

## 를 기반 센서 관리 프레임워크

김소영<sup>o</sup> 문미경 이찬영 영근혁  
\*부산대학교 컴퓨터 공학과  
소프트웨어 공학 연구실  
{yangunim<sup>o</sup>, mkmoon, cyoung, yeom}@pusan.ac.kr

### Role-Based Sensor Management Framework

Soyoung Kim<sup>o</sup> Mikyeong Moon Chanyoung Lee Keunhyuk Yeom  
Computer Engineering Department, Pusan National University

#### 요 약

유비쿼터스 시대를 맞이하면서 다양한 문맥인식(Context-Awareness) 소프트웨어의 필요성이 대두되고 있다. 이러한 소프트웨어의 하부 인프라로 센서, 즉 context를 인식하는 부분이 중요하게 인식되고 있는데 대표적으로 센서 네트워크가 이러한 인프라로 인식되고 있다. 하지만 기존 센서의 경우 센서 네트워크가 가지고 있는 여러 기능을 가지고 있지 못하다. 따라서 기존 센서에 센서 네트워크에서 제공하는 기능을 추가하여 비용과 시간을 줄일 수 있는 방법이 필요하게 되었다. 본 논문에서는 이러한 방법중의 하나로 논리적인 룰을 이용하여 센서 네트워크에서 제공하는 기본 기능들을 제공하고자 한다.

#### 1. 서론

유비쿼터스 시대 도래에 대한 사회적 이슈가 커지고 있는 가운데 수많은 IT 업계에서도 이런 추세에 맞추어 관심영역을 바꿔가고 있다. 주로 센서 네트워크와 RFID 기술이 유비쿼터스 시대를 대표할 기술로 인식되면서 관련 연구도 많아지고 있다. 센서 네트워크에서는 각 센서노드가 프로세싱 기능과 함께 센싱 기능을 가지고 독립적으로 서로 간에 통신하면서 네트워크를 형성하는 기능이 있는 반면 레거시 센서들은 이들처럼 프로세싱과 통신 기능을 가지지 않은 경우가 더 많다. 따라서 레거시 센서에 이러한 기능을 추가하기에는 막대한 비용이 들것이다. 센서 네트워크의 경우 특히 UPnP(Universal Plug and Play) 아키텍처의 도입으로 센서노드의 동적 추가나 환경 설정 등이 자동으로 관리될 수 있다. 하지만 이러한 추가 기능을 레거시 센서에 추가 하는 것 역시 쉬운 일이 아니다. 앞으로 개발될 유비쿼터스 시스템에 레거시 센서를 이용한 시스템도 도입 시키는 데는 이러한 문제점들이 해결되어야만 하며, 이러한 센서를 현재 시스템에 적합한 형태로 바꿔야 할 필요성이 있다.

본 논문에서는 기존의 센서의 물리적 특성을 추상화 시킨 논리적인 기능적 명세서로 룰을 정의하여 각 센서에 부여하며, 룰을 이용하여 센서를 관리하는 프레임워크를

만들어 앞으로의 시스템에 쉽게 통합할 수 있는 방안을 제시하고자 한다.

#### 2. 관련 연구

RFID 기술은 무선 주파수를 이용한 개체인식 시스템으로 태그를 인식하는 리더기와 태그가 부착된 개체들로 구성된다. 여기서 리더기가 일종의 센싱 역할을 하게 되며 개체들은 태그의 부착으로 인해 시스템 내에서의 인식대상이 된다. 그러나 이러한 리더기에 대한 표준화된 관리 프레임워크가 아직 존재하지 않는다. 센서 네트워크는 수많은 작은 센서노드들이 무선으로 통신을 하여 네트워크를 형성하며 각 노드들은 연산능력과 통신, 그리고 센싱 기능을 가지고 있다[1]. 센서 네트워크에서의 센서들은 주로 전시상황이나 재난상황에서 네트워크 인프라가 파괴 되었을 경우나 혹은 네트워크 인프라가 갖추어 지지 못한 곳에 설치할 경우 등에 쓰이게 된다. 그러나 아직 이러한 센서노드들은 가격이 비싸고 실용화 하기에는 이른 실험단계에 있다. 또한 아직은 기존 레거시 센서를 이용하는 시스템에 채용하기는 힘든 단계이다. UPnP 아키텍처는 PC 시장의 PnP와 같은 자동화된 기능을 제공하고 더욱이 TCP/IP 통신 프로토콜을 지원하기 때문에 쉽게 네트워크화를 할 수 있다[2]. 논리적인 룰이란 어떤 에이전트의 표준적인 행동양식을 나타내는데[3], 에이전트는 각각의 센서노드의 역할을 하게 된다. 본

\* 본 연구는 정보통신부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT 연구 센터 육성, 지원사업의 연구결과로 수행되었음

논문에서는 각 센서에 있는 기존 서비스를 응용하여 필요한 추가적인 서비스를 부여하는 단위로서 룰의 개념을 사용한다.

3. 센서 관리 프레임워크

본 논문에서 제시하는 룰(role)이란 하나 이상의 센서노드가 행하는 역할을 의미한다. 룰은 상위의 애플리케이션에서 의미 있게 사용될 수 있는 단위로 부여되어야 하며, 룰 스펙을 통해 센서관리자가 그 역할을 한다. 예를 들어 레거시 온도센서 대해서 Temperature 라는 룰을 정의한다고 하자. 이것은 이 센서가 '온도'에 대한 정보를 알려주는 역할을 한다고 표시한다. 온도센서의 종류는 매우 다양하며 각자 서로 다른 통신 수단 - 직렬 포트나 USB 등 - 을 통해서 온도 값을 알려준다. 그리고 온도값 이외의 다른 정보 - 센서 ID, 센서 위치, 센싱값의 최대 - 들은 직접적으로 제공해 주지 못한다. 이런 점들이 센서 네트워크에서의 노드들과는 다른 점이다. 그렇기 때문에 레거시 시스템이 센서 네트워크의 노드처럼 스마트하게끔 되기 위해서는 이러한 기능들을 본 프레임워크 상에서 제공해 주어야만 한다.

다른 경우도 레거시 센서를 센서 네트워크화를 위한 기능을 추가하기 위해 기존 센서를 찾아 교체하는 경우에 기존 센서가 백안이나 PCV 파이프 속등의 접근하기 힘든 특정위치에 설치되어 있는 경우도 있다. 이러한 물리적인 어려움도 존재하기 때문에 이러한 문제를 해결하기 위한 방법도 필요하다. 그러나 본 논문의 프레임워크에서는 이러한 레거시 센서에 대해서 중앙 스테이션상에서 논리적으로 룰을 정의하여 물리적인 부분을 추상화 시켜서 관리하게 되므로 비용도 절감될 뿐 아니라 이러한 시스템을 이용하는 상위의 미들웨어나 어플리케이션에서도 유용하게 이용할 수 있게 된다.

3.1 아키텍처

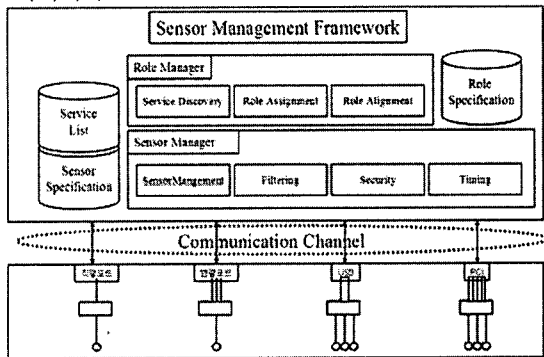


그림 1 센서 관리 프레임워크 아키텍처

룰에 기반한 센서 관리 프레임워크의 전체적인 아키텍처는 그림 1 과 같다. 주 모듈로는 Role Manager 와 Sensor Manager 가 있다. 센서 위에 위치하는 Communication Channels 은 센서가 시스템에 연결될 수 있는 모든 통신 수단을 가리킨다. 예를 들면 USB 나 시리얼 포트, 병렬 포트, TCP/IP, 블루투스 등이 된다. 본 프레임워크에서는 이렇게

상이한 통신채널을 이용하는 각각의 센서노드에 대해 논리적인 룰을 정의해 두게 된다.

3.2 Sensor Manager

센서 매니저는 센서노드와 관련하여 여러 가지 제어 역할을 담당한다.

표 1 센서 매니저 기능

기능	설명
센서 추가, 삭제	센서의 룰을 룰 매니저를 통해 할당, 제거하고 센서의 서비스를 Service Discovery 를 통해 등록, 해제한다.
센서 속성 추가, 제, 수정	센서에 대한 속성은 기본값을 쓰거나 사용자에 의해서 쓰여지게 되는데 센서에서 지원하지 않는 속성은 빈 값으로 남아 있게 된다.
센서 up,down,pause, restart	센서를 실행하거나 정지, 일시 정지, 재시작을 하게한다. 센서 속성에 따라 지원여부가 결정된다.
센서 상태, 정보 보기	센서의 여러 속성 정보를 보여준다.
센서 타이머 동기화	여러 센서들의 시간을 서버의 시간으로 동기화 할 때 쓰인다.
센서 펌웨어 업데이트	센서노드의 펌웨어 업그레이드를 지원하는 것으로 센서 속성에 따라 지원여부가 결정된다.
필터링 제어	센싱 하는 정보에 대한 논리적인 필터링 정의를 지정할 수 있다.
전원 관리	센서노드가 자체 전원 공급원을 가지고 있을 경우에 전원 에 대한 관리를 하게된다. 센서 속성에 따라 지원여부가 결정된다.
센싱 타이밍 제어	센싱 정보의 읽기 타이밍을 제어한다. 센서에서의 타이밍 지원여부에 따라 센서 자체의 경우는 물리적 타이밍이며 베이스 스테이션에서 제어 할 경우에는 논리적인 타이밍이 된다.
보안	센서와 프레임워크, 프레임워크와 응용프로그램간의 보안을 지원한다.

3.3 Role Manager

룰 매니저는 Role Assignment, Role Alignment 와 Service Discovery 로 구성된다.

A. Role Assignment

룰의 할당은 Sensor Manager 에서 센서 추가 시 Role Manager 가 하게 되는데 UPnP 표준을 따르는 센서노드의 경우는 UPnP 프로토콜을 사용하여 룰 할당 알고리즘에 맞게 할당되며 그 외에는 수동으로 룰 스펙을 정의한다. 룰 스펙은 룰의 이름과 그룹 정보 및 상속정보로 정의된다. 센서 스펙에는 센서에 대한 속성리스트가 <속성=값> 형태의 리스트로 저장되며 서비스 리스트는 <함수 호출 시그니처> 형식으로 저장된다.

표 2 룰 스펙

룰 이름
센서 ID
상속정보
그룹정보

표 3 센서 스펙

센서 ID
속성 리스트 <속성 = value>
서비스 리스트 <함수 호출 시그네처>

표 4 센서 속성

모델명
논리적 이름
디스크립션
리딩 타이밍
절대 위치, 상대 위치
센서 상태
센싱 데이터 타입과 리턴형 (스칼라, 배열)
센싱 데이터의 Read/Write 여부
센싱 필터링 리스트

**B. Role Alignment**

**Role Alignment** 는 룰이 그룹으로 이루어지거나 룰 간의 상속관계를 가지고 있는 경우가 있는데 이러한 관계 정보를 관리하는 부분이다. 그룹은 여러 센서가 같은 그룹에 속해 있다면 해당 룰의 서비스는 그룹내의 센서들을 가지고 구현되게 된다. 예를 들면 위치 인식을 위해 3 개의 센서를 구성할 경우가 있는데 이러한 경우 하나의 룰 **LocationDetection** 이 정의되고 3개 센서에 대한 정보는 각각 다른 룰스펙에 저장되게 된다. **LocationDetection** 룰의 해당 서비스는 3개의 센서 정보를 이용하여 구현된다. 상속관계는 여러 룰에 대한 추상화된 룰의 상속관계를 정의하는 부분이다. 공통적인 속성을 가지는 부분을 상위 룰로 정의하고 하위 룰에서는 특화된 룰을 지정할 경우에 쓰이게 된다.

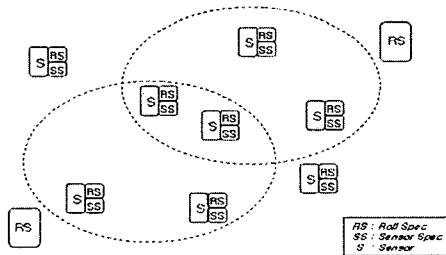


그림 2 룰의 그룹화

**C. Service Discovery**

룰 스펙의 정보를 가지고 해당 룰이 제공하는 서비스 목록을 뽑아내어 **Service List Repository** 에 **Indexing** 하여 저장하게 된다. 이렇게 따로 서비스만을 뽑는 이유는 상위의 어플리케이션이나 미들웨어가 서비스를 빠르게 검색하여 접근 하기 위해 데이터베이스의 저장방식을 사용하기 위해서이다. 이렇게 저장된 서비스는 상위의 미들웨어나 어플리케이션이 호출하여 이용하게 된다.

**4. 구현**

지금까지 설명한 프레임워크를 가지고 센서 관리자와 센싱 데이터 **sinker** 를 구현하였다(그림 3 과 그림 4).

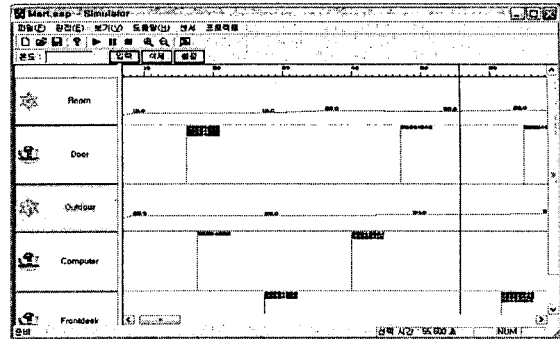


그림 3 센서 관리자 실행화면

시뮬레이션은 RFID 리더기와 온도 센서를 가지고 실험한 것이다. 관리자는 센서에 대한 속성값과 룰에 대한 서비스 정보를 보거나 수정이 가능하다. 또한 쉽게 센서의 상태를 파악할 수 있고 센서의 추가/삭제 등이 용이하다. 시뮬레이션에 의한 센싱 정보를 데이터 **sinker** 를 바탕으로 원하는 서비스를 호출하여 그 값을 나타낼 수 있다.

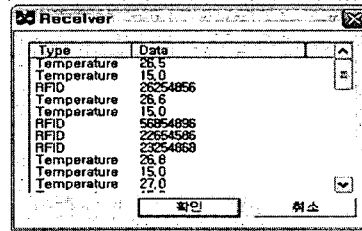


그림 4 읽혀진 정보 - 데이터 sinker

**5. 결론**

본 논문에서는 레거시 센서 시스템에 센서 네트워크의 기능을 중앙 스테이션에서 논리적으로 제공하여 비용과 시간을 줄이는 방법을 제시하였다. 물리적인 기능을 논리적인 룰을 통해 명세화하여 프레임워크 외부에서는 부가된 논리적 기능을 활용할 수가 있었다. 향후 연구에서는 보다 확장된 룰을 정의하고 센서 매니저의 역할을 확대하는 방향으로 설계하고자 한다.

**6. 참고문헌**

[1] Frank Golatowski, Marc Haase, and Dirk Timmermann "Wireless Sensor Networks - New Challenges in Software Engineering", 9th IEEE (ETFA'03), pp.16-19, 2003  
 [2] UPnP Forum, <http://www.upnp.org>  
 [3] James Odell, H. Van Dyke Parunak, Sven Breuckner, Mitch Fleischer, and Agent-Oriented Software Engineering (AOSE) IV, P. Giorgini, Jörg Müller, James Odell, eds., "Temporal Aspects of Dynamic Role Assignment," Lecture Notes on Computer Science volume 2935, 2004.  
 [4] Kay Romer, Christian Frank, Pedro Jose Marron, Christian Becker, "Generic Role Assignment for Wireless Sensor Networks," Proceedings of the 11th ACM SIGOPS European Workshop, pp.7-12, 2004.  
 [5] M. Kochhal, L. Schwiebert, and S. Gupta, "Role-based hierarchical self organization for wireless ad hoc sensor networks", International Workshop on Wireless Sensor Networks and Applications, pp.98-107, 2003.  
 [6] M. Welsh and G. Mainland, "Programming sensor networks using abstract regions," NSDI2004, pp.29-42, 2004.