

가상 교수자를 이용한 지능형 u-러닝 시스템의 개발

김 용 범^{*} · 정 복 문^{**} · 김 영 식^{***}

요 약

u-러닝(u-learning) 체제의 도입은, 원격교육을 지원하는 다양한 형태의 u-러닝 시스템 및 모형을 요구하며, 이에 따라 네트워크를 이용한 u-러닝 환경의 원격교육시스템에 대한 연구가 지속적으로 진행되어왔다. 하지만, 현재 운영되고 있는 대부분의 원격교육시스템은 교수자와 학습자간의 지속적인 쌍방향 상호작용 유지의 어려움, 시스템 구축을 위한 경제적 부담, 시스템 운영에 투입되는 교수자의 기술적 소양 부족 등 여러 문제점을 안고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서는, 교사의 접속 여부와 무관한 지속적인 학습 활동의 유지, 시스템 구축의 경제성 및 사용상의 편리성에 대한 고려가 선행되어야 한다.

이에 본 연구에서는, 이동성과 내재성 등의 u-러닝 개념을 포함하고, 가상 교수자(cyber tutor)의 결합에 의해 실제 교수자의 접속 상태와는 독립적으로 지속적인 교수-학습 과정을 지원하며, 사용자의 기술적, 경제적 부담의 제거가 가능한 지능형 u-러닝시스템을 개발하고, 그 적용 가능성을 검증하였다.

키워드 : 지능형교수시스템, 가상교수자, u-러닝

Development of a Intelligent u-Learning System using Cyber Tutor

Yongbeom Kim^{*} · Bokmoon Jung^{**} · Yungsik Kim^{***}

ABSTRACT

A arrival of u-learning paradigm requires many u-learning system and model that is varied and support to distance education, Accordingly, the distance education system in u-learning environment has attracted a fair amount of critical attention. However there remain many questions, as yet unresolved, such as it is difficult to maintain interaction between tutor and learner, the construction of system is a great expense to them, a tutor, who manages the system, lacks technologic background, in most current distance education system. To solve these problem, some preliminary observations have to be made first: to keep learning process in situation that it is unconnected with tutor, to construct the system economically, and to make to be easy-to-use.

Therefore, in this paper, we develop the 'Intelligent U-Learning System using Cyber Tutor', which includes the conception of u-learning such as mobility, immanency, supports to keep learning without real tutor by cyber tutor, and removes technological and economical costs, verify the validity.

Key Words : Intelligent Tutoring System, Cyber Tutor, u-Learning

1. 서 론

사회 체제의 발전으로 인한 교육 패러다임 변화, 특히 교육 현장에서의 u-러닝(u-learning) 체제 도입은, 다양한 형태의 원격교육을 지원하기 위한 시스템 및 교수 모형을 요구하였고, 이에 따라 유무선 인터넷을 이용한 u-러닝 환경의 원격교육시스템에 대한 연구가 지속적으로 진행되어왔다[10][16].

하지만, 현재 운영되는 대부분의 원격교육시스템은 교수자와 학습자간의 지속적인 쌍방향 상호작용 유지의 어려움,

시스템 구축을 위한 경제적 부담, 시스템 운영에 투입되는 교수자의 기술적 소양 부족 등으로 인해 학교 현장에 직접적으로 적용되기에는 여러 가지 문제점을 안고 있다[1][5].

이러한 문제점을 해결하기 위해서는 다음 항목에 대한 재고가 필요하다.

첫째, 효율적인 쌍방향 상호작용을 위해서는 학습자 행동에 대한 지속적인 모니터링 및 피드백이 필수적이고, 이는 학습 상황에서 교수자의 상시 접속 상태 유지를 전제로 한다. 하지만, 사이버 환경에서 모든 학습자의 학습 과정에 교수가 관여한다는 것은 불가능하기 때문에, 교수자의 접속이 보장되지 않는 상황에서도, 교수자 접속 상태와 유사한 학습 환경을 학습자에게 지속적으로 제공하여 학습의 분절 현상을 제거할 방안이 모색되어야 한다[22].

^{*}준회원 : 충남 금산여자고등학교 교사
^{**}정회원 : 한국교원대학교 컴퓨터교육과 박사과정
^{***}정회원 : 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수
 논문접수 : 2007년 1월 19일, 심사완료 : 2007년 4월 27일

둘째, 구현될 시스템은 경제성과 재사용성 측면이 고려되어야 하고, 구축되어 있는 학교 현장의 인프라를 적극 활용하는 u-러닝 개념의 학습 환경이 필요하다. 이는 교육 당국에 의한 e-러닝과 u-러닝의 병행 수용과도 맥락을 같이 하며, 교육현장의 구축된 인프라 수준과 u-러닝의 기술적 수준과의 격차에 기인한다. 이러한 어려움을 해소하기 위해 각 학습 환경의 대표적 구성인 유무선 인터넷의 공통 특징을 포함하며, 장치 독립적인 개념을 적용하는 시스템의 설계가 요구된다[11][25].

셋째, 시스템의 직접적인 운영 주체인 일선 교사들의 기술적 소양을 고려할 때, 시스템 구축 및 사용상의 편리성, 학습 진행을 위한 보조적 지원 장치 등이 충분히 전제되어야 한다.

이에 본 연구에서는, 학습 시스템 및 학습자의 자유로운 이동, 지능화된 학습 과정 등의 u-러닝 개념을 포함하고[7], 지능형 가상 교수자에 적용을 통하여 교수자의 참여 여부와 무관한 통합적 학습 개념을 도입하며, 사용자의 기술적, 경제적 부담을 제거한 지능형 u-러닝 시스템을 개발하고, 그 적용 가능성을 검증하였다.

본 연구에 의해 개발된 시스템은 기존의 네트워크 인프라와 u-러닝의 개념을 통합하는 이동성 네트워크 구조, 이동 및 자기 학습이 용이한 인지(cognition) 객체, 학습자 반응에 대한 자동화된 피드백을 제공하는 지능형 가상 교수자로 구성되었다.

2. 선행 연구

2.1 e-러닝 수준에서의 u-러닝의 도입

u-러닝은, 유비쿼터스 학습 환경을 기반으로 시공간적, 또는 환경적 제약에 구애받지 않고 일상생활 속에서 원하는 학습을 할 수 있는 교육 형태를 말하며, 학습 자원 및 능력의 영구적 관리, 시스템의 편리한 사용 및 접근, 시스템과 학습간의 지능적인 상호작용 등을 그 특성으로 가진다[8].

이러한 u-러닝을 지원하기 위해서 이동전화, PDA, 타블릿 PC, 무선 연결 탐지기, 블루투스(Bluetooth), RFID 태그 등 다양한 기술 지향적 기기가 사용되어진다[10]. 이에 따라 u-러닝에서의 학습자는, u-러닝 기기와 지능화된 학습 지원 장치를 통하여 주위의 사물과 환경에 내재된 학습 정보에 자유로이 접근하고, 자신의 속도에 맞게 학습을 진행할 수 있으며, 환경으로부터 자신에게 적절한 서비스를 제공받을 수 있다[25].

하지만, 현 교육 현장에 구축된 인프라와 u-러닝의 개념적 정의를 만족하는 기술적 수준 사이에는 상당한 격차가 존재한다[10].

이러한 맥락에서 정부는 e-러닝 체제의 수용 환경 속에서의 u-Korea 전략을 제시하였는데, 이는 u-러닝을, 기존의 e-러닝과의 분리나 대체의 개념이 아닌, 확장적 의미로 취급함으로써, e-러닝을 기초로 하여, 유비쿼터스 기술과 개념의 지속적인 도입, 개별화된 지능적인 학습 환경의 구축 등

두 학습 환경의 통합에 대한 이론적 근거를 제공한다[11][25].

한편, 향후 교육 당국의 투자에 의해 학습 환경이 점진적으로 변화할 것이라는 가정을 전제한다면, 학습 환경의 변화에 능동적으로 적용하고, 교수-학습 과정에 투입되는 매체에 독립적인 학습 환경을 제공하는, 즉 e-러닝과 u-러닝 환경에 공통적으로 적용 가능한 요소를 추출하여 현재의 e-러닝의 기술적 수준과 u-러닝의 개념적 정의를 통합한 학습 환경에 대한 연구는 충분한 가치를 갖는다고 할 수 있다.

따라서 연구되어야 할 학습 환경은 네트워크 구조의 변형, 즉 현재 구축된 현장의 인프라를 기반으로 시스템과 학습자의 이동을 허용하는 네트워크 구조에 대한 설계가 그 출발점이 되어야 하며, 이 때, 시스템 구성요소들은 이러한 구조를 만족하도록 충분히 경량화, 지능화되어야 한다.

2.2 LCS(Learning Companion System)

CAI(Computer-Assisted Instruction)의 발전적 형태인 ITS(Intelligence Tutoring System)는, 인간교사와 학습자 사이에서 실제로 일어나는 상호작용을 모방한 교수-학습 활동이 이루어지도록 하기 위해, CAI의 기본 개념과 인공지능 프로그래밍 기법을 이용하여 학습자의 정보처리 과정을 최적화시키기 위한 프로그램으로, 학습자들에게 비교적 자유로운 반응을 허용하며, 교수를 학습자 특성에 맞게 적응시킨다[12][18].

일반적으로 ITS는, 지식베이스와 추론 기능을 수행하는 전문가 모듈, 지식베이스에 있는 내용에 대한 학습자의 현재 지식상태를 평가하는 학습자 모델, 교수에 대한 의사결정을 수행하는 교수 모듈, 학습자와 컴퓨터 교사간의 쌍방향 의사소통을 위한 수단인 인터페이스 모듈을 기본적인 구성요소로 가지며, 이들 각 모듈의 개별적 기능 및 유기적 상호작용을 통해 교수-학습을 진행한다[13][24][27].

이 ITS에서의 최근 주요 연구 방향이 ITS와 원격교육, 그리고 협력학습의 결합적 형태인 LCS에 대한 연구이며, 이는 원격교육에서의 학습자 고립감 해소를 위해 충분한 연구 가치를 가진다고 인정하고 있다.

LCS는 교수 모듈과 학습자 모델 이외에 LC(Learning Companion)라는 에이전트가 결합된 ITS의 변형으로, LC가 학습자의 학습 과정에 관여하여 학습자와 상호 대화하며, 협력과 경쟁의 역할을 수행한다[14].

LCS는 'Integration-Kid'에 의하여 최초로 구현되었으며, 그 연구주체는 LC의 역할, LC가 소유하는 전문지식, 기계학습과 시뮬레이션의 적용, 학습자와 LC간의 대화 방식, ITS의 교수모듈과 LC간의 역학관계 등 LC에 대한 개념적 수준을 포함하여, 실제 교수-학습 상황을 모방한 지능형 시스템의 구축에 이르기까지 다양하다[14][19].

초기의 LCS는, 전통적인 ITS와 학습 보조 역할을 하는 단수의 LC가 결합되는 형태였으나, 최근에 이르러서는 다양한 기능을 하는 여러 개의 LC를 결합하는 형태로 변화하고 있다. 이러한 사례로, LECOBA는 이진 부울 대수를 대

상 지식으로, 다른 기능을 하는 세 개의 에이전트(a tutor, a LC, a student)를 가지는 형태를 취하며, LeCo-EAD는 조금 더 다양한 기능(a collaborator, a learner, a trouble maker)을 갖는 복수 개의 LC를 소유한다. 이 때 결합되는 LC는 해당 LCS의 구성 및 지식공학자의 의도, 학습자의 학습 과정 등에 따라 적절한 역할을 선택적으로 수행하고, 각각의 LC는 자신의 역할에 따라 서로 다른 교수 전략 및 발문 기법 등을 소유하게 된다[22]. 이러한 기존의 LC 개념은 상이한 역할의 수행을 전제하기 때문에, 동일한 역할을 수행하는 여러 개의 LC (예를 들어 여러 개의 학습자)를 결합하고자 하는 경우에는 설계 및 개발에 부담으로 작용하여 실제적인 시스템의 구축을 어렵게 만들고 있다. 따라서 이러한 문제점을 해소하기 위해 동일한 전략으로도 여러 개의 LC를 쉽게 구축할 수 있는 방안에 대한 연구는 필요하다.

2.3 학습자 인지구조 객체

지식의 표상은 지식의 정의에 의존한다. 교수내용지식의 표현을 목적으로 하는 X-Neuronet[3]에서의 지식은, 노드간의 연결망 구조, 수리적 계산에 의한 연결 상태의 활성으로 인지상태를 표현하는 연결주의적 관점에서 출발한다. 이에 신경논리망의 논리적 추론과 가중치의 변화 가능성[15], 그리고 인지구조가 위상(topology)적으로 동일하다[9]는 명제를 근거로 하여, 노드와 연결, 그리고 가중치를 가지는 방향성 결합체로 표현한다.

결합체에 존재하는 가변적 수량은 노드 자체 신뢰도를 의미하는 노드값과 노드 사이의 연결 가중치이며, 이들 변량은 학습에 의해서 지속적으로 보정되는 가변적 성질을 가진다.

X-Neuronet에서는 산출 규칙을 다음과 같이 정의한다. val_{goal} 을 목표값, x_i 는 val_{goal} 에 직접적 영향을 미치는 노드 값이나 연결가중치라고 하고, 모든 x_i 가 동일한 비중으로 val_{goal} 에 영향을 미친다고 가정하면, val_{goal} 은 $f(x_1, x_2, \dots, x_n)$ 로 표현 가능하며, 이 때 주어지는 $\{x_i\}_{i=1, \dots, n}$ 는 이산확률변수로 취급 가능하다. val_{goal} 의 경향이 1차 적률 μ 에 비례하고, 2차 중심적률 σ 에 반비례하며, 3차 중심적률 γ 의 부호에 영향을 받는다는 것을 고려하면[7], μ 와 해당 복합노드에서의 μ 의 가중비율 w_{tend} 에 따라 val_{goal} 가 결정된다는 것을 추정할 수 있다.

$$w_{tend} = \frac{1}{\mu} \exp(\gamma) \sqrt{\sum_i^n (x_i - \mu)^2 f(x_i)}$$

$$f^*(w_{tend}) = \frac{3}{2} - f_{sigmoid}(w_{tend})$$

$$val_{goal} = f^*(w_{tend})\mu$$

또한 X-Neuronet은 지식에서의 관성율의 적용, 기본 연산자, 전파 규칙, 학습 알고리즘을 제공한다.

학습자 인지구조객체는 X-Neuronet의 객체 지향적 적용에 의해 표현된다[4]. 인지구조객체의 초기 지식은 영역전문

가에 의해 표현된 절차적 네트워크에 의존하며, 단위노드, 각 노드값, 노드간의 연결가중치로 구성된다.

영역 전문가에 의해 표현된 지식에서 각 단위노드와 노드쌍(pair)을 추출하여, 단위노드, 연결된 단위노드 쌍, 할당을 위한 소유자 구별자를 속성으로 가지는 구조체 클래스를 구성한다. 이 구조체 클래스의 속성값을 무의미값(meaningless value)으로 초기화하여 인지구조객체를 생성하며, 이는 필요에 의해 개별 학습자에게 할당된다. 할당된 학습자 객체는 학습자 학습 및 객체의 학습에 의해 노드값과 연결가중치를 보정하여 각각 개별적인 구조 객체로 변형한다.

개별 학습자가 소유하는 학습자 객체는, 해당 학습자와의 지속적인 대화를 통해 자기 학습(self-learning)을 하며, 교수자 객체의 가중치를 모방한다. 또한 학습자는 자신의 학습자 객체와 대화 과정에서 교수자 객체의 가중치에 근거하여 학습이 진행된다. 개별 학습자에게 할당되어 학습된 객체는 노드와 연결구조(위상; topology)는 서로 동일하나, 각 노드가 가지는 노드값과 연결 가중치는 학습의 결과에 따라 상이한 값을 가진다. 즉, 각각의 객체는 소유자에 의존하여 노드값과 연결가중치의 유의미한 차이가 존재하여, 객체의 개별성을 보장한다.

개별 학습자에 의해 임의 수준 이상 학습된 객체는 해당 학습자의 지식 상태를 유의미하게 표현하게 되며, 본 연구에서는 이 학습된 객체를 개별 학습자의 인지구조체로 사용한다.

3. 가상 교수자를 이용한 지능형 u-러닝 시스템

u-러닝을 포함한 네트워크 기반 학습에서의 효율적인 교수-학습은 교수자와 학습자의 실질적인 참여를 전제하나, 현실적으로 이를 상시 보장하기는 어렵다. 이러한 네트워크 기반 학습의 단점을 해소하기 위한 하나의 방안이, 실제 학습 상황을 모방하는 지능형 사이버 교육 시스템이다[6]. 본 연구에 의해 개발된 지능형 가상 교수자는 개별적으로 표현된 학습자 인지구조체를 바탕으로 교수자 및 학습 동료로서의 역할을 지속적으로 수행한다. 또한 최근의 u-러닝 환경을 고려하여 교수자와 학습자의 자유로운 이동을 보장하기 위해 변형된 이동성 네트워크 구조에 통합·적용한다.

3.1 가상 교수자 (Cyber Tutor)

본 연구에서의 가상 교수자는 네트워크를 통한 교수자의 직접적인 교수-학습 과정과 실제 교수자 참여를 요구하지 않는 지능형 학습을 동시에 지원한다.

또한, 실행 엔진과 데이터의 용이한 이동을 보장하기 위해 캡슐화가 가능한 학습자 인지구조의 표현을 전제한다. (그림 1)와 같이 표현된 학습자 인지구조 객체는 학습 내용과 노드값, 연결 가중치 등을 구성요소로 갖는 테이블이며, 개별 학습자에게 할당되는 각각의 객체는 동일한 구조를 가지고, 가변적 성향을 갖는 변량만이 소유자의 학습에 의해 개별적으로 변화한다.

idc_node	class_node	element_node	url_node	arc_node	dest_node	linked_weight
1	사라반	50	0	0	0	0
2	사나운물	50	0	0	0	0
3	물사냥	50	0	0	0	0
4	직사각형	50	0	0	0	0
5	미분	50	0	0	0	0
6	정사각형	50	0	0	0	0
7	4차의 법	50	0	0	0	0
8	4차의 각	50	0	0	0	0
9	4차의 대각선	50	0	0	0	0
10	삼각의 높이	50	0	0	0	0
11	삼각의 면적	50	0	0	0	0
12	삼각의 변	50	0	0	0	0
13	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
14	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
15	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
16	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
17	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
18	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
19	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
20	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
21	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
22	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
23	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
24	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
25	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
26	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
27	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
28	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
29	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
30	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
31	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
32	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
33	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
34	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
35	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
36	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
37	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
38	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
39	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
40	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
41	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
42	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
43	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
44	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
45	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
46	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
47	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
48	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
49	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0
50	삼각의 변의 길이	50	0	0	0	0

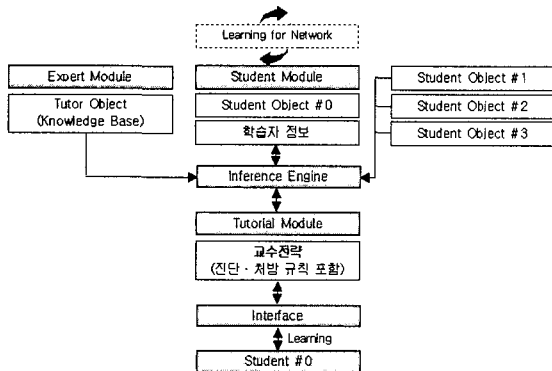
(그림 1) 표현된 하나의 인지구조 객체

일반적으로 학습이, 영역 전문가 지식의 모방, 또는 지식 베이스 영역지식의 모방으로 진행됨과 같이, 본 학습자 인지구조 객체를 이용한 시스템에서의 학습은 교수자 객체의 노드값과 연결가중치의 모방으로 정의할 수 있다.

또한 학습 모방을 위한 객체를 임의의 다른 학습자 객체도 가정할 때, 학습 동료에 의한 도움 학습도 가능하다. 이 LCS적 개념 접근은 해당 학습자의 학습 행위에 적응하여 객체가 적응한다는 것과 다른 학습자의 학습된 인지구조 객체가 학습의 보조자로서 결합으로 구현이 가능하다.

이 때, 가변량의 보정을 위해 X-Neuronet의 산출 규칙을 적용한다[3][4].

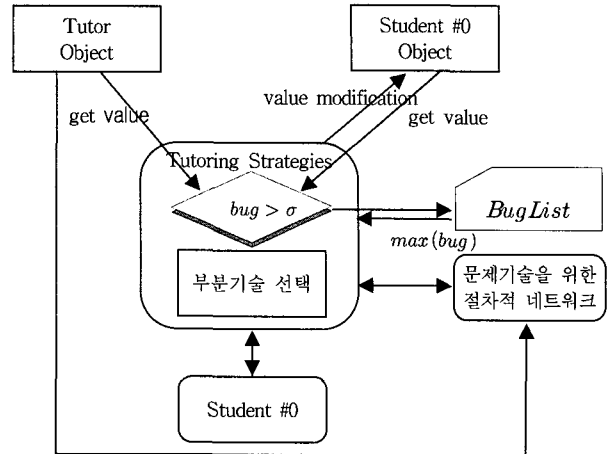
다음 (그림 2)은 일반적인 LCS를 변형한 지능형 가상 교수자의 전체적인 구조이다. 학습자는 자신의 객체(Student Object #0)와 부가적인 학습자 정보를 학습자 모델로, 교수자 객체(Tutor Object)를 지식베이스로 사용하여 학습을 진행한다. 학습의 과정에 학습된 다른 학습자 객체(Student Object #1, #2, ...)를 LC로 사용하며, 이 때, 다른 학습자 객체는 그 자신의 가중치에 의존하여 학습자와 대화를 시도한다.



(그림 2) 인지구조체를 이용한 가상 교수자의 구조

추론 엔진은 발생하는 교수-학습 과정상의 이벤트에 의하여 교수모듈의 요구에 준하는 작업을 하거나, 학습자 객체의 가중치 변화의 근거를 제공한다. 이 때 추론 엔진의 판단 및 선택의 근거는 문제 해결을 위해 교수전략에 의해 발생하는 이벤트, 전문가 모듈, 학습자 모듈, 결합된 다른 학습자 객체가 사용되어진다.

교수모듈은 (그림 3)에서와 같이 학습자의 상태를 파악하기 위하여 교수자 객체와 지속적으로 비교하여 차이점



(그림 3) 시스템에서의 교수전략

($bug(n_i)$)을 생성하고, 그 차이점을 근거로 학습 경로를 선택한다. 또한 학습자와의 대화 과정에서 잘못된 개념과 실수를 인식하고, 적절한 피드백을 제공하고 학습자 객체를 수정한다. 이 교수-학습 과정은 학습자 객체와 교수자 객체 사이에 불일치가 임계치 이하($bug(n_i) < \sigma$)가 될 때까지 반복한다.

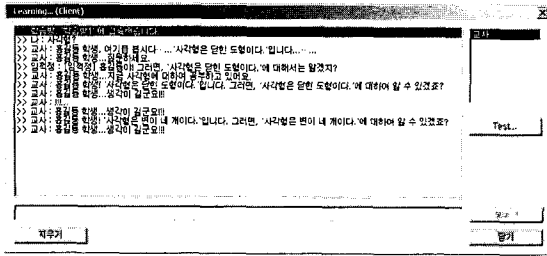
일반적으로 지능형 시스템에서의 인터페이스 모듈은, 일반적으로 자연어 수준을 지향하지만, 개발 및 의미 전달의 비효율성으로 인하여[12], 이의 간편화를 위해 적용 도메인의 특성에 대한 충분한 고려가 전제되어야 한다. 이에 본 연구에서는, 적용 대상 교과인 '수학'의 실제 수업 현장에서 사용되어지는 교수자와 학습자의 대화를 근거로 하여 수학적 언어 수준을 결정하여 이를 해석 수준에서 사용하였다. 따라서 대상 영역에 대한 수학적 언어를 정형화하고, 학습자 반응을 정량화하여 인터페이스의 실질적 부분인 인터프리터의 해석 및 실행의 근거로 사용하였으며, 이는 수학의 학문적 특성에 의해 자연어 수준의 대화보다는 '수학적 언어'에 의한 표현이 더욱 이해와 사용 측면에서 적합하다는 주장에 근거한다[2][26].

본 연구의 인터프리터 모듈은 일반적인 인터프리터의 구조를 따른다. 학습자와 시스템간의 상호작용에 의해 발생하는 대화는 인터프리터에 의해 해석되어 실행에 필요한 데이터를 호출하며, 호출된 데이터를 기반으로 적절한 반응을 실행한다. 여기에서의 실행이란 학습자 반응에 근거한 적절한 발문, 설명 제시 등을 의미한다.

학습 과정시 발생하는 시스템과 학습자간의 상호 대화에 대하여 문자열의 의미 해석만으로 학습자의 반응 및 교수자의 교수 행위 결정을 위한 충분한 근거를 제공하지 못한다.

따라서 임의의 학습 행위에 대한 해석은 기존의 행위에 의존적이며, 이러한 학습 행위의 흐름, 즉, 학습 과정의 패턴적 적용을 통해 대화의 의미의 신뢰성을 높일 수 있다.

학습 과정에서 발생할 수 있는 시스템과 학습자의 행위의 흐름과 발생한 행위는, Flanders의 수업행동의 양적 분석을 위한 주요 범주를 변형 적용하였다[17].



(그림 4) 학습의 실제

(그림 4)는 실질적인 학습 진행 과정을 제시한 화면으로, '교사'는 실제 교수자나 가상 교수자를, 다른 학습자명은 LC의 역할을 수행하는 결합된 학습자 객체를 의미한다. 따라서 동일한 통신 세션상에서 실제 교수자, 가상 교수자 그리고 가상 학습 동료는 동일한 역할을 수행하여 교수자의 부재시에도 학습의 분절 현상을 방지한다.

3.1 이동성 네트워크 구조와의 통합

u-러닝의 기본 개념을 시스템 및 학습자의 자유로운 이동, 학습의 지능화 등으로 가정할 때, 이들 특성을 충족하기 위한 네트워크 구조는 다음과 같은 요구조건을 만족해야 한다[1][5][12].

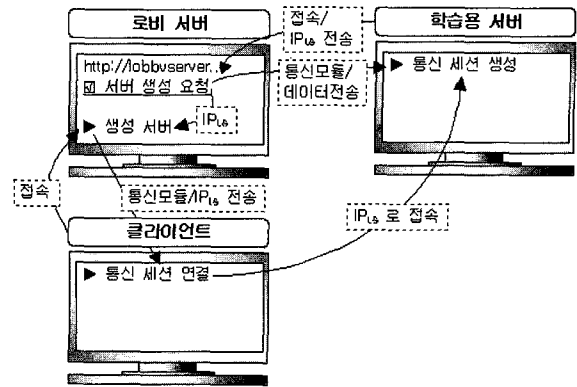
첫째, 클라이언트의 자유로운 이동을 고려한다면 클라이언트는 간소화되어야 한다. 따라서 클라이언트는 데이터의 송수신에 필요한 기본적인 네트워크 모듈만을 소유하며, 실질적인 학습을 위한 시스템은 서버에 이양해야 한다.

둘째, 학습 시스템의 내재 개념을 포함하기 위해, 클라이언트의 이동은 물론, 학습용 서버의 이동도 보장해야 한다.

셋째, 서버의 과중한 부담을 고려하여 고정 서버 경량화에 대한 제고가 필요하다. 일반적으로 복수의 교수자가 동시에 학내망의 동일 서버를 공유하는 경우에 트래픽이 발생하여 원활한 서버의 운용을 저해한다. 따라서 현재 구축된 학교 현장 수준의 서버를 효율적으로 운영하기 위해서는 학교망 서버를 이용하는 다중 서버의 운용 및 기능 분산 방안이 모색되어야 한다.

본 연구에서는 이상의 요구 조건을 고려하여 서버와 클라이언트의 자유로운 이동을 보장하는 (그림 5)과 같은 이동성 네트워크 구조를 모형화하였다.

서버는 학습 접속을 지원하는 로비 서버(lobby server)와 실질적인 학습을 지원하는 학습용 서버(learning server)로 구분한다. 로비 서버는 학습의 실질적 진행을 하기 위한 학습용 서버에 접속하기 위한 대기 영역이자, 초기화 영역이다. 이는 기존의 학교망 서버를 사용하여, 교수자에 의한 고성능의 서버 확보 및 고정 IP 확보에 투입되는 부담을 제거하고, 교수자의 기술적 소양을 고려하여 최소한의 기능만을 로비 서버에 부여한다. 학습용 서버는 교수자의 컴퓨터, 즉 로비 서버를 통하여 학습자가 접속하는 실질적인 서버를 의미한다. 따라서 고정 IP와 컴퓨터의 성능에 제한을 받지 않는 네트워크 연결된 모든 임의의 컴퓨터가 적용 가능하다. 이는 이동성을 위한 u-러닝의 개념에도 부합된다.



(그림 5) 이동성 네트워크 구조

전체적인 시스템의 운영자는 로비 서버에 학습을 위한 실행모듈, 네트워크 모듈, 그리고 학습자 인지구조객체의 데이터베이스를 탑재한다. 탑재된 상태에서, 교수자는 학습용 서버를 생성하기 위해, 그리고 학습자는 생성된 학습용 서버에 접속하기 위해 로비서버에 접속을 시도한다.

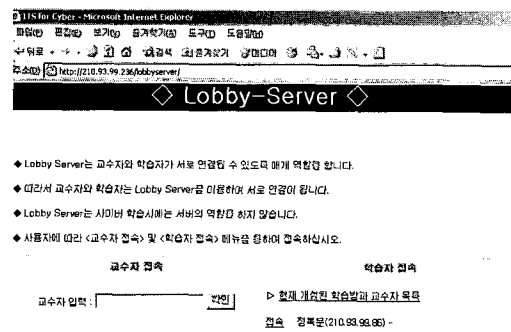
교수자가 로비서버에 접속하여 학습용 서버 개설을 신청하면, 교수자 자신의 컴퓨터 IP를 매개로 하여 학습용 서버가 생성되고, 로비 서버로부터 실질적인 사이버 러닝에 필요한 각종 모듈 및 데이터를 전송받아 자신의 컴퓨터에 탑재한다. 필요에 의해 생성 가능한 학습용 서버의 수는 제한이 없다. 생성된 학습용 서버는 학습자의 접속을 위해 대기 상태를 유지한다.

학습자는 로비 서버에 접속하여 학습용 서버와의 사이버 러닝을 위한 통신모듈을 전송받아 탑재한다. 학습자는 탑재된 통신모듈을 이용하여 이미 생성되어 있는 학습용 서버 중에서 필요한 서버를 선택하여 접속한다.

학습자의 학습용 서버 접속에 의해 실질적인 학습이 진행된다. 네트워크를 통해 학습이 진행되며, 이러한 학습 과정에서 발생하는 반응을 근거로 하여 학습자와 시스템간의 대화를 유지한다.

구축된 로비서버는 (그림 6)와 같다.

교수자의 이름 입력에 의해 학습용 서버가 구동되고, 학습자는 생성된 학습용 서버의 주소와 소유자를 확인하여 접속한다.



(그림 6) 로비서버

4. 적용 및 검증

본 시스템의 적용 가능성과 그 효율성을 검증하기 위해 다음 항목에 대한 검증이 필요하다.

첫째, 본 시스템을 이용한 교수-학습 과정에서 가상 교수가 실제 교수자를 대체하기에 충분한가이고,

둘째, 본 시스템에 의한 학습 방식에 대한 학습자 만족도이다.

이에 본 검증에서는 중학교 2학년 수학교과와 '도형의 성질'단원에서 '평행사변형'을 대상 지식으로 절차적 네트워크를 구성하여 인지구조 객체를 생성하였다.

적용 및 검증을 위한 단계는 다음과 같다.

(단계 1) 교수자를 비롯한 5명의 학습자들에게, 인지구조 객체를 할당하고, 객체의 충분한 개별성을 확보되기에 200회 이상의 학습을 실시한다. 이 때 참여한 학습자는 실험과정에서 배제하며, 이 과정에서 학습된 학습자 객체는 LC로 사용한다.

(단계 2) 본 시스템에서 제공하는 학습 내용과 동일한 내용의 웹 콘텐츠를 확보한다.

(단계 3) 40명의 피험자에게 본 시스템에 의한 학습을 실시하며, 이 학습 과정에서 실제 교수자가 참여하는 네트워크 기반 학습과 가상 교수자에 의한 교수자 비참여 지능형 학습을 병행한다.

(단계 4) 학습자에 의한 가상 교수자와 실제 교수자의 식별 정도를 파악하여 시스템의 대체 가능성 여부를 검증한다.

(단계 5) 제작된 만족도 검사 도구에 의해 학습자 만족도를 점검한다.

4.1 학습자에 의한 가상 교수자와 실제 교수자의 식별 정도

학습 초기에는 실제 교수자에 의한 네트워크 학습을 실시하고, 이 학습 과정에서도 학습자의 반응을 정량화하여 객체의 자기 학습(self-learning)은 지속적으로 진행하였다. 이러한 과정에서 도출된 학습자와의 1분당 학습자 반응의 평균횟수($\mu=6.5$)를 근거로 하여, 학습자 무반응 지속시에 학습 재촉 이벤트를 발생시키도록 시스템 변수를 조정하였다.

일정 시간 동안 실제 교수자에 의해 학습을 실시한 후(유형 I; 자연어 수준의 발문 유형, 유형 II; 수학적 언어 수준의 발문 유형), 학습자에게 예고없이 가상 교수자에 의한 학습을 시작하여 학습자가 가상 교수자를 인식할 때까지의 소요시간은 다음의 <표 1>과 같았다.

일반적으로 실제 학습 현장의 수업 집중도는 수업 시작을 정점으로 점차 감소하여 15분 정도 후에는 현격히 낮아지며, 실제 교수자의 상시적 접촉이 보장되지 않는 사이버 학습에서는 더욱 짧은 주기를 갖는다[21]. 이러한 집중도의 변화는 학업 지속력과 학업 중단에 영향을 미치게 되어, 효율적인 학습이 유지되려면, 수업 집중도를 높일 수 있는 방안이 구안되어야 하고, 이에 가장 효과적인 수업 집중도 유지 방안의 하나로 '학습자 참여 유도', 즉, 지속적인 상호작용의 제

공이 언급되어 진다[6]. 이에 학습자의 집중도가 현저히 떨어지는 시간 수준에서 실제 교수자와 동일한 효과를 나타낸다면 실제 교수자를 대체할 수 있는 가능성은 충분하다고 할 수 있다.

인식을 위한 소요시간은 초기 학습시 교수자의 발문 형식에 따라 의존하였으나, u-러닝 시스템에서의 개념을 고려할 때, 이동 가능한 해석기로서, 가상 교수자의 실제 교수자 대체 가능성은 충분히 확보되었다고 해석할 수 있다.

<표 1> 가상 교수자 인식까지의 소요 시간

소요시간(min.)	00-05	05-10	10-15	15-00	계
유형 I (명/%)	4(10.0)	14(35.0)	2(5.0)	0(0.0)	20(50.0)
유형 II (명/%)	1(2.5)	4(10.0)	13(32.5)	2(5.0)	20(50.0)
	5(12.5)	18(45.0)	15(37.5)	2(5.0)	40(100)

4.2 학습자 만족도

학습자의 학습 경험과 관련된 학습만족도 측정을 위해서 매우 만족(5)에서 매우 불만족(1)의 5단계 Likert 평정 척도에 의한 설문지를 제작 사용하였다. 본 설문지는 교수자료 동기설문지(IMMS: Instructional Materials Motivation Survey)[20]의 문항에서 학습 내용 및 학습 방식에 대한 만족감을 주요 내용으로 추출하여 변형하였다. 설문지의 Chronbach α 계수는 .865로 검사문항에 대하여 비교적 높은 신뢰도를 보였다.

연구 대상은 학습 성취도에 의해 동질성이 확보된 두 집단을 선별한 후, 실험 집단(X_1)은 본 연구에 의해 개발된 Cyber tutor 기반 학습을, 비교 집단(X_2)은 전통적인 웹 기반 학습을 실시하였다.

학습 후의 학습 만족도에 대한 검사 결과, <표 2>에서 제시된 바와 같이, 실험 집단($\bar{X}_1=31.684, \sigma_1=1.335$)이 비교 집단($\bar{X}_2=18.047, \sigma_2=1.130$)에 비해 학습 만족도와 관련하여 상당히 높은 점수를 나타내었으나, 두 집단간의 만족도 차이에 있어서는 유의수준 $\alpha=.05$ 수준에서 통계적으로 유의미한 차이를 보이지는 않았다. ($t=1.648, t_{\alpha=.05}=2.030$)

<표 2> 두 집단의 학습 만족도

	X_1	X_2	Total
n	20	20	40
\bar{X}	31.684	18.047	24.865
σ	1.335	1.130	1.319

그러나, "본 시스템에 의한 학습은 학업 성취에 대한 만족감을 주었다"($t=2.717, t_{\alpha=.05}=2.030$)와 "본 시스템의 학습 환경은 호기심을 유발하였다"($t=2.549, t_{\alpha=.05}=2.030$)의 특정 질문에서는 유의수준 $\alpha=.05$ 수준에서 통계적으로 유의미한 차이를 보였다.

5. 결론 및 제언

본 연구에서는 원격교육에서의 u-러닝 개념의 적용한 이동성과 내재성의 고려, 네트워크를 통한 실제적 교수활동과 가상의 교수활동이 결합되는 지능형 학습의 도입, 사용자의 기술적, 경제적 부담의 제거 등을 목적으로, 교수자의 참여 여부의 독립성을 지원하는 지능형 u-러닝 시스템을 개발하였다.

본 연구에 의해 개발된 시스템은 기존의 네트워크 인프라와 u-러닝의 개념을 통합하는 네트워크 구조, 원격학습을 지원하는 네트워크 기능 모듈, 학습 과정의 해석과 학습자 반응에 대한 피드백을 자동 제공하는 지능형 인터프리터로 구성되었다.

u-러닝 개념을 지향하는 이동성 네트워크 구조는, 학교의 유틸리티를 로비서버로 사용하여 클라이언트뿐 만 아니라, 서버의 이동도 보장하여 학습용 서버의 분산과 서버 구축에 필요한 경제적 부담을 제거하였다.

교수자의 실시간적 참여를 대체한 지능형 인터프리터는, 인터프리터에 의해 해석된 학습과정 및 학습자 반응에 적합한 교수자측 교수 행위, 즉, 질문이나 설명 등을 생성하여 학습자에게 제공하여 실제 교수자의 참여 여부와는 무관하게 쌍방향 상호작용을 지속적으로 유지할 수 있도록 하였다.

본 시스템은 기존의 원격교육시스템에 비해 구조, 장치 및 인터페이스 측면에서 지능화·간소화되었고, 원격교육에 면대면 학습 개념을 근사적으로 접목시킨 교수 모델로서의 충분한 가치를 제공하나, 실제적인 학습 적용과 효과에 있어서의 타당성은 차후 검증이 있어야 하고, 또한, 이에 따른 시스템, 특히 학습자와 직접적인 관련성이 있는 인터페이스 및 대화 문장에 대한 완성도를 높이기 위한 지속적인 보완이 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] 고일석. "인트라넷을 활용한 멀티미디어 학내망 구축 솔루션의 개발". 한국시물레이션학회 논문지 제9권 제4호, pp.59-66, 2000.
- [2] 김선희, 이종희. "중학생의 수학적 언어 수준". 수학교육학연구, 제13권 2호, pp.123-141, 2003.
- [3] 김용범, 오필우, 김영식. "교수내용지식을 위한 하이브리드 지식 표현 기법". 인지과학 16(4), pp.369-386, 2005.
- [4] 김용범, 김영식. "지능형 교육 시스템을 위한 적응적 지식베이스 객체 모형 개발". 한국정보처리학회 논문지 13-B(4), pp.421-428, 2006.
- [5] 남상조. "인터넷 원격교육에서 학습자 관점의 문제점에 관한 연구". 한국콘텐츠학회논문지 제6권 제3호, pp.102-107, 2006.
- [6] 두민영, 김영수. "웹 기반 학습에서 수업에 대한 관련성 향상 메시지가 학습자의 중도 탈락 및 학업 성취도에 미치는 영향". 교육정보방송연구 6(2), 2000.
- [7] 박한식, 이강섭 역. 수리통계학, 교육연구사, pp.90-95, 1984.
- [8] 송재신 외. 용어로 이해하는 교육정보화. 한국교육학술정보원 연구보고 KR 2005-25, 2005.
- [9] 이정모. 연결주의: 이론적 특성과 문제점. 서울: 성원사, p.117, 1996.
- [10] 한국교육학술정보원. 미래교육을 위한 u-러닝 교수 학습 모델 개발. 연구보고 KR 2005-12, 2005.
- [11] 한국교육학술정보원. 차세대 e-러닝 학습 모델 및 개발방법론 연구. 연구보고 KR 2005-34, 2005.
- [12] 한정선, 오정숙 (2003). "가상 현실 학습 환경에서 지능형 학습 체제 구축에 대한 이론적 고찰". 교육과학연구, 34(1), pp.95-123, 2003.
- [13] Anderson, J. R., and Reiser, B.(1985). "The LISP tutor". Byte, 10, pp.159-175, 1985.
- [14] Chan T. W., and Baskin A. B. "Learning Companion Systems", Intelligent Tutoring Systems: At the Crossroads of Artificial Intelligence and Education, Ablex Publishing Corporation, New Jersey, 1990.
- [15] Chia, H. W., C. Tan. "Association based evolution of comprehensive neural logic networks", GECCO 2004, pp.26-30, 2004.
- [16] Chow, D.Y., Chan,T.W., and Lin, C.W.. "Redefining the Learning Companion: The Past, Present, and Future of Educational Agents", Computers & Education40(3), pp.255-269, 2003.
- [17] Flanders, N. A. Analyzing teacher behavior. Reading, MA: Ason-Wesley, 1970.
- [18] Gable, A., and Page, C. V. "The use of artificial intelligence techniques in computer-assisted instruction: An overview". International Journal of Man-Machine Studies, 12, pp.259-282, 1980.
- [19] Jorge Adolfo Ramirez Uresti, and Benedict de Boulay. "Expertise, Motivation and Teaching in Learning Companion Systems". International Journal of Artificial Intelligence in Education, Vol.14. pp.193-21, 2004.
- [20] Keller, M. J.. Motivation by Design. Unpublished Workbook. Tallahassee, FL. Florida State University, 1989.
- [21] McKeachie, W.. Teaching tips: strategies, research, and theory for college and university teachers. Boston, MA: Houghton Mifflin Company, 1999.
- [22] Ogata, H., and Yano, Y.. How Ubiquitous Computing can Support Language Learning, Proc. of KEST (Knowledge Economy and Development of Science and Technology) pp.1-6, 2003.
- [23] Rafael A. Faraco, Marta C. Rosatelli, Fernando A. O. Gauthier. "Adaptivity in a Learning Companion System", Forth IEEE International Conference on advanced Learning Technologies(ICALT'04) pp.151-155, 2004.
- [24] Tennyson, R. D., and Christensen, D. L.. "Educational research and theory perspectives on intelligent computer-assisted instruction". In 11th Annual Proceeding of Selected Research Paper Presentations at the 1989 Annual

Convention of the AECT. pp.615-628, 1989.

- [25] Vicki Jones & Jun H. J.. Ubiquitous learning environment: An adaptive teaching system using ubiquitous technology, 2004.
- [26] Vygotsky, L. S.. Thought & language, Cambridge, M.I.T. Press, 1962.
- [27] Wenger, E.. Artificial intelligence and tutoring systems: Computational approaches to the communication of knowledge. Los Altos, CA: Morgan Kaufmann Pub., 1987.



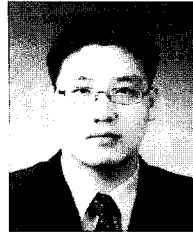
김용범

e-mail : kybhj@hanmail.net
 1989년 한국교원대학교 수학교육과
 교육학사
 2001년 한국교원대학교 컴퓨터교육과
 교육학 석사
 2007년 한국교원대학교 컴퓨터교육과

박사과정 수료

2007년~현재 충남 금산여자고등학교 교사

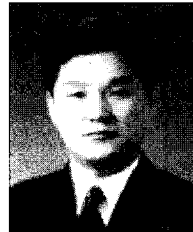
관심분야 : 컴퓨터교육, ITS, 원격교육



정복문

e-mail : jbm0215@empal.com
 2004년 단국대학교 컴퓨터공학과 공학사
 2006년 한국교원대학교 컴퓨터교육과
 교육학 석사
 2006년~현재 한국교원대학교 컴퓨터교
 육과 박사과정

관심분야 : 컴퓨터교육, ITS, 원격교육



김영식

e-mail : kimys@mail.knue.ac.kr
 1982년 서울대학교 전기공학과(공학사)
 1987년 노스캐롤라이나주립대학교 전기
 및 컴퓨터공학과(공학석사)
 1993년 노스캐롤라이나주립대학교 전기
 및 컴퓨터공학과(공학박사)

1993년~1994년 한국전자통신연구소 선임연구원
 1995년~1996년 한국전자통신연구소 위촉연구원
 1996년~1998년 한국전자통신연구원 초빙연구원
 1994년~현재 한국교원대학교 컴퓨터교육과 교수
 관심분야 : ITS, e-learning, 디지털 영상처리, 컴퓨터 구조