

센서네트워크에서 적응적 트라젝토리 기반 효율적 정보 전송 기법

임화정[○] 이좌형 이현길 차영환

강원대학교 상지대학교

{hjlim, jinnie4u, hglee}@kangwon.ac.kr yhtscha@kangwon.ac.kr

An Efficient Data Dissemination Technique based on Adaptive Trajectory in Sensor Networks

Hwa-Jung Lim[○] Joa-Hyoung Lee Heon-Guil Lee Yeong-Hwan Tacha

Dept of Computer IT Engineering, Kangwon National University

Dept of Computer IT Engineering, Sangji University

서론*

네트워크상에 저장된 데이터 접근 방법의 하나로 분산 해쉬 테이블(Distributed Hash Table, DHT) 개념을 기반으로 네트워크상의 노드에 데이터를 저장하고 접근하는 기법이 연구되어 왔다[1,2]. DHT를 센서네트워크에 적용하면 사용자가 외부 저장소를 거치지 않아도 센서노드에 저장된 데이터에 쉽게 접근할 수 있다. 하지만 센서네트워크에서 노드의 ID를 가지고 해쉬 테이블(Hash Table)을 구성하면 해당 노드까지 데이터를 전송하기 위한 오버헤드가 커질 수 있다.

이러한 문제점을 해결하기 위한 방안으로 노드의 ID가 아니라 노드가 위치하고 있는 지리적 좌표(위치)정보를 활용하여 해쉬 테이블을 구성하는 방법이 있다[3]. 센서노드들은 센싱한 데이터에 해쉬를 적용하여 저장할 위치정보를 찾아 전달하면 해당 위치에 있는 노드가 데이터를 관리한다. 사용자는 해쉬를 통하여 센서네트워크상에 데이터가 저장된 위치로 질의를 전송하여 데이터를 구할 수 있다.

이는 데이터 접근용이성을 제공할 수 있지만 센서네트워크 특성상 이를 구현하는데 몇 가지 어려움이 따른다. 첫째, 센서네트워크는 불규칙하게 설치되는 경우가 많기 때문에 특정 좌표 주변에 매우 많은 노드가 존재하거나 노드가 존재하지 않을 가능성이 있다. 둘째, 센서네트워크를 구성하는 센서노드들이 매우 제한적인 자원을 가지기 때문에 하나의 노드에 너무 많은 부하가 집중되면 안 된다는 것이다. 즉, 인기 있는 데이터를 저장하고 있는 노드에는 질의에 대한 응답으로 인하여 많은 부하가 발생할 가능성이 높으며 이는 노드의 에너지자원을 빨리 고갈 시키는 결과를 초래할 수 있다.

본 논문에서는 이러한 문제점들을 해결하고자 분산 해쉬 테이블기반 데이터 저장소 기법에 트라젝토리 기반 전달(Trajectory Based Forwarding, TBF) 기법을 도입하는 적응적 지역 트라젝토리 기반 데이터 저장 기법(Data Centric Storage based on Adaptive Local Trajectory, ALT)을 제안한다[4,5,6].

TBF기법은 수학적 함수를 이용하여 메시지가 전달될 방향과 경로를 결정하는 방법으로 여러 가지 모양의 경로를 설정할 수 있다[6]. ALT에서는 DHT를 통해 구해진 좌표 즉, 타겟 포인트(Target Point)를 둘러싸는 트라젝토리(Trajectory)를 형성하여 노드들이 트라젝토리에 속하는 노드들에 중복하여 데이터를 저장하도록 한다. 따라서 단 하나의 노드에 데이터를 저장하는 DHT에 비해 ALT기법에서는 트라젝토리에 속하는 여러 노드들이 데이터를 저장하고 질의에 응답하기 때문에 부하가 분산되는 효과를 가진다. 또한 데이터에 대한 질의빈도가 높아지는 경우 트라젝토리가 형성되는 거리를 조절하여 트라젝토리를 넓혀 부하가 분산되도록 한다.

본론

* ALT기법의 기본 개념

제안하는 ALT기법에서는 GHT를 통해 생성된 좌표인 타겟 포인트(Target Point, Q)주변에 트라젝토리(Trajectory)를 형성하여 응답율을 높이고 부하를 분산시킨다.

제안 기법에서 데이터를 수집하는 소스노드(s)는 데이터 A를 해쉬하여 Q의 좌표값(Tx, Ty)을 얻어 해당 위치로 데이터를 Put()한다. 해당 데이터를 얻고자 하는 사용자도 A를 해쉬하여 좌표값(Tx, Ty)를 얻어 해당 위치로 Get()한다. 제안기법에서는 Q를 둘러싸는 트라젝토리(Trajectory, Tr)형성한다.

Tr는 데이터 조회율과 같은 질의빈도 수로 산출된 질의빈도(popular, p)에 계산된 거리(Distance, H)만큼 떨어진 위치에 형성된다. 형성된 Tr에는 Q의 데이터를 저장할 수 있는 저장소 노드 집합(Rn)이 있

* 이 논문은 2007년 정부(교육인적자원부)의 재원으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 수행된 연구임(KRT-2007-521-D00409)

다. 저장소노드 집합(R_n)은 백본노드(backbone, b)와 T_R 경계선(boundary, B)사이 에 있는 노드(u)로 구성 된다. 따라서 사용자는 Q 까지 접근하지 않고 T_R 내에 있는 저장소 노드로부터 데이터를 가져갈 수 있다.

* 트라젝토리(Trajectory)

ALT에서 트라젝토리(T_R)를 형성하기 위해서는 타깃 포인트(Q)와 Q 로부터 꼭지점(V)까지의 거리(H)정보 만 있으면 된다. 이 때, 노드들은 자신의 위치를 알고 있다고 가정하기 때문에 노드가 T_R 에 속하는지 확인할 수 있다.

* 계층적 부하분산

ALT에서는 두 단계에 걸쳐서 노드에 발생하는 부하를 분산한다. 첫째, Q 를 중심으로 T_R 저장 공간을 형성하여 노드 간에 부하가 분산되도록 한다. 둘째, 데이터에 대한 조회율 즉, 질의빈도(ρ)에 따라 거리(H)를 조절하여 T_R 를 조절하여 부하를 분산시킨다. 단위면적당 노드가 균일하다고 가정할 때, 저장 공간인 T_R 의 생성범위에 따라 T_R 에 속하는 저장소 노드에 수가 달라지기 때문에 질의빈도(ρ)에 따라 범 위를 조절하면 부하가 발생하는 노드의 수를 조절할 수 있다.

* 성능평가

본 논문에서 제안된 ALT기법을 NS-2를 이용하여 구현하였다. 802.11 MAC과 GPSR 라우팅 프로토콜을 사용하였으며, NS-2에 구현된 에너지 모델을 사용하여 에너지 효율성을 비교하였다.

센서노드가 패킷을 송·수신할 때 사용하는 에너지는 각각 0.5W, 0.2W로 설정하고, 노드의 통신 거리는 30m정도로 설정하였다. 실험환경은 600m X 600m 크기의 영역에 20m 간격으로 900개의 노드들을 그리드 형태로 배치하였으며, 추가로 2000m X 2000m 크기의 영역에 20m 간격으로 약10,000개의노드를 배치 하여 실험하였다.

GHT를 비교대상으로 설정하였으며 데이터 저장소의 주위에만 데이터를 저장하고 응답하도록 하였다. 데이터 저장기법의 성능을 측정하기 위하여 0번 노드가 데이터를 센싱하여 전달하는 역할을 담당하도록 하였으며 저장소는 네트워크의 중심점으로 설정하였다. 그리드 형태의 네트워크에서 테두리에 위치하는 노드들이 질의를 전송하도록 하였다. 600m X 600m크기의 네트워크에서는 총 116개의 노드들이 질의를 전송한다. 질의빈도는 시간에 따라 최소 0.5초 간격에서 최대 4초 간격사이에서 질의빈도를 다르게 하여 성능 측정하였다.

첫째, 시스템에 발생하는 부하량은 노드별로 질의에 대해 응답하는 횟수와 데이터 저장소의 범위를 측정하였다. 둘째, 사용자에게 얼마나 좋은 성능을 제공하느냐를 평가하기 위해서 질의를 전송하고 응답을 받는데 걸리는 응답 시간을 측정하였다. 셋째, 에너지 소모가 네트워크의 중심부분에 있는 노드들에 집중되는 현상을 GHT와 비교하였다.

결론

제안하는 ALT기법은 첫째, 질의 빈도에 상관없이 하나의 노드에서 모든 질의를 처리하여 부하가 집중 되는 GHT의 경우와 달리 저장소 범위의 증가에 따라 부하가 분산됨을 알 수 있다.

둘째, 트라젝토리 생성으로 질의에 대한 응답시간 및 응답 홉 수를 줄일 수 보여주었다.

마지막으로 질의가 집중된 노드에서 질의를 처리하는데 걸리는 시간이 늘어남에 따라 증가하는 최대 에너지소모량도 제안된 기법보다 GHT가 두 배 이상 많은 것을 알 수 있다.

참고문헌

[1] Karim Scada, Ahmed Helmy. "Rendezvous Regions: A Scalable Architecture for Service Location and Data-Centric Storage in Large-Scale Wireless Networks", WMAN 2004.

[2] Jivodar B. Tchakarov, Nitin H. Vaidya. "Efficient Content Location in Wireless Ad Hoc Networks", IEEE International Conference on Mobile Data Management (MDM'04) p. 74, 2004.

[3] S. Ratnasamy, B. Karp, L. Yin, F. Yu, D. Estrin, R. Govindan, S. Shenker, "GHT: A Geographic Hash-table for Data centric Storage In Sensor nets" In Proceedings of the First ACM International Workshop on Wireless Sensor Networks and Applications (WSNA), pp.78-87, (Atlanta, Georgia, September 2002).

[4] Brad Karp, H. T. Kung. "GPSR: Greedy Perimeter Stateless Routing for Wireless Networks", MobiCom 2000.

[5] A. Capone, L. Pizziniaco, I. Filippini, A. Capone, L. Pizziniaco, I. Filippini, "A SiFT: an efficient method for trajectory based forwarding", wireless Communication Systems, 2005. 2nd International Symposium on, 135- 139p, Sept. 2005.

[6] Yeonghwan Tscha, Mehmet Ufuk C. aglayan, "Query slipping prevention for trajectory-based publishing and subscribing in wireless sensor networks", 1979-1991p, Computer Communications 29. 2006.