

무선 센서 네트워크를 위한 위치 기반 라우팅에서 로컬 싱크의 운영

이의신^o 박수창 진민숙 박호성 김태희 김상하

충남 대학교 컴퓨터 공학과

{eslee^o, winter, badamul, hspark, thkim}@cclab.cnu.ac.kr and shkim@cnu.ac.kr

Working of Local Sink in Geographic Routing for Wireless Sensor Networks

Euisin Lee^o Soochang Park Min-Sook Jin Hosung Park Taehee Kim Sang-Ha Kim

Department of Computer Engineering, Chungnam National University

무선 센서 망에서 대부분의 위치 기반 라우팅 프로토콜[2-4]들이 소스 노드 (Source node)로부터 목적지 노드 (Destination node)까지 데이터 전달을 보장하기 위한 방법을 찾는 것에 집중한 반면 지역적이며 근접한 지역 (Target region)에 소스 노드들의 데이터를 수집하고 융합하는 방법에 대해서는 거의 다루고 있지 않다 하지만, 무선 센서 망에서 동일한 데이터의 융합(Aggregation)은 에너지 효율을 위해 중요하고 필요하다 [1,5,6]. 왜냐하면, 무선 센서 망은 무수히 많은 노드들이 밀집되어 뿌러지기 때문에 근접한 다수의 센서 노드들에 의해 이벤트가 감지되고 그들의 센싱 데이터는 중복되거나 연관성이 매우 높다 [6]. 그러나, 지역적이며 근접하게 폭주하여 발생하는 각각의 소스 노드들의 센싱 데이터를 글로벌 싱크 (Global sink)에서 수집하고 융합하는 것은 여러 가지 문제점을 발생한다 첫 번째로, 모든 소스 노드의 데이터가 융합없이 글로벌 싱크에게 전달되는 것은 소스 노드의 수에 비례하여 에너지 소비를 증가시킨다 두 번째로, 지역적이고 근접한 지역에 대부분의 데이터 패킷들은 위치 기반 라우팅에서 비슷한 경로를 이용하기 때문에 그 경로 상에 센서 노드들은 많은 에너지를 소비하고 데이터 혼잡이 발생한다 세 번째로, 다른 지역에 데이터 패킷들이 비슷한 경로를 통해 전달된다면 역시 데이터 혼잡으로 인해 데이터 전달에 많은 어려움을 겪을 것이다[4]. 따라서, 이러한 지역적이며 근접한 지역에 폭주하여 발생하는 데이터는 그 지역에서 수집되고 융합되어 글로벌 싱크에게 전달되는 것이 에너지 소비와 데이터 혼잡을 줄일 수 있다

그러므로, 우리는 본 논문에서 위치 기반 라우팅에서 이러한 이슈를 다루기 위한 로컬 싱크(Local Sink)의 개념을 소개한다 그 로컬 싱크는 위치 기반 라우팅에서 지역적이며 근접하게 폭주하며 발생하는 지역의 데이터를 수집하고 통합하여 글로벌 싱크에게 전달할 데이터를 발생하는 그 지역에 임시로 선정된 센서 노드이다 우리는 로컬 싱크의 최적화된 위치를 결정하기 위해 수학적 모델 개발한다 그 모델은 (1) 데이터 수집과 (2) 융합된 데이터 전달에 관한 총 에너지 비용 함수 E_c 가 위치 기반 라우팅에서 최소가 되는 목표 지역에 하나의 센서 노드를 로컬 싱크로써 결정한다 제안 모델은 위치 기반 라우팅에서 에너지 소비는 홉 수(hop-counts)에 비례하고 홉 수는 거리에 비례한다는 사실에 근거하여 위치 정보와 에너지 모델에 기반하여 수학적으로 계산된다 왜냐하면, 더 먼 거리는 센서 노드들이 밀집하고 균등하게 뿌러진 무선 센서 망에서 데이터를 전달하기 위해 더 많은 네트워크 레벨 홉 수를 요구하기 때문이다 데이터를 집중적으로 발생하는 목표 지역(Target region)에 소스 노드들의 집합 $S = \{n_1, n_2, \dots, n_N\}$ 이라고 하자 우리는 집합 S 중에 노드 n_i 에 (1) 데이터 수집을 위한 에너지비용 함수 E_c 를 아래 식 (1)과 같이 정의 한다

$$E_c(i) = \sum_{j=1, j \neq i}^N d(i, j) \times e_t \times e_r \times packet_size \quad (1)$$

여기서, $d(i, j)$ 는 두 센서 노드 i 와 j 사이에 거리로써 정의하고 그 $packet_size$ 는 하나의 센서 노드에서 센싱 데이터의 패킷 사이즈를 말한다 그리고, e_t 와 e_r 은 각각 1 비트 패킷을 보내고 받기 위해 소비되는 에너지를 의미한다 우리는 또한 그 센서 노드 n_i 에서 (2) 융합된 데이터 전달을 위한 에너지 비용 함수 E_d 를 아래 식 (2)와 같이 정의 한다

$$E_d(i) = d(i, g) \times e_t \times e_r \times aggregated_packet_size \quad (2)$$

여기서, $d(i, g)$ 는 그 노드 n_i 와 글로벌 싱크 사이를 말하고 그 $aggregated_packet_size$ 는 센서 노드 n_i 가 집합 S 에 모든 다른 소스들로부터 수집된 데이터를 융합한 융합 데이터의 패킷 사이즈이다 따라서, 총 에너지 비용 함수 E_t 는 식 (3)과 같이 정의된다.

$$E_t(i) = E_c(i) + E_d(i). \quad (3)$$

글로벌 싱크는 총 에너지 비용 함수 E_t 가 최소가 되는 집합 S 중에 센서 노드 n_i 를 로컬 싱크로써 결정한다.

우리는 또한 제안한 로컬 싱크 모델링을 통해 선정된 로컬 싱크를 통해서 데이터를 효율적으로 수집하기 위한 방안을 제시한다 글로벌 싱크가 센싱 데이터에 포함된 위치 정보를 통해 어떠한 지역적이고 인접한 지역 즉, 목표 지역에서 데이터의 집중 현상을 인지하면 글로벌 싱크는 제안된 로컬 싱크 모델을 통해서 로컬 싱크로써의 기능을 수행할 하나의 센서 노드를 선정한다 글로벌 싱크는 로컬 싱크로써 선정된 센서 노드에게 목표 지역에 대한 위치 정보를 담은 로컬 싱크 선정 메시지를 보내고 그 메시지를 받은 센서 노드는 목표 지역에 센서 노드들로부터 데이터를 수집하기 위한 로컬 싱크로써 활동하게 된다. 그 로컬 싱크는 잘 알려진 Geocasting 프로토콜들 [7, 8]을 통해 목표 지역 내로 로컬 싱크 알림 메시지를 전송한다 로컬 싱크 알림 메시지의 전달을 통해 목표 지역에 나머지 센서 노드들은 자신들의 데이터를 수집하는 로컬 싱크의 위치 정보를 알게 된다 목표 지역에 센서 노드들은 글로벌 싱크로부터 로컬 싱크 알림 메시지를 받은 후에 그들은 자신의 데이터를 더 이상 글로벌 싱크에게 직접 전달하지 않고 로컬 싱크에게 전달한다 로컬 싱크는 자신의 데이터뿐만 아니라 그 지역 안에 센서 노드들의 데이터를 수집하고 데이터 융합 방법[9]들을 이용하여 융합하여 글로벌 싱크에게 전달한다

[참고 문헌]

- [1] I. F. Akyildiz et al., "A Survey on Sensor Networks," IEEE Communication Magazine, Aug. 2002.
- [2] B. Karp and H. Kung, "GPSR: Greedy Perimeter Stateless Routing for Wireless Networks," ACM MobiCom, Aug. 2000.
- [3] S. Basagni et al., "A Distance Routing Effect Algorithm for Mobility (DREAM)," ACM/IEEE MobiCom, pp. 76-84, Oct. 1998.
- [4] T. He, J. Stankovic, C. Lu, and T. Abdelzaher, "A Spatiotemporal Communication Protocol for Wireless Sensor Networks," IEEE Trans. on Parallel and Distributed Systems, Vol. 16, No. 10, pp. 995-1006, Oct. 2005.
- [5] K. Fan et al., "Structure-Free Data Aggregation in Sensor Networks," IEEE Trans. on Mobile Computing, Vol. 6, No. 8, pp. 929-942, Aug. 2007.
- [6] K. Yuen, B. Liang, and B. Li, "A Distributed Framework for Correlated Data Gathering in Sensor Networks," IEEE Trans. on Vehicular Technology, Vol. 57, No. 1, pp. 578-593, Jan. 2008.
- [7] Y. Ko and N. H. Vaidya, "Flooding-Based Geocasting Protocols for Mobile Ad Hoc Networks," Mobile Networks and Applications, 7(6), pp. 471-480, Dec. 2002.
- [8] I. Stojmenovic, "Geocasting with Guaranteed Delivery in Sensor Networks," IEEE Wireless Communications, Vol. 11, No. 6, pp. 29-37, Dec. 2004.
- [9] R. Rajagopalan and P. Varshney, "Data-Aggregation Techniques in Sensor Networks: A Survey," IEEE Communications Surveys, Vol. 8, No. 4, pp. 48-63, 4th Qua. 2006.