

## 센서네트워크에서의 프록시 트라젝토리 기반 데이터 저장 기법

임화정<sup>○</sup> 이좌형 차영환

강원대학교 삼지대학교

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

### An Proxy Trajectory based Storage in Sensor Networks

Hwa-Jung Lim<sup>○</sup> Joa-Hyoung 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]. 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 GHT기법이 제안되었다[2]. 센서노드들은 센싱한 데이터에 해쉬를 적용하여 저장할 위치정보를 찾아 전달하면 해당 위치에 있는 노드가 데이터를 관리한다. 사용자는 해쉬를 통하여 네트워크상에 데이터가 저장된 위치로 질의를 전송하여 데이터를 구할 수 있다.

이는 데이터 접근용이성을 제공할 수 있지만 구현하는데 다음과 같은 어려움이 있다. 첫째, 센서네트워크는 불규칙하게 설치되는 경우가 많기 때문에 특정 좌표주변에 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 문제해결을 위해 기존의 분산 해쉬 테이블 기반의 데이터 저장소 기법에 트라젝토리 기반 전달(Trajectory Based Forwarding, TBF)기법을 도입하는 데이터의 인기도와 질의 특성에 따라 트라젝토리를 설정하여 사용자의 응답 시간 단축 및 이동성을 지원할 수 있는 프록시트라젝토리 저장기법(Adaptive Proxy Trajectory based Storage, APT)을 제안한다[4,5,6].

TBF기법은 수학적 함수를 이용하여 메시지가 전달될 방향과 경로를 결정하는 방법으로 여러 가지 모양의 경로를 설정할 수 있다[5]. APT에서는 DHT를 통해 구해진 좌표 즉, 타겟 포인트(Target Point)를 둘러싸는 트라젝토리(Trajectory)를 형성하여 노드들이 트라젝토리에 속하는 노드들에 데이터를 저장하도록 한다. APT기법에서는 DHT에 비해 트라젝토리에 속하는 여러 노드들이 데이터를 저장하고 질의에 응답하기 때문에 부하가 분산되는 효과를 가진다. 또한 데이터에 대한 질의빈도가 높아지는 경우 트라젝토리가 형성되는 거리(H)를 조절하여 트라젝토리를 넓혀 부하가 분산되도록 한다. 만약 질의를 전송하는 사용자들이 특정영역에 밀집해 있는 경우 또는 사용자가 이동하는 경우에 응답지연시간을 줄이기 위하여 해당 영역 주변에 새로운 트라젝토리를 형성하여 프록시 서버처럼 동작하도록 한다.

#### 본론

##### \* APT기법의 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 조회결과 같은 질의빈도 수로 산출된 질의빈도(popular, ρ)에 계산된 거리(Distance, H)만큼 떨어진 위치에 형성된다. 형성된 Tr에는 Q의 데이터를 저장할 수 있는 저장소 노드 집합(Rn)이 있

\* 이 논문은 2007년도 산학연 공동기술개발 컨소시엄 사업의 지원을 받아 수행된 연구임(과제번호-00022685)

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

\* 계층적트랙토리(Trajectory)

제안하는 APT기법에서 트랙토리( $T_R$ )를 형성하기 위해서는 타겟 포인트( $Q$ )와  $Q$ 로부터 꼭지점( $V$ )까지의 거리( $H$ )정보만 있으면 된다. 이 때, 노드들은 자신의 위치를 알고 있다고 가정하기 때문에 노드가  $T_R$ 에 속하는지 확인할 수 있다. APT에서 데이터를 수집하는 소스노드( $S$ )는  $T_R$ 에 속하는 노드들이 취합한 데이터의 질의빈도( $\rho$ )정보를 바탕으로 거리( $H$ )를 결정한다. 데이터의 질의빈도( $\rho$ )가 일정수준 이상 증가하면  $S$ 는  $H$ 를 증가시켜서 새로운  $T_R$ 를 형성한다. 반대로 데이터의 질의빈도( $\rho$ )가 일정수준 이하로 감소하면  $S$ 는 범위를 감소시킨다. 일정주기 동안 취합된 데이터의 질의빈도( $\rho$ )가 일정수준 이상이면  $S$ 는  $h_1$ 을  $h_2$ 로 증가시킨다.  $h_2$ 에 의한 새로운  $T_R$ 를 형성한다. 이런 방식으로  $T_R$ 에서 일정주기 동안 취합된 질의빈도( $\rho$ )가 일정 수준 이상이면 거리는  $h_3$ 로 증가하여  $T_R$ 을 형성한다. 반대로 질의빈도( $\rho$ )가 일정 수준 이하로 감소하는 경우에는 거리는 다시  $h_2$ 로 감소하여  $T_R$ 로 돌아간다. 데이터의 질의빈도( $\rho$ )에 따라 거리  $H$ 가 변하고 거리에 따라  $T_R$ 는 동적으로 증가하거나 감소하여 노드에 발생하는 부하를 분산시킨다. 이때의 데이터 주기 및 질의빈도의 기준 값은 확장 논문에서 수식으로 정의한다.

\* 프록시트랙토리(Trajectory)

계층적트랙토리에서 특정 영역에 부하가 집중될 경우 발생할 수 있는 동일한 데이터에 대한 질의와 응답의 중복 전송 문제로 발생하는 에너지 낭비가 발생할 수 있다. 프록시 트랙토리 기법은 사용자가 밀집해 있는 지역 노드들에 데이터를 저장하여 질의응답의 중복적 전송 및 질의에 대한 응답 지연시간을 줄일 수 있다.

\* 성능평가

본 논문에서 제안된 APT기법을 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 배치하여 실험하였다. GHT를 비교대상으로 설정하여 성능 측정하였다. 계층적 트랙토리에서는 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. 프록시트랙토리( $PT_R$ )의 성능은 사용자가 특정 지역에 밀집해 있는 경우(A)와 좁은 지역에서 이동하는 경우(B)로 나눠 프록시트랙토리 설정 시 응답시간과 응답 홉 수의 변화를 측정하였다. A의 경우 5000m X 5000m 크기의 네트워크에 2500개의 노드를 배치하였으며 B의 경우에는 3000m X 3000m 크기의 네트워크에 900개의 노드를 배치하였다. 사용자 집중 시(A) 응답시간 및 응답홉수의 감소를 볼 수 있었으며, 사용자의 이동시(B)역시 사용자가 일정지역에서 랜덤하게 움직이는 경우 프록시트랙토리가 형성되어 응답시간과 응답 홉 수가 줄어드는 것을 보여준다.

결론

제안하는 APT 기법은 센서네트워크에서 대표적인 DCS기법인 GHT와의 성능비교를 통하여 질의 빈도에 따라 데이터 저장소의 범위를 조절을 통하여 응답시간을 줄이고 노드들에 발생하는 부하와 에너지소모량도 분산시킬 수 있음을 보였다. 또한 사용자가 특정영역에 밀집해 있거나 일정한 영역에서 이동하는 경우 프록시 트랙토리( $PT_R$ )를 통하여 매우 짧은 응답시간을 제공함을 보였다.

참고문헌

- [1] Karim Seada, Ahmed Helmy. "Rendezvous Regions: A Scalable Architecture for Service Location and Data-Centric Storage in Large-Scale Wireless Networks", WMAN 2004.
- [2] 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).
- [3] Brad Karp, H. T. Kung, "GPSR: Greedy Perimeter Stateless Routing for Wireless Networks", MobiCom 2000.
- [4] 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.
- [5] Yeonghwan Tscha, Mehmet Ufuk C, ag 1ayan, "Query slipping prevention for trajectory-based publishing and subscribing in wireless sensor networks", 1979-1991p, Computer Communications 29 . 2006.
- [6] W. Zhang, G. Cao, and T. La Porta, "Dynamic Proxy Tree-Based Data Dissemination Schemes for Wireless Sensor Networks," ACM/ IEEE MASS'04.