

모바일 에드 혹 네트워크에서 노드의 방향성을 고려한 에너지 효율적 라우팅 알고리즘 연구

오영준* · 이강환*

*한국기술교육대학교 컴퓨터공학과

Energy conserving routing algorithm based on the direction for Mobile Ad-hoc network

Young-jun Oh* · Kang-whan Lee*

*Korea University of Technology and Education

E-mail : youngjn@koreatech.ac.kr

요 약

본 논문에서는 이동 에드 혹 네트워크(Mobile Ad-hoc network: MANET)에서의 상황인식 기반의 스케줄링 기법인 DDV(Dynamic Direction Vector)-hop 알고리즘을 제안한다. 기존 MANET에서는 노드의 이동성으로 인한 동적 네트워크 토폴로지, 네트워크 확장성 결여의 대한 취약성을 지니고 있다. 또한 노드들의 이동성에 따라 에너지 소모율이 다르며, 에너지 소모율을 최소화하는 라우팅 기법을 선택하는 것이 중요하다. 따라서 본 논문에서는 계층적 클러스터 단위의 동적이 토폴로지에서 노드가 이동하는 방향성 및 시간에 따른 노드의 이동 속성 정보를 고려하여 클러스터를 생성 및 유지하는 DDV-hop 알고리즘을 제안한다. 또한 주어진 노드의 위치정보를 이용하여 토폴로지를 형성함에 있어 보다 에너지 효율적인 경로를 탐색하여 최적화된 경로를 제공함에 연구의 목적이 있다. 주어진 모의실험환경에서 노드의 방향성 및 시간에 따른 이동성을 반영함으로써 에너지 효율적인 클러스터링 및 라우팅 경로 알고리즘이 제공되어 네트워크의 최적화된 에너지 소모 결과를 보여주었다.

키워드

MANET, 에너지 효율성, Direction, Topology, Velocity

I. 서 론

MANET(Mobile Ad hoc Network)은 기간망에 의존하지 않는 이동 노드들로 구성된 자율망 또는 추론망에 의한 멀티홉 무선 통신 네트워크로 구성되는 특성으로 인하여 다양한 활용 분야가 제시되고 있다. 특히 노드의 속성 정보를 고려한 라우팅에 대한 연구가 활발히 전개 되고 있다. 또한 MANET의 특성상 각 노드들은 이동성, 속도 그리고 에너지와 같은 다양한 속성 정보를 가진다. 하지만 전송대역폭과 에너지 사용에 제약을 가지며 이러한 특징이 노드간의 잦은 회선 단절과 경로 재설정 문제를 야기한다. 또한 제한적 자원을 활용해야 하며 노드의 이동성에 따른 잦은 토폴로지 변화로 인하여 기존 네트워크의 라우팅 방식을 적용하기 어렵기 때문에 네트워크 내에 제어 메시지 및 데이터 패킷이 과도하게 생성되어 네트워크 트래픽 증가도 발생하기도 한다. 이

러한 불필요한 에너지소모로 인하여 망에서 노드의 수명을 단축시켜 전체 네트워크의 수명이 단축 되는 문제점이 발생하게 된다[1][2].

따라서 본 논문에서 상황인식 기반의 스케줄링 기법인 DDV(Dynamic Direction Vector)-hop 알고리즘을 제안한다. DDV-hop 알고리즘은 계층적 클러스터 구조의 MANET 환경에서 노드의 이동하는 방향성 및 시간에 따른 노드의 이동 속성 정보를 고려하여 클러스터를 생성 및 유지하는 기법으로써 노드들의 에너지 효율적인 성능을 보여주고 네트워크의 수명과 지연속도 면에서 좋은 성능을 나타내었다.

II. 본 론

본 논문에서는 노드의 이동하는 방향성 및 속

도에 따른 노드의 이동 속성 정보를 고려하여 클러스터를 생성 및 유지하는 기법인 DDV 알고리즘을 제안하였다. 기존 클러스터링 기법은 노드의 이동으로 인하여 네트워크 토폴로지가 지속적으로 변하여 네트워크 토폴로지가 변할 때 마다 토폴로지 변경 정보를 네트워크 전체로 브로드캐스팅하여 네트워크 부하를 가중시키는 문제점이 발생하여 배터리를 사용하는 노드들은 자원 사용에 있어 많은 제약을 갖게 된다. 따라서 본 논문에서는 노드의 이동성에 따른 방향성 및 이동 속도가 같은 노드들끼리 클러스터를 구성하여 네트워크 토폴로지의 변화를 줄일 수 있고 각 노드에 대한 에너지 소모를 최소화하여 전체 네트워크의 라이프 타임을 향상시킬 수 있다.

모든 노드들은 방향성과 속도에 대한 속성 정보를 갖게 되고 같은 속성 정보를 갖고 있는 노드들은 클러스터를 형성하게 된다.

노드간의 전송에 있어 클러스터 헤드 노드를 선출하는 호처리 과정은 다음과 같다.

다음 그림 1은 초기 노드의 배치 및 방향성 및 속도의 속성정보를 보여주는 그림이다. 그림 1에서 보는바와 같이 전체 네트워크 영역의 중심에 베이스스테이션이 위치하는 것으로 가정하고, 베이스스테이션을 기준으로 4개의 영역으로 분리하였다.

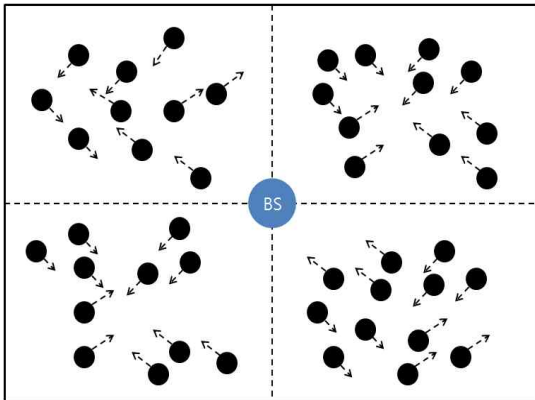


그림 1. 노드의 배치 및 방향 및 속도 설정

초기 클러스터 헤드를 선출하는 과정은 다음 그림 2와 같이 각 영역의 중심에 있는 노드들이 클러스터 헤드로 선출이 되고 같은 속성 정보를 갖고 있는 노드들을 찾게 된다.

위 그림 2와 같이 초기 클러스터 헤드가 선출이 되면 주변의 노드들에게 헤드 노드로 선정되었음을 알리게 되고 알림을 받은 일반 노드들은 자신과 가까우며, 이동 방향 및 속도를 고려하여 헤드 노드를 선택하여 조인 메시지를 보낸다.

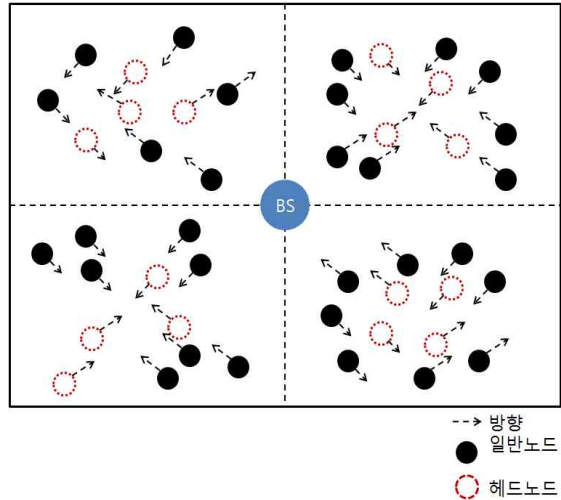


그림 2 초기 클러스터 헤드노드 선정

조인 메시지를 받은 헤드 노드는 자신의 멤버 노드로 등록하여 다음 그림 3과 같이 클러스터 형성이 완료 된다.

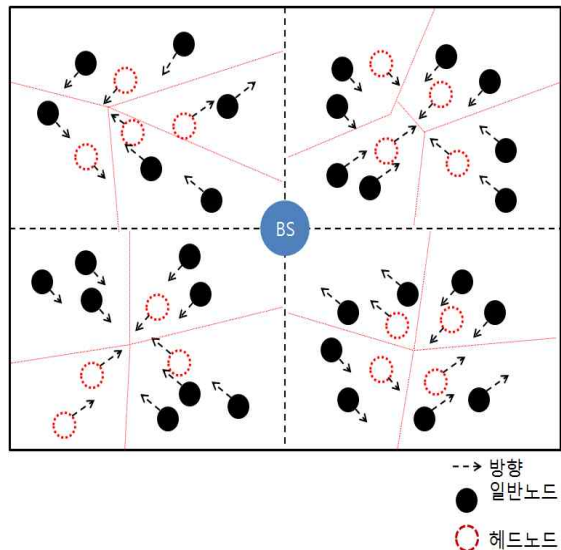


그림 3 클러스터 헤드노드 선정후 클러스터화 과정

위 그림 3과 같이 초기 클러스터링이 설정 되면, 멤버 노드들은 메시지를 헤드 노드들에게 전송하고, 헤드 노드는 베이스스테이션으로 메시지를 전송하는 라우팅 구조를 갖게 된다. 또한 클러스터 헤드 노드의 에너지 부하를 줄이기 위하여 헤드노드 교체 시기는 다음 수식 1과 같이 표현할 수 있다.

$$P_i[E_i(t)] = \begin{cases} \frac{k}{N - k * (\text{mod} \frac{N}{k})} \frac{E_{icurrent}}{\sum_{i=1}^n N_{energy}} : C_i(t) = 1 \\ 0 : C_i(t) = 0 \end{cases} \quad (1)$$

$E_{average}$ 는 센서 노드의 에너지량의 평균값을 의미하고, $E_{icurrent}$ 는 I번째의 현재 에너지량을 의미한다. 또한 에너지 효율성에 대한 증명을 하기 위해 LEACH 모델을 사용하여 에너지 소모율을 측정하였다[3][4]. 네트워크의 경로에 대한 에너지소모율은 다음 수식 (2)와 (3)과 같이 나타낼 수 있다.

$$E_{Tx}(l,d) = E_{elec} \times l + E_{amp} \times l \times d^n \quad (2)$$

$$E_{Rx}(l) = E_{elec} \times l \quad (3)$$

여기서, E_{elec} 은 전송될 데이터 패킷의 bit당 소모되는 에너지량, l 은 데이터 패킷의 수, E_{amp} 는 데이터 패킷 신호를 증폭하기 위해 bit당 소모되는 에너지량, d 는 거리를 의미한다.

III. 실험 및 분석

제안한 DDV 알고리즘의 효율성에 대한 증명을 하기 위해 이동 노드의 방향성과 속도 정보에 따른 에너지 변화율을 모의 실험 하였다. 또한 각 라운드에 따른 노드의 변화량을 관찰하여 비교 실험 하였다.

본 논문에서 주어진 모의 실험 환경은 노드의 분포영역이 100 x 100(m)에서 노드를 무작위로 배치 후 노드의 방향성과 속도에 따라 클러스터를 구성한다. 각 이동 노드의 방향성은 4개의 영역으로 나누어지며 각 노드의 속도는 0.01m/s ~ 0.16m/s 사이에서 무작위로 값이 배정된다. 전체 네트워크 영역의 중심에 베이스스테이션이 위치하는 것으로 가정하고, 베이스스테이션을 기준으로 4개의 영역으로 분리하여 모의 실험하였다.

표 1 모의실험 환경

항목	내용
E_{elec}	50nJ/bit
E_{amp}	10pJ/bit*m ²
패킷의 크기	500bit
노드의 수	100EA
노드 초기 에너지량	100J
네트워크 영역	100 x 100 (m)

그림 5는 DDV 알고리즘과 Random 네트워크의 라운드에 따른 생존 노드의 변화량을 비교 실험한 결과이다.

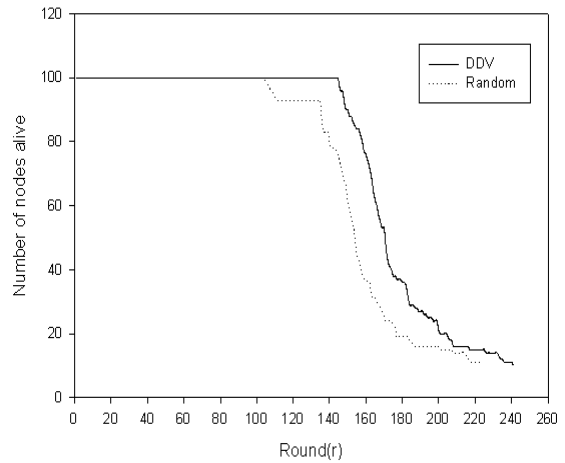


그림 4. DDV 알고리즘과 Random 네트워크의 라운드에 따른 노드 변화량 비교

그림 5에서 보는바와 같이 노드의 방향성 및 속도에 따른 이동성을 반영함으로써 각 라운드에 따라 노드의 생존 주기는 DDV-hop알고리즘이 더 좋은 결과를 보여주는 것으로 보아 각 노드간의 방향성 및 속도 정보에 따른 에너지 요소가 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

그림 6은 네트워크의 시간에 따른 잔존 에너지량을 비교 실험한 결과이다. 그림 6에서 보는 바와 같이 네트워크의 시간에 따라 네트워크의 잔존 에너지량이 DDV-hop이 더 효율적인 에너지 소모율을 보여주는 것으로 보아 이 역시 노드간의 방향성 및 속도 정보에 따른 에너지 요소가 큰 영향을 미치고 있음을 알 수 있다.

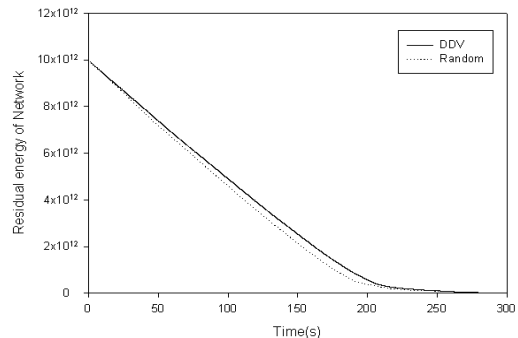


그림 5. DDV-hop알고리즘과 Random 네트워크의 시간에 따른 네트워크의 잔존 에너지량 비교

IV. 결 론

본 논문에서는 노드의 이동하는 방향성 및 속도에 따른 노드의 이동 속성 정보를 고려하여

클러스터를 생성 및 유지하는 기법인 DDV-hop 알고리즘을 제안하였다. Hoc Networks, vol.7, issue 5, pp.955-972, 2009.

DDV-hop 알고리즘은 노드의 이동성에 따른 방향성 및 이동 속도가 같은 노드들끼리 클러스터를 구성함에 있어 네트워크 토폴로지의 변화를 줄일 수 있고 각 노드에 대한 에너지 소모를 최소화하여 전체 네트워크의 라이프 타임을 향상시킬 수 있음을 모의 실험결과를 통하여 확인 할 수 있었다. 하지만 네트워크 특성상 상황에 따라 다른 결과를 보여줄 수 있을 것이고 향후 다른 속성 정보를 추가하여 함께 비교 분석 하는 연구가 필요 하겠다.

감사의 글

본 연구는 지식경제부와 한국산업기술진흥원의 전략기술인력양성사업과 한국기술교육대학교 교육연구진흥비 지원에 의하여 수행된 결과입니다.

참고문헌

- [1] I. A. Akyildiz, W. Su, Y. sankarasubramaniam, and Erdal Cayirci, " A Survey on Sensor Networks," IEEE Communication magazine, Vol. 40, no 8, pp. 102-114, 2002.
- [2] G. Pottie, "Wireless sensor networks," in Proc. Information Theory Workshop, San Diego, CA, pp. 139 - 140, 1998.
- [3] Wendi B. Heinzelman, Anantha P. Chandrakasan, Hari Balakrishnan, "An Application-Specific Protocol Architecture for Wireless Microsensor networks," Wireless Communications, IEEE Transactions, vol.1, no.4, pp. 660-670, 2002.
- [4] W. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H. Balakrishnan, "Energy-efficient routing protocols for wireless microsensor networks," in Proc. 33rd Hawaii Int. Conf. System Sciences (HICSS), Maui, HI, 2000.
- [5] P. Santi, "Topology Control in Wireless Ad Hoc and Sensor Networks," pp.27-36, 2005
- [6] Wei Feng, Jaafar M. H. Elmirghani, " Energy Efficiency in the Cluster-based Linear Ad-hoc Wireless networks," International Conference on Next Generation Mobile Applications, Services and Technologies, pp. 15-18, 2009.
- [7] Seema Bandyopadhyay, Edward J. Coyle, "An Energy Efficient Hierarchical Clustering Algorithm for Wireless Sensor Networks," IEEE Societies, pp. 1713-1723, 2003.
- [8] Stanislava Soro, , Wendi B. Heinzelman, "Cluster head election techniques for coverage preservation in wireless sensor networks," Ad