

The Implementation of Context-based Multi-agent Education Supporting System in Ubiquitous Computing Environments

Jeong Chang Won[†] · Joo Su Chong^{††}

ABSTRACT

As recent developing computing environments, service is provided without time or place's limitation, and it is constituted dynamically. Above all, in terms of education supporting system, there is need to conceive user's information and provide optimal service as to right with applying context awareness under Ubiquitous computing environment. It should have groundwork based on user location and time. It requires service providing based on user location under the condition of class to offer appropriate service with the context. In addition, context information providing technology is needed to offer right education support service in the class, where are different context information.

Hence, in this research it is suggested education supporting system to provide context-based for instructor. The framework of this system has a foundation within previous work about Multi-agent based Distributed Framework. To examine implementation of context-based education supporting system in Ubiquitous computing environments suggested by this report, arranging system can fit information relates to instructor's location for service applying in the class.

Keywords : Ubiquitous Education System, Context Based Education, Multi-agent Based Distributed Framework

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 상황기반 멀티에이전트 교육지원 시스템의 구현

정 창 원[†] · 주 수 종^{††}

요 약

최근 유비쿼터스 컴퓨팅 환경은 시간, 장소에 관계없이 주변 환경 변화에 따라 동적으로 구성된 서비스를 제공한다. 특히, 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 교육지원 서비스 분야는 교사인 사용자 정보를 인지하고, 사용자의 이동위치와 시간을 기반으로 상황인식을 적용하여 권한에 맞는 최적의 서비스 제공이 요구되고 있다. 교사의 시간 이동에 따라 상황에 적합한 서비스를 제공하기 위해서 학교 교실환경에서 교사 위치기반의 서비스 지원이 필요하다. 또한 다양한 상황정보로 구성되는 교실환경에서 권한에 적합한 교육지원 서비스를 제공하기 위해서는 상황인식을 통한 상황정보 제공 기술이 필요하다. 따라서 본 논문에서는 교사를 위한 상황기반 서비스를 제공하기 위한 교육지원시스템을 제안한다. 제안한 시스템의 구조는 기존 연구되었던 멀티에이전트 기반 분산 프레임워크를 기반으로 한다. 본 논문에서는 제안한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 상황기반의 교육지원 시스템의 수행성을 검증하기 위해 학교 교실에서 교사를 위한 서비스 응용으로 사용자의 위치기반에 따른 적합한 정보를 제공하기 위한 시스템을 구현했다. 그리고 상황기반 교육지원 시나리오에 따라 교사가 위치한 영역과 시간에 따라 모바일 장치를 통해 서비스 수행결과를 보였다.

키워드 : 유비쿼터스 교육 시스템, 상황기반 교육, 멀티에이전트 기반 분산 프레임워크

1. 서 론

최근의 컴퓨팅 환경은 다양한 센서와 모바일 디바이스의

급증으로 유무선 통신 인프라를 기반으로 사용자에게 필요한 정보 서비스를 시공간에 구애받지 않고 제공하는 형태로 변화되고 있다[1, 2]. 특히, 교육 분야에서 이러한 유비쿼터스 기술을 도입하여 새로운 미래 학습 환경을 구축하고자 노력을 하고 있다. 새로운 유비쿼터스 교육환경은 더욱 분산되고 지능화된 교육현장과 맞춤형 교육정보 서비스에 중점을 두고 있다[2, 3]. 이러한 환경을 구축하기 위해 다양한 센서 및 스마트 장치들을 포함하며, 사용자 위치를 기

※ 본 연구는 2013년도 원광대학교 교비지원에 의해 연구됨.

† 정 회 원 : 원광대학교 리서치펠로우 연구교수

†† 정 회 원 : 원광대학교 컴퓨터공학과 교수

Manuscript Received : November 26, 2014

First Revision : December 31, 2014

Accepted : January 19, 2015

* Corresponding Author : Joo Su Chong(scjoo@wku.ac.kr)

반으로 주변 상황정보뿐만 아니라 교육환경의 다양한 정보를 수집하며, 수집된 상황정보는 다양한 응용서비스에 활용된다. 교육 패러다임의 변화를 주도하는 핵심 전략 수단으로 u-러닝이 대두되고 있으며, u-러닝 학습 환경에 적합한 모바일 디바이스, 인프라 구축, 교수-학습자에 대한 서비스 확대 등이 요구되고 있다[4]. 이를 위해 유비쿼터스 환경에서의 상황기반 교육지원 응용서비스는 다양하고 복잡한 상황정보와 센서 및 기기/장치들의 통신 그리고 응용객체들의 상호운용을 지원하는 소프트웨어 아키텍처 기술이 요구된다. 그러나 기존 u-러닝 연구의 대부분이 스마트 디바이스의 활용성을 극대화하는 데 중점을 두고 있다.

본 논문은 모바일 디바이스의 교육적 활용뿐만 아니라 u-러닝 학습 환경에 적합하고 상황에 맞는 학습지원시스템을 제시하고자 한다. 그리고 u-러닝 관련 기술의 발전 및 교육적 요구에 따른 교육지원시스템의 전망을 제시함으로써 교육적 활용 가능성을 확인하고자 한다.

본 연구에서 제안한 시스템은 멀티에이전트 기반 분산 프레임워크[5]를 기반으로 학교 내에서 다양한 상황정보, 응용, 그리고 장치들을 논리적인 하나 또는 그 이상의 단위로 그룹화하고 관리하도록 구성했다. 또한 모바일 에이전트를 통해 학교를 구성하는 각 주체가 되는 교사, 학생, 기타 학교 관련자의 요구사항에 따르는 맞춤형 정보를 제공한다.

학교를 구성하는 주체가 되는 구성요소에게 학급 경영 및 업무지원, 그리고 학생에게는 필요한 교육정보를 제공하기 위해 위치, 시간, 역할을 상황정보로 적용시켰다. 본 시스템의 지원 서비스는 학급단위의 상황정보를 기반으로 교과목 담당교사의 강의교안 및 담임교사의 공지사항에 대해 알림 서비스를 제공한다.

본 시스템의 수행성을 확인하기 위해, 교실 시뮬레이션을 활용하여 학교 주체가 되는 구성원인 교사, 학생의 GUI를 통해 제공됨을 보였다. 특히, 담임교사는 학급 경영 및 업무지원을 위한 부분에, 교과목 담당 교사는 수업 진행 지원을 위한 부분에 중점을 두었다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 본 논문의 2절에서는 본 시스템의 관련 연구인 유비쿼터스 교육서비스, 유비쿼터스 교육환경에 대해서 기술한다. 3절에서는 제안하는 상황기반 교육지원시스템에 대해서 기능과 방법에 대해서 설명한다. 4절에서는 제안한 시스템으로부터 학교 환경에서 수행될 수 있는 시나리오와 시스템에서 제공하는 서비스의 구현결과를 보인다. 마지막으로 본 논문에 기술한 연구에 대한 결론과 향후 연구내용 및 방향을 5절에서 기술한다.

2. 관련 연구

최근 컴퓨팅 환경은 사물인터넷이라는 새로운 패러다임으로 관심이 집중되고 있으며, 이러한 변화는 새로운 환경인 u-교육을 도입하고 있다[6]. u-교육은 교육환경에 유비쿼터스 기술과 교육서비스를 접목한 교육시스템이라고 할 수 있다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 다양한 정보를 수집하고

이를 가공하여 상황인식 정보를 생성함으로써 사용자에게 맞춤형 서비스를 제공하기 위해, 소프트웨어 프레임워크 기반의 다양한 응용서비스 개발 지원이 필요하다. 이를 위해 본 절에서는 유비쿼터스 교육서비스와 교육환경에 대해 기술한다.

2.1 유비쿼터스 교육서비스

유비쿼터스 교육서비스는 학생들이 언제, 어디에서나, 어떤 내용에 상관없이, 어떤 단말로도 학습할 수 있는 교육환경을 의미한다. 유비쿼터스 교육은 유비쿼터스 컴퓨팅 기술과 네트워크 접속을 통해 획일적이거나 강제적이지 않고, 개별화된 욕구에 맞추어진 수요자 맞춤형 서비스라고 할 수 있다[7, 8]. 산업시대의 학생들은 교실에서 학습하고 정보화시대의 학생들은 인터넷을 통해 다양한 학습정보를 얻을 수 있다. 이와 반면에 유비쿼터스 교육의 시대는 학생들이 요청하여 학습정보를 얻는 것이 아니라 학습정보가 학생들을 스스로 찾아다닌다. 유비쿼터스 학습 환경에서는 학생들이 각자의 개별화된 욕구에 따라 학습할 수 있으며, 학생과 교사들 간의 상호작용도 자연스럽게 이뤄지게 될 것이다. 유비쿼터스 교육체계로 가기 위해서는 학생들이 간편하게 들고 다닐 수 있는 유비쿼터스 교육용 컴퓨터의 개발과 교육용 시스템온칩(SoC), 칠판·책상·학습판·교구의 지능화 등의 하드웨어적 기술과 교육용 네트워크의 표준화, 네트워크화를 위한 실시간 운영체제 및 사용자가 필요한 정보를 신속하게 제공하는 소프트웨어적인 기술이 필요하다. 이를 위해 사용자의 정보 활용패턴을 분석하여 정보의 우선순위를 결정하는 방법이 절실하게 요구된다. 또한 유비쿼터스 환경을 지원하기 위하여 이기종 컴퓨터들 사이의 정보통합 및 상호운용성을 지원하기 위한 소프트웨어 구조나 미들웨어 시스템의 연구가 활발하게 진행되고 있다[9-11].

2.2 유비쿼터스 교육환경

유비쿼터스 교육환경은 물리적인 교실과 기존 교육환경이 갖는 제한을 없애고 있다. 개인 맞춤형 서비스의 강화를 위해 사용자 모델에 관련된 기술 개발과 학생들에게 보다 효과적인 교육 경험을 즐겁게 할 수 있도록 적성 처치 상호작용 모형과 학업 성취 상호작용 모형을 기반으로 한 교육환경을 구축하고 있다[12-14]. 대부분의 유비쿼터스 교육환경은 휴대용 장치인 PDA, 스마트폰을 포함하고 있으며, 개개 학생들의 사용자 프로파일을 사용하여 개별적인 학습을 돕는다. 또한 위치 기반으로 그룹화된 학생들에게 관련 교육 서비스를 제공하거나 교사에게 필요한 정보를 제공하기 위해 실내 위치 측위를 위한 센서 또는 AP를 이용한다. 또한 교육을 위한 지원 환경 외에 교실환경, 즉 온도, 조도, 습도, 먼지 등에 대한 관심이 높아지면서 쾌적한 교실환경을 구축하고자 노력하고 있다.

이와 관련하여 대표적인 연구로는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 상황인식 교육서비스, 유비쿼터스 교육환경 구축과 기존 e-러닝 시스템의 확장을 이용하여 개별적인 사용자에게 유일한 학습 경험 정보를 제공하는 응용서비스, 모바일 디바

이스를 이용한 교수자의 교육지원서비스 등이 있다[15].

또한 유비쿼터스 교육시스템을 위한 상황인식 교육서비스 소프트웨어 구조와 인프라 구조를 제시하고 있으나 대부분 정보 접근에 대한 보안적인 측면을 고려하지 않고 있으며, 상황기반의 정보 서비스는 물리적인 센서로부터 수집된 정보에 한해서 교육정보를 제공하는 서비스를 제공하고 있다.

본 논문에서 제안하는 시스템은 기존 연구의 스마트 디바이스의 활용성만 강조하는 시스템이 아니라 상황인식을 위한 정보로 위치뿐만 아니라 시간, 그리고 역할에 따라 교육 지원을 위한 서비스를 제공하도록 설계하고 구현하였다.

3. 상황기반의 교육지원시스템

3.1 시스템 환경

본 논문에서 제안하는 시스템의 인프라는 다양한 모바일 디바이스 및 센서, 그리고 사용자, 자원들을 모두 포함한다. 사용자에게 분산 투명성을 제공해야 하며, 특히 자원에 대한 논리적인 그룹화를 통해 단일 인터페이스를 제공할 수 있는 기능과 개별적인 사용자의 요구사항에 따라 정보를 제공할 수 있는 기술이 요구된다. 이를 위해, 제안하는 시스템의 소프트웨어 구조는 Fig. 1과 같다. 클라이언트와 서버 간의 상호작용은 에이전트 플랫폼인 JADE에서 생성된 모바일 에이전트의 이동을 통해 이루어진다. 이와 함께, 서버 측은 분산되어있는 모바일 장치와 같은 객체들을 관리하기 위한 u-응용 지원 분산 객체그룹 프레임워크를 구성하는 컴포넌트로 구성되어있다. 그리고 각종 정보 및 에이전트 보관을 위한 데이터베이스 서버가 존재한다. 이러한 서버의 소프트웨어 환경을 통해 에이전트가 다양한 클라이언트 모바일 디바이스로 이동하며, 클라이언트 모바일 디바이스 상에 CDOGF(Compact DOGF)와 JADE가 있어 서버로부터 받은 에이전트들의 동작을 관리한다. 이때 이동한 에이전트는 사용자에게 서비스를 제공하거나 물리적 장치들로부터 각종 정보를 수집하는 등의 동작을 한다. u-응용 지원 분산 프레임워크의 구성요소인 모바일 에이전트 객체는 u-응용 지원 분산 프레임워크와 JADE의 인터페이스 역할을 한다. 이로 인하여, 객체그룹 관리 서비스와 이동서비스를 제공한다. 상황정보 서비스 제공을 위해 DOGF는 상황정보를 생성하고, JADE는 상황에 적합한 에이전트를 생성한다. 이때, 에이전트가 이동하게 될 장치가 모바일 장치면 모바일 장치의 CDOGF와 상호작용한다. CDOGF는 DOGF에서 필요한 요소만을 선택하여 메모리가 작은 PDA와 같은 모바일 장치에서 분산객체를 관리할 수 있도록 재구성한 프레임워크이다. 각각의 특정 동작을 하는 에이전트들은 평상시 Agent Repository에 저장되어있다가 상황에 따른 호출이 있을 경우 Agent Communication Channel을 통하여 사용자가 위치하고 있는 곳의 모바일 장치로 이동하여 멀티 에이전트로서의 상호작용 과정을 거쳐 데이터를 수집, 분석 및 서비스한다. 모든 태스크를 마친 에이전트들은 다시 서버로 돌아와 수집한 정보를 관리 역할의 에이전트에게 전달하거나 가

지고 있는 잔여 태스크를 처리한 후 소멸된다. 다음 Fig. 1은 본 논문에서 제안하는 상황기반 정보 서비스 제공을 위한 멀티 에이전트 소프트웨어 프레임워크이다.

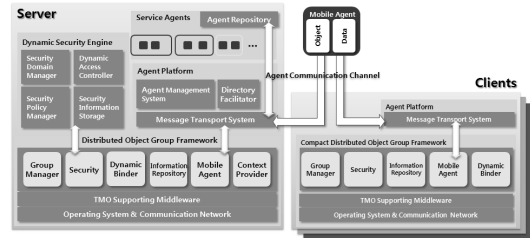


Fig. 1. Multi Agent Software Framework Architecture

3.2 시스템 구성요소

본 논문에서 제안하는 유비쿼터스 상황기반 교육지원시스템은 교실환경에서 교사의 위치와 시간을 고려한 교육지원 서비스를 위해 멀티에이전트 소프트웨어 프레임워크 구조를 기반으로 학급단위의 객체 및 자원들에 대한 그룹관리 지원과 이동성 및 상황정보를 지원하고, 분산 컴퓨팅 환경에서 학습 지원 응용 수행을 하도록 구성하였다. 본 시스템에서 지원하는 서비스를 제공하기 위해 시스템의 각 구성요소를 크게 분산 객체 모듈, 에이전트 모듈, 지원 서비스 모듈의 세 가지 분류로 나누어 기술한다.

1) 분산 객체 모듈

본 시스템에서 교육지원 응용을 위해 그룹관리자 및 보안 모듈은 객체그룹 내의 분산객체 및 자원들의 전반적인 관리를 책임지고, 응용서비스를 지원하는 교육지원 응용객체들과 교사 및 학생 간의 바인딩을 지원하기 위한 인터페이스 역할을 수행한다. 학교 내 교실 영역에서 제공되는 상황정보 및 교육지원 응용을 수행하기 위한 그룹관리 서비스 지원은 단위별 상황정보 그룹, 서비스별 이동성 지원수행을 위한 모바일 에이전트 객체에 대한 그룹 관리 서비스를 지원한다. 지원방법으로 교사 및 학생에게 제공될 서비스가 DOGF에 요청되면 그룹관리자, 보안모듈 및 정보저장소를 통해서 요청한 교육지원 서비스 그룹에 대한 접근권한을 검사하고 사용이 허가된 서비스 자원의 레퍼런스를 정보저장소에 저장되어있는 객체들의 속성정보들이 저장된 객체리스트를 교사 및 학생에게 반환한다. 이후 교사 및 학생은 교육지원 응용 그룹에 접속되어 해당 서비스를 받는다.

동적바인더 모듈은 응용서비스의 가용성 및 신뢰성을 향상시키기 위해 서비스 요청이 최적의 수행성을 보이는 자원에 바인딩 할 수 있도록 지원한다. 특히, 클라이언트가 이동한 영역 안에서 인터페이스를 지원하는 중복 서비스 모듈, 즉 중복 객체들에 대해 위치에 근접한 자원에 바인딩 서비스를 지원한다. 또한 동적바인더 모듈은 정보저장소에 존재하는 중복 객체에 대한 각각의 바인딩 우선순위 리스트를 가진다. 클라이언트로부터 요청된 서비스에 대해서 응용을 수행하거나 논리적으로 구분한 영역의 중복자원의 레퍼런스를

바인딩 할 경우, 그 중복객체 및 자원에 대해 적절한 하나를 선정해야 한다. 동적바인딩 모듈은 분산응용의 서비스 특성을 고려하여 다양한 서버객체 바인딩 알고리즘들 중 하나를 적용시킬 수 있다.

모바일 에이전트 객체는 서버와 클라이언트 또는 서버와 서버, 클라이언트와 클라이언트 간의 통신을 위한 객체이다. 이때, 사용되는 객체는 모든 정보가 이동하기 위한 연결성을 지원한다. 멀티 에이전트 시스템에서는 에이전트 프레임워크와 CDOGF의 통신을 지원하며 CDOGF에서 발생하는 각종 정보를 에이전트 프레임워크에 제공하기 위한 객체이다.

컨텍스트 제공자 모듈은 교사를 중심으로 학생을 포함한 위치와 시간을 고려하여 상황정보를 분류하고 관리한다. 또한 응용객체의 질의에 대한 인터페이스를 제공하고, 특히 모바일 에이전트와 상호작용을 지원하며 요청한 자원에 바인딩 하여 상황정보를 제공한다. 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서는 복잡하고 다양한 상황정보를 인식하고 서비스를 제공하기 위해서, 응용 목적에 따라 상황정보들의 관계를 파악하고 구조화하여 분류하였다.

유비쿼터스 상황기반 교육지원서비스는 교사의 위치를 기반으로 연속적이고 적응적이며 자동적인 서비스를 지원하고 교사의 위치와 시간을 기반으로 규칙을 적용한 상황인식 서비스를 제공한다. 컨텍스트 제공자는 인식과정을 적용하여 발생된 이벤트를 응용객체인 모바일 에이전트에 전달하여 응용서비스를 지원한다.

2) 에이전트 모듈

본 논문에서 제안하는 에이전트는 관리, 인터페이스, 정보수집, 권한, 조정, 서비스, 메신저 에이전트로 구분할 수 있다. 에이전트는 Behavior를 통해 동작하며, 다른 에이전트와의 상호작용을 통하여 전혀 새로운 동작을 하는 Behavior가 발생하기도 한다. 에이전트는 그 서비스의 환경과 특성에 맞추어 서로 다른 형태를 갖고 있다.

관리 에이전트는 서버에서 동작하는 각종 에이전트와 서비스 에이전트를 관리한다. 관리 에이전트는 이동하지 않고 서버에 상주하며, 서버나 클라이언트에 위치한 에이전트 상태를 확인하고 불필요한 에이전트를 제거하거나 다시 동작시키는 역할을 한다.

인터페이스 에이전트는 구성원 또는 관리자의 역할에 맞게 정보를 제공한다. 구성원과 시스템의 경계에서 구성원의 요청에 의한 이벤트를 발생시켜 메시지를 생성하거나 서버에서 제공되는 정보를 표현하는 역할을 한다.

정보 수집 에이전트는 서버에서 데이터베이스에 있는 정보를 수집하는 에이전트와 클라이언트에서 정보를 수집하는 에이전트로 구분하였다. 정보 수집 에이전트는 구성원의 요청에 의해서만 동작한다.

권한 에이전트는 구성원의 정보와 현재 위치, 그리고 시간에 따라 결정된다. 권한 에이전트를 통해서 구성원이 접근할 수 있는 정보를 결정하며, 권한은 관리자에 의하여 미리 지정된다. 권한 에이전트는 권한을 갖고 있는 구성원이 다른 사람에게 전달할 수 있으며, 권한을 전달받은 구성원

은 이전 구성원과 동일한 정보에 대한 접근이 가능하다.

조정 에이전트는 ACC를 통하여 전달되는 메시지나 정보에 대한 흐름을 제어한다. 모든 노드의 위치정보가 저장되어 있어 메시지가 잘못된 노드를 찾아가는 것을 미연에 방지하며, 메시지에 대한 응답을 올바른 노드로 전송하는 것을 지원하는 역할을 담당하고 있다.

서비스 에이전트는 구성원에게 직접적으로 서비스를 제공한다. 주로 모바일 에이전트 형태로 구성되어 있으며 시스템이 시작될 때 동시에 Agent Repository에 생성되어 있다가 요청이 발생할 경우 관리 에이전트들이 제공하는 정보를 가지고 클라이언트 디바이스로 이동하여 서비스를 제공한다. 잦은 상호작용과 이동 때문에 병목현상이 발생하는 경우가 많기 때문에 주기적으로 상태 메시지를 확인하여 시스템에 부하가 발생하지 않도록 해야 한다.

메신저 에이전트는 서버, 클라이언트에 상관없이 각각의 노드에 하나씩 존재한다. 서버와 클라이언트, 클라이언트와 클라이언트, 클라이언트와 서버에 관해 통신을 위한 연결을 유지하며 노드 간의 메시지를 전달하는 역할을 한다. 또한, 수신한 메시지의 목적에 따라 도착하게 될 에이전트에 명령을 전달하는 중요한 역할을 담당한다. 시스템 상에서 사용되는 모든 명령메시지에 대한 정보를 갖고 있으며 에이전트에 메시지를 전달하기 위해서는 같은 노드에 있는 에이전트의 상태를 모니터링한다.

3.3 상황정보 모델

상황 인식 컴퓨팅 환경에서 응용들은 상황정보 모델을 기반으로 개발되고 실행된다. 상황 인식 프레임워크에서는 상황정보를 가공하고, 저장하며, 공유하기 위한 효율적인 상황정보 모델을 제공할 수 있어야 한다. 이를 위하여 상황 인식 프레임워크는 적절한 상황정보 모델을 구성하고 이를 관리할 수 있는 기능을 제공해야 한다. 따라서 에이전트 지원 프레임워크의 응용으로 교실(학급)환경을 기반으로 하여 서비스 수행을 위한 모델을 제시한다. 각 교실에서 발생하는 정보들을 수집하여 상황에 따른 정보를 생성하고 사용자 권한에 적합한 제공을 한다.

1) 상황정보 및 접근 정보 분류

교실은 Class A, B, C로 구분하였다. 각 교실의 입구 및 교실 내부에는 입장한 교사의 위치 정보(담임교사, 교과목담당교사)를 수집하는 센서가 있다. 또한 각각의 교실에는 스피커가 설치되어 있어 학생들에게 수업시간, 점심 식사 시간, 청소시간 등의 리마인더(Reminder) 서비스를 제공한다. 모든 교사들은 교과목 관련 정보 및 학생들의 위치정보를 확인하기 위하여 스마트폰 또는 태블릿 PC와 같은 모바일 장치를 통하여 정보를 수집한다. 사용자의 권한 획득에 필요한 상황정보를 생성하기 위하여 위치, 시간, 역할의 분류를 나누었으며 접근해야 할 정보에 대한 분류를 교과목, 학생, 강의, 공지사항, 리마인더 정보로 분류하였다. 이를 다음의 Table 1과 Table 2에 나타내었다.

Table 1. Classification for Creating of Context Information

상황정보	권한	내용
위치	C1	Class A
	C2	Class B
	C3	Class C
시간	T1	08:00~08:50
	T2	09:00~09:50
	T3	10:00~10:50
	T4	11:00~11:50
	T5	12:00~13:00
	T6	16:00~16:30
	T7	16:30~18:00
역할	A1	담임교사
	A2	교과목담당 교사
	A3	학생

Table 2. Classification of Access Information

상황정보	권한	세부 항목
학생 개인 정보	I1	이름, 주소, 반, 번호, 생년월일, 출석정보(위치정보), 전화번호, 보호자, 구분(교내/외), 수상명, 상장명(코드), 등급, 수상연월일, 수여기관, 자격명칭, 종류, 취급연월일, 발급기관, 봉사일, 봉사기관, 봉사내용
성적 정보	I2	성적, 과목 평균, 석차, 학업성취 분석 정보, 특기사항
상담/통지 정보	I3	상담교사, 담당과목, 직위, 등록일, 상담대상, 상담분야, 통지자, 통지내용, 통지일, 확인유무
교과목 정보	I4	과목명, 교과목 진도, 학급별 성적, 반, 강의 노트, 과제
공지사항	I5	학사일정, 학교행사
환경정보	I6	온도, 조도, 습도, CO2, 먼지량
리마인더 정보	I7	수업 시간, 점심시간, 청소 시간, 공지사항, 회의

2) 상황정보 사용 예

사용자 aa, bb, cc는 담임교사로서 각각 Class A, Class B, Class C의 담임교사 역할을 하고 있다. AA, BB, CC는 교과목 담당교사로 각각 국어, 영어, 수학을 담당하고 있다. s1, s2, s3는 학생이다.

Table 3. Information Access Control Mapping

사용자	역할	위치	시간	접근가능정보
aa	A1	C1	T1, T5, T6, T7	I1, I2, I3, I5, I6, I7
bb	A1	C2		I1, I2, I3, I5, I6, I7
cc	A1	C3		I1, I2, I3, I5, I6, I7
AA	A2	C1, C2, C3	T2, T3, T4	I1, I4, I7
BB				
CC				
s1	A3	C1	T1, T2, T3, T4, T5, T6, T7	I3, I5, I7
s2		C2		
s3		C3		

Table 3에서와 같이 상황정보 및 접근정보를 분류하였을 때 교사 aa가 Class A에 있을 경우 모든 시간에서 담당학급의 학생과 학교의 공지사항에 대한 모든 정보를 획득할 수 있는 에이전트가 이동한다. 하지만 Class B나 C로 이동했을 경우에는 에이전트의 역할이 바뀌어서 다른 학급의 학생정보 열람은 할 수 없고 공지사항 정보 획득만 가능하다. 교과목 담당교사인 AA가 해당 학급에 입실하면 지난 수업 시간까지의 진도에 관한 정보와 시험을 실시했을 경우 학생 수준평가 정보인 과목 성적정보를 획득할 수 있다. 또한 공지사항에 대한 리마인더 서비스를 제공한다. 점심시간인 12시에서 13시까지 1시간 동안 교실의 스피커를 통해 음악이 흘러나온다. 정규 수업 시간이 끝나는 16시가 되면 각 교실의 스피커를 통해 학생들에게 청소 시간임을 알리는 리마인더 정보를 제공한다.

4. 상황기반의 교육지원 응용서비스

본 절에서는 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 상황기반 교육지원 시스템의 수행성을 검증하기 위해 중학교 1학년의 학교생활을 모델링한 시나리오를 제시하고, 제안한 시스템 구성은 물리적 분산 환경에 배치하여 모바일 디바이스 및 센서로부터 수집되는 상황정보를 이용하여 정의된 시나리오에 따라 수행과정과 결과를 보인다.

4.1 응용서비스 구현 환경

응용서비스를 위한 물리적 환경은 센서 및 모바일 장치, 그리고 기기들로 구성된 유비쿼터스 환경을 기본으로 유비쿼터스 환경에서 상황기반의 교육지원 시스템을 위한 환경으로 구축하였다. 교육지원 시스템의 서비스를 위해 교실환경 내에 있는 센서 및 기기로부터 환경정보, 상태정보 및 위치정보를 수집한다. 시간 및 시간표 정보는 서버에서 받아오며, 위치정보는 센서를 이용하여 수집한다. 모바일 장치로는 스마트폰과 태블릿 PC, Laptop 노트북 등을 사용하며 이를 통해 에이전트의 이동성 지원이 가능함을 보인다. 다음 Fig. 2는 교육지원 시스템의 물리적인 환경을 도식화한 전체 시스템 환경구조이다.

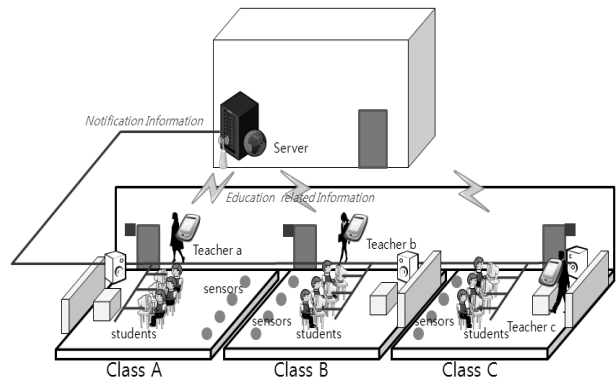


Fig. 2. Physical Environment

소프트웨어 구조는 다음 Fig. 3과 같이 각 구성원에 할당되는 모바일 디바이스와 서버의 구성요소로, 서버에는 상황 정보를 생성하는 분산프레임워크(DOGF)와 JADE가 위치하며, 응용에 필요한 에이전트와 실시간 정보 제공을 위한 Information TMO가 있다.

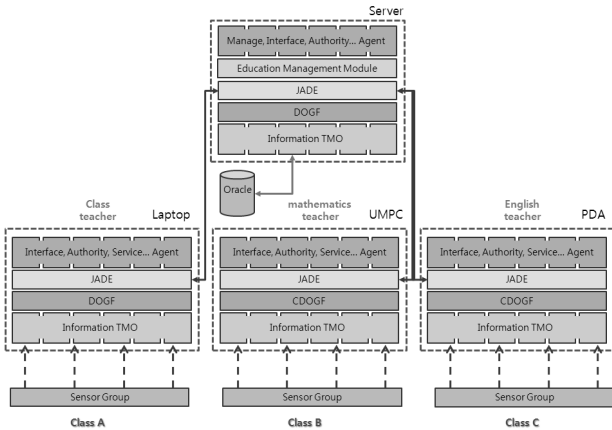


Fig. 3. Software Architecture

수집된 정보 관리를 위한 데이터베이스가 존재한다. 클라이언트 측의 모바일 장치에는 CDOGF가 위치하고 각종 에이전트의 통신과 동작 지원을 위한 JADE가 위치해 있다. 모바일 디바이스 상의 에이전트는 서버와의 통신을 위한 에이전트, 또는 사용자에게 서비스 제공을 위한 에이전트가 위치한다. 클라이언트의 CDOGF는 하부의 센서를 관리하며 Information TMO에서 수집하는 정보에 대해 에이전트가 사용자에게 제공하거나 서버로 전송한다. 모바일 디바이스에서 요청하는 사용자 권한은 오라클을 이용한 데이터베이스에 정의되어있으며, 권한에 따라 데이터베이스에 저장되어 있는 정보를 Information TMO가 수집하여 모바일 디바이스로 제공한다. 각 교실별 위치 식별은 센서그룹의 정보를 통해 확인할 수 있다.

4.2 응용 시나리오

교육지원 상황정보 서비스 수행성을 확인하기 위한 응용구현 시나리오는 다음과 같다. 일반 중학교 1학년에 세 개의 학급(A, B, C)이 존재한다고 가정한다.

Table 4. Class Schedule Over the Application Scenario

시간 \ 학급별	A 학급	B 학급	C 학급
조 회(08:30~08:50)	담임교사 조회 시간		
1교시(09:00~09:50)	수학	영어	국어
2교시(10:00~10:50)	영어	국어	수학
3교시(11:00~11:50)	국어	수학	영어
점 심(12:00~13:00)	점심식사 시간(음악서비스)		
청 소(16:00~16:30)	청소 시간		

학급에는 세 명의 학생이 존재하며 각 학급에는 담임교사가 존재한다. 교과목은 국어, 영어, 수학 세 과목으로 한정하여 각 교과목 담당교사가 1명씩 존재한다. 이때 담임교사와 교과목 담당교사는 중복되지 않는 것으로 가정한다. 각 교실에는 스피커가 한 대씩 존재하며 학생별로 1대의 PC를 보유한다. 담임교사 및 교과목 담당교사는 스마트폰 또는 태블릿 PC를 소지하고, 관리자는 스마트폰을 가지고 이동하며, 원격 위치에 전체정보관리용 서버가 존재한다. 평일 월요일에 학생들은 오전 8시 이전에 등교를 하여 본인의 자리에 착석한다. 오전 8시에는 각 교실의 스피커를 통해 전교생을 위한 학사일정(예: 체육대회)과 관련된 학교공지사항이 방송된다. 오전 8시 30분에는 각 학급의 담임교사가 본인의 담당학급에 입실하여 위치확인이 되면 학급에 필요한 출석과 환경정보를 확인한다. 정규 수업은 9시에 시작한다. 오전 9시에 A학급에 국어담당교사가 입실하면, 교과목 교사의 태블릿 PC에서 위치 및 시간을 체크하여 A학급 월요일 1교시 수업을 확인하고, 학급의 환경정보와 학생의 출석정보를 확인한다. 그리고 지난 수업에 실시한 “2장 짜임새 있는 말과 글” 단원에 대한 형성평가(시험) 결과를 학생 개인에게 본인의 성적을 알린다. 또한 이번 시간 A학급 진도가 “다양한 표현과 이해”이므로 Lecture note를 참고하여 수업하게 된다. 본 수업이 마무리되면 진도상황정보를 원격지 서버로 전송하여 저장한다. 2교시와 3교시도 같은 방식으로 진행되며, B학급과 C학급도 시간표에 따른 교과목만 다를 뿐 진행방식은 동일하다. 정오 12시에 오전수업이 마무리되고, 점심시간이 시작되며 이 시간부터 모든 학급의 스피커를 통해 음악이 흘러나온다. 이 음악은 원격서버에 날짜별로 선곡하여 미리 저장된 음악으로 전송되며, 13시까지 1시간 동안 계속된다.

오후 수업은 16시에 마무리되고 이후 30분 동안 청소 시간으로 학급 담임의 지도하에 학생들이 교실 청소를 한다. 교과목 담당교사들이 스마트폰을 이용하여 서버의 정보로 접근할 때 로그인 과정을 거치게 되며, 서버로부터 권한을 부여받아 담당교과목에 대한 학생들의 성적자료를 입출력할 수 있으며, 반별 진도상황, 단원별 Lecture note 등의 정보를 출력하게 된다.

4.3 응용 서비스 수행 결과

유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 상황기반의 교육지원 시스템의 수행능력을 검증하기 위해, 소프트웨어 환경 상에서 구현한 응용을 통해 수행결과를 확인한다. 상황정보모델에서 생성한 규칙을 사용하여 앞서 제시한 시나리오에 따라 u-환경 상황기반의 교육지원 시스템 응용을 구현하여 수행결과를 얻었다.

Fig. 4는 태블릿 PC에서 담임교사의 u-환경 상황기반 교육지원 시스템 GUI를 보인 것으로, 현재 지정된 사용자가 아이디/패스워드 기반의 사용자 인증 방식을 통해 접근하며, 해당 교실의 센서로부터 매핑된 위치 정보인 3반의 출석정보와 환경정보(①, ②)를 확인한다. 또한 학생 기본정보 및 성적정보와 상담내역(③, ④) 정보 등을 제공한다.



Fig. 4. GUI for Teacher in Tablet PC

Fig. 5는 태블릿 PC에서 국어, 영어, 수학 등을 담당하는 교과목 담당교사의 교육지원 시스템의 GUI를 보인 것으로, 아이디/패스워드 기반의 사용자 인증과정을 통해 접속한다. 또한 시간과 위치 상황정보를 기준으로 수업을 맡고 있는 학급의 출결상황(①)과 담당 교과목에 대한 성적 정보 열람이 가능하며, 수업진도와 강의노트 및 과제 정보를 원격지 서버에서 로딩 하여 태블릿 PC에서 실행한다(②, ③, ④). 각 학급의 담임교사는 학생의 모든 정보를 열람 가능하나 교과목 담당교사는 다른 교과목 성적이나 학생 개인 신상에 관한 정보에는 접근이 불가능하다.

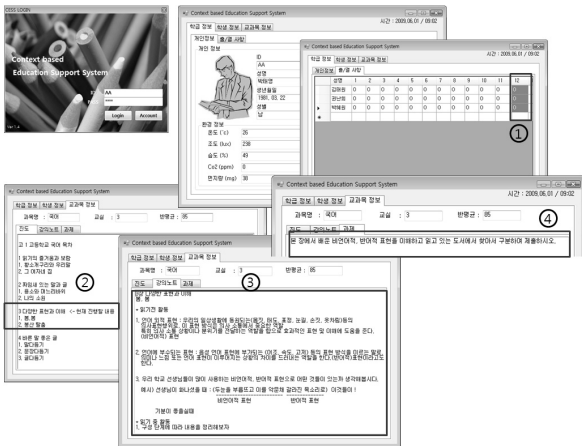


Fig. 5. GUI for Course Teacher in Tablet PC

수업 시간, 점심시간, 청소 시간, 공지사항 등의 리마인더 서비스 정보는 정해진 시간이 되거나 필요할 때 서버에서 각 교실의 스피커 또는 교실에 설치된 교사용 데스크톱으로 정보가 전송된다. Fig. 6은 공지사항 리마인더 서비스 실행 GUI를 보인 것으로 등록된 알람시간에 맞추어 알람정보를 음성정보 형태로 각 교실의 스피커로 전송하거나, 문자의 형태로 교실에 설치된 교사용 데스크톱에 전송하여 학생들이 확인할 수 있다.



Fig. 6. GUI for Remind Service

u-환경 상황기반 교육지원 시스템의 서비스를 수행한 결과, 상황에 따라 학급담임교사, 교과목 담당교사의 역할에 따라 접근 가능한 정보를 접근하고, 교육관련 정보 서비스를 제공하는 기능이 올바르게 수행됨을 확인하였다.

또한 교과목 담당교사가 수업 진도상황 자료 업데이트 실행이 가능하여 원격지의 서버에 데이터 저장기능 수행성을 확인하였으며, 지정된 시간에 서버의 데이터를 특정 장치로 전송하는 리마인더 정보 서비스의 수행성을 확인하였다.

5. 결 론

유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 발달은 네트워크와 기술의 발전과 함께 다양한 정보들을 수집 가능함과 동시에 언제, 어디서나 환경 변화에 따라 적응적이고 자동적인 서비스 제공을 가능케 했다. 이러한 환경에서 다양한 사용자의 요구에 따라 맞춤형 서비스를 제공하기 위한 상황인식 기술과 능동적인 서비스 제공을 위한 연구가 요구되었다. 또한 교육 분야 응용에 대한 요구가 증가하면서 교수자를 지원하는 시스템 및 정보관리 기술이 필요하다.

따라서 본 논문에서는 u-환경에서 동작하는 상황기반 교육지원 시스템에 대해 기술하였다. 본 논문에서 제안한 시스템은 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 상황기반 응용서비스 지원을 위한 멀티에이전트 분산 프레임워크기반으로 구현되었다. 이에 대한 수행성을 검증하기 위해 u-환경 상황기반 교육지원 시스템에서 제공하는 상황정보인 시간과 위치, 그리고 역할에 중점을 두어 응용 프로그램을 구현하고 상황에 따른 수행결과를 보였다. 이를 통해 본 논문에서 제안한 시스템이 학교 교실환경에서 다양한 상황정보를 기반으로 교사(담임교사, 교과목 담당교사)의 시간대별 이동에 따라 권한에 맞는 정보를 제공하였으며 상황기반의 교육지원 시스템으로써 가능성을 확인했다.

향후 연구로는 본 논문에서 구축한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경에서 상황기반의 교육지원 시스템을 교사(교수자)뿐만 아니라 학생(학습자)을 위한 학습 지원 시스템의 기능을 포함하고 기존 교육지원 시스템과의 연계로 시스템을 확장하여 체계적인 교육서비스를 제공할 수 있도록 개발하고자 한다.

References

[1] T. H. Kim, "Towards the Design of an Interactive U-Learning System," *Information-an International Interdisciplinary Journal*, Vol.15, No.8, pp.3255-3263, 2012.

[2] S. R. Park, et al., "Intelligent u-Learning and Research Environment for Computational Science on Mobile Device," *Ksii Transactions on Internet and Information Systems*, Vol.8, No.2, pp.709-722, 2014.

[3] H. Y. Jeong, G. Yi, "A Service Based Adaptive U-Learning System Using UX," *Scientific World Journal*, 2014.

[4] B. G. Lee, et al., "Empirical Analysis of Learning Effectiveness in u-Learning Environment with Digital Textbook," *Ksii Transactions on Internet and Information Systems*, Vol.6, No.3, pp.869-885, 2012.

[5] Moohyun Park, C.W.J., and Su Chong Joo, "Design of platform supporting for healthcare context information service based on multi-agent," *Journal of Korean Society for Internet Information*, Vol.9, pp.9-24, 2008.

[6] Erickson, Amy. "Ubiquitous Learning: Strategies for Pedagogy, Course Design, and Technology," Edited by Terry T. Kidd and Irene Chen. Charlotte, NC: Information Age Publishing, 2011.

[7] P. Temdee, "Ubiquitous Learning Environment: Smart Learning Platform with Multi-Agent Architecture," *Wireless Personal Communications*, Vol.76, No.3, pp.627-641, 2014.

[8] J. S. Song, et al., "Comparing wireless networks for applying digital textbook," *Telecommunication Systems*, Vol.55, No.1, pp.25-38, 2014.

[9] H. Y. Jeong, B. H. Hong, "A practical use of learning system using user preference in ubiquitous computing environment," *Multimedia Tools and Applications*, Vol.64, No.2, pp.491-504, 2013.

[10] D. R. Chen, et al., "Developing a Mobile Learning System in Augmented Reality Context," *International Journal of Distributed Sensor Networks*, 2013.

[11] R. O. Spinola, G. H. Travassos, "Towards a framework to characterize ubiquitous software projects," *Information and Software Technology*, Vol.54, No.7, pp.759-785, 2012.

[12] S. L. Wang, C. Y. Wu, "Application of context-aware and personalized recommendation to implement an adaptive ubiquitous learning system. Expert Systems with Applications," Vol.38, No.9, pp.10831-10838, 2011.

[13] Y. M. Huang, et al., "The design and implementation of a meaningful learning-based evaluation method for ubiquitous learning," *Computers & Education*, Vol.57, No.4, pp.2291-2302, 2011.

[14] T. T. Wu, et al., "Location Awareness Mobile Situated English Reading Learning System," *Journal of Internet Technology*, Vol.11, No.7, pp.923-933, 2010.

[15] G. J. Hwang, et al., "A context-aware ubiquitous learning environment for conducting complex science experiments," *Computers & Education*, Vol.53, No.2, pp.402-413, 2009.



정창원

e-mail : mediblu@wku.ac.kr

1993년 원광대학교 컴퓨터공학과(학사)

1998년 원광대학교 컴퓨터공학과(석사)

2003년 원광대학교 컴퓨터공학과(박사)

2004년~2006년 전북대학교 학술연구교수

2006년~2013년 원광대학교 전기전자 및

정보공학부 Post.Doc

현재 원광대학교 리서치펠로우 연구교수

관심분야 : Distributed Computing, ubiquitous Computing, Multimedia Service, LBS, u-healthcare, Medical Information System



주수중

e-mail : sejoo@wku.ac.kr

1986년 원광대학교 전자계산공학과(공학사)

1988년 중앙대학교 컴퓨터공학과(공학석사)

1992년 중앙대학교 컴퓨터공학과(공학박사)

1993년 미국 University of Massachusetts at Amherst, Post-Doc

1999년~2001년 정통부지원 정보통신창업

지원센터 센터장

2003년 미국 University of California at Irvine, 방문교수

2007년~2009년 원광대학교 정보전산원장

2009년 미국 University of California at Irvine, 방문교수

1990년~현재 원광대학교 컴퓨터공학과 교수

2015년~현재 원광대학교 공과대학 학장

관심분야 : Distributed Middleware Computing, Distributed Object Modelling, Multimedia Database System, Ubiquitous Computing(u-Home and Healthcare services)