

# 질의 메시지 감소를 위한 트리 구조의 활용

김동현\*, 반재훈\*\*

동서대학교 컴퓨터정보공학부\*, 고신대학교 인터넷비즈니스학과\*\*

## Usage of the Tree Structure for Diminishing Query Messages

Dong Hyun Kim\*, Chae Hoon Ban\*\*

Dongseo University, Division of Computer Information&Engineering\*

Kosin University, Dept. of Internet Business\*\*

E-mail : pusrover@dongseo.ac.kr, chban@kosin.ac.kr

### 요 약

센서 네트워크에서 연속 질의를 처리하기 위하여 센서 노드에 질의를 전송하고 질의 색인을 구축해야 한다. 모든 센서 노드에 질의를 전송하면 질의 전송을 위한 메시지 부하가 증가하는 문제가 있다. 이 논문에서는 센서 노드에서 발생하는 데이터 영역을 이용한 트리 구조 기반의 관계도를 구성하고 구축된 관계도를 이용하여 질의 조건을 전송할 노드를 선택한다 그리고 트리 구조를 사용하였을 때의 메시지 전송 횟수를 측정한다.

### ABSTRACT

To process continuous queries on a sensor network, it is required to transfer query predicates and build a query index on each sensor node. However, if we transfer query predicates to all sensor nodes, it makes the number of messages for query predicates increase. In this paper, we propose the scheme to construct the tree based relationship structure using data region of the sensor node and select the target nodes to transfer query predicates. we also implement the tree based relationship structure and measure the number of messages for sending predicates .

### 키워드

tree base relationship structure, query predicates, sensor networks, query processing

### 1. 서 론

센서 네트워크는 무선 네트워크를 이용하여 센서 노드들을 연결한 후에 센서 노드의 센서들을 이용하여 데이터를 수집하기 위한 인프라구조이다. 각 센서 노드는 저수준의 프로세서와 메모리를 가지고 있고 배터리로 이루어진 파워 모듈을 사용하기 때문에 저수준의 질의를 수행하고 데이터를 가공하는 것이 가능하다[1][2]. 따라서 센서 노드에서 사용자 질의를 처리하기 위한 방법에 대한 연구가 필요하다

센서를 이용하여 수집되는 데이터는 주기적 또는 특정 이벤트에 의하여 수집되어진다 특히 주기적으로 수집되는 경우에 연속적으로 데이터 집합에 개별 데이터가 삽입되기 때문에 연속 질의

를 사용해야 한다. 따라서 연속 질의를 처리하기 위해서 각 센서 노드에 질의 색인을 구축하고 검색하고자 하는 데이터를 추출해야 한다[3].

각 센서 노드에서 질의 색인을 구축하면 질의가 발생할 때 센서 노드로 질의 조건을 전송해야 한다. 모든 센서 노드에 일괄적으로 질의 조건을 전송하면 단순 전송 알고리즘을 사용하는 장점이 있다. 그러나 메시지 전송 횟수가 증가하여 파워 모듈의 수명이 줄어든다 또한 센서 노드의 질의 색인에 불필요한 질의 조건이 삽입되어 센서 노드의 메모리를 효율적으로 사용할 수 없는 문제가 있다.

이 논문에서는 발생 가능한 센서 노드로 질의 조건을 전송하기 위하여 트리 구조를 이용한 방법을 제안한다. 먼저 서버에서 트리 구조를 기반

으로 센서 노드간의 관계도를 설정한다 그리고 질의가 발생하면 질의 영역과 겹치는 데이터 발생 영역을 가지는 노드들을 질의 조건을 전송할 목표 노드들로 선정한다 또한 제안한 트리 구조를 구현하고 다양한 매개변수 값을 사용하여 일괄 전송과의 메시지 전송 횟수를 비교한다

논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구를 기술하고 3장에서는 트리를 사용한 노드 선정 방법에 대하여 설명한다 4장에서는 구현 및 실험 방법에 대하여 기술하고 마지막으로 5장에서 결론을 기술한다

## II. 관련 연구

연속 질의를 처리하기 위한 연구로 TelegraphCQ[4]와 NiagaraCQ[5]가 있다. TelegraphCQ는 센서 네트워크에서 발생하는 데이터 흐름의 지연 현상과 사용자 요구에 맞추어 처리하기 위한 적응형 데이터 흐름 구조를 제안하고 연속 질의를 네 가지 형태로 분류하였다 그리고 스트리밍 데이터 및 저장형 데이터에 대한 사용자 질의를 처리하기 위하여 적응형 튜플 전달 모듈(Eddy)와 상태 모듈(SteMe)를 설계하였다.

NiagaraCQ는 인터넷 네트워크상에 존재하는 XML 문서에 대한 사용자 질의를 효율적으로 처리하기 위한 기법을 제시하였다 XML 문서를 하나의 데이터 스트림으로 정의하고 질의시그니처(Query Signature)를 이용하여 사용자 질의들을 유사한 질의끼리 그룹화하였다. 그리고 그룹화된 유사 질의간에는 질의 결과를 공유하여 질의 처리 비용을 감소하였다.

## III. 트리를 이용한 노드 선정

센서 노드의 설정되어 있는 센서의 수는 미리 정해져서 일정하다. 따라서 센서 네트워크를 구성할 때 센서들의 종류에 따라 한 종류의 센서가 하나의 차원을 나타내는 다차원 트리를 구성한다 트리 단말 노드의 엔트리는 하나의 센서 노드를 대표하며 센서 노드에서 수집되는 데이터의 영역을 나타낸다. 트리 비단말 노드는 하위 노드에 표현되어 있는 데이터 영역들을 통합하여 나타낸다.

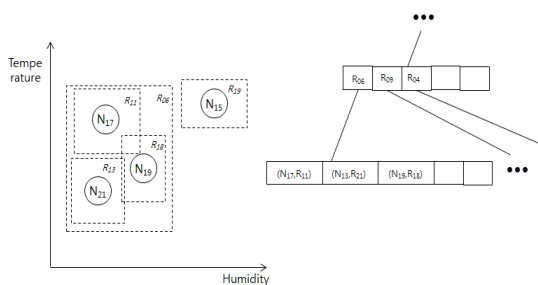


그림 1 트리의 예

그림 1은 센서 노드의 데이터 영역을 표현하는 트리의 예를 보여준다 센서 노드가 온도와 습도에 대하여 측정한다고 가정한다 노드 N17의 데이터 영역이 R11일 때 단말노드의 엔트리는 N17의 식별자와 데이터 영역을 표현한다. N17이 표현된 단말노드의 상위노드 엔트리는 하위 노드 엔트리들의 데이터 영역들을 포함하는 R06을 표현한다.

사용자 질의가 발생하면 질의 조건을 추출한다. 그리고 질의 조건과 겹치는 엔트리들을 검색하여 질의 조건이 삽입될 노드들을 선정한다 예를 들어 그림 2와 같이 사용자 질의가 발생하여 질의 조건 Q09가 추출되었다고 가정하자. Q09를 이용하여 트리에서 데이터 영역이 겹치는 엔트리를 검색하면 비단말 노드에서 R06이 검색되고 R06의 하위 노드인 단말 노드에서 R11과 R13이 검색된다. 따라서 R11과 R13을 데이터 영역으로 가지고 있는 센서 노드 N17과 N21이 질의 조건 Q09가 삽입될 센서 노드이다.

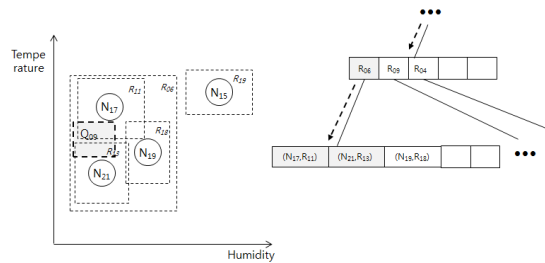


그림 2 트리구조 관계도를 이용한 노드 선정

## IV. 구현 및 실험

트리 기반의 관계도를 이용하여 노드를 선정할 때 메시지 회수가 줄어드는 것을 실험하기 위하여 테스트베드를 구성하였다. 실험을 위한 트리과 트리를 이용하는 노드 선정 모듈을 설계하고 센서 데이터 생성기와 질의 생성기를 구현하였다

센서 데이터 생성기는 각 데이터 차원의 최소값과 최대값을 설정한 후에 영역에 대하여 균등하게 발생하도록 구성하였다. 실험을 위하여 각 센서 노드별로 노드 식별자를 기준하여 온도와 습도에 대하여 데이터를 생성하였다. 질의 생성기도 데이터 생성기와 동일하게 두 데이터 차원에 대하여 균등하게 질의 조건이 생성되도록 하였다.

센서간의 통신 네트워크는 계층 구조로 구성하였다. 최상위 노드는 질의 조건이 네트워크에 삽입되는 베이스 노드로 설정하고 각 센서 노드간에 한 번의 메시지 전송으로 질의 조건을 서로 전송한다고 가정한다. 목표 노드로 선정된 센서 노드로 질의 조건을 전송하기 위한 라우팅 기법으로 벨만포드 알고리즘을 사용하였다 또한 실험을 위하여 센서 노드로 질의 조건을 전송하기 위한 전송 경로가 생성되면 베이스 노드로부터 각

목표노드까지의 메시지 횡수를 측정하였다.

하나의 시스템에서 데이터에 대한 질의 처리와 질의 결과에 따른 트리구조 관계도 수정을 동시에 수행하기 위하여 두 모듈간의 수행 비율을 각각 1:9, 5:5 그리고 9:1인 세 가지 형태로 나누어 실험을 실시하였다. 그리고 각 형태에서의 질의 발생 시 질의 조건 전송을 위한 단말 센서 노드까지의 메시지 전송 횡수를 측정하였다.

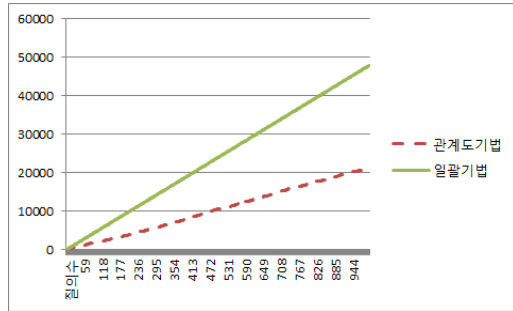


그림 3 노드수:49, 관계도수정:1, 질의:1

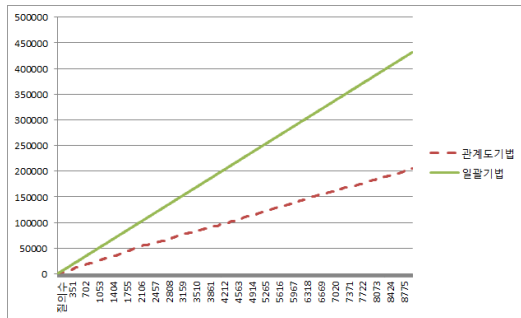


그림 4 노드수:49, 관계도수정:1, 질의:9

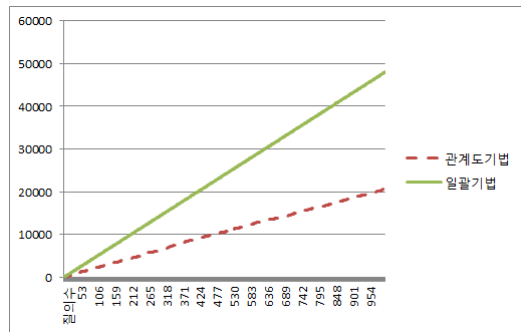


그림 5 노드수:49, 관계도수정:9, 질의:1

그림 3, 4, 5는 노드 수 49개인 네트워크에 대하여 질의 결과에 따른 관계도 수정 및 질의 수행을 각각 1:1, 1:9 그리고 9:1의 비율로 수행한 결과이다.

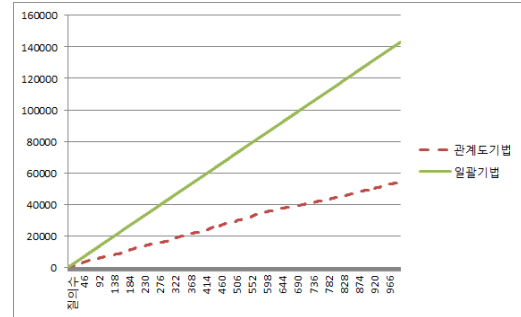


그림 6 노드수:144, 관계도수정:1, 질의:1

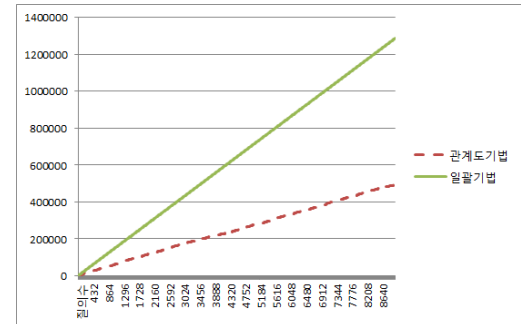


그림 7 노드수:144, 관계도수정:1, 질의:9

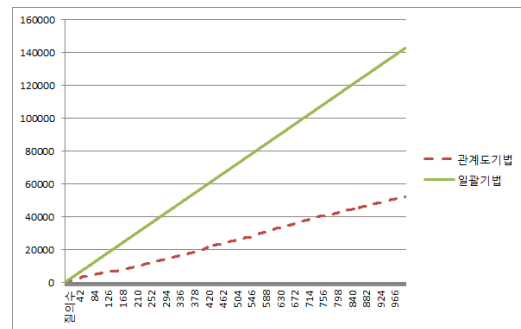


그림 8 노드수:144, 관계도수정:9, 질의:1

그림 6, 7, 8은 노드 수가 144개인 네트워크에 대하여 각각 1:1, 1:9 그리고 9:1의 비율로 수행한 결과이다. 그림에서 보듯이 노드의 수가 증가할수록 트리구조의 관계도를 사용하는 기법의 메시지 전송 횡수가 높은 쪽으로 감소하는 것을 알 수 있다.

#### IV. 결론

센서 네트워크에서 연속질의를 처리하기 위하여 질의 색인을 구축하고 센서 데이터 스트림으로부터 질의 조건과 일치하는 데이터를 추출하여야 한다. 그러나 각 센서 노드에서 질의 색인을 구축하고 질의 조건을 모든 센서 노드로 전송하면 메시지 횡수가 증가하고 파워 모듈의 수명이 줄어드는 단점이 있다.

이 논문에서는 메시지 횡수를 줄이기 위하여

서버에서 트리를 이용한 센서 노드간의 관계도를 설정한다. 트리의 단말 노드 엔트리는 각 센서 노드에서 수집되는 센서의 데이터 영역을 나타내고 비단말 노드 엔트리는 하위 노드의 모든 데이터 영역을 포함한 영역을 나타낸다. 사용자 질의가 생성되면 질의 조건을 추출하고 관계도에서 질의 조건과 데이터 영역이 겹치는 센서 노드를 전송을 위한 목표 노드로 선정한다. 향후 연구로는 전송된 질의 조건을 이용하여 각 센서 노드에서 질의 색인을 구축하고 수집되는 데이터 영역이 변화할 때 구축된 질의 색인을 변경하는 기법에 대한 연구가 필요하다.

### 참고문헌

- [1] 정보통신 중점기술 표준화 로드맵 한국정보통신기술협회, 2010.02
- [2] 유남철, "유비쿼터스 센서 네트워크 기술개발 동향", [www.eic.re.kr](http://www.eic.re.kr), 한진KDN, 2007.02
- [3] 김동현, "센서 네트워크에서의 질의 처리 기법", 한국정보통신학회 춘계학술대회, 2012.05
- [4] Xin Li, Young Jin Kim, Ramesh Govindan, Wei Hong, "Multi-dimensional Range Queries in Sensor Networks", ACM Conf. Embedded Networked Sensor Systems, 2003
- [5] Mohamed Aly, Kirk Pruhs, Panos K. Chrysanthis, "KDDCS: A Load-Balanced In-Network Data-Centric Storage Scheme for Sensor Networks", ACM CIKM, 2006