

Scalable 무선 센서 네트워크를 위한 향상된 DV-Hop 알고리즘

*이병태, 김선우

한양대학교 전자컴퓨터통신공학과

e-mail : leebt24@hanyang.ac.kr, remero@hanyang.ac.kr

An Improved DV-Hop Algorithm for Scalable Wireless Sensor Network

*Byeongtae Lee, Sunwoo Kim

Department of Electronics, Computer and Communication Engineering,
Hanyang University

Abstract

Localization system is an important problem for Wireless Sensor Networks(WSN). Since the sensor nodes are limited, the range-based that uses the special device for localization is unsuitable in WSN. DV-Hop is one of the range-free localization algorithm using hop-distance and number of hop count. But Its disadvantage is that it spend large communication cost in scalable sensor nodes. We propose a simple algorithm to reduce the communication cost, using the smallest number of hop count.

I. 서론

무선 센서 네트워크는 원하는 지역을 모니터링 하기 위해 사용되는 ad hoc 네트워크이다. 이 네트워크는 작고, 가볍고, 가격이 싼 센서 노드들로 구성되어 있으며 군사, 의료 및 산업분야에서 이용될 수 있다 [1].

이 분야에서 중요한 논쟁중의 하나는 센서 네트워크 내에서 노드들의 위치추정에 관한 것이다. 분산 위치 추정 시스템은 range-based와 range-free로 나누어 질 수 있다 [2]. Range-based 시스템은 위치추정을 위한 metric (e.g. Time of Arrival(TOA)[3], Time Difference of Arrival (TDOA)[4], Angle of Arrival (AOA)[4], Received Signal Strength Indicator (RSSI)[4]) 을 얻어내기 위한 하드웨어가 필요하다.

반면, range-free 시스템은 각 노드에서 수신된 정보를 이용하여 위치를 추정하는 방식이다. 전형적으로

이 시스템 방식은 DV-Hop[5], Centroid[6], MDS-MAP[7] 등이 있고, 이 논문에서는 DV-Hop 방식의 위치추정 방법을 사용하였다. 그러나 DV-Hop 방식은 노드의 수가 증가함에 따라 전송 패킷의 수가 크게 증가한다는 단점이 있다.

II. 본론

본 논문에서는 위에서 언급된 DV-Hop 알고리즘이 가지고 있는 문제점을 극복하기 위하여 Scalable DV-Hop(SDV-Hop) 알고리즘을 제안한다. SDV-Hop 알고리즘은 전송될 패킷의 수를 줄이기 위하여 flooding(수신된 비콘 노드의 정보를 재전송)의 영역을 제한하는 방식이다.

비콘 노드와 일반 노드는 랜덤하게 센서 지역에 배치되어있고, 비콘 노드는 여러 레벨로 나누어진다. 예를 들어, 첫 번째 레벨노드 4개, 두 번째 레벨노드 4개, 세 번째 레벨노드 8개 등으로 나누어 질 수 있다. 그리고 다음의 5단계로 위치추정을 수행한다.

- 1) 첫 번째 레벨의 4개의 비콘 노드는 그림 1(a)에서와 같이 자신의 위치정보를 브로드캐스팅(broadcasting)을 한다. 비콘 노드 주변의 노드들은 수신된 비콘 노드의 위치정보와 비콘 노드부터 자기 자신까지의 홉(hop)의 수를 저장하고, 홉의 수를 하나 증가시켜서 주변의 이웃노드에게 비콘 노드의 위치정보와 증가된 홉의 수를 재전송 한다.
- 2) 그림 1(b)에서와 같이 하나의 비콘 노드가 자신을 제외한 비콘 노드로부터 위치 정보를 수신 받으면, 평균 홉의 크기를 계산을 하고, 계산된 평균 홉의 크기를 브로드캐스팅을 한다.
- 3) 그림 1(c)처럼 노드들은 영역을 나눈다. 이를 집합

으로 표현하면 식 (1)과 같다.

$$u_i \in S_{b_j} \text{ if } HC_{b_j u_i} < HC_{b_k u_i}, j \neq k \quad (1)$$

여기서 u_i 는 위치가 알려지지 않은 미지 노드이고, S_{b_j} 는 비콘 노드 b_j 의 영역에 속한 노드들의 집합이며, $HC_{b_j u_i}$ 는 비콘 노드 b_j 에서 미지 노드 u_i 까지 홉의 수이다. 이때 홉의 수가 같다면, 노드는 평균 홉의 크기가 작은 비콘 노드를 영역으로 한다.

- 4) 두 번째 레벨의 비콘 노드는 첫 번째 레벨의 비콘 노드의 위치정보를 이용하여 평균 홉의 크기를 계산한다(그림 1(d)). 두 번째 레벨의 비콘 노드는 그림 1(e)에서와 같이 자신의 영역 내에서만 전송을 할 수 있다. 다른 레벨의 비콘 노드를 위하여 2~4단계 반복하여 수행한다.
- 5) 비콘 노드의 패킷 전송을 마친 후(그림 1(f))에 각 노드는 비콘 노드들의 위치 정보와 홉의 수, 평균 홉의 크기를 가지고 multilateration을 사용하여 자신의 위치를 추정한다.

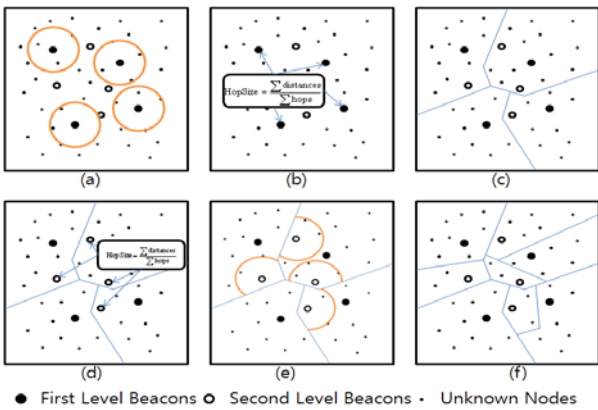


그림 1 두 개의 레벨의 Beacon 노드에서의 SDV-Hop의 단계

III. 모의실험 결과

다양한 네트워크 크기에 의해 노드의 수에 따른 전송된 패킷의 수와 위치추정 에러를 평가하기 위하여 센서 네트워크내의 노드 수를 72에서 1250개까지 변화시켰고, 비콘 노드의 수는 32개로 고정되었다. 그림 2(a)는 노드의 수가 증가함에 따라 위치 추정을 하기 위해 전송된 패킷의 수를 보여주고 있는데, 전체적으로 SDV-Hop에서 패킷의 수가 DV-Hop에 비해 약 1/4로 감소하는 것을 볼 수 있다. 그림 2(b)는 노드의 수에 따른 위치추정 에러를 보여 주고 있는데, SDV-Hop에서 비콘 노드의 정보의 수가 DV-Hop에서 비콘 노드의 정보의 수보다 적기 때문에 SDV-Hop에서의 위치추정 에러가 더 크다. 그러나 위치추정 에러를 줄이기

위한 CDV-Hop[7]을 사용하면, DV-Hop과 위치추정 에러가 비슷함을 보여준다.

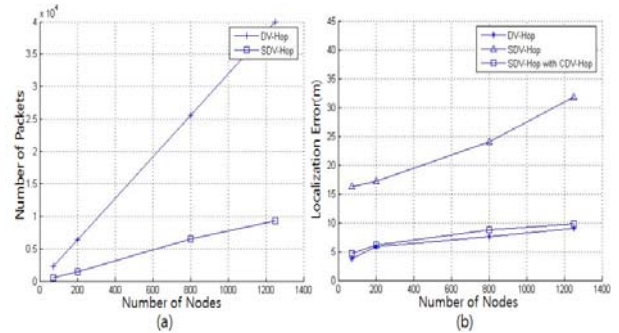


그림 2 (a) 노드의 수에 따른 패킷의 수, (b) 노드의 수에 따른 위치추정 에러

IV. 결론

본 논문에서의 SDV-Hop 알고리즘은 영역을 나누기 위한 복잡한 계산이 필요 없이, 단순히 가장 작은 홉의 수로 영역을 나누어 flooding을 제한할 수 있다. 그리하여 SDV-Hop은 통신에서의 오버헤드를 크게 줄여 많은 노드를 사용한 센서 네트워크에 사용 되어질 수 있다.

참고문헌

- [1] Y. Sankarasubramaniam E. Cayirci I.F. Akyildiz, W. Su. Wireless sensor networks : a survey. *Computer Networks*, pages 394 - 422, Mar. 2002.
- [2] Brian M. Blum John A. Stankovic Tarek F. Abdelzaher Tian He, Chengdu Huang. Range-free localization schemes for large scale sensor networks. *MOBICOM*, pages 81-95, 2003.
- [3] Jr Caffery, J.J. A new approach to the geometry of toa location. *Vehicular Technology Conference.*, pages 1943 - 1950, Sep. 2000.
- [4] Paramvir Bahl and Venkata N. Padmanabhan. Radar: An in-building rf-based user location and tracking system. *IEEE INFOCOM*, pages 775 - 784, Mar. 2000.
- [5] D. Niculescu and B. Nath. Ad hoc positioning system. *Global Communications Conference, IEEE*, pages 2926 - 2931, Nov. 2001.
- [6] D. Estrin N. Bulusu, J. Heidemann. Gps-less low-cost outdoor localization for very small devices. *Personal Communications*, pages 28 - 34, Oct. 2000.
- [7] Wei-Wei Ji and Zhong Liu. An improvement of DV-Hop algorithm in wireless sensor networks. *Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, pages 22 - 24, Sept. 2006.