

인간복지 u-Campus에서 장애학생을 위한 온톨로지 기반 상황인지 시스템

오영환*

요약

유비쿼터스 컴퓨팅은 언제, 어디서나 모든 학생들이 필요할 경우, 인터넷과 모바일 컴퓨팅 기기를 포함한 디지털 기기 및 서비스에 다양하게 접근 할 수 있는 기술을 의미한다. 유비쿼터스 환경을 구현하기 위해서는 각 시스템들과 서비스들에 다양한 디바이스, 이동 사용자 및 빠르게 변화하는 상황인지를 지원하는 기능이 필요하다. 상황 모델링(Context modeling)은 수집한 상황 정보에 의미를 부여하고 상황 미들웨어(Context middleware)에 전달하기 위한 상황 정보의 구조를 결정하는 방법이다. 기존의 여러 기법 중 온톨로지(Ontology)를 이용한 상황 모델링이 상황 정보의 다양한 표현력과 뛰어난 확장성으로 계속적으로 연구되고 있다. 본 논문에서는 유비쿼터스 환경에서 장애·비장애학생을 위한 온톨로지 기반 상황인지 시스템을 제안한다. 이를 위하여 인간중심의 상황인식 시스템을 제공하기 위한 상황 모델인 u-KNU CAS(Context Awareness System)을 설계하였다.

Ontology based-on Context Awareness System for Disabled Students in Human-Welfare Ubiquitous Campus

Young-Hwan OH*

ABSTRACT

Ubiquitous computing environments mean techniques in which all students have access to a variety of digital devices and services, including Internet and mobile computing devices, whenever and wherever they need them. It is needed the ability to support a wide range of devices, mobile users and rapidly changing circumstances on each system and service for implement a ubiquitous environment. Context modeling is to give meaning to the information gathered and to determine for the structure of context information to deliver on context middleware. Ontology is the one of the techniques, have been studied, to represent context modeling that is to make highly scalable and continuously range of contextual information. In this paper, it is proposed ontology-based context-awareness system for the disabled and non-disabled students in ubiquitous environment. In order to provide the human-centric context awareness systems, u-KNU CAS(Context Awareness System) has been designed.

Key Words : Ubiquitous Computing, Context Awareness, Ontology, Disabled Student, u-Campus

* 나사렛대학교 정보통신학과(✉yhoh@kornu.ac.kr)

· 제1저자(First Author) : 오영환 · 교신저자(Correspondent Author) : 오영환

· 접수일(2013년 4월 4일), 수정일(1차 : 2013년 5월 1일), 게재확정일(2013년 6월 13일)

1. 서 론

유비쿼터스 컴퓨팅(Ubiquitous computing)은 인간의 관심 대상이 되는 모든 사물에 컴퓨터 칩을 심고, 이를 무선 네트워크로 연결하여 물리 공간을 지능화함과 동시에 물리 공간의 각종 사물들을 유기적으로 연결시켜, 사용자의 상황을 자동으로 인식하여 서비스를 제공하려는 것이다. 유비쿼터스 환경에서는 사용자 자신이 처한 상황을 인식하고 필요한 서비스를 요청하는 것이 아니라, 유비쿼터스 시스템이 사용자의 처한 상황을 자동으로 인지하여 사용자에게 필요한 서비스를 제공하는 것이다.

공간적 상황인지(Context awareness)는 다음과 같은 세 가지 상황이 서로 결합되어 해석될 때 사용자의 현재 상황을 실시간으로 판단하여 가장 최적화된 서비스를 제공할 수 있다.

- 내적 상황(Internal Context): 사용자의 위치, 속도, 방향, 오늘의 일정, 현 목적지, 지금까지의 이동 경로 등 사용자의 개인적 상황에 관한 것으로 사용자의 신체적 상태(피로도, 식사, 소변 등)도 이에 포함될 수 있다.

- 동적 상황(Dynamic Context): 지리센서에서 입력되는 동적으로 변하는 지리적 상황으로 날씨, 온도, 습도, 이동 센서로부터의 교통량 등이다.

- 정적 상황(Static Context): 시간적 변화가 거의 없는 건물의 위치 등과 같이 공간정보 데이터베이스에 저장되어 있는 정보이다.

위와 같이 지리적 상황은 GIS 데이터와 같은 정적 상황정보(주변 지리공간 정보)와 센서로부터 수집된 동적 상황 정보(온도, 조도, 습도 등), 사용자 자체의 내적 상황 정보(사용자 특성, 위치, 방향)가 통합되어 형성된 종합적인 상황 정보를 말한다.

상황인지 컴퓨팅은 유비쿼터스 컴퓨팅의 사전단계로서 여러 시스템에서 도입을 하고 있다. 상황인

지란 “상황의 변화를 감지하고 사용자에게 적합한 정보나 서비스를 제공하거나 시스템이 스스로 상태를 변경하는 것”을 말하며 이러한 상황의 변화를 컴퓨터가 이해하기 위해서는 우선 상황(Context)이 무엇인지를 명확하게 정의하는 것이 필요하다[1]. 상황이란 개체의 상황을 규정짓기 위해 사용되는 정보를 말하며 개체란 사람, 장소, 사용자와 상호작용이 가능한 오브젝트와 시간 등을 일컫는다[2]. 상황인지는 사용자가 처한 상황을 인지하고 사용자가 원하는 정보나 서비스를 원하는 형태로 제공하는 것을 의미한다. 즉, 사람은 다른 사람과 상호작용할 때 직관적으로 암시적인 상황 정보를 이용하여 상황을 해석하고 그것을 이용하여 행위를 한다. 예를 들어, 다른 사람과 대화를 할 때 상대방의 목소리 크기 또는 몸동작을 인지하여 상대방의 상황을 파악하고 그것을 이용하여 대화를 내용과 수위를 조절한다. 또한 시각장애인이 흰지팡이(white cane)을 가지고 걸어오는 경우 비장애인은 상대방의 수월한 보행을 위해 적절한 행동을 하게 된다.

지능적, 분석적인 예측을 위한 편리성을 가진 유비쿼터스 컴퓨팅 기술은 주변 상황을 인식하고 그에 따른 상황인지 서비스를 실현하기 위한 모든 기기간의 기본정보, 사용자 정보, 환경 정보의 공유뿐만 아니라 사용자의 상태 및 제반 환경 등을 지능적으로 인식하여 사용자에게 최적의 서비스를 제공하는 것으로, 서비스를 제공할 모든 통신 네트워크 기기들이 자동적 시스템으로 사용자 맞춤형 서비스를 지향하며 사용자에게 효과적으로 제공할 수 있어야 한다.

나사렛대학교는 재활복지 특성화 대학으로 장애 영역에서 일할 수 있는 전문인력 양성과 장애인을 전문 인력으로 양성하고자 하는데 힘쓰고 있다. 기독교 신앙과 신학을 바탕으로 한 재활복지와 사회복지, 특수교육은 타 대학에 비해 학생들에게 월등

한 수준으로 진행되고 있다[3]. 현재 본 대학에 재학하는 장애학생은 382명(2011년 4월 현재)으로 전체 재학생의 약 7%의 이상의 비율을 차지하고 있다.

표 1. 나사렛대학교 장애학생 현황
Table 1. Korea Nazarene University for students with disabilities

구분	시각 장애	청각·언어 장애	지체 장애	기타 장애	뇌병변 장애	계
학부	54	99	66	118	19	356
대학원	2	6	16	1	1	26
합계	56	105	82	119	20	382

출처-장애학생고등교육지원센터(2011.04.01기준)

본 논문에서는 위와 같은 특징을 가지고 있는 나사렛대학교에서 다양한 장애유형과 장애정도에 따라 장애·비장애 학생을 위한 상황인식을 지원 하는 상황인지 시스템(u-KNU Context Awareness System)을 설계하고자 한다. 본 논문에서는 상황인지를 위하여 상황(Situation)과 학생 정보(Context)에 대해 조사하고 이를 정형적으로 표현해 줄 온톨로지에 대해 연구하였다. 그리고 상황과 학사 정보에 대한 관계를 온톨로지 언어인 OWL(Ontology Web Language)로 정의하고 SWRL(Semantic Web Rule Language) 규칙을 이용하여 장애학생의 상황을 추론함으로써 장애학생 관리를 지능적으로 할 수 있도록 지원하는 상황 추론 기술을 구현하고자 한다.

u-Campus 내에서 각종 장애학생의 사고와 응급 상황을 대처하기 위해 시스템은 사용자 및 상황요소에 대한 물리적 환경정보를 카메라와 각종 센서로부터 실시간으로 수집하고 이들에 대한 의미 분석 및 지능적인 추론은 가능하게 한다. 즉, 다양한 센서들로부터 수집된 정보를 온톨로지를 통한 상황추론을 통해 학내 구성원들의 상황을 인식하고 응급상황에 대한 알람을 학교당국과 장애학생도우미에게 통보한다. 기술적으로 상황인지를 위한

온톨로지 정의는 획득한 정보를 통해 상황에 대한 더 정확한 판단을 제공하기 때문에, 제안된 시스템은 센서 및 기기종 장비들이 제공하는 서비스를 통해 얻은 데이터로부터 학내 구성원의 위험상황 등 환경에 대한 상황을 정확한 추론을 통해 인지할 수 있다. 이를 통해 장애인과 비장애인에게 다양한 형태의 디지털 기기를 통해 전혀 불편함이 없이 학교생활을 누리도록 하는 것이 인간복지 유비쿼터스 캠퍼스(Human·Welfare Ubiquitous Campus, u-KNU Campus)의 목표이다.

이를 위하여 2장에서는 상황인식과 온톨로지에 대한 관현연구와 3장에서는 상황 온톨로지를 위한 u-Campus 미들웨어에 대하여 기술하고 4장에서는 u-Campus 상황인지 온톨로지 시스템을 설계한다. 마지막으로 5장에서는 결론을 맺는다.

II. 관련 연구

2.1 상황인식(Context Awareness)

상황(context)이란 장소나 방향, 사람이나 물체의 인식/변화, 온도, 감정 등 사용자를 둘러싼 제반환경을 의미한다. 일반 환경정보를 컴퓨터가 인식할 수 있는 디지털 상황정보로 만들기 위해서는 컴퓨팅 기능을 환경에 내재 시켜야 하며, 이로부터 정보를 획득하고 정보를 다시 축적된 통계데이터와 비교 분석하여 활용하는 방식으로 처리해야 한다. 디지털로 변환하여 전달 된 센싱 정보를 제반환경에 관한 분류로 나누어 보면 사용자 상황, 신원 상황, 활동 상황, 공간 상황, 신체 상황, 환경적 상황, 시간 상황으로 분류 할 수 있으며 각각의 세부 예는 다음과 같다.

- 사용자 상황: 정상, 병환, 장애발생, 장애중,

사망

- 신원 상황 : ID, 성명, 별명, 주민번호, 나이, 특징
- 활동 상황: 인접, 질문, 행동, 일정, 목격, 검토
- 공간 상황: 위치, 방향, 시설, 속도, 경사
- 신체 상황: 혈압, 체온, 맥박, 음성
- 환경적 상황: 온도, 습도, 조도, 소음
- 시간 상황: 시간, 일자, 시각, 계절, 휴일

이러한 상황 정보들은 사용자 중심적인 맞춤형 예측 서비스를 지원하기 위한 기본 자료가 된다. 상황분류에 대한 연구는 서비스를 구동하기 위한 가장 중요한 자료이기 때문에 이를 구분하는 것은 매우 중요한 일이다.

다양한 센서와 디바이스와 사람과 관련된 다양한 상황정보가 발생하게 되는데 이를 처리하고 가공하는 기술인 상황인식 컴퓨팅 기술이 필요하게 된다. 각각의 디바이스(Device), 서비스(Service), 에이전트(Agent)는 이러한 상황을 인지하여 실시간으로 변화하는 상황에 대해 적응을 하여야 하며, 이를 상황인식이라고 한다[4]. 상황인식 컴퓨팅의 본질은 상황정보를 수집하고 조직하고 처리하고 배포하는 것이다. 상황인식컴퓨팅 기술은 가상공간에 현실 세계의 모든 상황을 표현하는 기술적 수단을 제시하며, 이를 기반으로 상황인식, 상황의 특징 추출, 학습, 추론 등의 지능화된 기법을 적용, 인간 중심의 자율적인 서비스를 가능하게 하는 기술이다.

본 논문에서는 장애학생을 위한 상황인지 시스템 개발을 위해 대부분의 연구와 같이 특정 계층에 대한 도메인을 정의한 후 이에 상응하는 상황과 상황정보를 정의한다. 본 나사렛대학교는 380여명의 장애학생의 공부하는 전당으로 장애유형별 상황정보 서비스를 도메인으로 분류·정의하고자 한다.

표 2. 장애학생 상황정보 서비스 분류

Table 2. Context information service classification for disabled-students

상황 (Context)	정의(Definition)	설명(Description)
Identity	장애학생	학생이름 학과명 학년, 나이 장애유형, 장애정도
Location	교내 위치정보	학생의 교내위치 정보 시설물 위치정보 시설물(건물,강의실)명
Status	행동, 상태정보	보행 행위 학습 행위 위험 행위 서비스 정보
Time	시간 정보	현재 시각 정보 서비스 시간 정보

2.2 상황 온톨로지(Context Ontology)

온톨로지[5,6]는 개념(Concept)과 관계(Relation)들로 구성된 사전으로 특정 도메인에 관련된 객체들을 계층적 구조로 표현하고 추가적으로 이를 확장할 수 있는 추론 규칙을 포함한다. 온톨로지의 역할은 다양한 환경에서 서로 다른 단어나 식별자를 사용할 경우에 이를 해결해 주는데 있다. 이러한 역할로 인하여 온톨로지는 웹 기반의 지식을 처리하거나 응용 프로그램사이의 지식공유, 재사용 등을 가능하게 하는 아주 중요한 요소로 자리 잡고 있다.

최근 표준 온톨로지 언어로서 W3C(World Wide Web Consortium)이 OWL(Ontology Web Language)이 사용되고 있다. OWL은 표준 규칙언어로서 SWRL(Semantic Web Rule Language)을 사용한다. SWRL은 OWL의 개념에 의해 표현된 규칙을 사용할 수 있는 기능을 제공한다[7]. 온톨로지는 관심있는 도메인에 대한 지식을 표현하기 위해 사용한다. 온톨로지는 도메인의 개념과 개념사이의 관계를

표현한다[8]. OWL은 XML기반의 W3C 표준 온톨로지 생성언어로서 기계가 처리할 수 없는 정보를 단순 표현하는 데 그치지 않고, 정보의 내용을 기계가 직접 이해하고 처리할 수 있는 형태로 표현하도록 설계되었다[9].

2.3 상황인식 컴퓨팅과 관련된 국내 주요연구 현황

상황인식을 적용한 시스템은 예전부터 많은 연구가 진행되어 왔다. 유비쿼터스 컴퓨팅 기술은 미래 사회를 위한 중요한 것이며, 상황인식 기술은 유비쿼터스 서비스 환경을 위해 반드시 필요한 분야이다. 다음 <표 3>은 상황인식의 국내 연구 결과로 주목할 만한 것이지만, 장애인과 장애학생을 위한 상황인식에 대한 연구는 전무한 실정이다[10].

표 3. 상황인식 컴퓨팅 관련 국내 주요연구 현황
Table 3. Status of major national research for context awareness computing

기관	주요내용
한국전자통신연구원	<ul style="list-style-type: none"> · 상황인식 미들웨어(CAMUS) 및 추론엔진(보쌈)개발 · 시공간 정보의 추론기능 확장
성균관대/유비쿼터스기술연구소	<ul style="list-style-type: none"> · 센서 네트워크 기반 모바일 홈케어 시스템
UCN/아주대	<ul style="list-style-type: none"> · 환경에 적응 할 수 있는 지능형 협업센터 네트워크 연구 · 상황정보 처리 및 서비스 검색을 위한 상황인지 미들웨어 개발
광주과기원	<ul style="list-style-type: none"> · 사용자 상황인식기술과 이의 적용을 위한 연구 · 홈네트워크에서 에이전트, 웨어러블 컴퓨팅

III. 상황 온톨로지를 위한 u-Campus 미들웨어

3.1 상황인지 u-Campus 미들웨어

u-City의 사용자의 주변 환경 및 정보를 토대로 그에 따라 적절한 반응을 하는 연구는 이전부터 수행되어져 왔다[11]. 유비쿼터스 컴퓨팅의 핵심인 상황인지 기술은 다양한 이기종의 센서로부터 획득되는 하위수준의 데이터와 그 분석 값의 조합으로 추론될 수 있다. 이를 위한 사용자의 요구 및 환경 요소에 대한 반응 연구는 환경 정보들을 통해 상황을 분류, 분석하여 더 높은 정확성과 성과를 보일 수 있다. 다음 <그림 1>은 온톨로지 기반 상황인지 u-Campus 미들웨어 구성도이다.

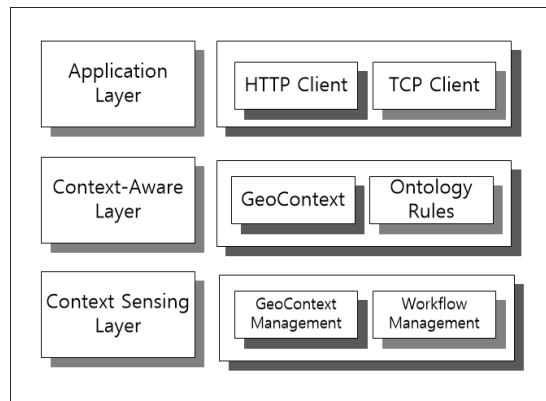


그림 1. 온톨로지 기반 상황인지 u-Campus 미들웨어 구성도

Fig. 1. Ontology based-on Context awareness u-Campus middleware diagram

미들웨어의 구성은 3개의 계층으로 나뉘어 지며 본 논문에서 제안하는 서비스 모델과 같다. 전체 구성요소는 사용자를 위한 Application Layer, Context-Aware Layer 그리고 Context Sensing Layer로 구성된다. Context Sensing Layer는 센서

장치와 기기들에 대한 센서 네트워크를 담당하고, 지리 Context Service와 온톨로지에 대한 규칙에 관한 Rules은 Context-Aware Layer가 책임진다.

즉, Context Sensing Layer는 캠퍼스내 환경 정보를 수집할 센서 노드들과 환경 정보를 관리하는 GeoContext Management와 이를 제어 및 관리하는 Workflow Management로 구성되어 있다. Context-Aware Layer는 Context Sensing Layer의 수집된 센싱 정보들을 센서 어댑터가 무선 통신을 통해 받게 되고 이 정보들을 통하여 캠퍼스내 기기들을 운용하기 위하여 관리 및 온톨로지 추론기를 이용하여 상황을 추론한다. 추론에 필요한 정보는 센서 노드로부터 수집한 정보와 학내 구성원의 해당 정보(신체정보, 환경정보)등을 포함하여 학사정보 온톨로지를 통해 CampusInfo를 설정한 후 각 온톨로지와 비교하여 해당상황을 추론한다. 추론된 상황이 캠퍼스내 환경상태를 변화시킬 조건이라면 Context Sensing Layer의 Workflow Management 운용하여 적절한 상태로 변경한다. 응급 상황일 경우 알람 공지 정책에 따라 호출 어플리케이션으로 통보한다. Application Layer는 HTTP 클라이언트와 TCP 클라이언트로 구성된다.

3.2 장애유형별 상황정보

상황정보는 기본적인 정보와 다양한 센서로부터 획득된 자료를 분석하여 정보화할 수 있으며, 실시간 정보를 정확하게 생성하여 사람의 직접적인 도움 없이 스스로 주변 환경을 인식하여 맞춤형 예측 서비스를 실행할 수 있는 인간복지 u-Campus 구현에 중요한 기본 자료이다. 다음은 학내에서 관리할 수 있는 상황정보에 대한 분류이다.

표 4. 상황 분류
Table 4. Context classification

일반적인 상황	상황정보의 세부분류
사용자 상황	인적정보(학번,학과,성명,나이, 장애유무,장애등급)
활동 상황	인접인, 가속도, 행동, 일정
시간 상황	시간, 일자, 시각, 계절
공간 상황	위치, 시설, 방향, 속도
신체 상황	혈압, 맥박, 체온
환경 상황	조도, 온도, 습도

상황인지 시스템에서 사용자가 장애인일 경우, 장애유형별 특성과 그에 대한 서비스 정의가 필요하다. 장애인을 대상으로 하는 다양한 도우미서비스는 비장애인과 더불어 장애인 및 노약자와 같은 대상에게도 반드시 필요하며, 다양한 형태의 관련 연구가 진행 중이다[12].

다음은 대학 캠퍼스 내에서 같이 생활하는 장애 학생의 장애유형별 Status와 Service에 대한 설명이다.

표 5. 장애유형별 상황과 서비스
Table 5. Context and services for disability type

장애유형	유형별 상황	서비스
시각장애	보행 학습 읽기	충돌회피 알람 학습도우미 요청 TTS(Text To Speech)
청각장애	위험 호출 학습	경광등 알람 메시지 표시 수화도우미 요청
지체부자유	수평이동 수직이동 쓰기	충돌회피 알람 엘리베이터 위치 음성인식 S/W
발달장애	학습 길잃기	학습도우미 요청 보행보조장치

3.3 학생정보 온톨로지

다음 <그림 2>는 장애·비장애 학생의 상황 정보를 확인하기 위한 온톨로지 정의이다. 학내 구성원 중에서 학생은 가장 기본적인 사용자이다. 본 온톨로지 정의는 u-KNU CAS 상황인식 시스템의 사용자 프로파일 관리자(User Profile Manager)에서 정의되며, 사용자 프로파일과 각종 센서 정보를 기반으로 상황 정보를 수집하여 온톨로지가 생성된다.

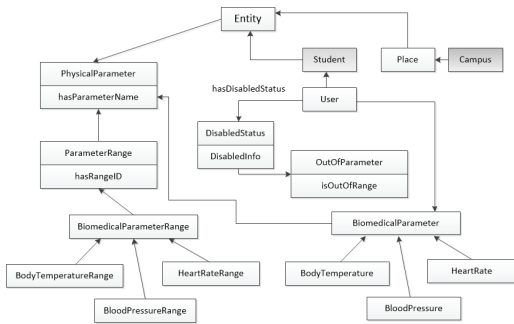


그림 2. 학생 도메인 온톨로지
Fig. 2. Student domain ontology

3.4 캠퍼스 온톨로지

다음 <그림 3>은 캠퍼스 도메인 온톨로지에 대한 사항이다.

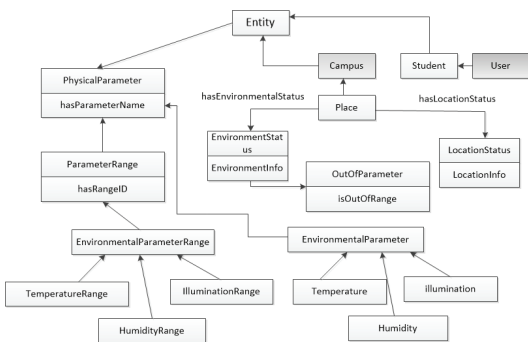


그림 3. 캠퍼스 도메인 온톨로지
Fig. 3. Campus domain ontology

IV. u-Campus 상황인지 온톨로지 시스템 설계

본 논문에서는 인간복지 u-KNU CAS(Context Awareness System)을 구현하기 위해 사용자의 프로파일과 센서 정보를 기반으로 상황 정보 수집과 온톨로지를 활용하여 네트워크에 연결된 센서나 장비기에서의 원시정보를 구조화하고, 각 기능간의 상호 연계성 정보를 표현할 수 있는 Ontology Web Language(OWL)를 사용한 온톨로지를 설계한다. 이를 이용하여 수집된 상황정보와 사용자의 의도 및 행동(프로파일)을 기반으로 서비스를 추천하는 사용자 맞춤형 u-Campus 서비스 제공을 위한 상황인지 시스템을 설계한다.

4.1 u-KNU CAS(Context Awareness System) 구성도

본 절에서는 온톨로지 기반 상황인식 관리 모델을 기반으로 하는 u-Campus CAS를 설계한다. 상황 인식 시스템은 센서로부터 받은 데이터를 이용해서 상황 정보를 관리, 분석, 학습, 추천하여 정보를 원하는 상황 인식 서비스로 전달한다.

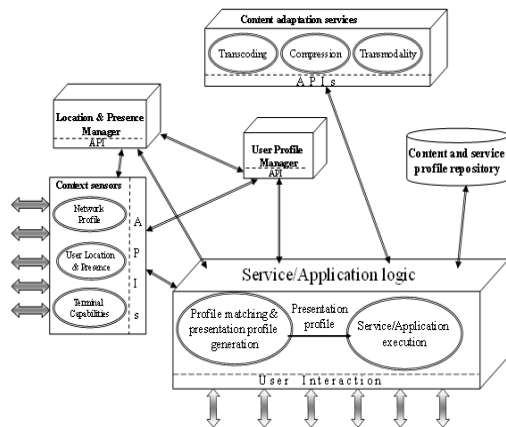


그림 4. u-KNU CAS 구조
Fig. 4. u-KNU CAS architecture

본 상황인식 시스템은 사용자 프로파일 관리자 (User Profile Manager), 위치확인 관리자(Location & Presence Manager), 컨텍스트 센서(Context Sensors), 콘텐츠 적응 서비스(Content adaptation service), 서비스/응용 로직(Service/Application logic) 등으로 <그림 4>와 같이 구성된다.

사용자 프로파일 관리자(User Profile Manager)는 사용자의 서비스 사용에 대한 선호도를 관리, 분석, 학습하는 모듈로서 특히, 사용자별 서비스 사용에 대한 컨텍스트 조건을 나타내는 사용자 조건 컨텍스트를 생성하고 자동으로 업데이트하는 동시에 이를 배포한다. 위치 확인 관리자(Location & Presence Manager)는 사용자로부터 서비스에 대한 요청이 들어오며 사용자 프로파일, 공간적인 위치와 환경 정보에 획득하여 서비스를 제공하기 위한 계획을 세우고 이를 서비스/응용 로직(Service/Application logic)으로 전송한다. 상황 센서(Context Sensors)는 네트워크 프로 파일과 사용자 위치확인을 위한 각종 위치 기반 센서, 온도/습도/진동 센서를 포함한다. 서비스/응용 로직(Service/Application logic)은 기본 상황을 저장, 관리하고 복합 상황을 추론한다. 또한 온톨로지 관리를 위한 모듈을 포함하여 각종 서비스와 응용업무를 담당한다.

4.2 OWL 기반 상황 온톨로지 구조

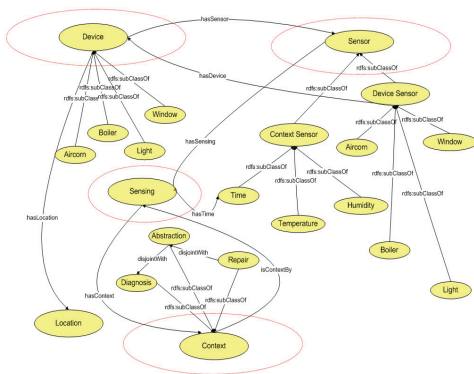


그림 5. 상황 온톨로지 구조
Fig. 5. Context Ontology Architecture

온톨로지는 관심 있는 도메인에 대한 지식을 표현하기 위해 사용된다. 온톨로지는 도메인상의 개념 및 개념들 사이의 관계를 표현한다[13]. 본 시스템에서는 OWL기반의 온톨로지를 사용한다. 디바이스의 정보와 센서 정보를 백그라운드 지식으로 활용하고 센서로부터 감지된 데이터와 SWRL 상황 추론엔진을 통해 생성된 상황 정보와 온톨로지 기반 추론엔진을 통해 진단지식과 수리지식을 저장하기 위해 상황 온톨로지를 설계 및 구현한다 [14][15].

<그림 5>은 진단형 상황 온톨로지의 구조이다. 상황 온톨로지는 디바이스의 백그라운드 정보로서 활용되는 Device 클래스, 온톨로지 상황 정보와 Device에 대한 센서를 표현하는 Sensor 클래스, 그리고 Sensing 클래스로부터 생성되는 상황과 추론된 지식을 저장하는 Context 클래스로 나눌 수 있다. 각각의 클래스들은 해당 정보의 계층구조를 표현하기 위한 서브클래스들과 프로퍼티들로 연결이 되어있다.

4.3 상황정보의 표현과 분류

본 절에서는 OWL을 이용하여 u-Campus 환경을 위한 상황정보를 설계하였다. 상위레벨 상황정보는 모든 도메인에서 공통적으로 사용될 수 있는 클래스와 그것의 속성을 정의하고, 온톨로지의 의미정보를 이용하여 각 속성들 간의 관계나 제약 조건들을 기술하였다. 하위레벨 상황정보는 상위레벨에서 정의한 일반적인 개념과 속성을 이용하여 각 도메인에 한정된 객체들에 대해서 정의하였다. 이는 3.1 절에서 기술한 바와 같이, 추론에 필요한 정보를 센서 노드로부터 수집한 정보와 장애학생의 해당 정보(신체정보, 환경정보, 위치정보)등을 포함하여 학사정보 온톨로지를 통해 CampusInfo를 설정한 후 각 온톨로지와 비교하여 해당상황을 추

론한다.

예를 들어, 캠퍼스이라는 도메인의 하위레벨 상황정보인 ‘Classroom’ 과 ‘Laboratory’ 의 정의는 모두 상위레벨 상황정보 ‘Room’ 의 정의에 따라 만들어진 객체들이다. 정의된 상황정보의 일부분을 <그림 6>, <그림 7> 그리고 <그림 8>에 나타내었다.

```
<owl:Class rdf:ID= "Room" >
  <rdfs:subClassOf>
    <owl:Restriction>
      <owl:onProperty rdf:resource= "#doorState" />...
    <owl:ObjectProperty rdf:about= "&room;Brightness" >
      <rdfs:domain rdf:resource= "#Room" />
      <rdfs:range rdf:resource= "&state;Brightness" />
      <owl:classifiedAs rdf:resource= "&icu:Sensed" />
    </owl:ObjectProperty> ...
```

그림 6. ‘Room’ 상위레벨 상황 온톨로지
Fig. 6. ‘Room’ upper-level Context Ontology

```
<Room rdf:ID= "Classroom" >
  <hasDevice rdf:resource= "&device;Desk" />...
  <Brightness rdf:resource= "&state;ClassroomBrightness" />
</Room>
```

그림 7. ‘Classroom’ 하위레벨 상황 온톨로지
Fig. 7. ‘Classroom’ low-level Context Ontology

```
<Room rdf:ID= "Laboratory" >
  <hasDevice rdf:resource= "&device;PC" />
  <hasDevice rdf:resource= "&device;Fax" />
</Room>
```

그림 8. ‘Laboratory’ 하위레벨 상황 온톨로지
Fig. 8. ‘Laboratory’ low-level Context Ontology

OWL로 기술된 상황정보는 추론엔진에서 RDF triple <subject, predicate, object>의 형태로 변환하여 다루게 된다. 예를 들어, <그림 7>에서 ‘Classroom’ 의 Brightness속성은 <Classroom, Brightness, Classroom-Brightness>의 형태로 표현이 된다. 이때 predicate에 상황정보를 다음과 같이 세 가지 타입으로 분류한다. (1)센서에 의한 상황정보 (Sensed context), (2)추론에 의한 상황정보(Deduced

context), (3)미리 정의된 상황정보(Defined context). 그리고 위와 같은 상황정보의 타입을 표현하기 위해, <그림 6>에 나타난 것과 같이 각 속성에 ‘owl:classifiedAs’ 라는 제약을 정의하였다.

첫 번째, ‘student; locatedAt’ 과 같은 센서에 의한 상황정보는 실행시간에 센서로부터 입력 받은 상황정보이다. 그러므로 센서가 동작하지 않는 퀴리트리 구성 단계에서는 아무런 의미가 없다. 따라서 ‘<?p student; locatedAt Classroom>’ 와 같은 퀴리는 실행시간 전에는 아무런 값도 받을 수가 없게 된다. 두 번째, ‘student; hasLocationStatus’ 와 같은 추론에 의한 상황정보는 일반적으로 센서에 의한 상황정보가 입력이 된 후에 추론의 과정을 거쳐 얻어낼 수 있다. 예를 들어, 현재 사람의 상태가 ‘공부중(studying)’ 이라는 상황정보는 현재의 상황정보들이 sleep-rule:(?p rdf:type Student)(?d rdf:type Device)(?p locatedAt Classroom)(?d locatedIn Classroom)(?d hasLocationState ON) -> (?p hasStatus sleeping).을 만족하는 경우에 구할 수가 있다. 이 규칙에는 ‘<?p student;locatedAt Classroom>’, ‘<?d device;hasLocationState ON>’ 와 같이 학생의 현재 위치, 강의실의 현재 상태 등을 얻고자 하는 퀴리가 포함되어 있다.

위와 같이 본 논문에서는 센서로부터의 상황 정보를 OWL을 이용하여 온톨로지의 인스턴스로 표현하고 SWRL과 같은 규칙 기반 언어를 사용하여 컨텍스트를 추론하였다. 즉, 컨텍스트를 OWL로 명시적으로 정의한 후 인스턴스로 변환된 상황 정보를 추론하여 u-KNU CAS 상황인식 서비스에 이용함으로써 효과적인 상황 인식과 최적 서비스를 도출하기 위한 시스템을 설계하였다.

인간복지 u-Campus 에서는 캠퍼스 여러 곳의 센서 등을 통해 상황 정보가 수집되고, 개인들은 스마트폰과 같은 모바일 기기와 정보 통신 클라이언트를 통해 상황인지 서비스를 제공받게 된다. 또

한, 상황인지 서버 시스템은 수집된 정보를 활용하여 위험 상황, 시설물 보안, 사건/사고 처리등을 관리 할 수 있다.

다음 <표 6>은 장애학생의 상황정보를 갖는 정보테이블로 데이터베이스에 저장된다. 다양한 정보 테이블은 시스템의 설계에 따라 확장성을 가지며, 장애학생과 비장애 학생의 속성정보, 위치정보, 장애정보를 획득한다.

표 6. 장애학생 상황 정보 테이블
Table 6. Context information table for disabled students

Table	Attribute	Description
Identity	Student_ID	학번
	Student_Name	성명
	Student_Dept	학과
	Stduent_Grade	학년
	Student_Disable	장애유형
	Student_Dis_Level	장애등급
	Student_Helper	도우미정보
Location	Student_PosX	학생위치정보X
	Student_PosY	학생위치정보Y
	Facility_PosX	시설위치정보X
	Facility_PosY	시설위치정보Y
Status	Student_Status	보행, 학습, 위험
Time	Date	시간정보
Geo	Temperature	온도
	Humidity	습도
	Illuminance	조도

V. 결론

본 논문에서는 다양한 장애유형과 장애정도에 따라 장애·비장애 학생을 위한 상황인식을 지원하는 상황인지 시스템(u-KNU Context Awareness System)을 설계하였다. 이를 통해 각종 장애학생의

사고와 응급상황을 대처하기 위해 시스템은 사용자 및 상황요소에 대한 물리적 환경정보를 카메라와 각종 센서로부터 실시간으로 수집하고 이들에 대한 의미 분석 및 지능적인 추론은 가능하게 하였다.

독자적인 u-KNU 시스템의 일환인 인간 복지 u-KNU CAS를 이용하면 학내 구성원(장애학생, 비장애학생)의 상황을 인식하고 응급상황에 대해 긴급하게 대처할 수 있다. 유비쿼터스 기반의 캠퍼스 시스템은 언제, 어디서나 다양하고 효율적인 정보를 학생, 교수 그리고 직원에게 자연스럽게 제공함으로써 사용자 중심의 컴퓨팅 환경을 만들어 준다.

향후 연구과제로는 장애·비장애학생을 위한 상황인지 개인화서비스에 대한 연구를 진행할 계획이다.

참고문헌

- [1] 임신영, 허재두, 박광로, 김채규(2004). *상황인식 컴퓨팅 기술동향*, IITA 기술정책정보단, 2004. 4.
- [2] Yau, S.S and Karim, F., "An Adaptive Middleware for Context-Sensitive Communications for Real-Time Applications in Ubiquitous Computing Environments", *Real-Time Systems*, 26(1), pp.29-61, 2004.
- [3] 최진섭 기자. 장애인복지 전국 최고 '사랑의 캠퍼스', *충청투데이*, 2009. 05. 21
- [4] 오영환, "u-Campus에서 장애학생을 위한 상황인지 모니터링 시스템 연구," *한국디지털콘텐츠헬회 논문지*, 2010.12. 519-528
- [5] "OWL Web Ontology Language Overview" (<http://www.w3.org/TR/owl-features/>)
- [6] OWL Web Ontology Language Semantics and Abstract Syntax(<http://www.w3.org/TR/owl-semantics/>)
- [7] I. Horrocks, P.F. Patel-Schneider, H. Boley, S. Tablet, B. Groszof, and M. Dean, "SWRL: A

- Semantic Web Rule Language Combining OWL and RuleML,” <http://www.w3.org/Submission/SWRL/>, 2004.
- [8] M. Horridge, H. Knublauch, A. Rector, and R. Stevens, “A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using The Proteget-OWL Plugging and CO-ODE Tools,” The University of Manchester, 2004.
- [9] World Wide Web Consortium(W3C), “OWL, Web Ontology Language,” <http://www.w3c.org>
- [10] 류영달, *상황인식 컴퓨팅의 현황과 전망*, 한국정보사회진흥원 분석보고서, 2008
- [11] 전호인, *u-City 및 홈네트워크 서비스와 연계한 RFID/USN의 표준화 전망*, TTA Journal No.105, pp.52-60. 2006.
- [12] Drees. R. M, Mulvenna. M, Mikalsen. M, Walderhaug. S, “Healthcare systems and other Applications,” *Pervasive Computing*, IEEE, Vol.6, Issue 1, pp.59-63, 2009
- [13] H. van Kranenburg, C.M Snoeck, H. Zandbelt, and M. Wibbels, “Contextual Reasoning supported in a Generic Context Management Framework,” (in press), *Encyclopedia of Wireless and Mobile Communications*, 2007.
- [14] Henrik Eriksson : *JessTab Manual, integration and Protege and Jess*, Linkoping University, 2004
- [15] Martin O’Connor, Holger Knublauch : *Writing Rules for Semantic Web Using SWRL and Jess*, Stanford University School of Medicine 2004.

저자소개



오영환(Young-Hwan Oh)

1993년 인하대학교 전자계산공학과 (공학사)

1997년 인하대학교 대학원 전자계산공학과(공학석사)

2001년 인하대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)

2002년~현재 나사렛대학교 정보통신학과 부교수

※ 관심분야 : 공간데이터베이스, RFID/USN, 상황인지 컴퓨팅