

센서 네트워크에서의 상황인지를 위한 컨텍스트 모델

김강석, 허지완, 송왕철

Department of Computer Engineering, Cheju National University
66 Jejudaehakno, Jeju-si, Jeju, 690-756, Ref. of Korea
Tel: +82-64-754-3656, E-mail: {gangseok, griun, philo}@cheju.ac.kr

제주대학교 컴퓨터 공학과
제주도 제주시 제주대 학로 66, 690-756
Tel: +82-64-754-3656, E-mail: {gangseok, griun, philo}@cheju.ac.kr

요약

최근 도메인에 기반한 개념과 이들 개념간의 관계를 설정할 수 있는 온톨로지 기반 컨텍스트 모델들이 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 연구되고 있다. 그러나 새로운 개념의 추가에 따른 온톨로지 재구성은 시간이나 비용적으로 많은 오버헤드를 초래한다. 즉 하위 레벨에 있는 임의의 데이터 구조가 수정될 때 마다 계속적으로 기존 온톨로지를 변경해야만 한다. 따라서 센서 노드의 동적인 컨텍스트 표현보다 미들웨어와 같은 최상위의 추상적이고 정적인 컨텍스트 표현에 적합하다. 한편 센서 네트워크에서의 베이스 스테이션 기반 상황인지 기법은 상황 조건을 만족시키지 못하는 저수준 센싱 정보를 베이스 스테이션으로 전송하는데 많은 에너지를 소모한다. 본 논문에서는 센서 노드에서의 동적인 컨텍스트의 표현과 저수준 센싱 정보의 전송량을 줄이기 위해 메타데이터와 RDF 기반 구조의 변형인 Triple 구조를 결합한 컨텍스트 모델은 제안한다.

Keywords:

Sensor network; Context model; Metadata Registry; ubiquitous computing

1. 서론

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서의 넓은 지역에 대해 비교적 적은 비용으로 다양한 환경정보를 제공하는 센서 네트워크는 상황 인지를 위한 핵심 기반 기술로 주목 받고 있다. 그러나 센서 노드들은 소형화, 간소화되어 있으므로 수집된 데이터에 대해 저수준의 센서 정보를 제공하는 아주 간단한 처리를 제외한 그 외의 연산이나 해석은 센서 스스로 처리하지 못하고 베이스 스테이션인 sink 노드에서 처리하고 있다[1,2,3,4]. 센서 네트워크에서의 베이스

스테이션 기반 상황인지 기법은 상황 조건을 만족시키지 못하는 저수준 센싱 정보를 베이스 스테이션으로 전송하는데 많은 에너지를 소모한다. 이벤트간의 발생 빈도와 제약 조건의 차이로 인해 발생하는 이 전송 에너지 낭비는 센서 노드의 수명을 단축시키게 되어 상황인지 서비스의 수명을 단축시킨다. 또한 센서 네트워크의 전형적인 통신 모델인 다대일 통신 특성 때문에 베이스 스테이션 주위의 노드들의 수명이 다른 노드들에 비해 짧게 되어 베이스 스테이션을 네트워크로부터 고립시킴으로써 더 이상의 서비스를 불가능하게 한다.

센서 미들웨어의 상황인지를 위한 고수준 상황정보를 구성하는 기법 중 온톨로지를 이용한 정보통합 시스템은 특정 도메인에 사용되는 용어들을 개념화하고 용어들 간의 관계, 공리 그리고 변환식 등을 정의한 온톨로지를 구성하여 정보를 통합한다. 그러나 온톨로지를 구성하는데 있어서 초기 비용 및 개념의 추가에 따른 재구성 비용 등의 오버헤드를 초래하며 추상적이고 정적인 컨텍스트 표현에 적합하다. 따라서 동적이며 데이터 발생 빈도가 많은 센서노드의 수명 연장과 센서 미들웨어 또는 베이스 스테이션에서의 신속한 상황 정보 구성을 위해서는 센서 노드에 적합한 표현 방법이 필요하다.

본 논문에서는 메타데이터 모델과 RDF 기반 구조의 변형인 Triple 구조를 결합한 컨텍스트 모델을 제안한다. 제안된 모델은 Triple 구조를 통하여 하나의 컨텍스트를 생성하며, 여러 컨텍스트를 융합하여 하나의 부분 컨텍스트를 만들어 낸다. 이렇게 생성된 부분 컨텍스트를 베이스 스테이션으로 전달한다. 따라서 컨텍스트 융합을 통해 저수준 센싱 정보의 전송을 줄여 전체적으로 센서 노드의 에너지 소비를 최소화 한다. 또한 동적인 Triple 구조의 컨텍스트 모델이 센서

미들웨어나 베이스 스테이션의 온톨로지 모델에 공유가 쉽도록 메타데이터 레지스트리를 기반으로 한 계층적 공유모델 구조를 구성한다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 센서 네트워크의 컨텍스트 모델과 관련된 관련연구를 살펴보고 3장에서는 메타데이터 모델과 Triple 구조를 결합한 컨텍스트 모델을 제안한다. 4장에서 결론과 향후 연구방향을 기술한다.

2. 관련연구

2.1 센서 네트워크

센서 네트워크는 수많은 센서노드들로 구성되어 있으며, 그 센서들은 원하는 데이터를 가장 잘 수집할 수 있는 최적의 위치에 배치되게 된다. 각각의 센서들은 감지능력, 간단한 처리능력, 데이터 전송능력을 지니게 된다[4,5]. 베이스 스테이션에서 쿼리를 보내고 이에 대한 응답을 받는 구조는 중앙집중식 상황인지에서 가장 많이 사용하는 방식이다. Directed Diffusion[1]은 목표 이벤트에 대한 요구 사항을 'interest'라는 패킷 형태로 네트워크에 플러딩하고 발생한 이벤트 정보를 베이스 스테이션으로 수집하는 방식이다. 베이스 스테이션으로의 전송 과정에서는 데이터 융합을 통해 전송되는 데이터의 양을 줄인다. TinyDB[2]와 Cougar[3]는 이러한 데이터 융합을 데이터베이스에 적용한 예이다. 하지만 이들 방식은 평균 온도를 얻는 것과 같은 동일 데이터 타입에는 데이터 융합을 통해 전송 데이터의 양을 줄이지만 여러 타입의 이벤트로 이루어지는 복합 컨텍스트에 대해서는 연구가 이루어지지 않았다.

센서 네트워크내의 센서 노드들은 지능적, 능동적 상황 정보 생성이라는 측면에서 다음과 같은 문제점을 해결해야 한다. 첫째, 센서는 자립적 관리능력을 포함해야 한다. 다양한 종류와 수 많은 센서들을 위한 전력과 사용 중에 발생하는 오류 처리를 베이스 스테이션인 sink 노드가 담당하는 것은 어려운 일이다. 따라서 센서가 갖는 컴퓨팅 기능을 사용한 센서들 간의 상호 관리 기능을 위한 기술이 필요하다. 둘째, 정확도 높은 센싱 정보의 획득이다. 이를 위해서는 한 종류의 센서가 제공하는 정보뿐만 아니라 여러 종류의 센서들이 감지한 정보를 혼합하여 상호 보완적 센싱 정보를 생성하는 기능을 위한 센싱 정보 통합 모형이 중요한 역할을 담당한다.

2.2 컨텍스트와 컨텍스트의 모델

컨텍스트란, 인간이나 장소, 객체 같은 개체들을 묘사하는데 사용되어 질 수 있는 모든 정보들을 의미하며, 이 정보들은 사용자와 응용간에 상호작용과 관련 있는 것이어야 한다[6]. 지금까지 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 컨텍스트 모델에 대한

많은 연구들은 각각 뚜렷한 모델링 목적이 있고, 그 목적을 가장 효과적으로 달성하기 위한 모델링 방법론이 제안되었다. 컨텍스트의 이해를 돕기 위한 E-R 다이어그램을 확장한 컨텍스트 모델[7], 컨텍스트의 속성 및 행동에 대한 이해를 돕고 객체지향 프로그램 개발을 용이하게 하는 객체지향적인 컨텍스트 모델[8,9], 그리고 컨텍스트에 대한 일관성 있고 뛰어난 표현력을 제공하기 위한 First-Order-Logic을 기반으로 한 컨텍스트 모델[10] 등 다양한 연구들이 진행되어 왔다.

컨텍스트를 획득, 전달, 처리, 서비스하는 여러 컴포넌트들로 구성된 컨텍스트 인프라에서 제공받은 컨텍스트를 바로 사용할 수도 있지만, 이를 위해서는 사전에 미리 약속이 되어 있어야만 가능하다. 이에 따라 컨텍스트를 이해할 수 있고 공유할 수 있는 규약인 온톨로지를 이용하여 객체들이 서로 이해할 수 있는 온톨로지 기반의 컨텍스트 모델에 대한 연구들이 시도되고 있다[11,12]. 그러나 온톨로지를 구성하는데 있어서 초기비용 및 개념의 추가에 따른 재구성 비용과 개념을 정의하고자 하는 관련 조직 간의 이해불일치 서로 다른 목적으로 컨텍스트를 참조하는 컴포넌트들의 공통적 개념 공유의 불일치 등과 같은 다양한 어려움이 존재한다.

2.3 메타데이터

정보의 공유를 위해서는 통신하는 상대방과의 일정한 약속이 있어야 가능하다. 이러한 정보의 공유가 가능하도록 표준화된 의미의 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[13,14].

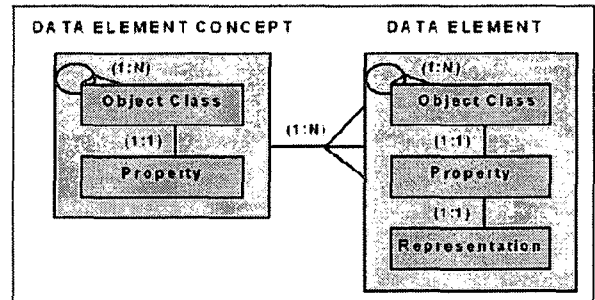


그림 1. 데이터 요소 개념과 데이터 요소의 관계

메타데이터 레지스트리에 의해 관리되는 데이터의 기본 단위는 데이터 요소(data element)이며, 데이터

요소는 데이터 요소 개념(data element concept)이 구체화된 것이다. 그림 1은 데이터 요소와 데이터 요소 개념의 관계를 보여 주고 있다. 그림에서 보는 바와 같이 데이터 요소는 객체클래스(Object Class), 속성(Property), 표현(Representation)의 세 가지로 구성된다. 객체 클래스는 메타 데이터를 갖게 되는 대상을 말하며, 여기에는 명확한 범위와 의미 그리고 동일한 규칙을 따르는 속성과 행위를 가짐으로써 식별되는 실세계의 생각, 추상 또는 사물이 해당된다. 표현은 데이터를 표현하기 위한 기호화/상징화에 관한 것으로서, 데이터의 표현은 데이터의 값 영역과 데이터 유형 등에 의해 좌우된다. 객체 클래스는 외연적 정의와 내포적 정의를 통해 정의되며, 개념의 내포에 해당하는 것을 전산학 과 지식공 학에서는 속성이 라 한다.

데이터 요소 개념과 데이터 요소로 구성된 메타데이터 레지스트리는 기술되는 데이터가 표준으로서의 역할을 담당하여 새로운 시스템 구축시 데이터베이스 스키마의 적용 기준으로 사용할 수 있다.

그림 2는 메타데이터 레지스트리의 구성요소를 보여 주고 있다

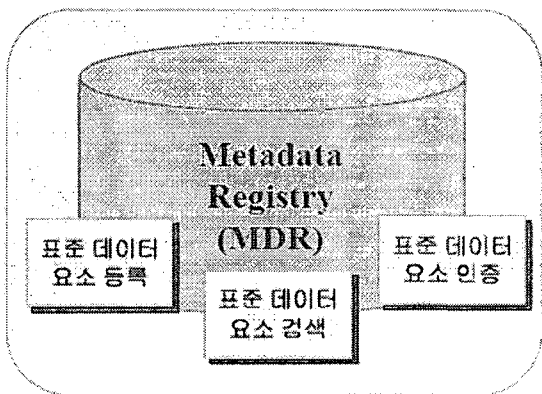


그림 2. 메타데이터 레지스트리의 구성요소

3. 센서 네트워크의 컨텍스트 모델

3.1 Triple 구조 기반의 컨텍스트 모델

센서 네트워크에서 사용하는 컨텍스트의 타입은 그 종류가 서로 다르며 매우 다양하다. 컨텍스트 정보란 엔티티에 대한 상황 정보이므로 컨텍스트 정보의 주체는 엔티티 이다.

유비쿼터스 환경에서 모든 객체는 모두 엔티티가 될 수 있다. 즉 사람, 애플리케이션, 사물, 디바이스, 네트워크, 장소, 시스템, 시계 등 모든 환경을 구성하는 유형, 무형의 객체들이 엔티티가 될 수 있다. 그림 3은 다양한 엔티티들을 보여주고 있다.

유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 센서 네트워크에서는 해당 센서 필드 영역에 따라 다양한 상황 종류들을

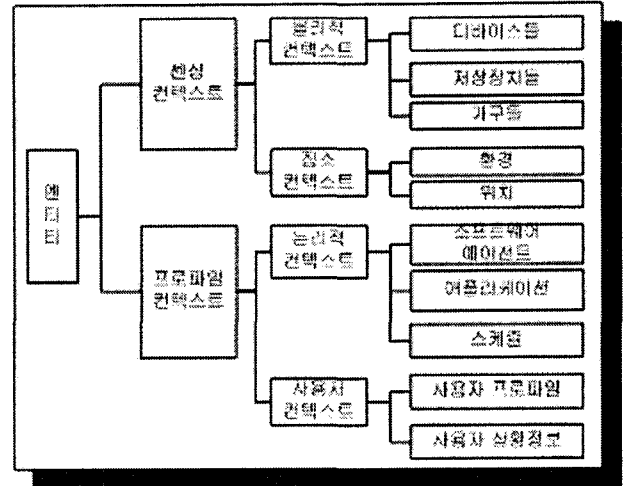


그림 3. 유비쿼터스 환경에서의 다양한 엔티티

가지며 컨텍스트 정보는 각 엔티티마다 따로 구분되어 관리 되어야 한다. 따라서 그림 4와 같이 컨텍스트는 각 엔티티당 하나의 컨텍스트 히스토리에 시간을 기준으로 컨텍스트 정보를 가진다. 따라서 컨텍스트 히스토리를 사용하여 각 엔티티별로 컨텍스트 정보를 유지 관리하게 된다.

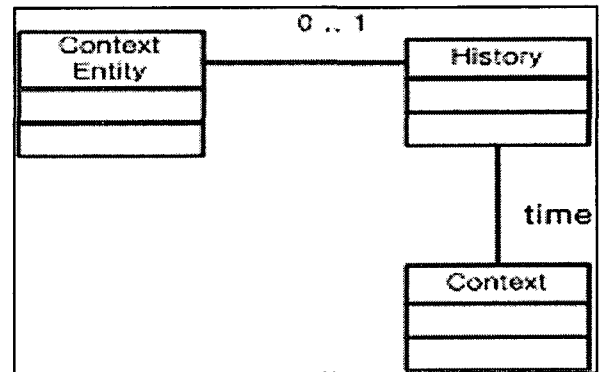


그림 4. 컨텍스트 히스토리 모델

컨텍스트 정보는 시간을 기준으로 과거, 현재, 미래의 컨텍스트 정보를 구분할 수 있다. 과거 컨텍스트 정보는 추론이나 학습, 데이터 마이닝 같은 처리를 통해 고수준의 컨텍스트를 추론하기 위하여 사용된다. 현재 컨텍스트 정보는 센서 필드내의 상황 종류에 대한 상태 변화에 가장 직접적인 영향을 미치는 요소로 현시점에서의 정보이다. 미래 컨텍스트 정보는 과거와 현재의 컨텍스트 정보를 통하여 센서 필드내의 상황 종류를 추론하고, 각종 자원을 예약하기 위해 사용한다.

컨텍스트 정보를 표현하기 위하여 본 논문에서는 '(주어, 동사, 목적어)'의 Triple 구조를 사용하여 컨텍스트 정보를 표현한다. 컨텍스트 정보의 주체가 되는 엔티티 정보는 주어로, 컨텍스트 타입은 동사로, 실제 값은 목적어로 표현하며 이를 초별 컨텍스트라고 정의한다. 그림 5는 초별 컨텍스트와 (주어, 동사, 목적어)와 엔티티의 연관관계에 대한

모델이다.

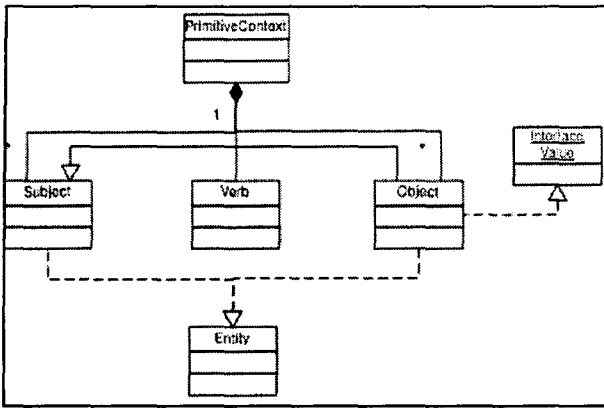


그림 5. 초별(Primitive) 컨텍스트 모델

이러한 (주어, 동사, 목적어)의 Triple구조는 지식을 표현하는 가장 단순한 표현 방법으로 모든 자원 또는 사실들을 기술할 수 있기 때문에 다양한 상황 종류의 컨텍스트 정보를 쉽게 표현할 수 있으며, 확장성이 좋은 표현법을 제공한다.

또한 Triple구조는 지식을 표현하는 일반적인 방법이므로 저수준의 컨텍스트 정보로부터 고수준의 컨텍스트 정보를 추론하기 위한 인공지능적인 처리에 유용한 정보구조를 지원하게 된다.

예를 들어 ‘방의 온도가 낮다.’는 컨텍스트 정보를 난방 시스템 액티비티의 pre-condition에 명시해야 한다. 따라서 초별 컨텍스트 모델에 따라 (Room102, Temperature, low)로 표현한다. Room102는 장소를 나타내는 엔티티이며, 컨텍스트의 주체에 해당하므로 주어로, 온도는 컨텍스트 타입에 해당하므로 동사로, low는 실제 엔티티의 상황 값에 해당하므로 목적어로 표현할 수 있다.

상황 종류의 변화조건, 이벤트, 각종 논리적, 시간적 제약조건에 대한 컨텍스트 정보를 표현하기 위해서는 좀 더 복잡한 컨텍스트 정보를 표현할 수 있는 방법이 필요하다. 예를 들어 “A가 침실에서 자고 있다”라는 컨텍스트 정보는 동일한 엔티티인 A라는 엔티티에 대하여 ‘침실에 있다.’와 ‘자고 있다.’와 같이 두 가지의 상황을 표현해야 하기 때문에 초별 컨텍스트로 표현이 불가능하다.

그림 6과 같이 초별 컨텍스트를 AND, OR, NOT, XOR과 같은 연산자를 이용하여 복잡한 컨텍스트를 표현하도록 하며 이를 복합 컨텍스트라고 정의한다.

예를 들어, ‘침실의 온도가 23도 이상이고, A는 TV를 시청 중이다’라는 컨텍스트 정보를 복합 컨텍스트로 표현하면 “(A, 위치, 침실) and (A, 활동, TV시청) and (Temp, 위치, 침실) and (Temp, 온도, 23)”과 같다.

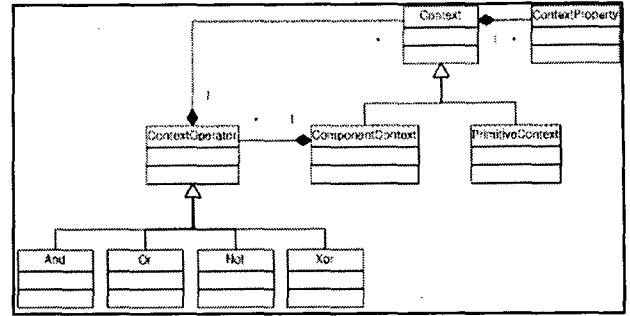


그림 6. 복합 컨텍스트 모델

3.2 메타데이터 레지스트리 기반의 정보공유

메타데이터는 데이터의 의미, 표현 등을 명확히 기술함으로써 공유 및 교환을 향상시키기 위한 데이터에 대한 데이터이다. 데이터 요소 개념과 데이터요소로 구성된 메타데이터 레지스트리는 표준화된 메타데이터를 유지 관리하며, 메타데이터의 명세와 의미의 공유를 목적으로 한다[15].

센서 네트워크의 베이스 스테이션인 sink노드 간에 데이터의 의미 일관성을 유지하며 정보를 공유하기 위한 아키텍처는 기존의 센서 네트워크 구조와 유사하지만 메타데이터 레지스트리를 추가하여 미들웨어와 메타데이터 레지스트리 간에 의미 일관성을 유지하고 공유하는 작업이 이루어진다.

센서 네트워크에서의 sink노드간 의미 일관성이 유지된 컨텍스트 정보를 공유하기 위한 아키텍처는 그림 7과 같다. 센서노드에는 센서 추상화 모듈이 탑재된 에이전트가 임베디드, 센서에서 발생하는 Row Context를 Triple구조로 표현하고 XML형태로 포장하여 Sink노드로 전송한다. 또한 통신 기능을 이용하여 센서 네트워크 필드내의 다른 센서 노드들에게 필요한 초별/복합 컨텍스트를 제공하며, 제공 받는다.

Sink 노드의 기본 기능은 센서 노드들로부터 전송된 초별/복합 컨텍스트를 엔티티별로 분류하여 General Context를 생성하고 메타 데이터 레지스트리를 통하여 등록, 관리 된다.

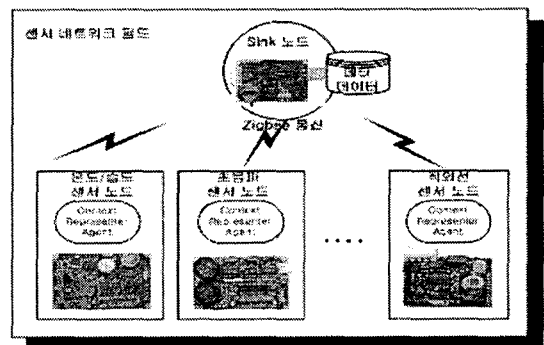


그림 7. 메타데이터 기반 센서 네트워크 구조

다음 그림 8은 메타데이터 기반 센서 네트워크 구조에서 사용자의 요청에 의한 컨텍스트 정보 수집 과정을 시퀀스 다이어그램으로 보여주고 있다.

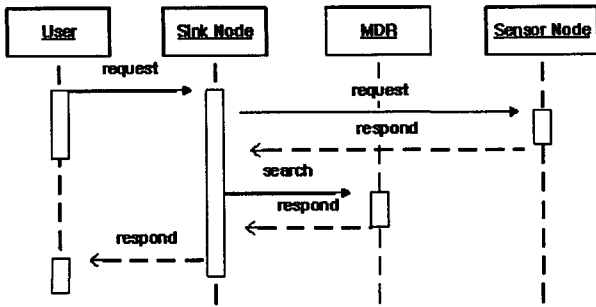


그림 8. 사용자의 요청에 의한 컨텍스트 정보 수집 과정의 시퀀스 다이어그램

다음 그림 9는 메타데이터 기반 센서 네트워크 구조에서 센서 노드들 간의 초별 컨텍스트 송수신 과정과 이를 통한 복합 컨텍스트를 송수신하고 Sink노드로 전달하는 시퀀스 다이어그램을 보여주고 있다

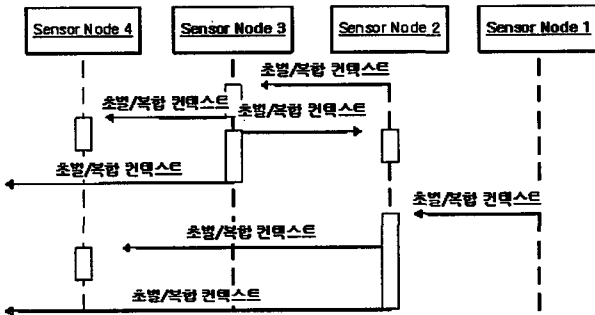


그림 9. 센서 노드 사이의 컨텍스트 송수신 과정

4. 결론

본 논문에서는 센서 네트워크에서의 상황인지를 위하여 센서 노드의 컨텍스트 표현과 공유를 위한 컨텍스트 모델을 제안하였다.

센서 노드를 위해 제안된 컨텍스트 모델은 RDF의 기반 구조를 변형한 (주어, 동사, 목적어)의 Triple구조의 초별 컨텍스트 모델과 연산자를 연결한 복합 컨텍스트 모델, 그리고 컨텍스트 히스토리 모델이다. 또한 베이스 스테이션인 sink노드들과 미들웨어간의 의미 일관성 유지와 정보 공유를 위한 아키텍처는 메타데이터 레지스트리를 기반으로 한다. 제안한 컨텍스트 모델은 센서 네트워크의 요구사항을 만족하며 메타데이터 레지스트리의 적용은 센서의 활용도, 중립성, 범용성 등의 많은 장점을 제공한다.

향후 연구과제로는 제안한 아키텍처를 구현하여 기존의 센서 네트워크와의 성능을 정량적으로 비교하여 평가할 필요가 있다.

참고 문헌

- [1] C. Intanagonwiwat, R. Govindan, and D. Estrin (2000). "Directed diffusion: A scalable and robust communication paradigm for sensor networks," In ACM MOBICOM.
- [2] S. Madden, et al.(2005) "TinyDB: An acquisitional query processing system for sensor networks," In Transaction on Database Systems(TODS).
- [3] P. Bonnet, et al.(2001), "Towards Sensor Database Systems," In MDM.
- [4] I.F. Akyildiz et al. (2002), "A Survey on Sensor Network," IEEE Communication Magazine, August.
- [5] 김대영 외 (2003), "센서 네트워크 기술," 정보처리학회지, 제10권, 제4호..
- [6] Peter J. Brown, John D. Bovey, and Xian Chen (1997). "Context-Aware Applications: From the Laboratory to the Marketplace," IEEE Personal Communications, Vol. 4, 5, pp. 58.
- [7] Nick Ryan, Jason Pascoe, and David Morse (1997). "Enhanced Reality Fieldwork: the Context-aware Archaeological Assistant," Computer Applications in Archaeological.
- [8] Anind K. Dey (1986). "Context-Aware Computing: The CyberDesk Project," AAAI 1998 Spring Symposium on Intelligent Environments, Technical Report SS-98-02, 99. 51.
- [9] Karen Henriksen, Jadwiga Indulska, and Andry Rakotonirainy (2002). "Modeling Context Information in Pervasive Computing Systems," Pervasive 2002, LNCS 2412 pp. 167-180.
- [10] Anand Ranganathan, Roy H. Campbell (2003). "An Infrastructure for context-awareness based on first order logic," Personal and Ubiquitous Computing, Vol. 7, Issue 6.
- [11] COBRA-ONT, <http://cobra.umbc.edu/ontologies.html>
- [12] Xiaohang Wang, Daqing Zhang, et al. (2004), "Ontology-Based Context Modeling and Reasoning using OWL," Workshop on Context Modeling and Reasoning at IEEE International Conference on Pervasive Computing and Communication(PerCom'04), Orlando, Florida, March 14.
- [13] 김진관 외 (2004), "메타데이터 이질성 해결을 위한 MDR기반의 메시지 변환 시스템," 한국정보과학회 논문지D, vol. 31, No. 3, pp. 0232-0242.
- [14] 신동길 외 (2003), "계층적 메타데이터 레지스트리 기반의 점진적 데이터 통합," 한국정보과학회지, 제30권, 제1호.
- [15] ISO/IEC IS 11179 (2003), "Information technology - Specification and standardization of data elements,".

A 발표장(제1소회의실)

A3. Data Mining I

2006 한국지능정보시스템학회 춘계학술대회

A3.1 Support Vector Machines with Optimal Instance Selection: An Application to Bankruptcy Prediction

안현철 (KAIST 테크노경영대학원), 김경재 (동국대학교),
한인구 (KAIST 테크노경영대학원)

A3.2 Modified Bagging Predictors를 이용한 SOHO 부도 예측

김승혁 (한양대학교), 김종우 (한양대학교)

A3.3 CT 영상에서의 간 영역 추출 및 간 종양 분석

장도원 (신라대학교), 임은경 (부산대학교), 김창원 (부산대학교),
김민환 (부산대학교), 김광백 (신라대학교)