

무선 센서 네트워크에서 하이브리드 이동성 정보 업데이트 기반의 에너지 효율적인 데이터 전송

윤민, 장재영, 신용제, 이의신
충북대학교 정보통신공학부

e-mail : min@cbnu.ac.kr, jaeyoung@cbnu.ac.kr, yjshin@cbnu.ac.kr, and eslee@cbnu.ac.kr

Energy-Efficient Data Dissemination based on Hybrid Mobility Information Update in Wireless Sensor Networks

Min Yoon, Jaeyoung Jang, Yongje Shin, and Euisin Lee
Dept. of Information & Communication Engineering, Chungbuk University

요 약

무선 센서 네트워크에서 위치 서비스는 싱크의 이동성을 지원하기 위한 효율적인 솔루션으로 주목 받았으며 이에 대한 연구가 진행되어왔다. 연구된 방안은 싱크의 속도, 궤도와 같은 이동성 정책을 이용하여 위치 서비스의 성능을 향상시켰다. 그러나 기존의 방안은 싱크가 이동할 것으로 예상된 지점에서 데이터 전달을 위해 플러딩을 사용한다. 이러한 플러딩의 결과로 기존 방안은 센서 노드들의 많은 에너지 소비를 야기하며 센서 네트워크에서 노드들의 에너지 소모량은 중요한 이슈가 된다. 그러므로, 본 논문은 기존 방안과는 달리 싱크의 지속적인 업데이트를 통해 유니캐스트를 사용하여 센서 노드들의 에너지 소비를 줄이면서 소스로부터 이동 싱크로 데이터를 전달하는 방안을 제시한다.

1. 서론

무선 센서 네트워크는 대량의 센서 노드들과 다수의 싱크들로 구성된다. 일반적으로, 소스 노드들과 싱크들은 네트워크 내의 어디든지 존재할 수 있으며 심지어 이동성을 가질 수도 있다. 그러나 센서 노드들이 파워, 메모리, 컴퓨팅같은 제한된 자원을 가지기 때문에, 낮은 제어 오버헤드를 통해 Sink Location Service 를 제공하는 것은 무선 네트워크에서 중요한 과제이다. 싱크들은 생존자 구조나 화재 감시 등의 임무를 수행하기 위해 넓은 영역을 이동한다. 이를 지원하기 위해 이에 대한 연구가 진행되어왔다[1]. 싱크가 목적지까지 이동할 때, 현재 위치에서 목적지까지 일직선으로 갈 수 있다면 이상적이지만, 산악 지형과 같은 제한된 환경에서는 싱크의 이동이 제한될 수 밖에 없다. 따라서 이러한 부분에서 위치 서버가 계산한 싱크의 예상 위치와 실제 위치의 오차가 일어날 수 있으며 위치 서버가 소스로부터 소스 데이터를 전달 받고 싱크로 데이터를 전달하는 과정 중에도 싱크는 계속 이동 중이기 때문에 이 오차는 더욱 커질 수 밖에 없다. 발생한 오차로 인해 싱크가 소스 데이터를 받지 못할 경우, 싱크는 자신의 임무를 수행하는 것에 있어 큰 문제를 갖게 된다. 따라서 본 논문은 Global Update 과정과 Local Update 과정을 통해 이러한 문제를 해결하고자 한다.

2. 네트워크 모델

이 논문에서, 우리는 다수의 센서 노드와 모바일 유저 또는 싱크로 이루어진 네트워크를 고려한다[2]. 각각의 노드들은 R 의 균일한 전송 범위와 전 방향 무선 라디오를 갖는다. 싱크들은 네트워크 영역 안에서 자신의 임무를 수행하기 위해 이동한다. 모든 노드들은 GPS 장치 또는 위치 인식 알고리즘을 통해 자신의 위치 좌표를 알고 있다. 또한 네트워크 내에서 이루어지는 모든 통신은 지리적 라우팅을 통해 이루어지는 것으로 가정한다[3].

3. 본문

본 논문은 제한된 환경에서 이동 싱크의 이동성을 지원하기 위한 프로토콜을 제안한다. 제안된 프로토콜은 크게 Local Update 와 Global Update 과정으로 나눌 수 있다.

Local Update 과정은 이동 싱크가 이동할 때, 자신의 현재 위치를 미리 정의된 시간 간격마다 업데이트 함으로써 위치 서버로부터 소스 데이터를 신뢰성 있게 전달받는 과정을 뜻한다.

Global Update 과정은 소스가 감지한 데이터를 이동 싱크로 전달 하는 과정을 뜻한다. Local Update 가 반복됨에 따라, 싱크가 자신의 이동 정책과 위치를 업데이트

이트하는 비용이 Global Update 보다 커지는 경우, 새로운 Global Update 를 진행한다.
 자세한 내용은 아래 서브 섹션에서 설명하도록 한다.

3.1 Global Update

무선 센서 네트워크에서, 싱크는 소스의 데이터를 필요로 한다. 소스와 싱크의 효율적인 통신을 위해 우리는 위치 서버를 사용한다. 위치 서버는 전체 네트워크의 중심점에 가까운 노드로 선정하며, 위치 서버를 통해 소스에서 싱크까지의 데이터 전달 과정을 Global Update 로 정의한다.

싱크가 이동할 때, 싱크는 자신이 어디로, 어느 정도의 속도로 이동하는지, 자신의 현재 위치와 함께 위치 서버로 업데이트 패킷을 전송한다. 위치 서버는 업데이트 패킷으로부터 얻은 정보를 싱크의 현재 좌표와 목적지 좌표의 거리를 속도로 나눈 t 시간 동안 저장한다. 싱크의 이동 시간 τ 는 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$\tau = \frac{v}{\sqrt{(x_1-x_0)^2+(y_1-y_0)^2}}$$

싱크의 예상 위치 (x', y') 는 다음과 같은 식을 통해 계산할 수 있다.

$$\begin{cases} x' = x_0 + \frac{t-t_0}{\tau} \cdot (x_1 - x_0) \\ y' = y_0 + \frac{t-t_0}{\tau} \cdot (y_1 - y_0) \end{cases}$$

여기서 (x_0, y_0) 은 싱크의 초기 좌표이며 (x_1, y_1) 은 목적지 좌표, t_0 은 초기 시간을 나타낸다.

위의 식을 통해 위치 서버는 이동하는 싱크의 예상 좌표를 계산한다. 소스가 이벤트를 감지하여 위치 서버로 소스 데이터를 전송한다면, 위치 서버는 현재 계산된 싱크의 예상 위치로 해당 소스 데이터를 전송한다.

3.2 Local Update

싱크가 위치 서버로 업데이트 패킷을 전송하고 이동할 때, 싱크는 현재 위치로부터 목적지 위치까지의 경로 상의 노드들에게 자신의 현재 위치 정보를 담은 업데이트 패킷을 전송하여 t 시간동안 유지되는 쿼럼을 형성한다. 이후 싱크는 이동하며 미리 정의된 시간 간격 a 마다 자신의 현재 위치에서 가장 가까운 쿼럼 상의 노드에 자신의 현재 위치 정보를 업데이트 한다. 싱크의 현재 위치 정보를 받은 노드는 전달 노드로 정의한다. 전달 노드는 $2a$ 의 시간동안 해당 정보를 저장한다. $2a$ 의 시간만큼 정보를 저장하는 이유는 싱크가 a 의 시간이 지나 싱크가 새로운 Local Update 를 진행하여 새로운 전달 노드가 선정될 때, 기존의 전달 노드가 소스 데이터를 전달받을 수도 있기 때문이다.

그림 1은 Local Update 과정을 나타낸다. 위치 서버는 소스로부터 받은 데이터를 식을 통해 계산한 현재 예상되는 싱크 위치로 전달한다. 예상 되는 싱크 위

치에는 전달 노드가 존재하며 전달 노드가 데이터를 수신한다. 소스 데이터를 받은 전달 노드는 싱크로부터 받은 업데이트 패킷을 통해 싱크의 현재 위치로 소스 데이터를 전송한다.

Local Update 과정을 거치는 경우, 싱크가 전달 노드로 현재 위치 정보를 업데이트 하는 만큼 추가적인 오버헤드가 발생한다. 싱크의 예상 경로 즉, 쿼럼과 실제 경로 사이의 오차가 크지 않다면 Local Update 로 인한 오버헤드 역시 크지 않겠지만 오차가 커져 전달 노드와 싱크의 실제 위치 간 Local Update 경로가 커지는 경우, Global Update 를 다시 하는 것이 효과적이다. 따라서 싱크가 위치 서버로 업데이트 패킷을 보내는 경로의 길이보다 싱크에서 전달 노드로 Local Update 해주는 경로의 길이 합이 커지는 경우 새로운 Global Update 를 수행한다. 만약 Local Update 의 오버헤드가 Global Update 의 오버헤드보다 크지 않다면, 싱크가 새로운 목적지로 이동할 때, Global Update 를 수행한다.

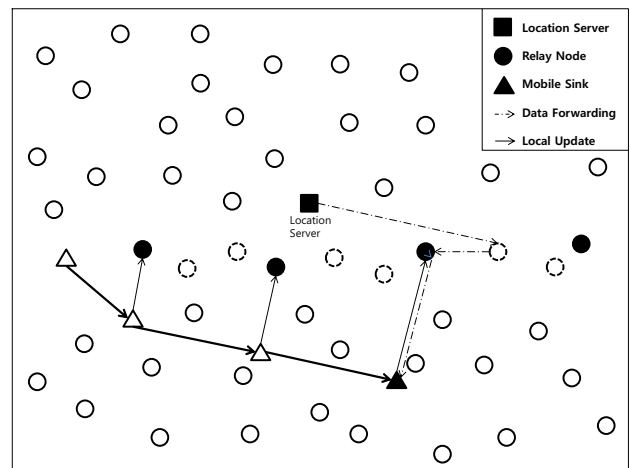


그림.1 싱크 이동에 따른 데이터 전달 과정

4. 결론

본 논문은 이동 싱크의 이동성 정책에 기반하여 Global Update 와 Local Update 의 과정을 통해 에너지 효율적인 데이터 전송 방안을 제시한다. 차후 이에 대한 시뮬레이션을 진행할 것이며 기존 방안과 비교해 에너지 소모를 줄일 수 있을 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] Zhezhuang Xu, Cailian Chen, Bin Cheng, Xinping Guan, "Sharing Mobility Strategy Improves Location Service in Wireless Sensor and Actor Networks," IEEE Communications Letters, Vol 16, No. 6, pp. 858-861, Apr. 2012
- [2] X. Hong, M. Gerla, G. Pei, and C. Chiang, "A group mobility model for ad hoc wireless networks," in Proc. ACM MSWiM, Aug. 1999.
- [3] B. Karp and H. T. Kung, "GPSR: greedy perimeter stateless routing for wireless networks," in Proc. ACM MOBICOM, pp. 243-254, 2000.