

## 센서네트워크 데이터베이스를 위한 새로운 연산자 정의\*

이승재<sup>0</sup>, 김창화, 김상경  
 강릉대학교 컴퓨터공학과  
 {silveree,kch,skkim98}@kangnung.ac.kr

## A New Operator Definition for Sensor Network Databases

Seungjae Lee<sup>0</sup>, Changhwa Kim, Sangkyung Kim  
 Department of Computer Science and Engineering  
 Kangnung National University

센서네트워크의 응용범위가 점점 넓어지면서, 수집되는 방대한 양의 데이터를 효율적으로 처리 및 관리하기 위하여 센서네트워크에 데이터베이스 개념을 이용하려는 시도가 늘고 있다. 그러나 기존의 데이터베이스를 직접적으로 센서네트워크에 적용할 경우 센서네트워크에 대한 요구사항을 충족할 수 없는 상황이 발생한다.

예를 들어 환경감시를 위한 센서네트워크는 유한한 센서를 일정 영역에 설치하여 해당 영역 내의 데이터를 수집한다. 이 때 각각의 센서는 자신이 위치한 곳의 데이터를 베이스 스테이션에 전달하게 되고 베이스 스테이션의 데이터베이스는 실제로 센서가 위치한 곳에 대한 데이터만 얻을 수 있다.

하지만 센서네트워크에서는 센서가 존재하는 각각의 점에 대한 데이터도 중요하지만 센서가 뿌려져 있는 전체 영역에 대한 데이터도 중요하므로 실제로 센서가 존재하지 않은 장소에 대한 정보가 필요할 수 있다. 데이터베이스 관점에서 보면 릴레이션 혹은 뷰 내에 존재하지 않은 튜플이 필요하다는 의미가 된다.

예를 들어 어떤 영역에 온도 센서가 무작위로 뿌려져 있다고 가정하자. 센서의 개수는 유한하므로 영역 전체를 덮을 수는 없고 전체 영역에서 몇 개의 점으로 나타나게 될 것이다. 이 때, 실제로 센서가 존재하지 않은 특정 점의 온도를 얻고자 할 경우 해당 점의 좌표를 이용하여 질의를 수행하여도 해당 점에는 센서가 없기 때문에 올바른 결과를 얻을 수 없다. 또한 22°C 등온선을 그리고자 하여 22°C를 센싱한 센서의 위치를 모두 얻는다 하여도 정확히 22°C를 센싱한 센서만 응답을 하게 되므로 응답하는 센서는 없거나 몇 개 되지 않을 것이다.

본 논문에서는 기존의 관계형 데이터베이스에 가상선택연산자를 이용하여 데이터베이스 내에서 이러한 문제를 해결한다. 추가된 연산자를 이용하는 데이터베이스를 센서네트워크에 적용하면 센서노드가 전 영역에 연속적으로 배치되어 있는 것과 유사한 효과를 볼 수 있어 센서노드의 위치에 독립적인 질의를 수행할 수 있으며 더 효율적인 데이터관리 및 질의처리가 가능하고 응용프로그램을 간단하게 작성할 수 있고 표준화된 인터페이스를 제공할 수 있다.

가상선택 연산자는 기존 관계대수의 선택연산자와 유사한  $\sigma_v$  기호를 사용하며 조건술어에는 모든 기준속성이 나타나며 필요에 따라 임계값을 포함한다. 가상선택연산자의 조건술어는 생성될 가상튜플의 기준속성값을 지정하며 상수조건술어와 범위조건술어로 표현할 수 있다.  $B_1$ 이 기준속성이고  $c_1$ ,  $c_1'$ 가 상수일 때 상수조건술어는  $B_1=c_1$ 와 같은 형식으로 표현하며, 범위조건술어는 주어질 경우  $c_1 \leq B_1 \leq c_1'$ ,  $B_1 \leq c_1$ ,  $B_1 \geq c_1$ ,  $B_1 < c_1$ ,  $B_1 \neq c_1$ 과 같이 다섯 가지 형식으로 표현할 수 있고  $B_1:c_1$ 는 실수 전체 구간  $(-\infty, \infty)$ 를 의미한다. 이와 같은 범위조건술어에서  $c_1$ 은 초기값(origin value)이라 하고

\* 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터 지원사업의 연구결과로 수행되었음(IIITA-2006-C1090-0603-0044)

가상튜플 생성을 위해 기준이 되는 속성값을 나타낸다. 이와 같은 여섯 가지 형식을 가상선택연산자의 표준조건술어(standard predicate) 형식이라 하며 범위조건술어는 상수조건술어로 생성된 가상선택연산 결과의 합집합으로 표현할 수 있다.

가상선택연산에 나타난 조건술어는 반드시 모든 기준속성에 대한 조건을 포함하여야 하며 표준조건술어의 논리곱( $\wedge$ )으로 표현된 조건술어를 정규조건술어(normalized predicate)라 한다. 비정규조건술어를 가지는 가상선택연산은 정규조건술어로 표현된 가상선택연산의 합집합으로 표현할 수 있다.

릴레이션  $r$ 에 대한 가상선택연산을 정규조건술어로 표현하면 식(1)과 같다. 이 때  $d_i$ 는 양의 실수로 가상선택연산의 기준속성값이 범위로 주어질 경우 적용될 기준속성값의 증가치 혹은 감소치를 나타내며 이를 이용하여 주어진 범위에 대하여 이산적인 상수조건술어를 생성한다. 또한  $\theta$ 는 가상튜플을 생성할 때 사용될 원본튜플을 결정하기 위해 사용되는 임계값으로 실제튜플 중 속성집합  $\{B_1, B_2, \dots, B_b\}$ 에 대한 튜플벡터의 거리가  $\theta$  이하인 튜플들만 가상튜플의 원본튜플이 될 수 있다.

$$\sigma_{P_1 \wedge P_2 \wedge \dots \wedge P_b, \theta}(r) \tag{1}$$

$$P_i = \begin{cases} \exists B_i = c_i \\ c_i \leq B_i(d_i) \leq c_i' \\ B_i(d_i) \leq c_i \\ B_i(d_i) \geq c_i \\ B_i(d_i) : c_i \\ \forall B_i(d_i) \neq c_i \end{cases} \quad c_i, c_i': \text{상수}, 1 \leq i \leq b$$

범위조건술어를 상수조건술어의 합집합으로 변환하는 방법과 비정규조건술어로 표현된 가상선택연산을 정규조건술어로 표현된 가상선택연산으로 변환하는 방법 그리고 추정속성 계산방법을 위한 간단한 예도 소개하였다.

본 논문에서는 데이터베이스시스템에 새로운 연산자인 가상선택연산자를 추가하여 센서노드가 없는 점의 센싱데이터를 추정할 수 있게 하였다. 가상선택연산자는 릴레이션 내의 실제하는 튜플을 이용하여 릴레이션에 존재하지 않은 튜플을 생성할 수 있으며 이 연산자를 센서네트워크에 적용시킬 경우 센서네트워크 내의 모든 공간에 센서노드가 연속적으로 배치되어 있는 것과 유사한 효과를 볼 수 있어 실제 센서노드가 배치되어 있는 위치와 독립적으로 센서네트워크를 활용할 수 있다. 또한 응용프로그램에 표준화된 인터페이스를 제공할 수 있으며 시스템 전체의 강건성도 높일 수 있다.

센서네트워크 전체의 통신 에너지 소모 측면에서도 가상선택 연산자를 사용하는 것이 더 효율적이다. 본 논문에서는 가상튜플을 만들기 위하여 두 개의 실제 센서노드를 사용하였다. 만일 응용프로그램을 이용하여 이와 같은 가상튜플을 만들기 위해서는 두 개의 센서노드가 베이스 스테이션으로 데이터를 전송해야 한다. 만약 각각의 노드가 베이스 스테이션까지 데이터를 전송하기 위하여  $h$  홉이 필요하다면 총  $2h$  번의 데이터 전송이 발생된다. 하지만 본 논문에서 제시한 것처럼 데이터베이스시스템 내에서 처리할 경우 최초 가상튜플 생성을 위해서 각각의 노드가 1번 씩 데이터를 전송 후 강성튜플을 가진 센서노드만 베이스 스테이션까지 데이터를 전달하면 되므로  $h+2$  번의 데이터 전송이 발생된다.

이와 같이 본 논문에서 제안한 가상선택 연산자를 이용하는 데이터베이스시스템을 센서네트워크에 적용한다면 데이터베이스 수준에서 센서의 실제 위치에 관계없이 모든 지역의 데이터를 추정할 수 있고 응용프로그램에 표준화된 인터페이스를 제공할 수 있어 효율적인 데이터 관리가 가능하며 통신 에너지 소모도 줄일 수 있다.