

# 에드 혹 네트워크에서 노드의 동적 속성 기반 클러스터링 알고리즘 연구

오영준 · 이강환\*

\*한국기술교육대학교

A clustering algorithm based on dynamic properties in 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 에드혹 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. 본 논문에서는 계층적 클러스터 단위의 동적인 토폴로지에서 노드가 이동하는 방향성 및 속도에 대한 노드의 이동 속성 정보를 고려하여 클러스터를 생성 및 유지하는 DDV-hop 알고리즘을 제안한다. 제안된 알고리즘은 클러스터 헤드노드를 기준으로 클러스터 멤버노드의 방향성 및 속도의 속성 정보를 비교하여 유사한 노드간 클러스터링을 구성하고, 이로부터 헤드노드를 선택하는 방법이다. 실험결과, 제안하는 알고리즘이 네트워크의 부하를 감소시키고 네트워크 토폴로지를 안정적으로 유지할 수 있음을 확인하였다.

## 키워드

Mobile Ad-hoc network, 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. 하지만 잦은 토폴로지 변화로 인하여 네트워크 내에 데이터 패킷이 과도하게 생성되어 네트워크 트래픽이 증가하게 된다. 따라서 본 논문에서는 상황인식 기반의 스케줄링 기법인 DDV(Dynamic Direction Vector)-hop 알고리즘을 제안한다. 본 알고리즘은 계층적 클러스터 구조의 MANET 환경에서 노드의 이동하는 방향성 및 속도에 따른 노드의 이동 속성 정보를 고려하여 클러스터를 생성 및 유지하는 기법으로 네트워크의 부하를 감소시키고 네트워크 토폴로지를 안정적으로 유지할 수 있다.

## II. 본 론

본 논문에서는 노드의 방향성 및 속도 등 이동 노드의 속성 정보를 고려하여 클러스터를 생성 및 유

지하는 기법인 DDV 알고리즘을 제안한다. 이때 노드간 상관관계에서 방향의 유사성을 측정하는 방법은 다음 수식 1과 2와 같다.

$$Dir_{ij} = |Dir_i - Dir_j| \quad (1)$$

$$Dir_i^{rs} = Dir_{ij} \wedge Dir_{ij} \leq |\pi/rs| \wedge N_j \in Region_z \quad (2)$$

여기서,  $Dir_{ij}$ 는 노드간 방향의 편차,  $Dir_i^{rs}$ 는 방향의 임계 범위,  $Region_z$ 는 베이스 스테이션에 의해 나누어진 네트워크 영역을 의미한다. 방향의 임계 범위는  $rs$ 가 증가할수록 임계 범위는 좁아진다. 노드의 속도의 유사성을 측정하는 방법은 다음 수식 3과 4와 같다.

$$V_{ij} = |V_i - V_j| \quad (3)$$

$$\Delta V_i = |V_{ij}| \wedge V_{ij} \leq |\sigma_{v_i}| \wedge N_j \in Region_z \quad (4)$$

여기서,  $V_{ij}$ 는 속도의 편차,  $\Delta V_i$ 는 속도의 임계값을 의미한다. 측정된 노드간 방향성 및 속도를 이용하여, 클러스터 헤드노드는 클러스터 멤버노드를 선정하며, 이는 다음 수식 5와 같다.

$$CM_i = |Dir_{ij} \in Dir_i^{rs} \wedge V_{ij} \in \Delta V_i| \quad (5)$$

여기서,  $CM_i$ 는 선정된 클러스터 멤버노드의 그룹을 의미한다. 클러스터링 형성 후 클러스터를 유지하는 단계는 다음과 같다. 클러스터 헤드 노드가 되기

위한 확률적 성공률을 노드의 속성정보인 방향과 속도, 그리고 노드의 잔여 에너지에 의한 선택 확률을 계산하게 된다. 클러스터 멤버 노드의 잔여 에너지에 의한 확률을 계산하는 방법은 다음 수식 6과 같다.

$$f_i(E_j(t)) = \max \left\{ P_j(E_j(t)) \left| P_j(E_j(t)) = \frac{\sum_{j \in C_M} G[E_j(l) \times \omega(l) + E_j(dist) \times \omega(dist)]}{N - G(r \bmod \frac{N}{G}) \times \frac{1}{N} \sum_{j=1}^n E_j(t)} \right. \right\} \quad (6)$$

여기서,  $P_j(E_j(t))$ 는 노드의 잔여에너지에 따른 교체 확률,  $E_j(l)$ 은 전송 데이터에 의한 에너지량  $E_j(dist)$ 는 노드간 전송 거리에 따른 에너지량을 의미한다.  $\omega(l)$ 과  $\omega(dist)$ 는 전송 데이터와 전송 거리에 따른 가중치를 의미한다. 클러스터 멤버 노드의 방향성과 속도를 이용하여 교체 확률을 계산하는 방법은 다음 수식 7과 같다.

$$f_j(DV(t)) = \max \left\{ P_j(DV(t)) \left| P_j(DV(t)) = \sum_{j \in C_M} \frac{Dir_{ij}}{Dir_i^s} \cdot \frac{V_{ij}}{\Delta V}, j \in i \right. \right\} \quad (7)$$

계산된 교체 확률을 이용하여 클러스터 헤드노드의 교체확률을 최종적으로 계산하는 방법은 다음 수식 8과 같다.

$$P_j(DDV(t)) = \max(f(E_j(t)) \times \omega_j(E_j(t)) \times f(DV(t)) \times \omega_j(DV(t))) \quad (8)$$

여기서,  $\omega_j(E_j(t))$ 와  $\omega_j(DV(t))$ 는 에너지에 의한 클러스터 헤드노드 교체확률과 방향과 속도에 의한 클러스터 헤드노드 교체확률의 가중치를 의미한다.

### III. 실험 및 분석

제안한 DDV 알고리즘의 효율성에 대한 증명을 하기 위해 이동 노드의 방향성과 속도 정보에 따른 패킷 전송률을 모의 실험하였다. 본 논문에서 주어진 모의 실험환경은 표 1과 같다.

표 1 모의실험 환경

항목	내용
네트워크 크기	100 x 100(m)
클러스터의 수	16EA
노드의 수	100EA
시뮬레이션 시간	300 sec

각 이동 노드의 속도는 1 ~ 16m/s 사이에서 무작위로 값이 배정된다. 전체 네트워크 영역의 중심에 베이스스테이션이 위치하는 것으로 가정하고 베이스스테이션을 기준으로 4개의 영역으로 분리하여 모의 실험하였다.

그림 1은 DDV 알고리즘과 Random 네트워크의 패킷 전송률을 비교 실험한 결과이다. 그림 1에서 보는 바와 같이 노드의 방향성 및 속도에 따른 이동성을 반영함으로써 측정 시간에 따라 노드의 패킷 전송률은 DDV알고리즘이 최소 30%에서 최대 50% 까지 효율적인 패킷 전송률을 보여주고 있다. 따라서

각 노드간 방향성 및 속도 정보가 큰 영향을 미치고 있음을 확인 할 수 있었다.

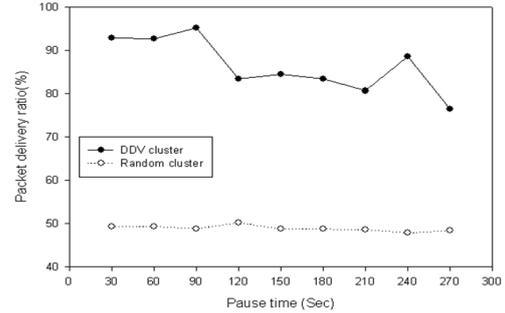


그림 1. DDV 알고리즘과 Random 네트워크의 패킷 전송률 비교

### IV. 결론

본 논문에서는 노드의 이동하는 방향성 및 속도에 따른 노드의 이동 속성 정보를 고려하여 클러스터를 생성 및 유지하는 기법인 DDV 알고리즘을 제안하였다. DDV 알고리즘은 노드의 이동하는 방향성 및 이동 속도가 유사한 노드들끼리 클러스터를 구성하고 유지함에 있어 네트워크 토폴로지의 변화를 줄일 수 있고 각 노드에 대한 네트워크의 부하를 감소시키고 네트워크 토폴로지를 안정적으로 유지할 수 있음을 확인하였다. 하지만 네트워크 특성상 상황에 따라 다른 결과를 보여줄 수 있을 것이고 향후 다른 속성 정보를 추가하여 함께 비교 분석 하는 연구가 필요 하겠다.

### 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] Xin Ming Zhang, En Bo Wang, Jing Jing Xia, Dan Keun Sung, "A Neighbor Coverage-Based Probabilistic Rebroadcast for Reducing Routing Overhead in Mobile Ad Hoc Networks", Mobile Computing, IEEE Transactions on, Volume. 12, Issue 3, pp. 424-433, 2013.
- [3] Hung-Chin Jnag, Hsiang-Te Huang, "Moving Direction Based Greedy Routing Algorithm for VANET," Computer Symposium (ICS), 2010 International, Tainan, pp.535-540, 2010.
- [4] Tao Wang and William N. N. Hung, "Reliable Node Clustering for Mobile Ad Hoc Networks," Journal of Applied Mathematics(Hindawi), vol. 2013, pp. 1-8, 2013
- [5] 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.