

## 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 센서간 데이터 의미 일관성 유지를 위한 아키텍처

김진형<sup>o</sup> 김영갑 신성욱 정동원  
고려대학교 컴퓨터학과

{koolmania<sup>o</sup>, ygkim, stnoble, withimp}@software.korea.ac.kr

### An Architecture for Data Semantics Consistency Maintenance between Sensors on Ubiquitous Computing Environments

Jinhyung Kim<sup>o</sup> Young-Gab Kim SungOok Shin Dongwon Jeong  
Dept. of Computer Science and Engineering, Korea University

#### 요 약

유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 관심이 높아짐에 따라 센서 네트워크에 대한 관심이 높아지고 있다. 그러나 기존의 센서 네트워크에서는 센서들이 하나의 데이터 처리 서버(DPS : Data Processing Server)에 종속되어 있어 수많은 센서들에 의해 수집된 정보를 다양한 데이터 처리 서버에서 이용하지 못하는 문제점이 있다. 이는 각 센서들에 의해 수집된 데이터간의 의미 이질성 때문이다. 이 논문에서는 특정 데이터 처리 서버에 종속적으로 센서들이 이용되는 한계를 극복할 수 있는 의미 일관성 유지를 위한 아키텍처에 중점을 둔다.

#### 1. 서 론

최근 유비쿼터스 컴퓨팅에 대한 관심이 높아짐에 따라 센서 네트워크에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 센서들은 소형화, 간소화되어 있으므로 수집된 데이터에 대한 아주 간단한 처리를 제외한 그 외의 연산이나 해석은 센서 스스로 처리하지 못하고 데이터 처리 서버에서 처리하고 있다[5].

기존의 유비쿼터스 환경에서는 센서들이 하나의 데이터 처리 서버(DPS : Data Processing Server)에 종속되어 있어 수많은 센서들에 의해 수집된 정보를 다양한 데이터 처리 서버에서 이용하지 못하는 문제점이 있다. 즉 센서 필드마다 그 데이터를 해석할 수 있는 특화된 DPS가 존재해야 하는 문제점이 있다. 이는 각 센서들에 의해 수집된 데이터간 의미 이질성이 존재하기 때문이다.

예를 들어 "name"이라는 필드의 경우에 수많은 센서들에서 "이름", "people.name", "성명" 과 같은 여러 가지 다른 필드명으로 표현된다. 이런 경우 하나의 데이터 처리 서버가 다양한 센서로부터 얻은 모든 필드명을 해석하지 못한다.

이 논문에서는 특정 데이터 처리 서버에 종속적으로 센서들이 이용되는 한계를 극복할 수 있는 의미 일관성 유지를 위한 아키텍처에 중점을 둔다.

이 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 관련 연구로 센서 네트워크와 메타데이터 레지스트리에 대해 살펴본다. 3장에서는 유비쿼터스 환경에서 센서간 의미 일관성 유지를 위한 아키텍처를 제안하고 동작방법에 대해 기술하고 기존 센서 네트워크 구조와 비교 평가한다. 마

지막으로 4장에서는 결론 및 향후 연구에 대해 기술한다.

#### 2. 관련 연구

##### 2.1 센서 네트워크

현재의 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 센서 네트워크의 구조는 그림 1과 같다[1].

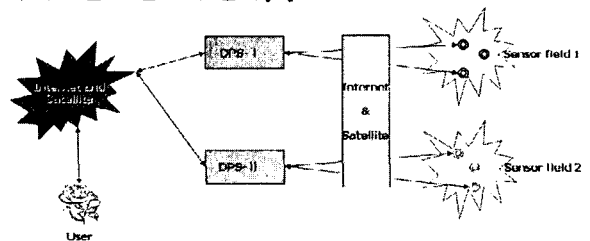


그림 1 센서 네트워크 기존 구조

센서 네트워크는 수많은 센서 노드들로 구성되어 있으며, 그 센서들은 원하는 데이터를 가장 잘 수집할 수 있는 최적의 위치에 배치되게 된다. 각각의 센서들은 감지 능력, 간단한 데이터 처리 능력, 데이터 전송 능력을 지니게 된다[1,5].

우선 센서들에 의해 데이터가 수집되면 데이터 처리 서버로 보내지게 되고, 데이터에 대한 연산이나 해석은 데이터 처리 서버가 처리하게 된다. 그리고 데이터 처리 서버에서 처리된 데이터가 인터넷이나 위성 등의 매체를 통해 정보를 요구한 사용자에게 전달되어 지게 된다.

하지만 위의 그림 1에서도 알 수 있듯이 각각의 센서

들은 수집된 데이터를 처리해주는 데이터 처리 서버에 종속된다. 다시 말해서 센서 필드 1에서 수집된 데이터는 DPS-I에서만, 센서 필드 2에서 수집된 데이터는 DPS-II에서만 해석된다[2,3,4]. 이러한 종속성으로 인하여 많은 센서들에 의해 수집된 정보를 다양한 데이터 처리 서버에서 이용하지 못하는 문제점이 있다.

### 2.2 메타데이터 레지스트리

정보의 공유를 위해서는 통신하는 상대방과의 일정한 약속이 있어야 가능하다. 이러한 정보의 공유가 가능하도록 표준화된 의미와 형태를 가진 정보의 요소를 표준 데이터 요소라 하며, 표준 데이터 요소는 자동화된 정보 처리 시스템에서 사용될 수 있다. ISO/IEC 11179에서는 데이터를 이해할 수 있고 공유할 수 있도록 만들기 위한 표준화와 등록에 대한 내용을 정의하고 있다. 이 국제 표준에서는 데이터 요소의 표준화와 등록을 이용하여 기존의 데이터 관리 방법에 비하여 훨씬 적은 시간과 노력으로 공유 데이터 환경을 생성할 수 있는 방법을 제시한다[6,7].

메타데이터 레지스트리의 일반적인 구조는 그림 2와 같다[8].

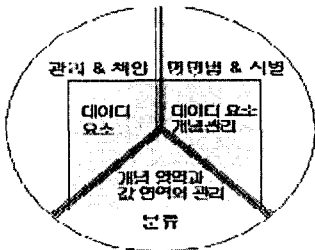


그림 2 메타데이터 레지스트리의 구조

관리책임 부분은 데이터 요소이거나 정의와 재사용이나 공유를 위한 명세를 요구하는 구성요소이다. 관리 구성요소는 데이터 요소, 분류 스키마, 값 영역, 규칙이나 분류된 구성요소를 위한 일반화이다.

명명법과 식별은 관리되는 구성요소의 이름과 그 이름의 세력범위를 제공하는 이름 문맥을 관리하기 위해 사용되는데, 고유 식별자의 부여와 데이터 요소의 이름과 관련되어 있다.

분류는 분류 스키마와 분류 스키마 내에 존재하는 저장소 구성요소를 관리하는 데에 사용되는데 등록가능 요소들의 분류체계 관리 등과 관련된다.

데이터 요소 개념관리는 데이터 요소의 의미에 해당하는 개념영역에 대한 관리이다. 데이터 요소에 대한 관리는 데이터 요소 자체에 대한 관리이고 값 영역과 개념 영역의 관리는 실질적인 표현에 해당하는 부분과 관련된다.

### 3. 센서 의미 일관성 유지 방법

#### 3.1 센서간 의미 일관성 유지를 위한 아키텍처

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 센서간 데이터 의미 일관성 유지를 위한 아키텍처는 기존의 센서 네트워크의 구조와 비슷하지만 메타데이터 레지스트리를 추가하여 데이터 처리 서버와 메타데이터 레지스트리 간에 데이터간 의미 일관성 유지를 위한 처리 작업이 이루어진다.

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 센서간 의미 일관성 유지를 위한 아키텍처는 그림 3과 같다.

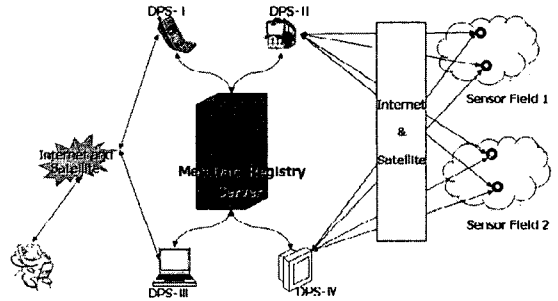


그림 3 센서간의 의미 일관성 유지를 위한 아키텍처

#### 3.2 동작 과정

센서들은 모두 일정한 센서 필드에 속해 있으며, 그 필드에 관련된 데이터를 수집하게 된다. 그리고 수집된 데이터는 인터넷 또는 인공위성과 같은 매개체를 통하여 데이터 처리 서버로 보내진다. 이 때 각각의 센서들에 의해 수집된 데이터는 의미 이질성을 지닐 수 있으므로 데이터 처리 서버는 각각의 센서에서 수집된 모든 데이터를 해석할 수는 없다. 따라서 별도의 메타데이터 레지스트리를 두고 데이터 처리 서버는 센서로부터 전해 받은 데이터를 메타데이터 레지스트리에서 검색을 하게 된다. 이 때 데이터가 이미 등록되어 있는 것이라면 검색을 통해 데이터 의미 해석을 하게 된다. 그러나 메타데이터 레지스트리에 미리 등록되어 있지 않은 데이터라면 새로 등록 하는 과정을 거치게 된다.

예를 들어 앞에서도 들었던 예와 같이 "name"이라는 필드의 데이터가 그림 3과 같은 구조에서는 "탐승자 이름", "user.name", "people.name"등과 같은 여러 가지의 다른 이름을 가진 필드의 데이터로 센서에 수집되어 질 수 있다. 이런 경우 메타데이터 레지스트리에는 여러 가지 필드들이 모두 "name"이라는 필드와 동일 의미를 지니는 데이터라는 것이 정의되어 있다. 따라서 이질성을 지닌 데이터들이 센서로부터 데이터 처리 서버에 보내지지만 결국 데이터 처리 서버는 메타데이터 레지스트리를 검색함으로써 이 모든 데이터들이 같은 의미를 지닌 데이터임을 알 수 있다.

유비쿼터스 환경에서 센서간 의미 일관성 유지를 위해 제안한 아키텍처의 동작 과정을 시퀀스 다이어그램으로 나타내면 그림 4와 같다.

#### 3.3 비교 평가

기존의 센서 네트워크와 제안한 센서간 의미 일관성 유지를 위한 아키텍처를 비교해 보면 표 1과 같다.

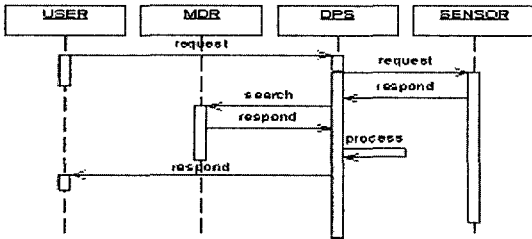


그림 4 동작 과정을 나타낸 시퀀스 다이어그램

표 1 비교 평가

비교 항목	기존 아키텍처	제안 아키텍처
센서의 활용도	낮다	높다
범용성	낮다	높다
의미 이질성 해결	지원하지 않음	지원함
DPS와 센서와의 관계	종속적	중립적

센서간 의미 일관성 유지를 위한 아키텍처의 장점은 센서의 활용도가 높다는 점이다. 기존의 센서 네트워크에서는 센서는 데이터 처리 서버에 종속되어 있어 그 서버에서 수집된 정보는 특화된 데이터 처리 서버에서만 처리가 가능하였다. 하지만 새로 제안한 아키텍처의 경우에는 센서에서 수집된 정보는 어떤 데이터 처리 서버라도 처리할 수 있게 된다. 따라서 센서가 데이터 처리 서버에 종속되지 않기 때문에 센서의 활용도가 높아진다.

그리고 범용성 측면에서도 기존의 센서 네트워크에서는 사용자가 데이터 처리 서버에게 자신이 원하는 정보를 요청할 때, 그 데이터 처리 서버에 종속되어 있는 센서가 수집할 수 있는 정보에 대해서만 요청할 수 있다. 하지만 새로 제안한 아키텍처에서는 데이터 처리 서버는 어떤 센서에서 수집된 정보라도 처리할 수 있기 때문에 범용성이 높다고 할 수 있다. 예를 들어 기존의 센서 네트워크에서는 데이터 처리 서버가 날씨 정보를 담당하는 서버라고 하면 사용자는 오직 날씨 정보만을 데이터 처리 서버에 요구할 수 있다. 하지만 새로 제안한 아키텍처에서는 사용자가 날씨 정보 외에도 수많은 정보들을 요구할 수 있다.

또한 데이터간 의미 이질성 해결에 있어서도 일반적인 센서 네트워크는 해결 방법을 지원하지 않지만, 제안한 의미 일관성 유지를 위한 아키텍처에서는 해결 방법을 지원하고 있다. 기존의 센서 네트워크에서는 다양한 센서들에 의해 수집된 정보들은 데이터 이질성을 지니기 때문에 데이터 처리 서버가 그 정보들을 모두 처리할 수 없지만, 제안한 아키텍처의 경우에는 메타데이터 레지스트리가 있어 데이터간 의미 일관성을 유지시켜 주기 때문에 의미 이질성을 해결할 수 있다.

마지막으로 데이터 처리 서버와 센서와의 관계에 대해

살펴보면 기존의 센서 네트워크의 경우에는 센서가 수집한 정보는 오직 특화된 데이터 처리 서버만 처리할 수 있었기 때문에 데이터 처리 서버와 센서 사이에 강한 종속성이 있다. 그러나 의미 일관성 유지를 위한 아키텍처는 다양한 센서가 수집한 정보를 다양한 데이터 처리 서버가 이용할 수 있기 때문에 데이터 처리 서버와 센서간의 관계는 중립적이다.

#### 4. 결론 및 향후 연구

이 논문에서는 기존의 센서 네트워크에서의 센서간의 데이터 의미 이질성 문제를 해결하기 위해 유비쿼터스 환경에서의 센서간 의미 일관성 유지 아키텍처를 제안하였다.

유비쿼터스 환경에서의 센서간 의미 일관성 유지 아키텍처는 메타데이터 레지스트리를 기반으로 하고 있으며, 메타데이터 레지스트리의 적용은 센서의 활용도, 범용성 측면에서 많은 장점을 제공한다.

향후 연구과제로는 메타데이터 레지스트리를 추가함에 따른 처리 속도에 대한 연구가 요구되며, 기존의 센서 네트워크와의 정량적인 비교 평가 작업이 요구된다.

#### 5. 참고 문헌

- [1] I.F. Akyildiz et al, "A Survey on Sensor Network," IEEE Communication Magazine, August 2002
- [2] C. Shen et al, "Sensor Information Networking Architecture and Applications," IEEE Pers. Communication, August 2001
- [3] N. Xu, "A survey of Sensor Network Applications," IEEE Communication Magazine, August 2003
- [4] H. Gharavi and S.P. Kumer, "Special Issues on Sensor Networks and Applications," Proceedings of The IEEE, Vol. 91, No. 8, August 2003
- [5] 김대영 외, "센서 네트워크 기술," 정보처리학회지, 제10권, 제4호, 2003.07
- [6] 김진관 외, "메타데이터 이질성 해결을 위한 MDR 기반의 메시지 변환 시스템," 한국정보과학회 논문지D, Vol. 31, No. 3, pp. 0232~0242, 2004.06
- [7] 신동길 외, "계층적 메타데이터 레지스트리 기반의 점진적 데이터 통합," 한국정보과학회지, 제30권, 제1호, 2003.04
- [8] ISO/IEC JTC1/SC 32, ISO/IEC 11179: Specification and Standardization of Data Elements, ISO/IEC JTC1, Part1~6