

도로 네트워크 환경에서 센서 네트워크를 이용한 분산 브로드캐스트 색인 기법

Distributed Broadcast Index Method

using Sensor Networks in Road Network Environments

장용진, 박준호, 이진주, 성동욱, 유재수
충북대학교 정보통신공학과

Jang, Yong-Jin, Park, Jun-Ho, Lee Jin Ju,
Seong, Dong Ook, Yoo Jae Soo
ChungBuk National Univ.

요약

수많은 이동 노드가 존재하는 유비쿼터스 환경에서 위치 기반 서비스가 중요한 응용 분야로 부상하고 있다. 효율적인 위치 기반 서비스를 제공하기 위해 브로드캐스팅을 이용한 다양한 기법들이 연구 되었지만, 대부분 효율적인 인덱스 구축에 대한 연구이고, 브로드캐스팅 데이터의 크기를 줄이기 위한 기법은 고려되지 않았다. 이에 본 논문에서는 최근 많은 연구가 이루어지고 있는 센서 네트워크와 브로드캐스팅 기법을 활용하여, 객체의 이동 패턴을 고려한 데이터 분산 브로드캐스팅 기법을 제안한다. 제안하는 기법을 수행하기 위한 기반 인프라를 구축하기 위해 도로 네트워크 기반의 센서 클러스터링 기법을 제안하고, 센서 노드에 의해 측정된 객체의 이동 정보를 기반으로 한 최적의 데이터 분산 브로드캐스팅 기법을 적용한다.

I. 서론 및 관련연구

최근 유무선 통신 기술의 발전 및 모바일 정보기기의 보편화에 힘입어, 위치 기반 서비스(Location-based Service)가 주요한 응용 분야로 부상하고 있다. 위치 기반 서비스란 사용자가 현재 위치한 지리적 위치를 고려하여 사용자에게 유용한 정보를 제공하는 서비스를 말한다. 이러한 위치기반 서비스는 도로 네트워크에서 특히 유용하다. 예를 들어 ‘근처의 가장 가까운 주유소는 어디인가?’ 또는 ‘특정 위치의 도로 상황은 어떠한가?’ 등이다. 위치 기반 서비스를 제공하기 위해 기본적으로 위치 정보 관리 및 공간 질의 처리 기법이 필요하므로, 효과적인 위치 기반 서비스를 제공하기 위한 다양한 연

구들이 이루어지고 있다.

위치 기반 서비스에서 정보를 수집하기 위한 보편적인 방법[1]으로 수요 중심 제공 기법은 클라이언트가 정보가 필요할 경우 서버에 정보를 요청하는 방식이다. 서버는 클라이언트가 요청한 정보를 제공하기 위한 질의를 처리한 후, 질의 결과를 전송한다. 수요 중심 제공 기법은 필요로 하는 정보를 수집하기 위해 클라이언트 측에서 질의 처리를 위한 어떤 연산도 수행하지 않기 때문에 부하가 적다. 하지만, 데이터의 갱신이나 데이터 요청의 수가 증가하면 서버 측에 많은 부하가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위한 방법으로 브로드캐스트(broadcast)[2]를 이용한 기법이 제안되었다. 서버는 클라이언트들이 필요로 하는 대규모의 데이터를 브로드캐스팅 방식으로 전송하고, 클라이언트는 전송 받은 데이터에서 자신이 필요로 하는 데이터를 얻기 위해 자체

* 이 논문은 2009년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업의 결과임.(No. 2009-0080279)

적으로 질의 처리를 수행한다. 브로드캐스트 기법은 분산 처리를 수행함으로써 서버의 부하 집중 문제를 해결하였지만, 클라이언트가 데이터를 얻기 위해 채널을 수신하는 시간인 튜닝 시간(TuningTime)과 클라이언트가 수신한 데이터 내에서 필요한 정보를 획득할 때까지 소요되는 지연시간(Access Latency)으로 인해 에너지 소모와 원하는 정보를 즉시 획득하지 못하는 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결하기 위한 기존 연구는 브로드캐스팅 데이터의 패턴 변경이나 효율적인 인덱스 구축에 대한 연구에 한정되어 있고, 브로드캐스팅 데이터의 크기를 줄이기 위한 연구는 이루어지지 않았다.

최근 센서 네트워크를 활용한 다양한 응용이 연구되고 있고, u-City와 같은 실제 응용에 적용이 증가하고 있는 추세다. 센서 네트워크를 이용하여 도로 네트워크 환경에서 차량의 속도, 밀도, 방향 정보 등을 파악하는 것이 가능하다.

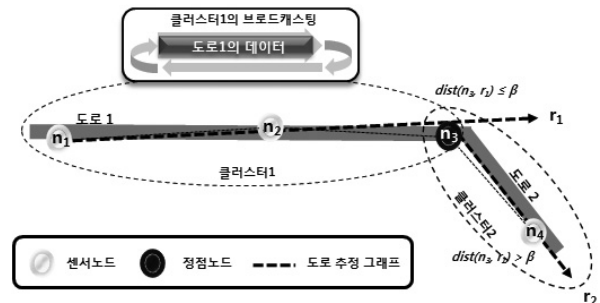
본 논문에서는 튜닝 시간과 지연시간을 감소시키기 위해 센서 네트워크를 활용한 데이터 분산 브로드캐스트 기법을 제안한다. 센서 네트워크를 도로 네트워크 응용에 적용 시키고 브로드캐스팅 데이터를 분산하기 위한 기반 인프라 구축을 위해 도로 네트워크를 기반으로 한 센서 네트워크 클러스터링 기법을 제안한다. 도로 노드에 배치된 센서 네트워크에 의해 측정된 객체의 이동 정보에 기반을 둔 최적 분산 브로드캐스팅 기법을 적용한다.

II. 제안하는 기법

본 절에서는 본 기법을 적용시키기 위한 기반 인프라를 구축하기 위해 도로 네트워크를 기반으로 하는 클러스터링 기법을 제안한다.

일반적으로 u-City에서의 센서 네트워크를 적용한 응용에서 센서 노드는 도로 세그먼트에 인접하게 배치한다. 도로 세그먼트 단위로 센서 네트워크를 클러스터링하기 위하여, 그림 1과 같이 센서 노드 자신의 좌표를 바탕으로 인접 센서 노드들과의 도로 추정 그래프를 생성한다. 인-네트워크 방식으로 인접 노드에게 도로 그래프 생성 메시지를 전달하고, 메시지를 전달 받은 노드는 도로 추정 그래프와 자신의 좌표를 거리를 측정하여 임계값 β 이하 일 경우는, 이전의 노드와 같은 도로 세그먼트에 위치하기 때문에 같은 클러스터에 속한

다는 것을 인지한다. 하지만 임계값 β 보다 클 경우는 이전의 노드와 다른 도로 세그먼트에 속한다는 것을 인식하고, 새로운 도로 추정 그래프 메시지를 생성하여 인접한 다음 노드로 전송한다. 두 개의 도로 추정 그래프가 교차되는 부분의 노드를 접점노드라고 하며, 두 개의 도로 추정 그래프에 의해 생성되는 두 개의 클러스터에 모두 속하게 된다. 이렇게 도로 세그먼트 인접의 센서 노드의 위치를 이용하여 클러스터링을 하고, 클러스터 멤버 노드에서는 객체의 이동 정보 및 패턴을 수집하여, 자신이 관리하는 도로 세그먼트에 해당하는 데이터만 브로드캐스팅한다.



▶▶ 그림 1. 도로 네트워크에서의 센서네트워크 클러스터링 기법

본 기법에서는 식(1)과 같이 센서 네트워크에 의해 측정된 객체의 이동 정보에 기반을 둔 최적화 분산 브로드캐스팅 기법을 수행한다. 이동객체의 속도와 밀도를 고려하여, 빠르게 이동하고 있는 객체는 접근 지연시간을 줄이고자 단일 도로세그먼트에 대한 정보만을 브로드캐스팅하고, 정체가 발생하여 느리게 이동하고 있는 객체는 접근 지연시간에 크게 영향을 받지 않기 때문에 수신할 수 있는 최대 인접 도로 세그먼트의 정보까지 포함하여 브로드캐스팅을 수행한다.

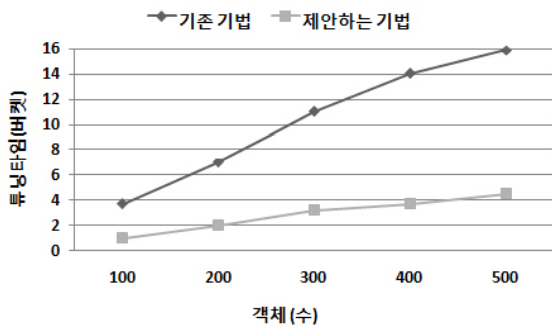
$$\begin{aligned} & \{ \text{단일도로세그먼트의데이터의튜닝타임} + \text{접근지연시간} \} + \\ & \sum (\text{인접한도로세그먼트}n\text{의데이터튜닝타임} + \text{접근지연시간}) \leq \text{도로세그먼트에서의평균이동시간} \end{aligned} \quad (1)$$

III. 성능평가

제안하는 기법의 성능을 평가하기 위해 전체 도로 네트워크에 대한 정보를 방송하는 일반적인 브로드캐스

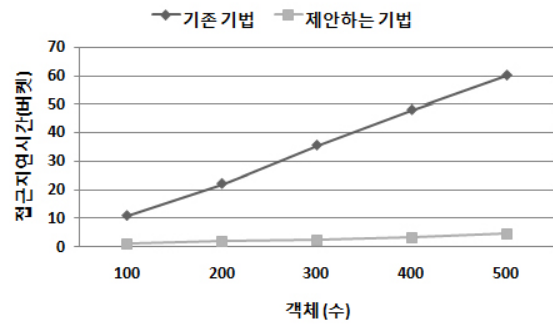
트 기법과 비교 평가하였다. 브로드캐스트 인덱스 및 데이터 구성은 [3]의 방법을 이용하였다.

일반적으로 브로드캐스트 환경에서 객체의 수가 증가하면 접근지연시간과 튜닝타임이 증가한다. [그림 2]는 객체 수의 변화에 따른 튜닝타임을 보여준다. 기존 기법이 객체수가 증가함에 따라 튜닝타임이 증가하는 것과 달리 제안하는 기법은 도로 세그먼트 단위로 분산 브로드캐스트를 수행함으로써 튜닝타임이 크게 감소한다. 제안하는 기법의 튜닝타임이 기존 기법에 비해 평균 72% 감소하였다.



▶▶ 그림 2. 객체 수에 따른 튜닝 타임

[그림 3]은 객체수의 변화에 따른 접근지연시간의 변화를 보여준다. 질의 처리에 있어서 기존 기법은 객체 수가 증가할수록 브로드캐스트 되는 전체 데이터의 양이 증가하게 되고 질의 처리와 관련 없는 데이터가 상대적으로 증가하여 지연시간이 증가한다. 그러나 제안하는 기법은 분산 브로드캐스트를 수행함으로써 질의 처리에 직접적으로 관련 있는 데이터만을 수신함으로써 빠른 질의 처리를 통한 접근지연시간의 감소한다. 제안하는 기법의 접근지연시간이 기존 기법에 비해 최대 약 89% 감소하는 것을 확인하였다.



▶▶ 그림 3. 객체 수에 따른 접근지연시간

IV. 결론

본 논문에서는 도로 네트워크에서의 브로드캐스팅의 문제점을 해결하고자, 센서 네트워크를 이용한 데이터 분산 브로드캐스팅 기법을 제안하였다. 대용량의 정보를 전송하여 과도한 에너지 소모와 정보 획득 시간의 지연 문제가 발생하던 기존의 브로드캐스팅 기법과 달리, 제안하는 기법에서는 센서 네트워크를 이용한 단일 도로 세그먼트 단위로 데이터를 분산 브로드캐스팅을 수행하면서 기존 기법의 문제를 해결하였다. 성능평가 결과, 기존 기법에 비해 튜닝타임이 최대 72% 감소하였고, 접근 지연 시간은 최대 89% 확인하였다. 향후 연구는 본 기법에 최적화 된 새로운 인덱스 구조를 제안하는 것이다.

■ 참고 문헌 ■

- [1] Zheng, B., Lun Lee, D., "Information Dissemination via Wireless Broadcast," *Comm. ACM*, Vol. 48, No. 5, pp. 105-110, 2005.
- [2] Ku, W.-S., Zimmermann, R., Wang, H., "Location-Based Spatial Query Processing in Wireless Broadcast Environments," *IEEE Transactions on Mobile Computing*, Vol. 7, No. 6, pp. 778-792, 2008.
- [3] Imielinski, T., Viswanathan, S., Badrinath, B. R., "Data on air: Organization and access," *IEEE TKDE*, Vol. 3, No. 3, pp. 353-372, 1997.