

# 애드혹 네트워크에서의 최대 네트워크 수명을 위한 에너지 동적 관리 라우팅 기법

정회태<sup>o</sup> 서효중 김지성

가톨릭대 컴퓨터공학과

[htjung07@gmail.com](mailto:htjung07@gmail.com), [hjsuh@catholic.ac.kr](mailto:hjsuh@catholic.ac.kr), [kingut80@gmail.com](mailto:kingut80@gmail.com)

The Power dynamic-aware Source Routing

for the Maximum Network Lifetime in Ad-Hoc Networks

Hoitae Jung<sup>o</sup> Hyojoong Suh Jisung Kim

Catholic University of Korea Computer Engineering

## 서론

무선 단말기만으로 네트워크를 구성하는 애드혹 네트워크는 공간적 제약에서 네트워크 구성이 보다 자유롭지 만, 커뮤니케이션의 무선화에 따라 무선 단말기 작동을 위한 에너지 공급원이 강제적으로 단절 되므로 단말기들은 자체의 제한된 에너지만으로 동작하여야 하며 형성되는 네트워크 역시 제한된 에너지로 구성되고 유지되어야 하는 새로운 제약을 갖는다. 제한된 에너지는 애드혹 네트워크가 효율성을 갖도록 하기 위한 가장 큰 고려사항의 하나로서 이에 따른 다양한 관련 연구들이 진행되어 왔다. 특히 네트워크 라우팅 기법은 네트워크 구성 단말기 개개의 동작 여부를 결정하는 지침으로써 에너지 관리 측면에서 근본적인 요인을 가지고 있기 때문에 애드혹 네트워크 등장 초기부터 제한된 에너지량을 통해 최대한 장시간 네트워크를 유지하도록 하는 라우팅 기법에 관한 많은 연구들이 등장했다. 초기에 등장한 에너지 소모를 고려한 라우팅 기법 중 하나인 Minimum Power Routing[1]은 단순히 에너지 소모가 가장 적은 하나의 경로만을 선택하여 데이터를 전송하는 방식으로 선택된 경로 상의 단말 노드의 에너지만을 집중적으로 사용하기 때문에 개별 단말기가 보유한 에너지 차이 정도의 효율성만을 나타낸다. PSR(Power-Aware Source Routing)[2] 기법은 훨씬 진보된 형태의 라우팅 기법으로서 경로 길이의 상대적인 기준 이하에서 최소 에너지 소모 경로를 선택하고 주기적으로 경로의 에너지량을 체크하여 일정 기준 이하일 때 경로를 변경한다. 경로 변경을 통해 특정 노드의 집중적인 에너지 사용을 방지하기 때문에 네트워크의 에너지 사용에 높은 효율성을 나타낸다. 앞의 두 기법이 개별 노드들이 보유한 잔량 에너지를 경로 설정의 근거로 사용했다면 PCR(Power Control Routing)[3] 기법은 전송 가능한 주변 노드의 수를 경로 설정의 근거로 사용한다. PCR은 노드가 가진 에너지량에 따라 지역 범위 레벨을 나누고 해당 레벨에 속하는 이웃 노드 수를 경로 설정 비용으로 지정하여 이 비용의 합이 가장 작은 경로를 찾는다. PCR 기법은 에너지량에 따라 지역 범위 레벨이 변화하고 변화된 공간에 속하는 노드 수를 링크 비용으로 사용함으로써 전송 시 소비되는 에너지량과 주변노드 수에 따라 노드가 동작할 확률까지 경로 설정 요소에 포함하여 보다 의미있는 에너지 소모 비용을 근거로 경로를 찾는다. 장점이 있다. 그러나 범위 레벨당 포함된 주변 노드의 수 만으로 링크 비용을 얻는 것은 PSR의 경로 설정 비용에 비해 부정확한 측면이 존재하며 Minimum Power Routing과 마찬가지로 하나의 지정된 경로만 사용함으로써 노드의 집중적인 사용이 발생하게 되는 문제점이 있다.

본 논문에서는 PCR의 링크 비용 설정에 레벨별 주변 노드 수에 따른 사용 비율과 레벨별 전송 에너지, 그리고 PSR과 같은, 노드의 잔량 에너지를 고려하게 하여 보다 정확하고 효율적인 형태의 비용 설정과정을 구축하고 PSR의 주기적인 경로 변경 알고리즘을 PCR에 첨가하여 PCR이 갖는 에너지 효율적인 경로 선택 방식과 주기적인 경로 변경을 동시에 사용함으로써 기존 에너지 소모 라우팅 기법보다 정확하게 에너지 소모량을 고려한 새로운 라우팅 기법을 제안한다.

## 제안하는 라우팅 기법

본 논문에서 제안하는 라우팅 기법은 전송 시 소모 에너지 노드 사용 확률, 노드 에너지 잔량을 고려한 에너지 고려 라우팅 기법의 의미를 갖는 TPRR(Transmission energy, use Probablity, Residual energy - aware source Routing)로 명명한다. TPRR은 기본적으로 PCR 형태의 경로 설정 방식을 기

반으로 하며 보다 구체적인 링크 비용 설정 방식과 경로 재설정 방식 첨가를 통해 기존 PSR, PCR 보다 진보된 형태의 라우팅을 수행하게 된다 기존 PCR의 링크 비용은 단순 해당 지역 범위 레벨에 소속된 이웃 노드들의 수로 결정되었다 그러나 이 수치는 노드가 갖는 에너지량이 단지 지역 범위 레벨로만 나누어 반영되므로 레벨 설정 형태에 따라서는 전체적인 라우팅 기법이 매우 비효율적으로 동작하게 되는 경우가 발생한다 예를 들어 매우 낮은 에너지 보유량을 갖는 노드라도 상대적으로 좁아진 지역 범위 레벨 안에 근접한 소수의 이웃 노드가 존재하게 되면 경로에 포함될 가능성이 높게 된다 TPRR은 이러한 부작용을 피하기 위해 기존 PCR에서 노드의 에너지 잔량에 따라 변화하는 레벨 범위를 고정함으로써 노드 에너지 잔량으로부터 레벨 설정이 독립되도록 한다

레벨 설정 과정에서 기존 PCR은 레벨 안에 존재하는 노드 수가 최대한 일정하게 되도록 레벨을 설정하게 된다. 그러나 이것은 단지 이웃 노드의 위치가 특정 레벨에 편중된 형태로 레벨이 설정됨으로써 레벨 설정의 의미가 무효해 지는 것을 방지하고자 하는 수단밖에는 되지 않으며 이러한 형태의 강제적인 레벨 설정으로 인해 거리에 따른 전송 시 소모 에너지가 매우 왜곡된 형태로 링크 비용에 반영되는 문제점을 갖는다. TPRR에서는 지역 범위 레벨을 강제적으로 조절하지 않고 전송 거리에 비례한 고정된 범위로 사용한다. 이러한 형태의 레벨 설정은 레벨 구역 크기를 줄이고 레벨 수를 높일수록 정확한 전송 시 소모 에너지를 링크 비용에 반영하게 되지만 지나친 레벨 세분화는 이후 반영되는 이웃노드 수를 통한 노드가 사용되어질 확률 값의 효과를 떨어뜨리게 된다 PCR에서는 레벨의 수만큼 RREQ의 브로드캐스팅을 진행하지만 이러한 형태는 보다 세밀하게 레벨 단위가 구성된다 TPRR에서는 매우 비효율적이며 TPRR의 고정된 레벨 범위를 사용을 통해 충분히 개별 이웃 노드들의 레벨 단위가 측정되므로 다수의 RREQ 브로드캐스팅은 필요하지 않다 TPRR에서는 해당 레벨에 몇 개의 노드들이 존재하는가를 파악하기 위한 브로드캐스팅 1회와 RREQ 브로드캐스팅 1회를 더해 개별 노드당 총 2번의 브로드캐스팅만을 시행한다

TPRR에서 RREQ를 통해 전송되는 링크 비용은 이웃노드의 지역 레벨에 따른 전송 시 에너지 소모량과 해당 레벨에 존재하는 노드 수 그리고 RREQ를 전송하는 노드의 잔량 에너지를 아래의 링크 비용 산출 함수를 통해 얻는다.

$$Cost_i(t) = \frac{1}{R_i(t)} + T_i + \alpha N_i$$

Cost함수의 R은 잔량에너지, T는 거리에 따른 전송 시 소모 에너지 N은 레벨에 포함된 이웃 노드 수를 나타내며  $i$ 는 RREQ를 송신하는 노드의 번호  $t$ 는 송신 당시의 시간  $l$ 은 지역 범위 레벨을 나타낸다.  $\alpha$ 는 주변 노드 수에 대한 가중치 상수이다 잔량 에너지가 적을수록 송신하려는 이웃 노드의 위치가 높은 레벨일수록 그리고 해당 레벨에 이웃 노드의 수가 많을수록 비용은 상승한다 최종 경로 선택은 일정 홉 수 이하에서 링크 비용의 합이 최소인 경로가 된다 어떠한 에너지 소비를 고려한 라우팅 기법도 계획된 경로 변경이 존재하지 않으면 특정 경로 상의 노드들만 집중적으로 사용하여 매우 빠른 시간에 네트워크를 붕괴시키는 비효율적인 측면을 갖게 된다 TPRR에서의 경로 재설정은 PSR과 동일하게 동작한다. 소스와 목적지 노드를 제외한 경로상의 모든 노드는 주기적으로 자신이 보유한 에너지의 감소량을 체크한다. 감소량이 일정 기준치 이상이 되면 RERR을 소스 노드로 전송하여 새로운 경로를 모색하도록 한다.

## 참고 문헌

- [1] S. Singh, M. Woo, C. S. Raghavendra, "Power-Aware Routing in Mobile AdHoc Networks," International Conference on Mobile Computing and Networking Proceedings of the 4th annual ACM/IEEE international conference on Mobile computing and networking Proceedings pages 181 - 190, 1998
- [2] M. Maleki, K. Dantu, M. Pedram, "Power-aware Source Routing Protocol for Mobile Ad Hoc Networks," International Symposium on Low Power Electronics and Design pages 72 - 75, 2002
- [3] K. Tsudaka, M. Kawahara, A. Matsumoto, H. Okada, "Power Control Routing for Multi Hop Wireless Ad-hoc Network," Global Telecommunications Conference, 2001. GLOBECOM '01. IEEE, 2001 Volume 5, pages 2819-2824, 2001
- [4] D. Johnson, D. Maltz, "Dynamic source routing in ad hoc wireless networks," Kluwer Academic Publishers, 1996.