

## 통합보안관제 시스템 구축을 위한 온톨로지 기반의 상황인식 모델

한광록<sup>1</sup>, 김정빈<sup>2</sup>, 손석원<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>호서대학교 컴퓨터공학과, <sup>2</sup>메카트로닉스공학과, <sup>3</sup>뉴미디어학과

### An Ontology-based Context Aware Model for the Implementation of Integrated Security Control System

Kwang-Rok Han<sup>1</sup>, Jeong-Bin Kim<sup>2</sup> and Surgwon Sohn<sup>3\*</sup>

<sup>1</sup>Department of Computer Engineering, Hoseo University

<sup>2</sup>Department of Mechatronics Engineering, Hoseo University

<sup>3</sup>Department of New Media, Hoseo University

**요약** 본 논문에서는 산업현장에서 통합된 보안관제 시스템을 구축하기 위하여 USN 센서 데이터나 CCTV의 영상으로부터 상황정보를 수집하고 이 상황에 대하여 추론을 할 수 있는 온톨로지 기반의 상황인식 모델에 대하여 기술한다. 상황모델은 스마트 환경에서 자동적이고 이질적인 데이터들을 온톨로지로 표현하고 DL 추론을 통하여 상황을 인식한다.

상황모델을 통합 보안관제 시스템에 적용함으로써 산업현장에서 위험을 자동적으로 검출하여 안전사고를 감소시킬 수 있을 것으로 기대된다.

**Abstract** In this paper, we describe an ontology-based context aware model that collects context information from USN sensor and CCTV image and reasons about context in order to development an integrated security control system in the industrial environments. The context model represents autonomous and heterogeneous data as ontologies and recognizes the context through DL(description logic) inference in the smart computing environment.

We expect that the integrated security control system can automatically detects the risk in the industrial field and reduces the safety and security incidents by applying this context model to the system.

**Key Words** : Ontology, Context aware, Security control system, Inference, Description logic

### 1. 서론

산업현장에서 관제시스템은 단순히 보안측면의 관제 보다는 시설 및 설비, 소방 등 다수의 설비나 시설물을 관제대상으로 하고 있다. 예를 들어 냉난방, 조명과 같은 시설 및 설비의 실시간 감시제어, 소방 설비의 실시간 감시제어 및 CCTV를 이용한 영상 감시등 다양한 종류의 관제시스템이 설치, 운영되고 있으며 이를 조작하는 작업자는 각각의 시스템을 별도로 운영, 조작하고 있다. 이로 인한 보안관제의 효율성의 저하로 개인, 기업 및 사회적

인 손실은 매우 커지고 있는 실정이다. 이에 대한 대응책으로 RFID (Radio Frequency IDentification)와 USN (Ubiquitous Sensor Network) 센서 등과 같은 IT 기술을 이용한 통합보안관제 시스템의 구축이 요구되고 있다. 특히 CCTV 기반의 영상감시는 감시 인력이 단순히 모니터를 통하여 감시해야 하기 때문에 위험이 증가하고 인력 활용의 효율성이 낮다. 다수의 카메라가 있음에도 감시자들이 전부 모니터링 할 수 없기 때문이다. 미국 Sandia National Lab의 연구결과에 의하면 사람이 20분만 모니터를 보고 있어도 집중력과 판단력이 떨어진다고 한다.

이 논문은 2009년도 산학협동재단의 학술연구비 지원을 받아 수행된 연구임

\*교신저자 : 손석원(sohn@hoseo.edu)

접수일 10년 03월 24일 수정일 (1차 10년 05월 05일, 2차 10년 05월 18일, 3차 10년 06월 09일) 게재확정일 10년 06월 18일

이에 대한 대안으로 무인 영상분석 시스템의 도입이 이루어지고 있으나 이 또한 감시자, 작업자의 입장에서는 시설/설비의 관계시스템과, 소방관계 시스템 등 다수의 관계시스템을 감시해야하는 관계로 효율성이 떨어지는 건 별 차이가 없다. 최근의 u-City 구축 사례를 보면 사람, 시설물, 차량 등과 같은 다양한 관계 대상들을 포함하고 있으며 각각의 위한 관계시스템이 별도로 구축되고 있는 실정이다.

따라서 다수의 에이전트들로 구성된 서버 관계시스템들을 하나로 통합하고, 온톨로지 기반으로 하는 상황인식 미들웨어를 구축하여 수집되는 상황정보를 자동으로 분석하고 추론함으로써 감시자로 하여금 보안 감시의 효율성을 높일 수 있는 시스템이 필요하다[1-5].

이를 위하여 본 논문에서는 스마트 환경의 산업 현장에서 상황인식 시스템(context aware system)을 이용한 지능적인 통합보안관제 시스템을 지원하기 위하여 가장 먼저 선행되어야 할 한 온톨로지 기반의 상황인식 모델의 설계를 연구범위로 하여 기술한다.

## 2. 관련 연구

기존의 Digital/Analog 센서를 이용하여 물체 또는 특정 지역의 접근을 자동 감지하는 수준 및 CCTV를 이용한 근무자의 실시간 영상감시 수준이었으나 최근에는 IT 기술의 발달에 따라 CCTV 영상의 객체 자동분석 기능을 이용하여 센서로 감지하기 어려운 상황에 대해서도 실시간 자동 감지가 가능한 수준까지 되었다. 또한 RFID/USN 기술을 이용하여 사람과 이동물체의 실시간 위치추적을 통하여 위험 요인의 사전 감지가 가능한 기술이 개발되어 산업 분야별 솔루션 형태로 적용되고 있다. 대표적으로 영국 유비센스사에서는 RFID/USN 기술을 이용하여 석유/가스업계에 사용할 수 있는 실시간 위치추적 솔루션을 개발한 사례가 있다[6].

위와 같이 일반적으로 RFID/USN 기술을 이용한 통합관제 사례는 있으나 CCTV 기반의 영상 분석시스템의 알람 정보를 통합하고, 온톨로지를 작성하여 상황인식에 대한 추론이 가능한 통합관제 시스템을 개발한 사례는 발견되지 않고 있다. 본 연구와 같은 RFID/USN 센서, CCTV 영상 모니터링 및 영상분석이 통합된 통합관제 시스템의 개발 사례보다는 주로 영상분석 솔루션의 사례가 대부분이었다[7].

또한 상황인식을 위한 많은 시스템들이 유비쿼터스 컴퓨팅이나 Pervasive 컴퓨팅을 지원하기 위하여 개발되었다. 이 시스템들은 유비쿼터스 컴퓨팅의 상황인식을 위한

여러 가지 면에서 발전을 하여 왔지만, 지식을 공유하고 상황인식을 위한 추론을 지원하는 데에는 결함을 가지고 있다. 즉, 이 시스템들이 명시적인 의미표현(semantic representations)을 할 수 있는 공통의 온톨로지(ontology)들을 기반으로 구축되지 못했다[4]. 예를 들면 유비쿼터스 컴퓨팅의 상황인식에 있어서 사용자의 위치 정보는 주로 시스템들의 적응행동(adaptive behavior)을 안내하기 위하여 사용되었지만, 상황인식을 위한 추론을 하기 위하여 시스템들의 공간적 관계를 이용하지 않고 있다[8-11]. 대부분의 현재 어플리케이션들은 특정한 사용을 위해 협소하게 적용되고 있고 일반적인 상황정보 모델을 지원하기 위하여 충분한 표현력을 제공하지 못하고 있다[5]. 본 논문에서는 상황 정보를 기술하는 개념들을 표현하기 위하여 온톨로지 기반의 어휘들을 사용함으로써 상황인식 시스템과 연관된 개념들을 기술하고, 온톨로지의 사용으로 앞에서 기술한 현재 정보 모델의 취약점을 개선함으로써 의미적인 확장을 제공한다.

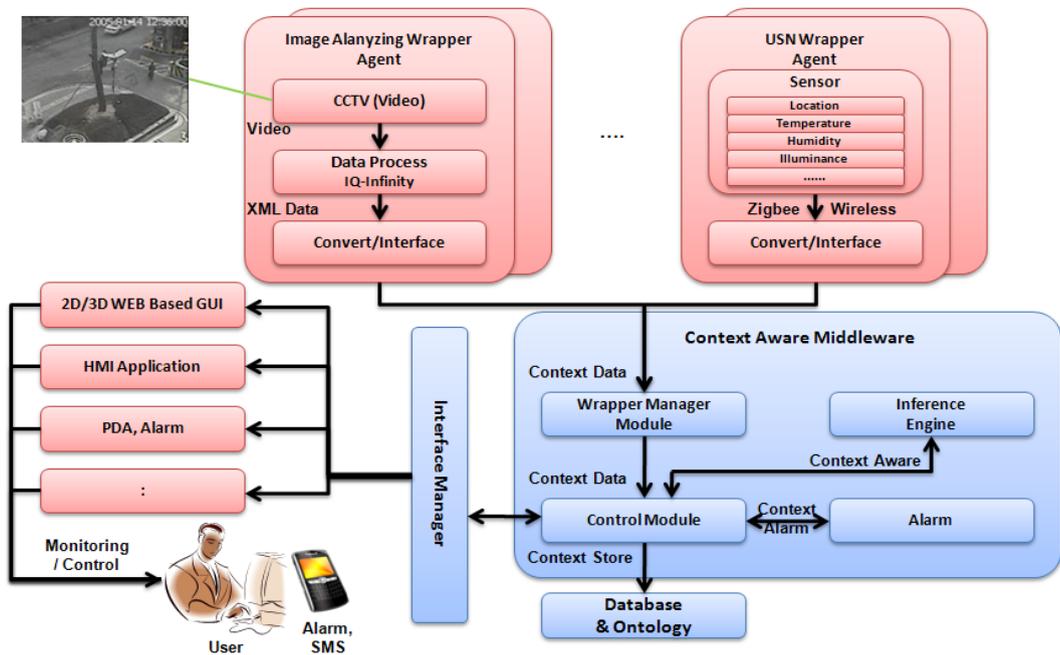
본 논문의 잘 정의된 상황 모델링은 상황인식 시스템에서 상황에 접근하기 위한 중요한 역할을 하고, 온톨로지와 시맨틱 웹 서비스를 이용하는 상황 모델링이 산업 현장에서 상황 개체들의 개념과 그들 간의 관계를 기술함으로써 특정 영역에 대하여 공유된 상황 이해하게 한다.

## 3. 상황모델을 이용한 통합보안관제 시스템

산업현장 상황에 대한 추론이 가능한 상황인식 미들웨어를 개발하여 이를 산업현장 통합보안관제 시스템에 적용하기 위하여 본 논문에서는 현장에서의 다양한 에이전트들의 상황에 대하여 온톨로지 기반의 상황모델링을 한다. 본 연구에서 최종 목표로 하고 있는 온톨로지 기반의 상황인식 미들웨어를 이용한 산업현장 통합보안관제 시스템의 구조를 그림 1에 나타내었다.

그림 1에서 시스템은 통합보안관제 측면에서의 다양한 USN 센서 객체의 에이전트, CCTV 영상 객체 에이전트, 온톨로지 기반의 상황 모델과 상황 인식 미들웨어의 개발, 외부 모니터링 어플리케이션과 인터페이스 등으로 구성된다.

현장에서의 보안관제는 주로 CCTV 영상 또는 센서 데이터의 실시간 모니터링에 의한 알람을 통하여 이루어지고 있기 때문에 RF 태그, PLC와 같은 컨트롤러의 인터페이스 계층, 그리고 CCTV 영상 분석을 통하여 침입감지 기능이 가능한 영상분석 모듈과 통합관제 시스템과의



- ✓ 래퍼 에이전트(Wapper Agent): 센서나 CCTC 영상장치, 프로파일(profile), 소프트웨어 에이전트들로부터 다양한 형식의 원시 상황 데이터를 수집하여 미들웨어에 전달한다.
- ✓ 추론 엔진(Inference Engine): 온톨로지로 표현된 수집된 상황 정보를 기반으로 추론하여 상황을 판단한다.

[그림 1] 온톨로지 기반의 상황인식 모델을 이용한 통합보안관제 시스템 구조

인터페이스 모듈로 구성된다. 특히 현장에서의 다양한 상황을 온톨로지 기반의 상황 모델로 정의하여 상황에 대한 추론이 가능한 상황인식 미들웨어에 적용하는 것이 핵심 부분이다. 그림1과 같은 지능적인 상황인식이 가능한 산업현장 통합 보안관제 시스템을 개발하기 위해서는 여러 가지 구성요소들이 필요하지만, 본 논문에서는 그 중에서도 상황인식의 핵심이 되는 온톨로지 기반의 상황 모델링에 대해서만 기술하도록 한다.

#### 4. 온톨로지 기반 상황 모델링

##### 4.1 객체에 대한 상황 에이전트 모델링

산업현장에는 작업자의 안전에 영향을 끼칠 수 있는 다수의 다양한 객체들이 존재한다. 예를 들어 굴삭기나 대형 트레일러, 방폭 설비, 가연성 설비, 방폭 지역, 공사 구역, 출입제한 구역 등 무수히 많다. 자연에 존재하는 모든 객체들은 에이전트로 모델링이 가능하다. 이들 객체들

은 독립적으로 존재하는 것도 있고, 경우에 따라서는 서로 상호작용을 통해서 하나의 위험 상황을 모델링하는 경우도 있다. 예를 들어, 단순히 출입제한 구역에 비인가자가 출입하려고 하는 상황은 출입제한구역 객체와 작업자간의 관계만 모델링하면 된다. 하지만 공사구역에 대형 굴삭기가 이동 중이고 그 근처에 작업자가 지나가는 경우 시스템에서는 공사구역 객체, 굴삭기 객체, 굴삭기 이동위치 정보, 작업자객체를 고려하여 위험 상황여부를 모델링한다.

산업현장 안전관리 측면에서 위험요인 객체들은 여러 가지 상태 값들을 갖게 되고, 상황정보는 USN 센서뿐만 아니라 CCTV 영상을 통해서 전달된다. 현장의 위험인자에 해당하는 각각의 에이전트 객체들은 자신의 도메인 지식(Domain Knowledge), 현재 상태정보, 실시간으로 발생하는 상황 이벤트에 대한 처리로직 및 다른 에이전트들에 대한 정보를 이용하여 다양한 위험상황에 대한 의사결정을 모델링하게 된다. 에이전트들의 상황에 대한 판단기준은 에이전트의 도메인 지식의 상태 임계값을 이용

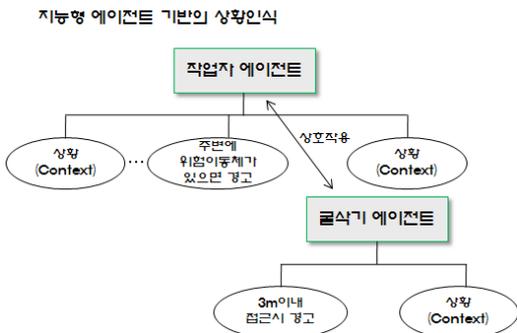
하여 위험 상황 여부를 판단한다. 임계값 내의 정상적인 상황인 경우도 현재의 위험상황의 진행추이와 경향에 따라 안전사고를 미연에 방지할 수 있도록 여러 단계의 위험수준을 관리하고 판단하는 다음과 같은 기능이 필요하다.

- 산업현장 안전관리 측면의 에이전트 도출
- 상황 정의 도출과 모델링
- 상황 분류
- 상황 수준 판단
- 상황별 행동 정의

### 4.2 에이전트 간 상황 모델링

상황(context)이란 실세계에 존재하는 실체의 상태를 특기화하여 정의한 정보라고 할 수 있으며 상황인식은 이런 상황정보가 상호작용하여 인간이나 객체의 현재 상황을 특성화 할 수 있는 기술적인 방법이라고 할 수 있다. 상황은 실세계의 실제 즉 작업자, 고정체로서의 설비, 굴삭기와 같은 이동체 그리고 위험 지역과 같은 가상 실체의 상태라고 할 수 있다. 이것은 USN 태그나 CCTV 영상을 통해서 감지된다. 따라서 USN 센서 데이터나 CCTV 영상 데이터 기반의 산업현장 안전관리 서비스를 위해서는 실체의 식별이 선행되어야 하며 이는 지능형 에이전트로 모델링 될 수 있다. 상황인식은 이러한 지능형 에이전트들의 상황과 각 에이전트들 간 상황의 상호작용이라고 볼 수 있다.

그림 2는 작업자 에이전트와 굴삭기 에이전트 간의 상황인식 예를 나타낸 것이다.



[그림 2] 작업자와 굴삭기 에이전트 간의 상황 인식 예

산업현장에서 작업자와 이동체의 위치 이동을 실시간으로 감지하여 각각의 변동된 위치에서의 다양한 위험인자들과의 상호작용을 통하여 위험수준을 평가하기 위해서는 독립적인 작은 규칙 베이스를 갖고 있는 온톨로지

기반의 설계가 매우 적절하다. 따라서 산업현장 안전관리 측면에서 무엇을 에이전트 온톨로지로 할 것인가를 결정해야 한다.

그리고 상황이란 각각의 에이전트가 처한 상태이므로 에이전트의 정의/도출시 각각의 에이전트가 가질 수 있는 상황을 정의한다. 그리고 에이전트는 자신의 현재 상황의 위험성을 판단하기 위해서는 주변의 다른 에이전트들과의 상호작용을 통해서 판단이 가능하다.

### 4.3 상황 온톨로지 구축

각 에이전트와 다른 에이전트와의 상황관계에 대한 구조들을 온톨로지로 정의한다. 각각의 상황 형식은 온톨로지의 클래스에 해당한다. 이 온톨로지는 상황관계를 규정하는 속성들이 가져야 하는 인수들은 물론 다양한 상황 형식들을 정의한다. 본 연구의 온톨로지는 OWL(Web Ontology Language)로 작성한다.

온톨로지로 작성한 상황에 대한 논리적 상황모델은 매우 강력하기 때문에 일반적인 방법으로 시스템의 상황을 기술할 수 있고 프로그램 언어나 미들웨어, 운영체제에 독립적이 될 수 있다. 온톨로지는 사물의 개념을 클래스(class)로 표현하고, 클래스 멤버(instance)들 간의 관계를 객체속성(Object property)과 데이터 속성(data property)으로 정의한다. 이렇게 온톨로지를 이용하여 명시적으로 상황정보를 정의하면 상황인식 시스템은 추론을 통하여 암시적인 상황 정보를 판단하게 된다[5].

본 논문의 상황인식 온톨로지는 USN 센서와 CCTV의 영상을 통합한 보안관제 시스템을 목표로 하기 때문에 센서의 상황 모델을 위한 온톨로지와 카메라 영상을 모델하기 위한 온톨로지로 구성한다[5,7,12,13,14]. 표 1은 센서와 CCTV에 대한 온톨로지의 개념을 나타낸다. 본 논문에서 작성한 온톨로지의 일부를 그림3에 나타내었다. 그림3에서 ①은 센서 온톨로지 클래스, ②와 ③은 센서 온톨로지의 Object Property와 Data Property, ④는 SensorGrounding 클래스의 제약사항(Constraint), ⑤는 Scene 클래스, ⑥과 ⑦은 Scene 클래스의 Data Property와 Object Property를 나타낸다. 그림 4와 그림 5는 OWL로 표현된 Process 클래스와 ChangeZone 클래스의 온톨로지를 나타낸다.

[표 1] 보안 관제용 온톨로지 개념

Sensor	Observation	관찰을 기술하기 위한 일반적인 개념과 속성. 도메인 온톨로지를 정의하기 위한 명시적 표현
--------	-------------	--

	Capability	센서의 측정대상, 측정의 정확성, 측정빈도, 측정 관점 분야에 대한 개념 기술
	Process	측정 절차와 다른 시스템과의 조합들을 기술하기 위한 입력, 출력, 절차, 기능들에 대한 개념 기술
	Physical Properties	센서의 물리적 속성들에 대한 개념 기술
CCTV /Scene	Object	영상 장면에서 나타나는 객체들의 리스트
	Event	과거에 발생했거나 현재 수행되고 있는 이벤트 리스트
	Scene Context	장면의 환경에 대한 이전의 정보. 장면이 처리되기 전에 얻어진다.

#### 4.4 상황 추론

상황을 모델링하기 위한 형식화된 접근을 할 때 상황은 논리적인 추론 메카니즘으로 처리될 수 있다. 상황 추론을 사용하는 데에는 두 가지 측면이 있다. 하나는 상황의 일관성(consistency)을 검사하는 것이고 다른 하나는 명시적인 상황으로부터 암시적인 상황을 연역해 내는 일

이다. 본 논문에서는 서술논리(DL:Description Logic) 추론을 지원하는 Pellet 추론기를 사용하여 구축한 온톨로지 기반 추론을 행한다[15]. 서술논리는 일차 술어논리의 제한 집합을 사용하여 술어의 계층구조를 명시하도록 한다. OWL과 서술논리의 동가성(equivalence)이 OWL로 하여금 중요한 논리적 요구사항들을 실행하기 위하여 기존의 DL 추론의 틀을 이용할 수 있게 한다.

#### 4.4.1 OWL 온톨로지에 대한 추론

추론을 위한 요구사항들은 개념의 만족도, 클래스 내 포괄계, 클래스 일치 그리고 인스턴스 검사 등을 포함한다.

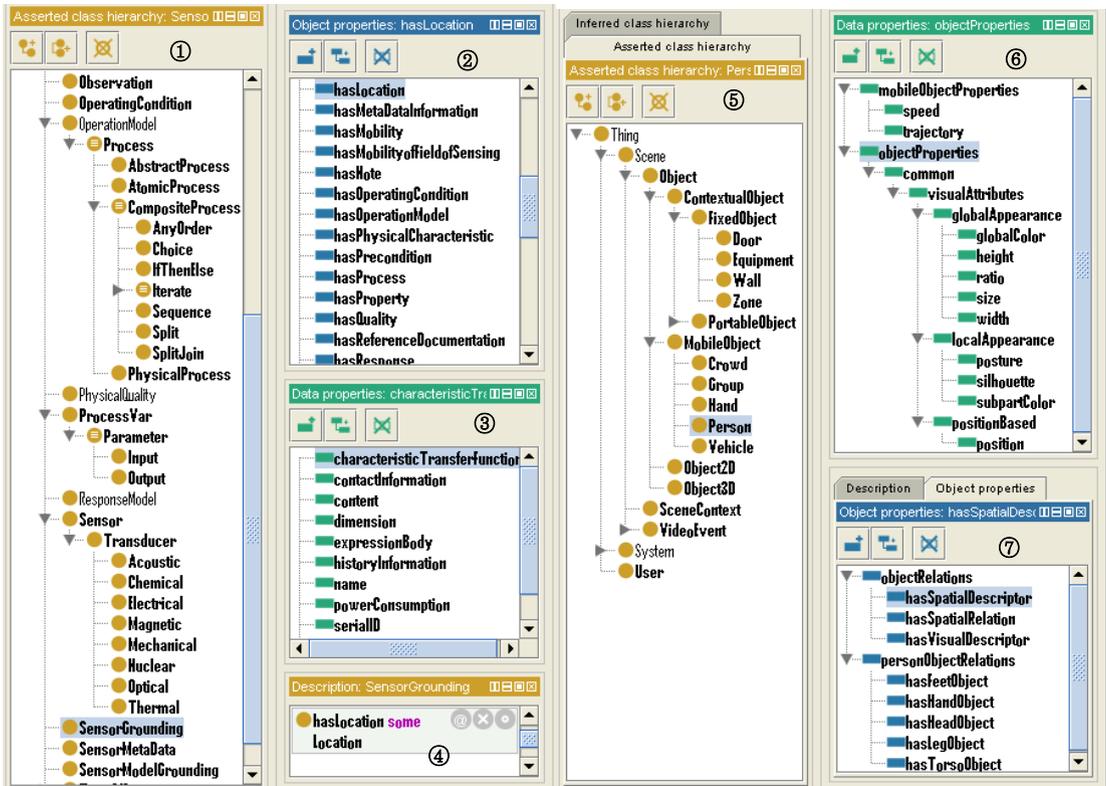
OWL의 의미정보를 지원하는 추론 규칙들의 하위 집합은 다음과 같다.

##### ① subPropertyOf

P rdfs:subPropertyOf R.

A P B.

→ A R B.



[그림 3] 구축된 온톨로지의 예

```

<owl:Class rdf:about="#Process">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:unionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="#AbstractProcess"/>
        <rdf:Description rdf:about="#AtomicProcess"/>
        <rdf:Description rdf:about="#CompositeProcess"/>
        <rdf:Description rdf:about="#PhysicalProcess"/>
      </owl:unionOf>
    </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
  <rdfs:subClassOf rdf:resource="#OperationModel"/>
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource="#name"/>
      <owl:maxCardinality rdf:datatype="&xsd;nonNegativeInteger">1
    </owl:Restriction>
  </rdfs:subClassOf>
  <rdfs:comment>OWL-S</rdfs:comment>
</owl:Class>

```

[그림 4] OWL로 표현한 Process 클래스

```

<!-- http://www.semanticweb.org/ontologies/scene.owl#ChangeZone -->
<owl:Class rdf:about="#ChangesZone">
  <owl:equivalentClass>
    <owl:Class>
      <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
        <rdf:Description rdf:about="#MultipleEvent"/>
        <owl:Class>
          <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
            <owl:Restriction>
              <owl:onProperty rdf:resource="#hasObject"/>
              <owl:someValuesFrom rdf:resource="#MobileObject"/>
            </owl:Restriction>
            <owl:Restriction>
              <owl:onProperty rdf:resource="#in"/>
              <owl:someValuesFrom rdf:resource="#ZoneA"/>
            </owl:Restriction>
          </owl:intersectionOf>
        </owl:Class>
        <owl:Class>
          <owl:intersectionOf rdf:parseType="Collection">
            <owl:Restriction>
              <owl:onProperty rdf:resource="#hasObject"/>
              <owl:someValuesFrom rdf:resource="#MobileObject"/>
            </owl:Restriction>
            <owl:Restriction>
              <owl:onProperty rdf:resource="#in"/>
              <owl:someValuesFrom rdf:resource="#ZoneB"/>
            </owl:Restriction>
          </owl:intersectionOf>
        </owl:Class>
      </owl:intersectionOf>
    </owl:Class>
  </owl:equivalentClass>
</owl:Class>

```

[그림 5] OWL로 표현한 ChangesZone 클래스

- ② subClassOf
  - C rdfs:subClassOf A.
  - C rdfs:subClassOf B.
  - x rdf:type C.
  - x rdf:type B.
  - x rdf:type A.
- ③ Transitivity Property
  - P rdf:type owl:TransitiveProperty.
  - X P Y.
  - Y P Z.
  - X P Z.
- ④ inverseOf
  - P owl:inverseOf Q.
  - x P y.
  - y Q x.
- ⑤ Symmetric Property
  - P rdf: type owl:SymmetricProperty
  - P owl:inverseOf P
- ⑥ Equivalent Class
  - A owl:EquivalentClass B.
  - r rdf:type A.
  - r rdf:type B.

#### 4.4.2 사용자 정의 추론

보다 유연한 추론 메카니즘은 사용자 정의 추론이다. 일차 술어 논리의 함축성 내에서 사용자 정의 추론의 생성을 통하여 “보안 구역에 누가 접근하고 있는가?”와 같은 고급 레벨의 개념적 상황을 관련된 저급 레벨의 상황 정보로부터 추론해 낼 수 있다.

[표 2] 클래스와 제약사항 기술의 일부

Class	Constraints Description
AccessToForbiddenArea	MultipleEvent and hasObject some MobileObject and toObject some ForbiddenArea and hasSceneContext value MoveClose
ChangeZone	MultipleEvent and hasObject some MobileObject and in some ZoneA and hasObject some MobileObject and in some ZoneB
InsideZone	SingleEvent and hasObject some Object and in some Zone
FarFromContextualObject	SingleEvent and fromObject some ContextualObject and hasObject some MobileObject and hasSceneContext value FarFrom

현장의 상황을 추론하기 위하여 본 논문에서는 53개의 이벤트 클래스와 DL 제약사항(constraints)의 정의하였다. 표2는 그 중의 일부만을 나타내었다.

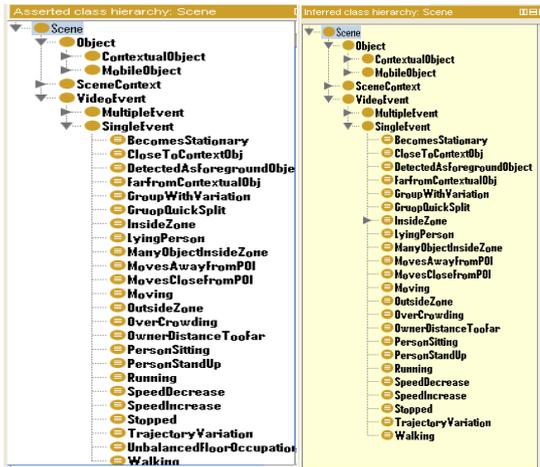
## 5. 구현 및 실험

본 논문의 온톨로지 기반의 상황 모델은 그림 1의 시스템에 적용하기 위한 것이기 때문에 시스템 전체의 운영을 실험하지 않고 상황인식 모델의 타당성을 테스트하는데 초점을 맞추어 실험을 진행하였다. 따라서 본 논문의 실험은 구축한 온톨로지 계층의 논리적인 일관성 검사(logical inconsistency checking)과 그림1의 영상분석 래퍼 에이전트(image analyzing wrapper agent)에서 전송된 XML 데이터를 분석하고 이 데이터를 기반으로 하여 DL 쿼리문을 작성하여 구축된 온톨로지를 대상으로 질의를 하여 상황을 판단하는 추론과정을 검사하는 것으로 그 범위를 제한한다.

구축된 온톨로지의 계층 분류를 구현하기 위하여 온톨로지 개발도구인 Protege 4.1을 사용하여 152 개의 클래스와 60 개의 객체 속성(object property) 29 개의 데이터 속성(data property)을 작성하였다. 다양한 센서와 영상 데이터를 모델링하기 위한 지식표현 언어는 OWL-DL을 사용하였고, 이 OWL-DL로 기술되는 온톨로지들의 핵심적인 특징은 온톨로지들이 추론기에 의해서 처리될 수 있다는 것이다.

### 5.1 논리적 일관성 검사

본 논문에서는 참고문헌[5,7,12,13,14]의 온톨로지들을 참고하고 목적에 맞게 수동으로 Sensor와 Scene 클래스를 작성하여 온톨로지에 클래스들을 추가하거나 삭제하였다. 또한 온톨로지의 유효성(validation) 도구로서 Protege에 플러그인(plug-in)되어 있는 Pellet 추론기를 이용하였다. 클래스의 기술과 관계들을 기반으로 하여 자동적으로 선언된 온톨로지(Asserted Ontology)들을 계산하기 위하여 수동으로 작성된 클래스 계층이 Pellet에 인가된다. Pellet가 구동되어 온톨로지가 추론기에 전달되면 자동적으로 분류계층을 계산하고 논리적 일관성을 검사한다. 이 과정을 통해서 그림 6과 같이 추론된 온톨로지 계층(Inferred class hierarchy)을 얻게 된다. 만일 구축된 온톨로지에 모순이 있다면 분류과정에서 모순이 되는 클래스(inconsistent class)는 붉은 색으로 나타난다. 그림 6.a는 선언된 온톨로지 클래스이고 그림 6.b는 추론된 클래스를 나타낸다. 그림 6에 나타낸 바와 같이 본 논문의 온톨로지에는 타당성 검사 결과 모순이 발견되지 않았다.



a. Asserted Class                      b. Inferred Class  
 [그림 6] 온톨로지의 논리적 일관성 검사

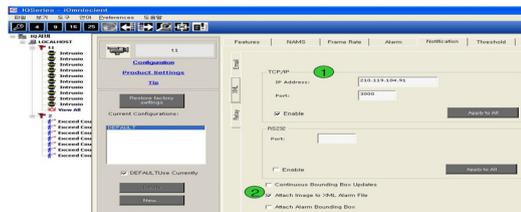
### 5.2 추론에 의한 상황 판단 실험

본 논문의 실험을 위하여 iOmniscient사의 IQ 시리즈 영상 분석 시스템을 이용한다.

영상분석 시스템이 CCTV로부터 영상을 분석하여 이벤트가 발생시 그 영상에 대한 XML 데이터와 해당 영상을 그림1의 래퍼 에이전트에 전달한다. 래퍼 에이전트에 전달된 XML 데이터는 OWL DL 쿼리형태로 변환되고 Pellet 추론기에 의해 분류된 온톨로지 클래스에 대하여 추론을 하여 상황을 판단한다.

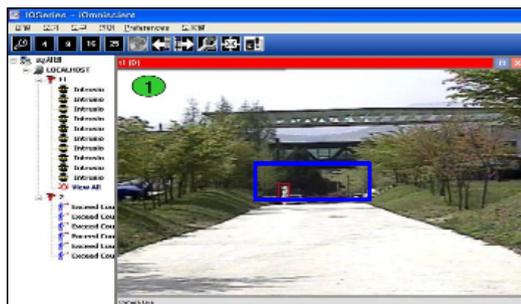
```
<Alarm>
  <CameraID>0</CameraID>
  <CameraDescription>t1</CameraDescription>
  <ProductType>6</ProductType>
  <AlarmDetail>
    <AlarmID>23923</AlarmID>
    <FilterArea>2</FilterArea>
    <AlarmType>5</AlarmType>
    <AlarmDT_Year>2009</AlarmDT_Year>
    <AlarmDT_Month>11</AlarmDT_Month>
    <AlarmDT_Day>23</AlarmDT_Day>
    <AlarmDT_Hour>21</AlarmDT_Hour>
    <AlarmDT_Minute>1</AlarmDT_Minute>
    <AlarmDT_Second>57</AlarmDT_Second>
    <AlarmDT_MilliSecond>754</AlarmDT_MilliSecond>
    <JumpToDT_Year>2009</JumpToDT_Year>
    <JumpToDT_Month>11</JumpToDT_Month>
    <JumpToDT_Day>23</JumpToDT_Day>
    <JumpToDT_Hour>21</JumpToDT_Hour>
    <JumpToDT_Minute>1</JumpToDT_Minute>
    <JumpToDT_Second>52</JumpToDT_Second>
    <Point1_X>210</Point1_X>
    <Point1_Y>150</Point1_Y>
    <Point2_X>216</Point2_X>
    <Point2_Y>150</Point2_Y>
    <Point3_X>216</Point3_X>
    <Point3_Y>160</Point3_Y>
    <Point4_X>210</Point4_X>
    <Point4_Y>160</Point4_Y>
    <Image>/9C4zNDL/2wBDAQkJCQwLDBgwh
  </Image>
  </AlarmDetail>
</Alarm>
```

[그림 9] 전송된 XML 데이터



[그림 7] 영상 분석 시스템 설정

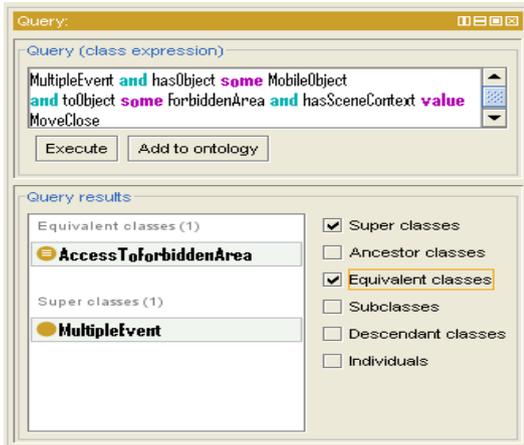
그림 7은 영상분석 시스템의 초기값 설정 화면을 나타낸다. 그림 7에서 ①에서는 이벤트 발생시 XML을 전송하는 IP와 포트를 설정하고 ②에서는 XML 파일과 함께 영상 파일의 전송 여부를 설정한다. 또한 보안 시스템의 목적에 따라 여러 가지 상황을 설정할 수 있는데 본 논문에서는 금지지역을 설정한 후에 허가받지 않은 이동물체의 접근을 감시하는 시나리오를 실험하기 위하여 초기에 별도의 금지지역을 설정한다.



[그림 8] 접근 물체 확인 영상

영상 시스템은 그림 8과 같이 설정된 금지지역에 낯선 물체가 접근하고 있는 상황을 감지하고 그림 9와 같은 XML 데이터를 래퍼 에이전트에 전달한다.

그림 10은 그림 9의 XML 데이터에 의해 생성된 DL 쿼리에 대하여 추론된 온톨로지를 기반으로 상황이 'AccessToForbiddenArea'이라고 판단한 결과를 출력한다. 즉 접근이 금지된 영역으로 이동 물체가 접근하고 있다는 상황을 판단하여 알려주고 있음을 확인하였다.



[그림 10] DL 쿼리에 대한 추론 결과

앞에서 언급한 바와 같이 본 실험은 작성된 온톨로지의 일관성 검사와 CCTV와 연계하여 실제 외부 이벤트에 대하여 온톨로지 기반의 상황모델이 올바른 추론을 하는지에 대한 한정된 실험을 하여 그 타당성을 확인하였다. 본 실험의 결과를 바탕으로 본 연구의 최종 목표인 온톨로지 기반의 상황인식 모델을 이용한 보안관계 시스템의 개발에 통합할 수 있는 가능성을 것을 확인하였다.

## 6. 결론

본 논문에서는 산업 현장에서 상황인식 시스템을 이용하는 지능적인 통합 보안 관계 시스템의 개발을 지원하기 위한 온톨로지 기반의 상황 모델링에 대하여 기술하였다. CCTV의 영상과 USN 센서들로부터 전달되는 이질적인 데이터를 의미적으로 기술하고 객체들 간의 관계를 기술하기 위하여 상황 정보를 OWL 온톨로지로 표현하였다.

현장의 다양한 상황들을 온톨로지 기반의 상황 모델로 정의함으로써 상황에 대한 추론이 가능하기 때문에 상황인식 미들웨어 등과 같은 상황인식 시스템의 핵심부분이 될 것으로 기대된다. 온톨로지의 논리적 일관성 검사와 외부 이벤트에 대한 상황을 추론에 의해 판단하는 예를 실험을 통하여 확인하였다.

차후에 본 논문의 상황 모델을 산업 현장의 보안 관계 시스템에 적용하기 위한 통합 작업과 보다 확장된 온톨로지 서술규칙의 개발이 요구된다.

## 참고문헌

- [1] Daqing Zhang, Weijun Qin, Brian Y. Lim, and Manli Zhu, "Impromptu Service Discovery and Provision in Heterogeneous Assistive Environments," International Journal of ARM, Vol. 9, No. 1, pp.48-56, 2008.
- [2] Juan Gomez-Romero, Miguel A. Patricio, Jesus Garcia, and Jose M. Molina "Context-based reasoning using ontologies to adapt visual tracking in surveillance," In Proceedings of 2009 Sixth IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance, 2009.
- [3] Xiao Hang Wang, da Qing Zhang, Tao Gu, and Hung Keng Pung, "Ontology Based Context Modeling and Reasoning using OWL," Proceeding of the 2nd IEEE Annual Conference of PERCOMW'04, 2004.
- [4] Qin Weijun, Shi Yuanchun, and SUO Yue, "Ontology-Based Context-Aware Middleware for Smart Space," Tshinghua Science and Technology, ISSN 1007-0214, 13/20, Vol. 12, No. 6, pp.707-713, 2009.
- [5] Harry Chen, Tim Finin, and Anupam Joshi, "An Ontology for Context-Aware Pervasive Computing Environments," The Knowledge Engineering Review, Volume 18, Issue 3, pp.197-207, 2003.
- [6] 한국정보사회진흥원, "RFID/USN 해외사례 조사", 정보화이슈 08-USF-01, pp.1-41, 2008. 12.
- [7] Ram Nevatia, Jerry Hobbs and Bob Bolles, "An Ontology for Video Event Representation," Proceedings of IEEE Computer Society Conference on CVPRW'04, 2004.
- [8] Barry Brumitt, Brain Meyers, John Krumm, Amanda Kern, and Steven A. Shafer, "EasyLiving: Technologies for intelligent environments," In proceedings of Second International Symposium on Handheld and Ubiquitous Computing, pp.12-29, 2000.
- [9] Michael H. Choen, "Design principles for intelligent environments," In Proceedings of AAAI/IAAI 1998, page547-554, 1998.
- [10] Roy Want, Andy Hopper, Veronica Falcao, and Jon Gibbons, "The active badge location system," Technical Report 92.1, Olivetti Research Ltd., ORL, 24a Trumpington Street, Cambridge CB2 1QA, 1992.
- [11] 김지환, 양정진, "에이전트 기반 상황 인식 모델 및 응용 현황," 정보과학회지, v.24, no.10, pp.37-48, 2006.11.
- [12] Harry Chen, Filip Perich, Tim Finin, and Anupam Joshi, "SOUP:Standard Ontology for Ubiquitous and Pervasive Applications," citeseer.ist.psu.edu/750697.html

- [13] Juan Carlos SanMiguel, Jose M. Martinez, And Alvaro Garcia, "An Ontology for Event Detection and its Application in Surveillance Video," In Proceedings of 2009 Sixth IEEE International Conference on Advanced Video and Signal Based Surveillance, 2009.
- [14] 선복근, 위다현, 한광록, "OWL 온톨로지를 기반으로 하는 논문 검색 시스템에 관한 연구", 한국컴퓨터정보학회 논문집, 제14권 2호, pp.169-180, 2009.
- [15] Evren Sirin, Bijan Parsia, Bernardo Cuenca Grau, Aditya Kalyanpur, Yarden Katz, "Pellet: A Practical OWL-DL Reasoner", <http://www.mindswap.org/papers/PelletJWS.pdf>

**손 석 원(Surgwon Sohn)**

[정회원]



- 1985년 2월 : 인하대학교 전자공학과 공학사
- 2007년 2월 : 인하대학교 컴퓨터정보공학과 공학박사
- 1999년 8월 ~ 현재 : 호서대학교 뉴미디어학과 부교수

<관심분야>  
인공지능,무선통신망, e-Health

**한 광 록(Kwang-Rok Han)**

[정회원]



- 1984년 2월 : 인하대학교 전자공학과 공학사
- 1989년 8월 : 인하대학교 정보공학전공공학박사
- 1991년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 컴퓨터공학부 교수

<관심분야>  
정보검색, HCI, e-Health, 시맨틱웹

**김 정 빈(Jeong-Bin Kim)**

[준회원]



- 2009년 2월 : 호서대학교 컴퓨터공학과 공학사
- 2009년 3월 ~ 현재 : 호서대학교 메카트로닉스공학과 공학 석사과정

<관심분야>  
HCI, 미들웨어, 유비쿼터스 컴퓨팅