

CORBA를 이용한 멀티에이전트 기반 원격 학습 프레임워크

정 목 등[†]

요 약

대부분의 ITS(Intelligent Tutoring System)는 모듈간의 정보 교환이 정적으로 일어남으로 인해서 시스템의 확장성이나 동적인 변화 가능성 등에 문제가 있다. 이를 해결하기 위해서 본 논문에서는 지능형 멀티 에이전트 개념을 도입하여 다양하고 복잡해지는 사용자 요구를 처리하는 멀티 에이전트 기반 학습 Framework인 DELFOM을 제안하고 이를 어학 학습과 PC 학습 분야에 적용한 학습 시스템을 구현한다. DELFOM은 재 사용성과 확장성을 특징으로 하기 때문에 DELFOM의 External 부분을 변경함으로써 여러 영역의 학습 시스템을 구성할 수 있다. 구현은 네트워크 투명성과 구현 투명성을 위해서 분산환경에서 CORBA와 Java를 사용함으로써 개발자와 학습자가 보다 쉽게 접근 할 수 있도록 한다.

Multiagent-based Distance Learning Framework using CORBA

Mok-Dong Chung[†]

ABSTRACT

Until now, most Intelligent Tutoring Systems are lacking in the modularity, the extensibility of the system, and the flexibility in the dynamic environment due to the static exchanges of knowledge among modules. To overcome these problems, we will suggest, in this paper, a Distance Intelligent Tutoring Framework, called DELFOM, based on the multiagent to cope with the various and complicated learner's requests. We could make different types of learning systems by simply changing the contents of DELFOM External that is variant part of DELFOM. This framework, therefore, provides software reuse and the extensibility based on object-oriented paradigm. And we will propose two different distance learning systems using DELFOM. Therefore this framework gives the developer/the learner the effective and easy development/learning environment. DELFOM is implemented using CORBA and Java for the network transparency and platform independence.

1. 서 론

ITS(Intelligent Tutoring System)는 인간 교사를 컴퓨터로 모델링한 것으로서 인간 교사의 행위를 흉내 내도록 하는 시스템이다[6-8]. 그러나 이와 같은 독립

형(stand alone) ITS를 이용해서 개인적으로 학습을 진행할 수 는 있지만 학습자와 교사가 시간과 공간의 제약을 초월하는 원격 교육을 하는데는 어려움이 따른다. 이들 문제점을 해결하기 위해서는 초고속정보통신망과 분산 멀티미디어를 이용하는 가상 교실(virtual classroom)을 ITS 바탕 위에서 구축함으로써 보다 효율적인 교육 시스템인 원격 교육 시스템을 구축할 수 있다.

* 이 논문은 1998년도 학술진흥재단 자유공모과제의 지원 결과임.
[†] 종신회원 : 부경대학교 컴퓨터멀티미디어공학부 교수
 논문접수 : 1999년 2월 11일, 심사완료 : 1999년 9월 28일

또한 지금까지 대부분의 ITS는 모듈간 정보 교환이 정적으로 일어남으로 인해서 시스템의 확장성이나 동적인 변화 가능성 등의 문제가 있는데, 이를 해결하는 방안으로 지능형 에이전트의 도입을 생각할 수 있다. 지능형 에이전트는 자율성, 사회성, 반응성, 주도적 능동성 등의 특성을 갖고있으며 외부 환경과의 상호작용을 통하여 상황의 변화를 인식하고 다른 시스템 혹은 에이전트와 협력하면서 목표 지향적으로 문제를 해결해 나가는 시스템을 말한다[10, 11, 12, 13]. 에이전트는 70년대 분산인공지능(DAI)[17]에서 그 근원을 찾을 수 있지만 80년대 후반부터 네트워크의 속도 증가로 인터넷과 웹이 일반화되면서 그 연구가 활발히 이루어지고 있다.

그러나 점차 다양하고 복잡해지는 사용자의 요구에 부응하기 위해서는 단독 에이전트 시스템의 사용은 한계가 있으며 지역적으로 떨어진 다른 에이전트의 도움을 받아 처리하는 분산협동처리 개념을 접목한 멀티에이전트 시스템이 각광을 받게 되었다[13]. 멀티에이전트 시스템은 멀티미디어 인터페이스와 멀티 모달 인터페이스를 통하여 컴퓨터 사용 환경을 제공하며, 통합 서비스 환경 및 분산 시스템 사용 환경을 제공하고, 학습이나 계획 능력을 갖춘 지능형 인터페이스를 제공하고 있다.

따라서 본 논문에서는 멀티 에이전트 기반 학습 시스템의 각 모듈을 각각 에이전트로 구성하여 원격 교육 시스템을 구축할 수 있는 framework DELFOM(Distance Learning Framework based On Multiagents)을 제시함으로써 학습분야의 다른 응용에도 적용할 수 있도록 하여 소프트웨어 재사용성을 증가시킨다. DELFOM은 각각의 요소를 지능형 에이전트로 만들어 에이전트들 사이의 공통된 문제를 해결하기 위한 계획을 수립하고, 작업을 분할하며, 수행된 작업을 통합하는 멀티에이전트 기술을 이용하고 있다. 또한 제안하는 시스템은 학습자의 성취도 분석에 따라서 반복 교육, 재교육, 유사 교육의 생략 등 다양한 교육 계획을 동적으로 제시함으로써 기존의 원격교육 시스템이 가지는 정적인 특성에 비해서 지능형 멀티에이전트 기술을 도입함으로써 학습자의 학습과정에서 동적인 학습이 가능하도록 하고 있다.

분산 환경에서 네트워크 투명성과 플랫폼 독립 프로그램을 위해서 CORBA와 Java를 이용한다[5, 14, 15, 16]. CORBA의 장점은 분산환경에서 클라이언트/서버 간의 인터페이스만 정의되면 서비스 요구나 결과 값의

전달이 하부 통신 메카니즘에서 투명하게 이루어진다는 것이다. 이와 같이 CORBA는 네트워크 투명성을 제공하고 있고, Java는 구현 투명성을 제공하는데, 본 논문에서는 Inprise사의 CORBA/Java ORB인 VisiBroker for Java 3.2[15]를 이용하여 n개의 웹 클라이언트들이 복수의 웹 서버와 DB 서버의 서비스를 받도록 하고 있다.

본 논문의 구성은 서론에 이어, 2장에서는 관련 연구를, 3장에서는 원격 학습 framework DELFOM의 설계를, 4장에서는 제안된 framework DELFOM을 이용한 원격 학습 시스템의 구현을, 5장에서 결론과 향후 연구 방향을 기술한다.

2. 관련연구

원격 교육 시스템과 관련된 국내외 연구자들의 연구 내용은 최근 네트워크 환경의 고속화가 이루어지면서 활발하게 진행되고 있다. 국내의 경우는 실형적인 시스템에서 비교적 활발한 연구를 하고 있는 실정이다. 이질적인 분산 환경에서의 객체 표현인 CORBA를 모델로 하는 원격 교육 시스템 framework DELON 개발도 있고[21], 상호참여형 멀티미디어 응용을 개발하기 위해서 설계된 분산구조와 중앙집중형 소프트웨어 구조를 갖는 플랫폼인 멀티미디어 미들웨어 두래(DooRae)를 이용하여 교육자와 피교육자간의 상호참여를 통한 멀티미디어 원격 교육 시스템[22], 초고속정보통신망에 의해 교육자의 강의 내용을 피교육자가 언제든지 각종 멀티미디어 교육매체를 통하여 제공받을 수 있는 주문형 강의 서비스 시스템인 LOD 서비스[23]도 있다. 국내에서 연구되고 있는 이들 시스템은 framework 개념을 도입한 것[21, 22]도 있지만 분산환경에서 효율적인 지능형 에이전트의 개념을 적용하지는 않았다.

외국의 경우에는 실형적인 환경을 넘어서 실제 응용 단계에 들어간 예도 있다. 우선 인터넷과 웹을 이용하여 collaborative teaching/learning을 수행하는 HCID 시스템[1]이 한 예이다. 이 시스템은 미국과 칠레에서 개발하였으며, Documents sharing, Message sharing, Idea sharing을 하고 있다. 실제 실험 예로서, 강사가 미국의 Buffalo에 있고, 학생들이 칠레의 Universidad de Concepción에 있는 환경에서 HCI course가 개설되고 있다. Virtual meeting과 Virtual library 개념이 도입되었으며, E-mail과 multimedia tools, audio(InternetPhone)와

video conference(Cu-SeeMe) 등의 가상교실 개념을 도입하였다. 그 결과 학생들은 E-mail을 통한 off-line 토론보다는 interactive on-line 토론을 훨씬 더 선호한 것으로 조사되었다.

스탠포드 대학에서는 1994년부터 실시간 화상회의와 VoD를 구축하여 서비스하고 있다[2]. 구현된 제품은 단일 서버, 단일 capture station, 2개의 playback station으로 시범적으로 구성되어있고, 서버는 Starlight Networks에서, MPEG decoder는 ReelMagic에서, MPEG encoder는 Optivision에서 채택하고 있고, DB와 GUI 환경은 Watcom software와 PowerBuilder로 각각 구현하고 있다.

미국의 RPI 대학에서는 카메라와 마이크를 갖춘 4대의 Sparc10에서 상업용 화상회의 package인 Communique!를 이용하여 CIPR 화상회의 및 대화형 원격 교육 시스템을 구현하고 있다[3]. 학생은 소프트웨어 "VCR"을 작동시켜 기존의 강의를 복습할 수 있고, fast-forward, rewind, play, quit, resume 등의 작업을 할 수 있다. 교수는 학생과 상호작용적으로 강의를 진행할 수 있다. 교수는 필요에 따라서 임의의 학생을 자신의 화면에서 살펴보고 출력할 수 있으며 공유 전자 칠판(shared white board) 기능을 이용할 수 있다.

London 대학에서는 ReLaTe(Remote Language Teaching over SuperJANET) 시스템을 multicast multimedia conferencing이 가능한 Mbone(Multicast Backbone) 상에서 개발하여 불어, 라틴어, 포르투갈어 등의 외국어를 가르치는데 이용하고 있다[4]. 이 예는 Mbone을 이용한 외국어 원격 교육의 가능성을 보여 주고 있다.

본 논문과 관련된 에이전트 기반 구조 및 에이전트 관련 연구는 <표 1>과 같다. <표 1>에서 에이전트를 이용한 교육시스템으로서[9, 11] 시스템을 들 수 있다. 이 시스템들은 제 3세대 원격 교육 모델, 즉 인터넷과 웹을 이용한 상호작용의 중대라는 면에서는 본 논문의 접근법과 유사하지만 본 논문에서는 framework 개념을 도입함으로써 소프트웨어의 재사용성과 확장성을 높일 수 있다는 차이점이 있다. 또한 본 논문에서 제시하는 방법은 네트워크 투명성과 구현 투명성을 위해서 CORBA를 사용함으로써 학습자가 보다 쉽게 접근할 수 있다. [25]는 에이전트를 이용한 학습 시스템의 설계에 관한 것으로서 지능형 에이전트의 특성을 이용하고 있지만 본 논문의 접근 방향인 소프트웨어의 재사용에 중점을 둔 framework 개념은 적용하지 않았다.

<표 1> 본 연구와 관련된 에이전트 관련 연구

에이전트 구조	개발 팀	기능 및 특징
Soar[17, 20]	John Laird 외	통합적 인공지능 아키텍처로서 계획, 실행, 학습이 밀접하게 결합된 복합 구조
Steve[17, 20]	W.L.Johnson 외	가상 현실에서 교육을 목적으로 하는 에이전트 미 해군의 고압 공기 압축기를 작동하는 방법을 가르치는데 적용
Softbot[12]	Univ. of Washington	archie, gopher, netfind 등 기존의 인터넷 기능 외의 새로운 인터넷 기능이 가능할 때마다 추가
Retsina[13]	CMU	재사용 가능 멀티에이전트 하부구조로서 3 종류의 에이전트를 가진 사용자의 목표와 밀접한 인터페이스 에이전트, 문제 풀이와 관련 있는 작업 에이전트, 데이터와 관련 있는 정보 에이전트
Visitor Hosting System[13]	CMU	방문객과 관심 분야 연구진의 미팅 주선 인터페이스 에이전트, 작업 에이전트, 정보 에이전트로 구성
WebWatcher[13]	CMU	사용자로부터 핵심어를 제공받아 사용자가 웹을 통해 정보를 탐색하는 중에 하이퍼링크에 연결된 문서를 미리 분석하여 사용자가 관심을 가질만한 하이퍼링크를 판단하여 사용자에게 제안하는 시스템
Agent Framework [11]	Cengelglu 외	지능형 에이전트들 사이의 동적인 지식 교환을 위한 framework
에이전트를 이용한 원격 교육시스템[9]	R.M.Cury 외	지능형 에이전트를 이용한 인터넷 기반 원격 교육 시스템 구성 가상 환경 도입: 질문, 응답, 학습, 믿음, 결정 등의 에이전트 모음
DYNACLIPS [11]	NASA	NASA의 CLIPS를 변형하여 지능형 에이전트간의 동적인 지식 교환이 가능하도록 만든 지식 기반 멀티 에이전트 구조
에이전트 기반 지능형 학습 시스템[25]	이화여대	ITS에서 각 모듈에 해당하는 기능을 수행하는 에이전트 즉 전문가 에이전트, 학습자 관리 에이전트, 교사 에이전트, 사용자 에이전트들과 이들 기능 에이전트들을 상호 제어하는 통합 에이전트로 구성

3. 원격 학습 framework DELFOM 설계

원격 교육 시스템의 구조 및 교육 방식으로는 크게 교사와 학습자가 다른 시간에 통신망에 접속하는 NRT(Non-Realtime Tele-teaching) 방식과 교사와 학습자가 동시에 통신망에 접속하는 RT(Realtime Tele-teaching) 방식이 있다. NRT 방식에는 BBS 방식과 VOD(Video On Demand) 방식이 있으며 RT 방식에는 화상 강의, 원격 ITS 그리고 화상 강의/ITS 방식이 있다. 초고속 정보통신망을 이용한 멀티미디어 원격 학습 시스템은 이들 다섯 가지 서비스 형태를 통합 지원할 수 있어야 한다[24]. 이 중에서 본 논문에서 채택하고자 하는 원격 교육의 구조는 원격 ITS로서 다음과 같은 특징을 가지고 있다. m 멀티미디어 서버 및 n 클라이언트가 참여하여 멀티미디어 서버에 저장된 ITS 코스웨어(courseware)에 학습자들이 접속하여 상호작용적으로 코스웨어를 항해(navigate)함으로써 원격 학습한다. 학습자들이 클라이언트 프로그램을 이용하여 멀티미디어 서버에 저장되어 있는 하이퍼미디어 방식으로 제작된 ITS 코스웨어에 접속하여 스스로의 통제하에 상호작용적으로 자신의 능력에 맞는 코스를 택하여 학습한다. 또한 ITS 코스웨어는 적절한 질문을 제시함으로써 학습자로 하여금 알맞은 코스를 학습하게 한다.

3.1 분산환경에서의 DELFOM 계층 구조

DELFOM은 CORBA를 미들웨어로 하여 웹 상에서 원격 학습 서비스를 제공하는 응용 framework이다. (그림 1)은 분산 환경에서의 framework DELFOM의 계층 구조를 나타낸 것이다. 응용 계층(Application layer)과 framework 계층의 구분은 학습 영역을 변경했을 때 변경 여부에 따라 결정된다. 즉, 변경을 많이

해야 되는 부분은 응용 계층에 위치시키고 변경이 거의 일어나지 않는 부분은 framework 계층에 위치시킨다. DELFOM을 framework로 하여 다른 학습 내용을 학습자 인터페이스나 객체들을 재구성함으로써 응용할 수 있음을 보이고 있다. 응용 계층은 학습 내용이 변화됨에 따라 영역 지식에 의해 재구성되어야 하는 부분이다.

3.1.1 클라이언트

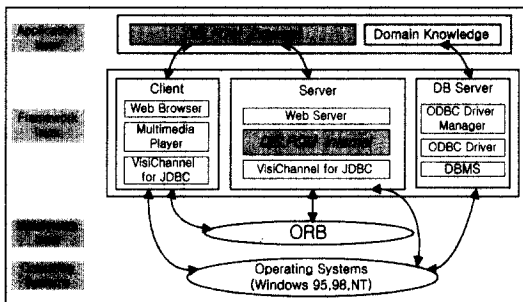
클라이언트는 학습을 수행하는 부분이다. 웹 브라우저, 클라이언트 ORB, 클라이언트 객체, Java run time, 멀티미디어 구동기, VisiChannel for JDBC Client 등으로 구성된다. Java 가능한 웹 브라우저를 통해 학습자 인터페이스인 애플릿들을 실행할 수가 있다. 학습이 이루어지는 과정에서 데이터베이스의 접근이나 다른 기능의 수행을 위해 VisiBroker for Java의 API를 통해 애플릿의 클라이언트 객체를 생성하고 클라이언트 ORB를 통해 서버에 요청하게 된다. 학습 시작은 DELFOM External의 인터페이스 에이전트와 Internal의 강사 에이전트를 다운로드 받으면서 시작된다.

3.1.2 서버

학습자의 요구에 직접적으로 응답하는 부분이다. 서버의 구성은 웹 서버, 영역 지식에 독립인 DELFOM Internal, 서버 ORB, VisiChannel for JDBC Server로 구성된다. DELFOM Internal은 framework 구조 중에서 구현 객체로 이루어진 멀티에이전트 구조이다. 학습자의 요청에 의해 웹 서버는 클라이언트에 웹 페이지와 애플릿을 전달한다. 클라이언트 객체로부터의 서비스 요구를 서버 ORB를 통해 받아들여 구현 객체를 찾아 전달하고 구현 객체로부터 처리되어진 결과를 클라이언트에 전달한다. 만약 데이터베이스 접근 요청일 경우 VisiChannel for JDBC를 통해 데이터베이스에 접근하게 된다.

3.1.3 DB 서버

서버 측의 데이터베이스 접근 객체로부터 VisiChannel for JDBC를 통한 접근은 ODBC Driver Manager와 ODBC Driver를 통하여 수행된다. 데이터베이스 자체가 응용 framework의 데이터베이스 서버 부분을 구성한다.



(그림 1) DELFOM의 계층 구조

3.1.4 DELFOM External과 영역 지식(Domain Knowledge)

DELFO External은 학습 영역 변경 시 수정해 주어야 하는 에이전트들로 구성되고 영역 지식은 학습 영역에 관련된 지식이다.

3.1.5 구현 객체

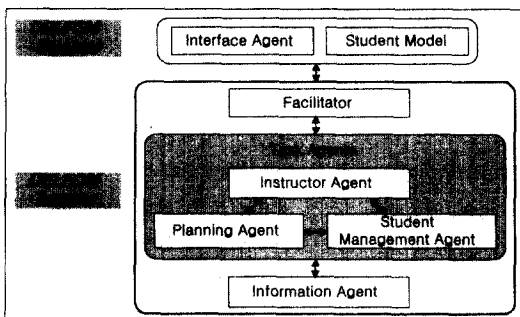
원격 framework를 수행하는데 있어 모듈의 기능을 구현 객체로 표현한다. ORB는 클라이언트 객체의 요청에 따라서 ORB의 구현 객체 정보를 참조하여 클라이언트가 원하는 구현 객체를 찾고 클라이언트에서 보내온 서비스 요청 정보를 구현 객체에 전달하여 해당 객체로 하여금 동작을 수행하도록 한다. 데이터베이스 접근에서도 접근에 필요한 함수를 구현 객체로 구현하여 필요시 클라이언트 객체가 ORB를 통해 호출하고 해당 구현 객체에서 데이터베이스 접근이 이루어진다.

3.1.6 ORB 및 OS

미들웨어 계층의 ORB는 CORBA를 이용하고 OS는 Windows 기반의 Windows 95, 98, NT를 이용할 수 있다.

3.2 framework 구조

본 논문에서 제시하는 원격 학습 framework DELFOM의 구조는 (그림 2)와 같다. (그림 2)는 응용 에이전트들이 조정 에이전트와 다른 응용 에이전트들과 통신하는 멀티에이전트 개념을 이용한 구조로 CMU의 Retsina[13] 구조와 Software Agents[10]의 구조를 수정하여 사용하며 크게 *DELFO External*과 *Internal*로 구성된다.

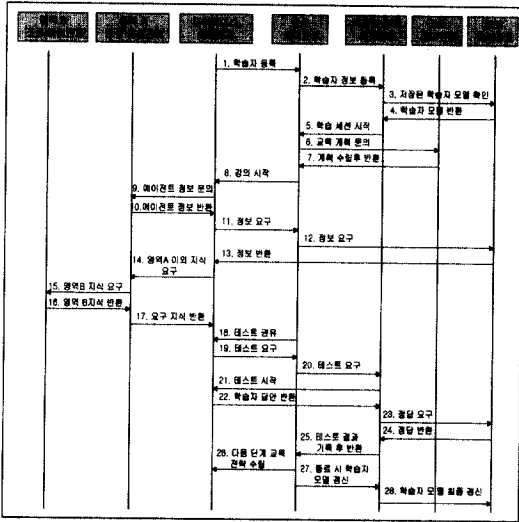


(그림 2) DELFOM의 구조

3.2.1 DELFOM Internal

DELFO Internal은 하나의 조정 에이전트(Facilitator)와 4개의 Internal Agent인 강사 에이전트(Instructor Agent), 학습자 관리 에이전트(Student Management Agent), 계획 에이전트(Planning Agent), 정보 에이전트(Information Agent)로 구성되는데 영역 변경 시 바뀌지 않는 부분이다. DELFO Internal 내의 조정 에이전트는 Agent Name Server의 기능과 메타지식을 이용하여 시스템 내에 존재하는 에이전트들간의 통신을 돕는 기능을 한다. 조정 에이전트의 구성은 전역 블랙보드, 조정 에이전트의 계층 구조에 관한 지식을 넣어두는 계층 지식, 추론 엔진 등으로 되어있다. 각 에이전트는 생성될 때 조정 에이전트에 에이전트 이름 및 그 에이전트가 할 수 있는 기능과 주소를 등록한다. 조정 에이전트는 어떤 에이전트가 문제를 요청했을 때 그 문제를 해결함에 있어 가장 적합한 에이전트를 메타지식을 이용해 선택하여 요청한 에이전트에게 알려주는 역할을 한다. 메타지식은 전역 블랙보드에 저장된다. 조정 에이전트는 다른 영역의 조정 에이전트들과 통신이 가능하며, 각 조정 에이전트들의 통신 부담을 덜어주기 위해서 한 영역 내에서도 조정 에이전트를 계층적으로 구성한다. 즉 조정에이전트의 유사한 기능을 모아서 계층을 구성함으로써 통신의 부담을 덜어준다. 그러나 본 논문에서는 통신 부담을 근본적으로 줄이기 위해서 조정 에이전트의 기능을 분산하여 구현한다. 즉 일반 에이전트들과 조정에이전트와의 통신 외에 일반 에이전트들간의 통신도 허용한다. 제안하는 에이전트의 구조는 멀티에이전트 시스템 구조로서 하나의 에이전트로 해결하지 못하는 복잡한 문제의 해결을 위해서 여러 응용 에이전트간의 협동을 통하여 문제를 해결하고 있다. 조정에이전트는 서버에 위치시킨다. (그림 3)은 DELFO 에이전트들 사이의 전형적인 동작 모델을 나타내고 있으며 여기에 기술되지 않은 많은 통신이 응용 에이전트들에 의해서 이루어진다.

작업 에이전트(Task Agent)는 작업 영역에 관한 지식을 가지며, 문제 풀이 계획을 세움으로써 의사 결정을 돕고, 다른 소프트웨어 에이전트와 질의/정보 교환을 하며, 대부분의 자율적인 문제 풀이 과정을 수행한다. (그림 2)의 강사 에이전트, 학습자 관리 에이전트, 계획 에이전트 등이 여기에 속한다. 주요 기능은 우선 인터페이스 에이전트로부터 사용자가 위임한 작업을 접수하고, 사양을 해석하여 문제풀이 목표를 생성하며,

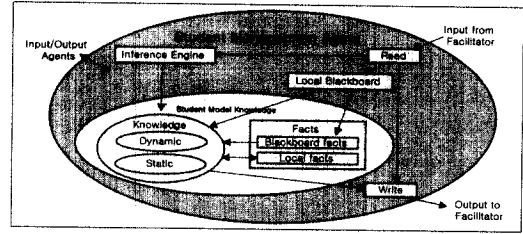


(그림 3) DELFOM의 동작 모델

목표를 만족시키는 부목표(subgoal) 계획으로 분할하고, 마지막으로 계획 수행을 위하여 작업 에이전트 혹은 정보 에이전트와 조정 작업을 한다.

계획 에이전트는 학습에 대한 전반적인 계획을 수립하는 에이전트로, 서버에서 동작하며 학습 수행결과나 사용자의 의도에 따라서 다음 학습 수행을 위한 학습 전략을 선택하는 기능을 가진다. 계획 에이전트도 서버에 위치시킨다.

학습자 관리 에이전트는 시스템에서 제공하고 있는 지식을 사용자가 어느 정도 학습했는가 인식하고 교육 과정이 어느 정도 진행되었는가를 나타낸다. 여기서는 학습자의 대답과 정보 에이전트의 데이터베이스에서 제시하는 정답을 비교하여 학습자가 어느 정도 학습했는지를 인식한다(그림3의 25동작). 이 에이전트도 서버에 위치시키고 통신의 효율성을 위해서 학습자 관리 에이전트의 일부본인 학습자 모델 부분은 클라이언트와 서버 양쪽에 위치시킨다. (그림 4)는 학습자 관리 에이전트의 내부 구조로서 크게 학습자 모델과 지역 블랙보드 그리고 추론 기관으로 구성되어 있고 조정 에이전트와 다른 응용 에이전트들과 통신이 가능하다. 이구조는 DYNACLIPS[11]의 구조를 수정하여 사용하고 있다. 학습자 모델은 동적 지식과 정적 지식으로 구성된 지식 부분과 블랙보드와 지역 사실로 구성된 사실 부분으로 구성된다. 나머지 응용 에이전트들도 이와 유사한 구조를 가진다.



(그림 4) 학습자 관리 에이전트의 내부 구조

강사 에이전트는 해당 학습자의 계획을 알기 위해 계획 에이전트와 통신하고(그림 3의 6동작), 강의 종료 시 학습자 모델의 갱신을 위해서 학습자 관리/정보 에이전트와 통신한다(그림 3의 27,28동작). 또한 시험과 시험에 대한 채점을 위해 학습자 관리 에이전트와 통신한다(그림 3의 20,25,27동작). 이 에이전트도 학습 시 클라이언트로 다운로드되는 자바 애플릿이다. 학습 전략에 관한 지식과 추론 기능, 그리고 학습자의 반응을 분석하는 기능이 있다. 교육 후 학생의 학과 참석, 학생의 어려운 부분 파악, 제안된 작업 참여, 작업 수정, 학습 결과, 재교육과 강조 교육 부분을 제시, 다음 학습 수행을 위한 학습 전략 선택 등에 관한 일을 한다(그림 3의 26동작). 다음 학습 계획을 위한 학습 전략 선택은 교육 계획의 수행 결과와 학습자가 임의로 hyperspace를 향해해 나가는 것에 따른다.

정보 에이전트는 이형질의 정보 집합에 접근을 하며, 연관된 정보에 대한 모델을 가지고, 소스 선택, 정보 접근, 충돌 해결, 정보 반환 등의 일을 한다. 교육 DB는 학습자에게 가르치고자 하는 지식으로 구성되어 있다. 지식은 교육할 내용과 학습자에게 주어질 질문과 정답으로 구성되어 있다. 영역 지식은 학습 영역에 관한 텍스트, 이미지, 사운드, 비디오 등의 멀티미디어 데이터로 구성되어 있으며, 각각 하이퍼텍스트의 노드와 링크로 구성된다. 영역 지식은 DB 서버에 멀티미디어 데이터 형태로 NT Oracle7.3에 의하여 저장된다. 이 에이전트도 서버에 위치시킨다.

강사 에이전트와 인터페이스 에이전트는 각각 애플릿으로 구현되고, 계획 에이전트, 학습자 관리 에이전트, 정보 에이전트, 조정 에이전트는 서버 클래스로 구현된다. 실제 클라이언트는 서버 객체를 사용하기 위해 서버 객체에 대한 메소드를 호출한다. 즉, 클라이언트는 서버 상에 있는 메소드를 사용하기 위해 Java 프로그램을 사용하여 통신을 하게 된다.

3.2.2 DELFOM External

DELFO External은 인터페이스 에이전트와 학습자 모델로 구성되며 학습 영역 변경 시 수정해야 하는 부분이다.

인터페이스 에이전트는 사용자의 요구를 받고 결과를 되돌려 주는 방식으로 사용자와 상호 작용을 하며, 사용자의 작업을 조정하기 위해서 사용자의 기호를 알아서 모델링하여 사용한다. 주요 기능은 우선 해당 정보를 사용자로부터 획득하고, 사용자에게 결과와 설명을 포함한 관련 정보를 제공하며, 필요한 경우 풀이 과정 중에 추가 정보를 요구하거나 사용자의 승인을 요구한다. 이 에이전트는 학습 시 가장 먼저 클라이언트로 다운로드 되는 자바 애플릿으로서 학습자 모델의 내용을 가져오거나 저장하기 위해 정보에이전트와 통신하고, 사용자가 계획을 변경할 때 계획에이전트와 통신한다. (그림 3)의 3동작(저장된 학습자 모델 확인)은 새로운 학습자이면 학습자 모델을 새로 작성하고 기존의 학습자이면 저장된 학습자 모델을 불러오는 것을 의미한다.

학습자 모델은 학습자 관리 에이전트의 일부로서 통신상의 효율을 위해서 학습 중에는 클라이언트에 위치시킨다. (그림 3)에서 가장 빈번한 통신이 일어나는 곳이 인터페이스 에이전트와 강사 에이전트, 그리고 학습자 관리 에이전트의 학습자 모델 부분이므로 학습 시 이 부분을 전부 클라이언트에 위치시키고 학습이 끝날 경우 클라이언트의 학습자 모델의 내용이 서버의 학습자 관리 에이전트의 학습자 모델에 복사된다.

3.3 DELFOM을 이용한 학습 시스템의 특성

원격 학습 framework DELFOM은 멀티에이전트에 기반을 두고 있기 때문에 에이전트의 특성을 가지고 있다. 즉, 에이전트는 사용자나 다른 에이전트의 직접적인 지시나 간섭 없이도 스스로 판단하여 행동하며 사용자로 하여금 상위 수준의 목적에 집중하게 하고, 하위의 세부절차는 에이전트가 처리하는 자율성(autonomy)을 가지고 있다. 예를 들어서 학습자를 테스트하는 도중 어려운 문제에 대해서 학습자가 계속해서 정답을 맞추는 경우, 기존의 정적인 학습 시스템은 정해진 규칙에 따라서 계속적인 테스트 과정을 수행하는데 비해서 제안하는 framework를 이용한 학습 시스템은 정해진 순서를 생략하고 전문가 단계로 바로 넘어가는 판단을 할 수 있다. 또한 학습자로부터 반응을 종합하여 학습

도중이라도 스스로 판단해서 다음 단계로 진행 할 수 있다.

다음으로 사회성(social ability)을 들 수 있다. 에이전트가 통신 언어를 통해서 혹은 다른 에이전트의 메소드를 이용해서 사용자 또는 다른 에이전트 시스템들과 통신하는 것을 말하는데, 현재 조정 에이전트에 등록되어 있지 않는 다른 영역의 지식을 요구하는 경우 조정 에이전트가 판단을 해서 다른 영역 조정 에이전트의 도움을 받을 수 있다(그림 3의 15, 16동작). 예를 들어 어학 교육에 관한 학습 시스템의 조정 에이전트가 PC 학습 시스템 조정 에이전트의 도움을 받을 수 있다.

그리고 주도적 능동성(pro-activeness)을 들 수 있다. 이는 시스템이 환경의 변화에 단순히 반응만 하는 것이 아니라 스스로 주도권을 쥐고 목표 지향적인 행위를 하는 것을 말한다. 예를 들어 테스트 도중 학습자의 실수가 지나치게 많을 경우 에이전트가 알아서 반응하여 현재의 학습 모드와 단계를 주도적으로 변경시켜 줄 수 있다.

이와 같이 원격 학습에 지능형 에이전트의 개념을 도입함으로써 에이전트의 강점인 자율성, 사회성, 주도적 능동성 등의 특징을 살릴 수 있을 뿐만 아니라 학습 과정의 상호 작용성의 증대를 가져올 수 있다. 에이전트를 사용함으로써 얻는 이점은 다음과 같다. 우선, 많은 학생을 관리 할 수 있고, 학생의 관심 분야를 직접 지칭할 수 있으며, 여기서는 구현되지 않았지만 정보 여과기(information filter)로서의 효율적인 정보 검색 기능이 있을 수 있으며, 학습자가 관심 분야의 실제 응용프로그램에 접근 가능하다. 이로 인해서 예상되는 결과는 많은 에이전트에 의해 교과목을 단계적으로 학습함으로써 효율적인 교육/학습의 결과를 기대할 수 있다. 또한 가장 중요한 결과로써 각 과목을 관리하고 다루는데 사용된 노력과 비용의 절감을 들 수 있다.

4. DELFOM을 이용한 원격 학습 시스템 구현

4.1 시스템 구성

원격 학습 framework DELFOM의 구현 환경은 다음과 같다.

- 서버 : *Windows NT 4.0*
- 클라이언트 : *Windows 95*

- 웹 서버 : *Internet Information Server 3.0*
- DB 서버 : *Oracle 7.3*
- 브라우저 : *Netscape, Explorer* 등 브라우저
- 개발 소프트웨어
 - *JDK1.1.4 / JaxaX* • *Symantec Visual Cafe*
 - *VisiBroker for Java 3.2* • *VisiChannel for JDBC 1.0*

DELFOM은 n 개의 웹 클라이언트들이 CORBA/Java ORB인 *VisiBroker for Java 3.2*[15]를 통해서 복수의 웹 서버와 DB 서버의 서비스를 받는다. CORBA(*Common Object Request Broker Architecture*)는 *OMG(Object Management Group)*에서 정의한 분산 객체간에 서비스를 제공하거나 획득할 수 있도록 해주는 통신 환경의 표준 사양으로서, 가장 큰 장점은 분산 환경에서 클라이언트/서버간의 인터페이스만 정의되면 서비스 요구나 결과 값의 전달이 하부 통신 매카니즘에서 투명하게 이루어진다는 것이다[14, 15, 16]. 이와 같이 CORBA는 네트워크 투명성을 제공하고 있고, Java는 구현 투명성을 제공하는데 현재 이들 두 모델을 접목한 Java ORB가 유용하게 사용되고 있다. 본 연구에서는 이 중에서 Inprise사의 *VisiBroker for Java 3.2*를 이용한다. CORBA는 socket 개념을 상위개념에서 추상화 한 것이므로 기존 DB 서버가 바뀌는 경우, 이들을 담당하는 CORBA 객체에만 변경이 일어나며 클라이언트는 무관하게 된다. 이 시스템은 자바 애플릿을 이용하며 3-tier 클라이언트/서버 구조에 미들웨어 개념을 적용하고 있다. 또한 자바 애플릿은 클라이언트로 다운로드 되어 독자적으로 동작함으로써 CGI가 가진 문제점을 해결하고 있다.

DB 시스템과 웹의 통합 방법으로서 초기 시스템은 대부분 CGI를 사용하였다. 클라이언트는 HTTP 서버를 통해 DB 서버에 접근하고, 결과 역시 HTTP 프로토콜을 사용해 HTML 문서 형식으로 돌려 받게 된다. 이 방법의 단점은 질의를 받고 결과를 보내는데 항상 HTTP 서버가 관여하여 임시 HTML 문서를 작성해야 함으로 질의 처리에 드는 비용과 부담이 크다. 또한 CGI는 세션 관리 기능을 구현하기 어렵게 하기 때문에 사용자가 DB에 접근할 때마다 새로 DB에 login을 수행하게 되어 질의 응답 시간이 길어진다. 브라우저 상에서 동작 가능한 자바 언어를 이용하여 CGI의 이런 단점을 극복할 수 있다. CGI 실행 파일이 웹 서버에 의해 실행되는 반면, 자바 애플릿은 일반 프로그램과 마찬가지로 웹 서버의 도움 없이 동작 가능하기 때

문이다.

원격 데이터베이스를 연결하기 위해서 Inprise사의 *VisiChannel for JDBC 1.0*[18]을 사용한다. 필요한 소프트웨어는 다음과 같다.

- ① *VisiChannel for JDBC Client*
- ② *VisiChannel for JDBC Server*
- ③ ODBC 드라이버 매니저
- ④ *VisiODBC* 드라이버 혹은 다른 ODBC 드라이버
- ⑤ JDBC 프로그램 개발용 Java 개발환경/JDBC 응용 프로그램 실행 Java 실행환경 (예, JDK)
- ⑥ JDBC 애플릿을 실행하기 위한 Java 가능 웹 브라우저

*VisiChannel for JDBC*는 클라이언트의 JDBC 프로그램이 ODBC data source의 데이터를 접근할 수 있도록 해주는 multi-tiered 아키텍처이다. JDBC를 이용하여 데이터베이스 연결 자바 프로그램을 작성할 수 있고 이들을 인터넷과 인트라넷에 분산시킬 수 있다. 기존의 ODBC 드라이버를 이용함으로써 JDBC 응용 프로그램이나 애플릿이 컴퓨터 네트워크 상에 산재해 있는 ODBC data source의 데이터를 접근할 수 있게 된다.

JDBC(*Java Database Connectivity*)는 데이터베이스 및 플랫폼 독립 표준 API를 정의하여 자바 프로그램에서 인터넷/인트라넷 상의 데이터베이스를 접근할 수 있도록 하고 있다. JDBC는 *JavaSoft*에 의해서 정의되었고 *X/Open standards for SQL*에 바탕을 두고 있다. JDBC 모델에서 자바 프로그램은 JDBC 클래스를 사용하여 데이터베이스와 교신하는 JDBC 드라이버를 적재한다. JDBC는 어떤 SQL 스트링이라도 DBMS에 전달되어 실행되도록 한다.

ODBC(*Open Database Connectivity*)는 데이터베이스에 저장된 데이터를 접근하는 데이터베이스 독립 표준 API이다. ODBC 표준은 MS와 *X/Open's SQL Access Group*에 기반을 두고 있다.

*VisiChannel for JDBC Client*는 JDBC 응용 프로그램과 애플릿이 서버에 구축되어 있는 ODBC 드라이버의 특성을 사용할 수 있게 해준다. *VisiChannel for JDBC Client*는 Java 클래스들로 구성되어 있는데 이 클래스들은 서버로부터 필요시 자동으로 다운로드 되든지 혹은 클라이언트에 따로 구축될 수 있다.

*VisiChannel for JDBC Server*는 *VisiChannel for JDBC*

아키텍처의 핵심이다. VisiChannel for JDBC Server는 ODBC 드라이버 매니저를 통하여 data source에 접속한다. 서버측의 ODBC 드라이버는 DBMS에 직접 연결된다.

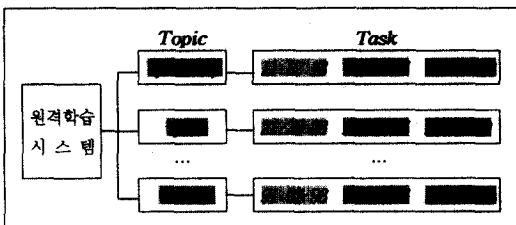
ODBC Driver Manager는 ODBC API를 구현하고 있고 필요한 정보(data source 혹은 드라이버 리스트)를 제공하고 있으며, 필요시 ODBC 드라이버를 동적으로 적재한다.

4.2 제안된 framework를 이용한 학습 시스템 구성

원격 학습 framework DELFOM을 어학 학습과 PC 학습 분야에 적용한 결과를 제시한다.

4.2.1 어학 학습 시스템

DELFOM을 어학 학습에 적용하기 위하여 영역 지식을 구성하고 이를 이용하여 DELFOM External의 인터페이스 에이전트와 학습자 관리 에이전트의 학습자 모델(Student Model)을 영역에 맞게 재구성한다. 재구성된 영역지식은 (그림 5)와 같다. 영역 지식은 시사영어사의 *New Technology English*[19]를 기본으로 정해서 내용을 주제(Topic)별로 분류하여 학습자에게 상황에 따라 학습을 하도록 한다. 학습내용은 자기소개(yourself), 직업(job)등의 일상생활에서 일어나는 간단한 회화를 선정하여 구성한다.



(그림 5) 어학 학습 시스템의 영역 지식

<student name>	Hong, Ki-Dong
<current level>	초급
<learning plan>	학습자의 교육 계획 [SGI]
<target plan>	현재까지 교육받은 task의 [TO, and, sound, 화자]
<current topic>	yourself
<current task>	Task11
<test result>	[WTG, WTrs(i), DTG, DTTrs(i), LTrG, LTrTrs(i), VTrG, VTrTrs(i)]
<final result>	[RG, RTrs(i)]

(그림 6) 학습자 관리 에이전트의 학습자 모델

(그림 6)은 재구성된 학습자 관리 에이전트의 학습자 모델의 내용을 나타내고 있다. 한 학습자가 Topic <yourself>에서 Task11을 학습하고 있는 상황에서 학습자 관리 에이전트의 학습자모델에 나타난 정보를 보여 주고 있다. 학습자모델의 정보는 교육/진단 규칙이 연결되어 학습자가 학습 시 발생하는 모든 일을 관리하는 바탕이 되는 지식이다.

클라이언트의 애플릿을 통해 다운 로드 받은 HTML 속의 애플릿은 학습자 인터페이스를 구성하며, 학습자는 이 인터페이스를 통해 등록이나 영어 회화에 관한 학습과 테스트를 실시하게 된다. 등록, 학습 화면은 하나의 애플릿으로 구성된다. (그림 7)은 인터페이스 에이전트의 학습 화면을 나타내고 있다.

(그림 7) 인터페이스 에이전트의 학습 화면

하나의 애플릿은 하나의 HTML 문서에만 포함되며, 학습 과정에서의 각 단계의 전환은 웹 페이지 전환으로 이루어진다. 인터페이스의 디자인은 Visual Cafe로 하였다. 컴포넌트들은 최소 단위의 Java Bean이며 서로의 결합도 가능하다. 멀티미디어 데이터의 구동을 위해서 Sun, SGI, Intel이 공동으로 제공하는 API인 JavaX를 사용하였다.

4.2.2 PC 학습시스템

DELFOM을 PC 학습에 적용하기 위해서도 어학 학습 시스템을 구성 할 때와 유사하게 영역 지식을 구성하고 이를 이용하여 DELFOM External의 인터페이스 에이전트와 학습자 관리 에이전트의 학습자 모델(Student Model)을 영역에 맞게 재구성한다. 재구성된 영역지식의 구조는 (그림 5)와 유사하고 내용만 PC 학습에 관한 것으로 채워진다. 학습자 모델도 (그림 6)과

유사한데 일부 슬롯에서 차이가 난다.

(그림 8) 조정 에이전트와의 연결 화면

학습자가 자신의 이름과 비밀번호를 입력한 후 OK 버튼을 누르면 PC 학습 시스템에 연결된다. 조정 에이전트와의 연결버튼을 누르면 조정 에이전트와 현재 연결된 에이전트의 이름과 기능을 보여준다. 여기서는 수동으로 연결되지만 필요시 자율적으로 연결될 수 있다. (그림 8)은 현재 연결된 에이전트 중 학습자 관리 에이전트의 기능을 문의하는 화면이다. 계획 변경 버튼을 누르면 계획 변경 창이 나타나게 된다. 해당 장의 미리보기 버튼을 누르면 그 장에 대한 간략한 설명과 해당 장에 속해 있는 task들에 대한 간략한 설명을 보여준다. 이런 미리보기 버튼을 이용해 학습자가 교육받고자 하는 내용을 선택하는데 도움을 준다. 학습자는 자신이 교육받고 싶은 장을 강의 선택 버튼을 이용해 선택을 할 수 있는데, 이 때 계획은 선택된 강의 순서대로 변경된다. 그리고 현재 계획표를 두어 원래의 계획과 학습자가 변경한 계획을 같이 보여줌으로써 학습자가 알기 쉽도록 한다. 이렇게 학습자에 의해 변경된 계획은 해당 학습자의 학습자 모델에 저장된다.

(그림 9) 강의 에이전트의 화면

강의 시작 버튼을 누르면 강의 애플릿이 나타나게 된다. (그림 9)는 task 중에서 텍스트와 이와 관련된 이미지를 보여주는 강의 에이전트의 화면이다.

4.3 구현 결과 및 고찰

본 논문에서 제시하는 DELFOM 기반 원격 학습 시스템은 시스템을 에이전트로 구현하여 에이전트의 특성인 자율성, 사회성, 주도적 능동성 등의 특성을 살리고, 멀티에이전트 개념을 도입하여 하나의 에이전트로 해결하지 못하는 복잡한 문제를 여러 에이전트간의 통신을 통해 해결할 수 있도록 하였다. 또한 framework 개념을 도입하여 강사 에이전트, 학습자 관리 에이전트, 계획 에이전트, 정보 에이전트 등 응용 영역을 변경하는 경우에 별다른 변화가 필요 없는 부분과 새로 작성해 줘야 하는 부분을 구분함으로써 소프트웨어 재사용에 초점을 두었다. 즉 다른 학습 분야에 적용하는 경우 DELFOM External 부분인 인터페이스 에이전트와 학습자 모델 부분만 변경함으로써 새로운 학습 시스템이 구성될 수 있도록 하였으며, DELFOM Internal 부분의 변경은 최소로 하였다.

본 논문에서 구현한 시스템은 웹 환경의 m 서버에서 n의 학습자를 대상으로 하는 것을 목적으로 설계되었다. 그러나 웹 서버, VisiBroker for Java등의 소프트웨어가 원하는 동시 user의 제한이 있어서 본 시스템의 웹 서버로 사용된 Windows NT 4.0의 IIS 3.0 동시 사용자 수가 5명이 되었다. 따라서 DELFOM 기반 원격 학습 시스템의 테스트는 5대의 클라이언트에서 동시 접속하여 실행하였다. 그 결과 하나의 클라이언트에서 접속하였을 경우와 속도면이나 서비스 질 면에서 별 차이 없이 제공되었다. 원래 구현은 2가지 과제로 수행되어 왔지만 지금 하나로 통합하는 작업을 수행하고 있고 DELFOM Internal 부분을 API화하는 작업을 수행할 예정이다.

기존의 클라이언트/서버 구조에서의 클라이언트에 대한 제약과 웹 기반에서의 CGI 방법에서 발생했던 세션 관리나 질의 처리 등의 문제, 그리고 2-tier 구조에서 발생했었던 무거운 애플릿으로 인한 다운로드 시간의 증가 등의 문제점은 CORBA를 이용해 웹 기반의 시스템을 구축함으로써 해결 할 수가 있었다.

멀티 에이전트 시스템에서의 응용 에이전트는 조정 에이전트와만 연결되므로, 조정 에이전트로 상당한 통신 부담이 가게 된다. 본 논문에서의 조정 에이전트는

평상시에는 통신에 관여하지 않고, 응용 에이전트로부터 요청이 들어왔을 때만 통신에 관여하게 함으로써 조정 에이전트의 통신 부담을 줄였다.

5. 결론 및 향후 연구 방향

본 논문에서는 지능형 원격 학습 시스템을 개발할 수 있는 원격 학습 framework DELFOM을 설계, 구현하였고, 실험적으로 어학과 PC 학습 영역에 적용한 멀티에이전트 기반 원격 학습 시스템을 개발하였다. 시스템을 구축하기 위하여 각각의 요소를 지능형 에이전트로 만들어 에이전트들 사이의 공통된 문제를 해결하기 위한 계획을 수립하고, 작업을 분할하며, 수행된 작업을 통합하는 멀티에이전트 기술을 이용하고 있다. 또한 제안된 시스템은 학습자 모델에 의한 학습자의 성취도 분석에 따라서 반복 교육, 재교육, 유사 교육의 생략 등 다양한 교육 계획을 동적으로 제시함으로써 기존의 원격교육 시스템이 가지는 정적인 특성 즉, 영역 지식의 연관 관계를 정적으로 정해 두고 학습하는 방법에 비해서 지능형 멀티에이전트 기술을 도입함으로써 학습자의 학습과정에서 동적인 학습이 가능하도록 하였다.

또한 제안하는 시스템은 framework 개념을 도입하여 강사 에이전트, 학습자 관리 에이전트, 계획 에이전트, 정보 에이전트 등 응용 영역을 변경하는 경우에 별다른 변화가 필요 없는 부분과 새로 작성해 줘야 하는 부분을 구분함으로써 소프트웨어 재사용에 초점을 두었다. 즉 다른 학습 분야에 적용하는 경우 External 부분인 인터페이스 에이전트와 학습자 모델 부분만 변경함으로써 새로운 학습 시스템이 구성될 수 있도록 하였으며, Internal 부분의 변경은 최소화 하였다.

기존의 클라이언트/서버 기반의 원격 학습 시스템에서 발행한 문제는 DELFOM이 웹 환경을 기반으로 하므로 해결할 수가 있었고, CGI나 2-tier 구조의 문제점 역시 데이터베이스에 접근하는 CORBA 객체를 돕으로써 해결할 수가 있었다. Java의 이식성을 지원함으로써 학습자들의 학습 환경에서 웹 브라우저 만으로 서버에 접속해 학습을 할 수 있다는 것과, 원격 학습 시스템의 모듈을 구현함에 있어서도 서버의 구현 객체로 작성함으로써 클래스들 간의 상속 관계를 IDL을 통해 나타낼 수 있으므로, 객체 지향 시스템의 장점을 살릴 수 있었다. CORBA의 특징상 클라이언트가 서버

에 투명성을 유지할 수 있으므로 확장 시에 서버 측의 변화에 독립적이고, 데이터베이스 접근에서도 접근 함수를 CORBA 객체로 구현하고 CORBA를 지원하는 VisiChannel for JDBC를 사용함으로써 네트워크 상에 산재해 있는 데이터베이스 접근을 쉽게 하고 확장 시에도 클라이언트와 서버가 독립적이므로 편리하게 하였다.

그러나 객체를 바인딩 하는 시간이 길고, 멀티미디어 데이터를 구동 시에 소스 파일을 로딩하는 시간이 다소 길었다. 또한 클라이언트는 단지 웹 브라우저 만으로 서비스를 받을 수 있어야 가장 좋은 것이지만, DELFOM 기반 원격 학습 시스템은 클라이언트에 Java나 CORBA 클라이언트의 실행을 위한 환경을 갖추어야한다 것 등의 단점이 있다.

시스템 구현 환경으로는 서버의 운영 체제로 Windows NT 4.0을 웹 서버로 IIS 3.0, 데이터베이스 서버로 NT Oracle 7.3, CORBA 제품으로 VisiBroker for Java 3.2, 데이터베이스 연결을 위한 아키텍처로 VisiChannel for JDBC 1.0, 웹 브라우저로 Explorer 4.01, 그리고 Java 개발 도구로서 JDK1.1.4를 사용하며 멀티미디어 구동을 위해 JavaX를 사용하였다.

현재 수행중인 통합 작업이 끝나면 DELFOM Internal 부분의 API화 작업을 수행할 예정이며, 향후 연구 방향은 k 강의 서버, m 멀티미디어 서버, n 클라이언트가 참여하여 교사의 강의를 멀티미디어 서버에 저장하여 놓고, 등록된 학습자들이 원하는 시간에 원하는 강의를 비디오를 통하여 학습하는 VOD 시스템으로 확장하고 질의 응답은 화상회의나 e-mail 등을 이용하게 하며, 전자 칠판 기능을 추가함으로써 가상교실 개념으로 확장하는 것이다.

참고 문헌

- [1] C. D. Daniel, et al., "HCID: An Experience in Collaborative Work and Distance Education," *Proc. of ED-Telecom 96*, Boston, Mass., USA, June 1996, pp.56-61.
- [2] F.A. Tobagi, "Distance Learning with Digital Video," *IEEE Multimedia*, Spring 1995, pp.90-93.
- [3] "Video Conferencing and Distance Learning," available from <http://ipl.rpi.edu/research/confer->

- encing.html*.
- [4] A. Watson, "Assessing the Usability and Effectiveness of a Remote Language Teaching System," *Proc. of ED-Media 96*, Boston, Mass., USA, June 1996, pp.685-690.
- [5] G. Cornell and C. S. Horstmann, *Core Java*, 2nd Edition, Sun Soft Press, 1997.
- [6] G. Kearsley, *Artificial Intelligence and Instruction : Application and Method*, Addison Wesley, Reading, Mass., 1987.
- [7] D. Sleeman and J. S. Brown, *Intelligent Tutoring System(Eds)*, Academic Press, New York, N.Y. 1982.
- [8] B. Woolf and D. D. McDonald, "Building a Computer Tutor : Design Issues," *IEEE COMPUTER*, Vol.17, No.9, 1984, pp.61-73.
- [9] R. M. Cury et al., "An Internet-based Distance Teaching System Using Intelligent Agents," available from <http://janus.inf.ufsc.br:1082/users/m/marta/page2.htm>.
- [10] M. R. Genesereth and S. P. Ketchpel, "Software Agents," *Communications of the ACM*, Vol.37, No.7, 1994, pp.48-53.
- [11] Y. Cengeloglu et al. "A Framework for Dynamic Knowledge Exchange Among Intelligent Agents," *AAAI Symposium Control of the Physical World by Intelligent Agents*, LA, Nov. 1994.
- [12] O. Etzioni and D. Weld, "A Softbot-Based Interface to the Internet," *Communications of the ACM*, Vol.37, No.7, 1994, pp.72-79.
- [13] K. Sycara et al., "Distributed Intelligent Agents," *IEEE EXPERT Intelligent Systems & Their Applications*, Vol.11, No.6, 1996, pp.36-46.
- [14] R. Orfali and D. Harkey, *Client/Server programming with JAVA and CORBA 2nd ed.*, John Wiley&Sons, Inc., 1998.
- [15] VisiBroker for Java 3.2 Programmer's Guide, Visigenic Co., available from <ftp://ftp.visigenic.com/private/vbj/vbj32/vbj32.html>.
- [16] A. Vogel and K. Dubby, *JAVA Programming with CORBA, 2nd Edition*, Wiley Computer Publishing Co., 1998.
- [17] S. Russell, D. Norvig, *Artificial Intelligence : A Modern Approach*, Prentice-hall, NJ, 1995.
- [18] "VisiChannel for JDBC Administrator and Programming Guide Release 1.1," available from <http://www.inprise.com/techpubs/visibriker/vc4jdbc/html/jdbc2.htm>.
- [19] 시사영어사, *New Technology English*, Book 1 - Book 7, 1987.
- [20] 이강건, 이수원, "하이브리드 에이전트", 정보처리학회지, 제4권, 5호, 1997, pp.42-54.
- [21] 이창하, 김일근 외, "학생과 교사의 상호작용을 증가시키기 위한 원격교육 시스템의 설계 및 구현", 정보과학회논문지(C), 제3권, 5호, 1997, pp.541-548.
- [22] 황대준, "사이버 스페이스상의 상호참여형 실시간 원격 교육 시스템에 관한 연구", 정보처리회지, 제4권, 3호, 1997, pp.29-40.
- [23] 이근왕, 오해석 외, "초고속통신망에서의 가상대학과 LOD 서비스", 정보처리회지, 제4권, 3호, 1997, pp.41-50.
- [24] 김태영, 김영식, "초고속 통신망에 기반한 원격 교육 시스템 기술", 정보과학회지, 제13권, 6호, 1995, pp.5-22.
- [25] 강성희, 박승수, "멀티 에이전트 기반 지능형 교습 시스템의 설계", '97 가을 학술발표논문집, 제24권, 2호, 한국정보과학회, 1997, pp.47-50.

정 목 록

e-mail : mdchung@dolphin.pknu.ac.kr,

mdchung@cs.iastate.edu

1981년 경북대학교 전자공학과
전산전공(공학사)

1983년 서울대학교 대학원 컴퓨터
공학과(공학석사)

1990년 서울대학교 대학원 컴퓨터공학과(공학박사)

1984년~1985년 금성반도체(주) 연구소 연구원

1985년~1996년 부산외국어대학교 컴퓨터공학과 부교수

1996년~현재 부경대학교 컴퓨터멀티미디어공학부 부교수

1999년~2000년 미국 Iowa State University, Visiting

Professor

관심분야 : Distance Learning, Intelligent Agent, Agent
Mediated Electronic Commerce