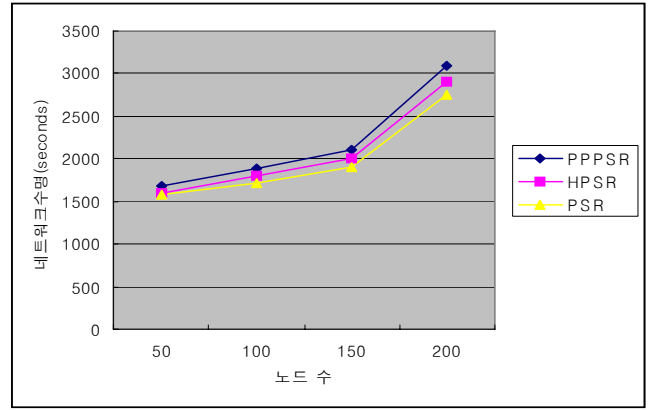
3. 부분 경로 탐색 기법

본 논문에서 제안하는 부분 경로 탐색 기법은 DSR, PSR 과 동일한 경로 탐색과 경로 유지 형태를 가지며 PSR, HPSR과 동일한 노드 에너지 비용 계산 형태를 갖는다. 노드의 잔량 에너지에 따른 경로 변경 기준치는 PSR과 동일하다.

초기 경로 설정 단계에서 보조 경로 탐색 기법은 경로 탐색 브로드 캐스팅 오버헤드를 감소시키기 위해 HPSR처럼 다수의 경로를 확보하지는 않는다. 대신 초기 결정된 경로 상에 특정 노드의 에너지량이 기준치 이하가 되거나 이동으로 인한 경로 이탈 시 경로 상 자신의 두 이웃 노드에게 경로 수정 메시지와 부분 경로 설정 범위 정보를 전달 한다. 경로 수정 메시지와 부분 경로 설정 범위 정보를 전달 받은 두 이웃 노드는 해당 범위 안에서 각각 소스와 목적지 노드가 되어 부분적인 경로 탐색 브로드 캐스팅을 수행하고 기존 이탈 노드를 대체 할 수 있는 경로를 결정한다.



(그림 2) 부분 경로 설정



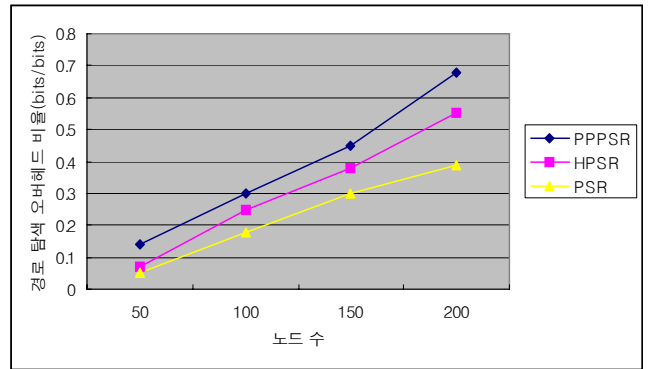
(그림 3) 노드 수에 따른 네트워크 수명

경로 이탈 노드가 전달하는 부분 경로 설정 범위는 부분 경로 설정 시 각각 소스와 목적지가 되는 노드의 이웃 노드에 공통으로 속하는 노드들이며 경로 이탈 노드를 제외한 것들로 구성된다. 경로 유지 단계에서는 이웃 노드 간 주기적인 패킷 교환 시에 보유 에너지에 대한 정보를 체크하여 업데이트 하게 함으로써 부분 경로 설정 범위에서 설정된 경로는 자동적으로 노드들의 최신 에너지 정보를 통해 설정되도록 한다. (그림 2)는 이탈 노드 주변에서 이루어지는 부분 경로 탐색 과정을 보여주며 경로 유지 단계에서 주기적으로 체크한 에너지 비용이 가장 적은 노드를 통하여 경로가 변경된 모습을 보여준다.

HPSR과 마찬가지로 부분 경로 설정 기법 역시 지나친 부분 경로 설정에만 의존하게 되면 네트워크 변화에 최적화 되지 않은 경로만 사용할 우려가 있으므로 부분 경로 설정을 사용해야 하는 기준과 브로드 캐스팅을 이용한 경로 탐색을 수행해야 하는 기준을 단계적으로 설정하여 경로 탐색 오버헤드 감소와 알고리즘의 효율성을 동시에 만족시킬 수 있다.

4. 성능 평가

본 논문에서는 알고리즘의 성능 평가를 위해 C언어를 이용하여 시뮬레이션 환경을 구축 하였고, PSR, HPSR, 부분 경로 탐색 기법(PPPSR : Partial Path Power-aware Source Routing)을 56000m³의 단위 면적 당 노드 수에 따라 네트워크 수명과 경로 탐색 오버헤드 비율을 측정하였다.



(그림 4) 노드 수에 따른 경로 탐색 오버헤드 비율

노드 수에 따른 네트워크 수명에서 세 가지 방식 모두 비슷한 형태의 수명 형태를 나타내었고 PPPSR이 가장 긴 수명을 보인 것을 확인하였다. 노드 수에 따른 경로 탐색 오버헤드 비율에서는 보조 경로와 부분 경로설정을 이용하여 경로 탐색시 발생하는 브로드 캐스팅 횟수를 줄인 PPPSR과 HPSR이 150노드 이후부터 다른 그래프 형태를 보이며 PSR과 확실한 성능 차이를 확인할 수 있었다. PPPSR과 HPSR사이에는 PPPSR이 노드 수가 증가할수록 큰 차이로 효율성을 나타내는 것을 확인 하였다.

5. 결론

본 논문에서는 에드혹 네트워크에서 사용되는 라우팅 프로토콜들을 살펴보고 특히 에너지 효율적인 측면에서 DSR, PSR과 HPSR이 가지는 단점을 보완하는 부분 경로 설정 기법을 제안하였다. DSR, PSR의 경로 탐색 방식은 수시로 네트워크 위상이 변하는 에드 혹 네트워크에서 간단하면서도 효율적인 라우팅 프로토콜을 제안한다. 그러나 네트워크를 이루는 노드의 수가 증가할수록 오버헤드가 증가하게 된다는 문제점을 가지고 있다. HPSR은 이러한 오버헤드를 보조경로를 이용하여 효율적으로 줄임으로써 향상된 네트워크 수명을 제공한다. 그러나 HPSR이 사용하는 보조경로는 경로를 이루는 노드의 에너지 정보가 시간적으로 낙후되어 수정된 경로가 비효율적인 에너지 소

모를 일으킬 수 있는 경우가 발생하게 된다. 본 논문에서 제안한 부분 경로 설정 기법은 주기적으로 에너지 정보를 체크한 단절된 노드의 이웃 노드들로 부분적인 경로 설정을 함으로써 DSR, PSR과 HPSR에서 나타날 수 있는 문제점을 해결하고 보다 에너지 효율적인 네트워크 사용 및 향상된 네트워크 수명을 제공한다.

참고문헌

- [1] D. Johnson, D. Maltz, "Dynamic source routing in ad hoc wireless networks, " in Mobile Computing, T. Imielinski and H. Korth, Eds., pp.153-181, Kluwer Academic Publishers, Norwell, mass., 1996.
- [2] S. Singh, M.woo, C. S Raghavendra, "Power aware routin in mobile ad-hoc networks," Proc. of ACM/IEEE International Conference on Mobil Computing and Networking, pp.181-190, 1998.
- [3] 정세원, 이채우 "애드혹 네트워크에서의 보조 경로를 이용한 에너지 인식 라우팅 알고리즘" 전자공학회 논문지 제 42 권 TC 제 6 호, 2005년 6월.