
센서 네트워크에서의 질의 처리 기법

김동현

동서대학교 컴퓨터정보공학부

Query Processing Scheme on Sensor Networks

Dong Hyun Kim

Dongseo University, Division of Computer Information&Engineering

E-mail : pusrover@dongseo.ac.kr

요 약

센서 네트워크는 센서 노드를 이용하여 주변 데이터를 수집하고 수집된 데이터를 가공하여 사용자에게 필요한 정보를 제공하기 위한 정보 서비스 인프라이다. 센서 네트워크를 이용하여 정보를 서비스하기 위해서는 먼저 사용자 질의를 처리하고 필요한 데이터를 추출하기 위한 기법이 필요하다. 이 논문에서는 사용자 질의를 처리하는 기법을 분류하기 위한 기준을 제시한다. 그리고 제시한 기준에 따라 기존의 대표적인 연구들을 분류한다.

ABSTRACT

A sensor network is one of the service infra collecting data using sensor nodes and processing collected data in order to provide necessary information to users. To service data on the sensor networks, it is required to process user queries and retrieve data from the network. In this paper, we propose a basis to classify the schemes processing queries and categorize the existing key researches following the proposed basis.

키워드

sensor networks, query processing, in-network processing, external-network processing

1. 서 론

센서 네트워크는 다양한 위치에 설치되어 있는 센서 노드를 이용하여 사람/사물 및 환경 정보를 인식하고, 인식된 정보를 통합 가공하여 사용자에게 필요한 정보를 제공하기 위한 정보 서비스 인프라의 한 종류이다. 특히 인간이 개입하지 않고 현장의 데이터를 신속하게 수집한 후에 가공하여 사용자에게 유용한 정보를 제공할 수 있기 때문에 물류, 농축산, 정보가전 및 환경 등의 다양한 산업 분야에서 활용 가능한 차세대 IT의 핵심 기술이다[1].

센서 네트워크를 구성하는 요소 중 핵심 요소는 센서 노드이다. 센서 노드는 크게 네 가지 요소로 구성된다. 첫 번째는 연산을 수행하기 위한 저성능 프로세서와 640KB이하의 저용량 메모리로 구성된 처리 모듈이다. 두 번째는 데이터를 수집

하기 위한 다양한 종류의 센서들과 디지털 데이터로 변환하기 위한 변환기(ADC)로 구성된 센싱 모듈이다. 마지막으로 세 번째는 명령을 수신하고 수집된 데이터를 송출하기 위한 송수신 모듈이다. 그리고 마지막으로 처리 모듈들을 운영하기 위한 배터리로 구성된 파워 모듈이다[2].

사용자에게 필요한 정보를 서비스하기 위해서 먼저 센서 노드로 구성된 센서 네트워크에서 사용자 질의를 처리하고 서비스에 필요한 데이터를 추출하는 기법이 필요하다. 질의를 처리하기 위한 기법은 질의 처리 장소에 따라 네트워크 외부 처리 기법과 네트워크 내부 처리 기법으로 구분될 수 있다. 또한 수집된 데이터의 저장 장소에 따라 외부저장방식, 내부저장방식 그리고 데이터중심저장방식으로 구분될 수 있다.

이 논문에서는 센서 네트워크에서 사용자 질의를 처리하고 필요한 데이터를 추출하기 위한 기

법들을 각 특징에 따라 분류한다. 그리고 대표적인 연구들을 정의한 분류기준에 따라 기술한다. 이 논문은 다음과 같이 구성된다. 2장에서는 센서 네트워크에서 사용자 질의 처리 기법을 분류하기 위한 기준을 제시한다. 그리고 3장에서는 2장에서 제시한 기준에 따라 기존의 대표적인 연구들을 분류한다. 그리고 마지막으로 4장에서 결론을 기술한다.

II. 사용자 질의 처리 기법의 분류

센서 네트워크에서 사용자 질의를 처리할 때 네트워크를 기준으로 질의 처리의 장소에 따라 표 1과 같이 크게 두 가지로 분류된다.

표 1 질의 처리 장소에 따른 분류

기법	내용
네트워크 외부 처리(External Network Processing)	센서 네트워크의 외부에 위치하고 있는 서버에서 사용자 질의 처리
네트워크 내부 처리(In Network Processing)	센서 네트워크를 구성하고 있는 각 노드에서 사용자 질의 처리

센서 노드에서 수집된 데이터를 저장하는 장소에 따라 표 2와 같이 세 가지로 분류될 수 있다.

표 2 데이터 저장 장소에 따른 분류

기법	내용
외부저장 방식	센서 네트워크의 외부에 위치하고 있는 서버에서 센서 네트워크의 모든 데이터를 저장하는 방법
내부저장 방식	각 센서 노드가 자신의 노드에서 발생하는 모든 데이터를 각 노드 내부에 저장하는 방법
데이터 중심 저장 방식	데이터 영역에 따라 특정 센서 노드를 할당하고 발생하는 데이터의 범위에 따라 해당 노드에서 저장하는 방법

네트워크 외부처리 기법은 주로 외부 저장방식을 사용한다. 따라서 센서 노드에서 수집되는 모든 데이터를 서버로 전송해야 하기 때문에 다량의 전송 데이터가 발생하는 문제점이 있다.

네트워크 내부처리 기법은 내부저장 방식 또는 데이터중심저장 방식을 사용한다. 이중 내부저장 방식은 사용자 질의를 처리하기 위하여 모든 노드에 사용자 질의를 전송해야 하기 때문에 다량의 질의 전송 메시지가 발생하는 문제점이 있다. 따라서 최근에는 데이터중심저장 방식을 사용하는 네트워크 내부질의 처리 방법이 주로 연구되고 있다.

III. 사용자 질의 처리 대표 연구

질의 기법의 분류 방법에 따라 기존의 센서 네트워크에서 사용자 질의 처리를 위한 대표적인 연구들은 표 3과 같이 분류된다.

표 3 대표 연구 분류

데이터저장 장소	대표 연구
외부저장 방식	COUGAR 시스템[3], GARUDA 기법[4], TiNA 기법[5]
내부저장 방식	TAG 기법[6], HEED 기법[7]
데이터 중심 저장 방식	GHT 기법[8], DIM 기법[9], KDDCS 기법[10]

외부 저장방식을 사용하는 대표적인 연구로 COUGAR 시스템, GARUDA 기법, 그리고 TiNA 기법이 있다. COUGAR 시스템은 센서 데이터베이스의 모델을 정의하고 일정 기간 동안 유지되는 장기간 질의(Long running queries) 형태로 센서 데이터베이스에 대한 질의를 표현하였으며 코넬 대학에서 개발한 질의처리 시스템인 COUGAR 시스템에 적용하여 구현함. GARUDA 기법은 싱크 노드로부터 센서 노드로의 포인트-투-멀티포인트(point-to-multipoint) 데이터 전달 기법을 제안하였다. 그리고 소규모 네트워크부터 클러스터화된 대규모 네트워크까지의 다양한 크기의 네트워크에 대하여 안정된 성능을 유지하는 장점이 있다. TiNA 기법은 사용자가 정의한 데이터 품질을 유지하면서 센서 네트워크의 에너지 소비를 감소하기 위한 데이터 합병 기법을 제안하였다. 이 기법은 이전 전송 데이터와 일정 수준 이상으로 차이나는 경우에만 데이터를 전송하여 메시지 전송 횟수를 감소화하는 장점이 있다.

내부저장방식을 사용하는 대표적인 연구로 TAG 기법, HEED 기법이 있다. TAG 기법은 TinyOS를 기반으로 하는 애드혹(ad hoc) 네트워크에서의 병합(agggregation) 기법을 제안하여 센서

네트워크에서 전송 데이터의 양을 줄이는 방법을 제안하였다. 또한 네트워크를 구성하는 모든 센서를 계층 구조의 트리로 구성한 라우팅 기법을 제시하였다. HEED 기법은 에너지 효율성을 증대하기 위하여 클러스터 헤드 기반의 라우팅 기법을 제안하였다. 클러스터 헤드는 클러스터를 구성하는 노드들간의 데이터 병합 작업에 대한 조정과 클러스터 기준으로 외부 노드들과의 데이터 전송 책임을 가진다.

데이터중심저장 기법으로는 GHT 기법, DIM 기법 그리고 KDDCS 기법이 대표적인 연구이다. GHT 기법은 모든 데이터를 센서 네트워크의 관련된 노드에 저장하는 데이터중심저장 기법을 제안하였다. 그리고 이를 위하여 공간 해쉬 테이블 (Geographic Hash Table, GHT)를 이용하여 데이터가 저장될 노드를 선정하고 질의 처리 시 이를 사용하는 알고리즘을 제시하였다. DIM 기법은 이벤트가 발생하는 영역을 0 또는 하나의 센서 노드를 포함할 수 있도록 부분 영역으로 분할하고 발생하는 이벤트와 센서 노드를 KD 트리를 이용하여 연결하는 기법을 제안하였다. 각 센서 노드는 고유의 비트화된 주소를 가지고 이벤트 발생 시 KD 트리의 분할 영역에 따라 이벤트의 데이터가 저장될 노드가 선정된다. 그리고 GPSR(Greedy Perimeter Stateless Routing)기법을 이용한 데이터 라우팅을 제시하였다. KDDCS 기법은 이벤트가 발생하는 데이터 영역의 차원에 따라 영역을 분할하고 센서 노드의 물리적인 주소와 KD 트리를 이용하여 연결하는 기법을 제안하였다. 영역 분할 시 데이터 영역을 균등 분할하지 않고 균등한 수의 센서 노드를 포함하도록 분할한다. 따라서 KD 트리 구조가 편중되지 않고 트리의 레벨을 균등하게 유지할 수 있다. 이 기법은 이벤트가 저장될 센서 노드를 검색하기 위한 KD 트리 검색 시 이벤트의 데이터 영역이 불균등하게 분할되는 특징을 가지며 LSR(Logical Stateless Routing) 기법을 사용하여 노드로 이벤트 데이터를 라우팅한다.

IV. 결론

센서 네트워크는 센서 노드를 이용하여 자동으로 주변 정보를 수집하고 수집된 정보를 사용자에게 서비스하기 위한 정보 인프라이다. 그러나 센서 네트워크를 이용하여 정보 서비스를 하기 위해서는 센서 네트워크에서 사용자 질의를 처리하고 필요한 데이터를 추출하는 기법이 필요하다.

이 논문에서는 센서 네트워크에서 사용자 질의를 처리하기 위한 기법들을 분류하기 위한 기준들을 정의하였다. 그리고 기준에 따라 기존의 대표적인 연구들에 대하여 기술하였다. 그러나 기존의 센서 네트워크 질의 처리 기법은 연속 질의를 처리할 때 많은 메시지를 발생시키는 문제가 있다.

향후 연구로는 센서 네트워크에서 연속 질의를 처리하기 위한 기법에 대한 연구가 필요하다. 그

리고 이를 위하여 먼저 사용자 질의를 적합한 센서 노드로 보내기 위한 기법에 대한 연구가 필요하다.

참고문헌

- [1] 정보통신 중점기술 표준화 로드맵, 한국정보통신기술협회, 2010.02
- [2] 유남철, "유비쿼터스 센서 네트워크 기술개발 동향", www.eic.re.kr, 한전KDN, 2007.02
- [3] Philippe Bonnet, Johannes Gehrke, Praveen Seshadri, "Towards Sensor Database Systems", MDM, 2001
- [4] Seung-Jong Park, Ramanuja Vedantham, Raghupathy Sivakumar, Ian F. Akyildiz, "A Scalable Approach for Reliable Downstream Data Delivery in Wireless Sensor Networks", MobiHoc, 2004
- [5] Mohamed A. Sharaf, Jonathan Beaver, Alexandros Labrinidis, Panos K. Chrysanthis, "TiNA: A Scheme for Temporal Coherency-Aware in-Network Aggregation", MobiDE, 2003
- [6] Samuel Madden, Michael J. Franklin, Joseph Hellerstein, Wei Hong, "TAG: a Tiny AGgregation Service for Ad-Hoc Sensor Networks", OSDI, 2002
- [7] Ossama Younis, Sonia Fahmy, "HEED: A Hybrid, Energy-Efficient, Distributed Clustering Approach for Ad-hoc Sensor Networks", IEEE Mobile Computing, 2004
- [8] Sylvia Ratnasamy, Brad Karp, Scott Shenker, Deborah Estrin, Ramesh Govindan, Li Yin, Fang Yu, "Data-Centric Storage in Sensornets with GHT, A Geographic Hash Table", MONET, 2003
- [9] Xin Li, Young Jin Kim, Ramesh Govindan, Wei Hong, "Multi-dimensional Range Queries in Sensor Networks", ACM Conf. Embedded Networked Sensor Systems, 2003
- [10] Mohamed Aly, Kirk Pruhs, Panos K. Chrysanthis, "KDDCS: A Load-Balanced In-Network Data-Centric Storage Scheme for Sensor Networks", ACM CIKM, 2006