

## 초등 과학수업을 위한 캐릭터 기반의 대화형 교수-학습 시스템 설계

정상목\*, 송기상\*\*

# Design of Character-based Conversational Instruction-Learning System Design for Science Education of Elementary School

Sang-Mok Jeong\* Ki-Sang Song\*\*

### 요 약

기존의 초등과학 CAI나 웹기반 학습시스템의 문제점은 교수자의 학습 설계에 따라 획일적인 코스로 구성되어 있고 개인의 학습 특성을 고려하지 않은 채로 설계되었으며 학습도중에 발생하는 학습자의 의견이나 생각을 시스템에 반영 할 수 없어 학습 참여의욕과 학습 동기유발을 떨어뜨려 학습 효율을 높이지 못한다는 점이다. 따라서 학습자 개인의 특성에 맞는 학습 환경을 제공해 주며 학습자의 적극적인 학습참여와 학습 동기유발을 촉진하는 교수-학습 시스템이 필요하다. 본 논문은 캐릭터 교사와 학습자의 대화를 통해 적극적인 학습참여의 기회를 부여하고 지속적인 학습 흥미와 동기유발을 위해 다양한 학습 자료를 제시해 주는 캐릭터 기반의 대화형 교수-학습 시스템을 설계하였다.

### Abstract

The existing CAI or web-based science learning system of elementary school has some disadvantages. For instance, it is composed of uniform courses designed by an instructor without considering the learner's characters, and the learner's opinions or questions raised during learning can not be delivered to the system. This structure has diminished the willingness or the motive of the learner and make an adverse effect on the learning efficiency. In this regards, Instruction-Learning System is needed to provide learning environment pertinent to the learner's individual character and motivate the learner's active attendance and learning. This study is to design a character-based conversational Instruction-Learning System. This may induce the learner's active attendance through the communications between instructor and learner and furnish various learning materials to motivate the learners and attract their consistent interests in learning.

- ▶ Keyword : 초등 과학수업(Elementary Science Education), 컴퓨터 캐릭터(Computer Character), 대화형 교수-학습 시스템( Conversational Instruction-Learning System), LSA(Latent Semantic Analysis)

• 제1저자 : 정상목

• 접수일 : 2005.09.27, 심사완료일 : 2005.11.04

\* 한국교원대학교 컴퓨터 교육과, \*\* 한국교원대학교 컴퓨터 교육과 교수

※이 논문은 2004년도 한국학술진흥재단의 지원에 의하여 연구되었음 (KRF-2004-030-B00060).

## 1. 서론

초등학교 과학과 교육의 목표는 기초적인 과학교육으로서 우리 주위의 자연 현상을 이해하고 설명할 수 있는 여러 개념과 법칙을 발견해 내는 기초소양을 기르는 과목이다(1). 자연현상을 합리적으로 사고하고 이해하기 위해서는 실험이나 관찰, 그리고 끊임없는 피드백을 통하여 잘못된 사고나 오개념을 개선하고 과학적 태도를 함양하는 것이 무엇보다도 중요하다고 볼 수 있다.

초등학교 과학 과목은 과학적 사고력을 신장시키고, 과학하는 태도를 기를 수 있도록 해야 하며, 지적 호기심과 학습 동기를 유발 할 수 있는 질문을 해야 하고, 학년 수준에 맞는 지도를 해야 한다(2). 그러나 공간적·시간적인 문제로 인하여 실험과정을 확인하고 관찰하기 어려운 상황에서는 단순한 지식 전달의 수업에 그치고 있어 실험이나 관찰 과정에서 얻을 수 있는 관찰력, 탐구력, 이해력 등의 학습효과를 기대하기 어렵다(3). 대안으로 과학 실험·실습을 위한 시뮬레이션형 학습 코스웨어(CAI)를 활용할 수 있으나 근본적으로 코스웨어가 안고 있는 획일적인 교수방법과 학습자 개개인의 능력을 고려하지 않은 순차적인 반복 학습형 체제에서는 초등학교 과학 과목에서 요구하는 학습 효과를 기대하기 어렵다. 그러므로 학습과정에서 이루어지는 과학적 태도를 함양하고 학생의 지식수준에 따라 수준별·개별화 교육을 할 수 있는 교수 시스템이 무엇보다도 절실히 필요하다. 본 연구는 이러한 필요성에 따라 ITS(Intelligent Tutoring System)모델을 근거로 교수-학습 시스템을 설계하였다.

ITS는 인공지능의 원리와 기법을 도입한 학습 시스템으로 일반적으로 지식-데이터베이스 모듈(Knowledge-Database Module), 학습자 모듈(Student Module), 교수 전략모듈(Tutor Module), 인터페이스 모듈(Interface Module)로 구성된다(4)(5). ITS의 네 가지 모듈은 상호 유기적으로 연계되어 개인차를 고려한 개별화 학습이 가능하고 학생의 수준에 따라 교수방법 및 교육내용을 적절히 선택할 수 있으므로 수준별 학습이 가능하다(6). 개별화 학습 혹은 수준별 학습을 하기 위해서는 학습도중에 발생하는 학습자의 학습 이해도나 생각, 의견을 파악하는 평가과이 선행되어야

하는데 본 논문에서는 오프라인 학습이나 온라인 학습 후 학습자와 문자 대화를 하여 실시간으로 학습자의 지식수준을 평가할 수 있도록 ITS 모델을 기초로 대화형 교수-학습 시스템을 설계 하였다.

대화 내용을 분석하려면 형태소 분석과 태깅 분석이 있어야 하고 이를 기반으로 구문분석과 화소분석 과정이 있어야 한다. 그러나 단어의 다의 분석이 실제로 아주 어렵고, 이를 인간의 심리적 의미이해 단위로 보기에 난점이 존재한다. 게다가 미세하고 구별된 다의의 의미 각각이 처리 단위가 되는 경우, 절대적인 의미에서 동의, 반의 등의 의미관계를 설정하기가 매우 어렵고, 다국어에 대상으로 할 때 언어간에 의미 대응시키기가 어려울 뿐만 아니라 어휘화 되지 않은 의미가 있어서 다국어 정보검색이나 기계번역 등의 언어처리 시스템을 설계할 때 많은 어려움이 있다(7).

이러한 맥락에서 문장이 가지는 단어 하나하나의 의미를 개념 표상화하고 조직화하는 것보다 각각의 단어가 문장구조에서 어떤 의미로 사용되어 문장의 의미를 파악할 수 있는 LSA(Latent Semantic Analysis)가 그 활용적 가치를 보여주고 있다. LSA는 단어와 단어, 단어와 문장, 문장과 문장 사이의 의미 유사성(meaning similarity) 추정치를 제공하는 실용적인 분석 기법이다. 또한 더 나아가 LSA는 지식의 획득과 사용 기저에 있는 계산적 과정 및 의미와 지식의 표상에 대한 모형이라고 볼 수 있다(8).

사람과 비슷한 감정을 가진 컴퓨터 교사가 있어 인간 교사처럼 말을 하며, 표정을 전달하고 학습자의 말을 이해하며 대화를 한다면 기계의 느낌보다 인간 교사와 함께 있다는 느낌을 가질 수 있어 학습 기대효과는 물론 학습자의 자발적인 참여를 기대할 수 있다. 이러한 역할을 해주는 컴퓨터 교사, 즉 컴퓨터 교사 캐릭터가 필요하다.

이러한 맥락에서 본 논문에서는 초등 과학수업을 위해 인간 교사와 같은 캐릭터가 감정과 표정을 지으며 학습자와 대화를 하고 대화 내용을 실시간으로 분석하여 적절한 피드백을 줄 수 있는 캐릭터 기반의 대화형 교수-학습 시스템을 제안하고자 한다.

적인 연구이므로 인간 교사와 같은 다양한 감정이나 표정을 가진 캐릭터를 교수 시스템에 도입하여 학습자로 하여금 지속적인 관심과 흥미를 유발할 수 있는 교육 시스템이 필요하다.

## II. 관련 연구

### 2.1 선행연구의 문제점

#### 2.1.1 상호 작용에 중심을 둔 초등 과학 코스웨어의 부족

현재까지 컴퓨터를 이용하여 개발되어진 학습용 코스웨어들은 초등 학습자의 시기에서 나타나는 조작적 학습의 의미를 접어두고 다소 시각적이고 텍스트 일변의 학습으로 일관되어 왔다. 또한 현재 초등 과학 학습 코스웨어에서는 학습자의 다양한 상호작용을 요하고 있는데 일변도의 획일적인 구성으로 전개되어 있어 오히려 전통적인 학습매체를 이용하여 학습하였을 때보다 학습효과를 얻지 못하는 경우가 많다. 이에 앞으로의 학습자와의 많은 상호작용에 중심을 둔 교수-학습 시스템이 요구된다.

#### 2.1.2 초등 과학 과목의 교수-학습 시스템의 부재

학습자가 학습에 잘 적응할 수 있는 학습 환경을 만들기 위하여서는 교사의 전문성이 시스템에 반영될 필요가 있다. 즉, 수업의 조직화, 학습 목표와의 통합, 적절한 제시, 연습 문제의 제시 및 활동의 평가 능력에 따라 적응적으로 자료를 제시하고 피드백을 제공하며 조언을 줄 수 있도록 하여야 한다. 이 때문에 비록 많은 연구의 진전이 이루어지기는 했지만 인간의 의사소통에 대한 이해와 이를 컴퓨터화 하는 것의 어려움으로 인하여 아직도 많은 부분이 연구되어 있지 못하다.

### 2.2 컴퓨터 캐릭터의 표정

학습자에게 능동적으로 반응하면서 인간 교사와 같은 캐릭터 교사에 대한 실용적인 요구가 증가하고 ITS와 관련된 기술이 발전함에 따라 이와 관련된 연구가 많이 진행되고 있다. 김찬용의 연구에서는 컴퓨터 캐릭터의 중요성을 강조하여 컴퓨터 통신에 컴퓨터 캐릭터를 접목한 얼굴표정 생성에 대한 연구를 하였는데 이는 사용자의 현재 상황과 행위에 따라 캐릭터의 감정을 생성하고 표현할 수 있는 컴퓨터 캐릭터이다(9). 이영희의 연구에서는 수업 중에 나타나는 인간 교사의 표정을 모델링하여 인간의 기본적인 4가지 감정을 표현하는 감정 캐릭터를 연구하였다(10). 그러나 기존의 캐릭터 연구는 교수 시스템에 연계된 연구가 아닌 독립

### 2.3 LSA(Latent Semantic Analysis)

LSA는 다변량 통계분석 방법을 이용하여 고차원의 데이터 공간에 대해 그 데이터를 잘 표현할 수 있는 새로운 축을 찾아내거나 생성하고 설명력이 낮은 축들을 걸러냄으로써 데이터가 가지고 있는 구조를 밝히는 기법이다(12)(13). 새로운 축을 찾아내기 위해서는 SVD라는 통계적 기법을 사용하는데 SVD를 거치면서 설명력이 높은 순서로 원하는 수만큼의 고유벡터를 만들어 낼 수 있다. 이러한 과정에서 관계성이 적은 축은 잡음(noise)으로 간주하여 제거함으로써 원래 데이터의 차원을 줄이는 효과도 얻을 수 있게 된다. 생성된 고유 벡터들은 원래의 데이터 행렬에서 드러나지 않았던 의미구조를 표상하게 되므로 심층적인 의미 분석이 가능하다.

특정한 텍스트나 문서의 각각의  $K$ -길이(K-length) 벡터를  $K$ 차원 공간의 특별한 벡터로 생성한다. 단어의 수가  $t$ 이고 문서의 수가  $d$ 인  $t \times d$  행렬  $X$ 는 식(2.1)과 같이 분해된다.

$$X = T_0 S_0 D_0 \dots\dots\dots (2.1)$$

$T_0$ :  $t \times m$ 의 직교한 단위-길이 열(unit-length columns)

$S_0$ : 고유치들의 대각한  $m \times m$  행렬( $m$ 은 행렬  $X$ 의 열들의 집합)

$D_0$ : 직교한  $m \times d$ 의 단위-길이 열.

원래의 행렬  $X$ 와 완전한 동일한 분해  $T_0 S_0 D_0$ 를 얻기 위해서는 각 행렬들이 모두 완전 계수(full rank)이어야 하는데, 만일 완전계수를 사용하지 않고 그보다 적은  $k(k < m)$ 개 만큼의 벡터만을 사용하면 원래 행렬  $X$ 에 대한 근사치가 나오며 각 벡터에 대응되는 고유치들은 그 벡터의 설명력을 나타낸다. 따라서 일정한 수만큼 벡터를 취하면 원래 행렬  $X$ 에 나타나있던 노이즈를 제거하게 되고 반드시 필요한 정보만 얻게 되는 것이다. 근사치  $\hat{X}$ 는 식(2.2)와 같이 표현할 수 있다.

$$X \approx \hat{X} = TSD \dots \dots \dots (2.2)$$

T : t×k, S : k×k, D : k×d.

즉, 행렬 X로부터 추정치  $\hat{X}$  는 k개의 차원으로 축소되어 k값에 따라 얼마나 인간의 어휘지식과 유사한 표상을 하는지 결정된다. 이러한 k차원의 벡터 값으로부터 각 벡터간의 의미론적인 유사도(semantic similarity)는  $COS(\theta) = \frac{A \cdot B}{|A||B|}$  로 계산할 수 있는데 '-1 < COS(θ) < 1' 값의 범위를 갖는

다. 그러나 이론적으로 보면 코사인 값은 '-1'까지 갈 수 있지만, 원래의 공기(co-occurrence) 정보가 '0'에서부터 문서에 나타나는 문항의 빈도에 따라 가게 되므로, 코사인 값은 '0'이하로 크게 벗어나지는 않는다. 측정된 코사인 값 '1'은 완전히 그 방향성이 유사하다는 의미며 '0'은 수직적인 경우 즉, 고차원 수직성에 근거한 두 벡터일 때의 값이다. 따라서 측정되는 코사인 값이 '1'에 가까운 값이 측정되면 비교되는 두 문장이 서로 유사하다는 의미이고 '0'에 가까운 값이 측정되면 두 문장은 서로 다른 의미라는 것으로 해석할 수 있다.

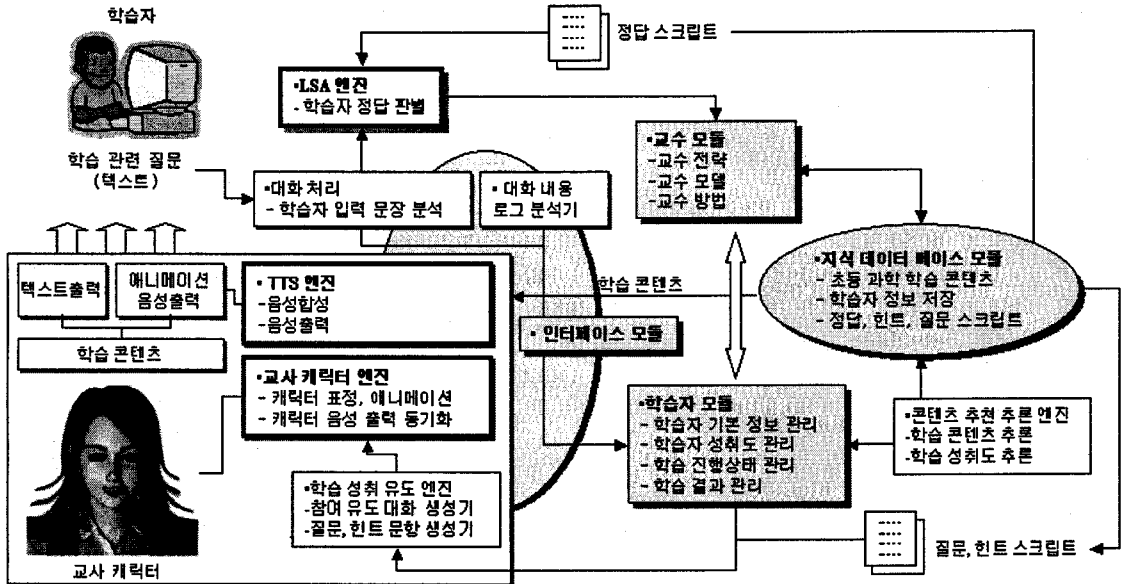


그림 1. 초등 과학수업을 위한 캐릭터 기반의 대화형 교수-학습 시스템의 흐름도  
 Fig 1. Flowchart of Character-based Conversational Instruction-Learning System for Science Education of Elementary School

이러한 LSA의 통계적 특성에 따라 학생의 답을 'A', 교사의 정답 'B'라고 한다면 유사도 측정방법에 의해 학생의 답이 얼마만큼 교사의 정답에 근접한가를 알 수 있게 된다. 실제로 초등학교 과학 과목의 산소의 발생에 관한 실험 연구에서 학생 64명의 정답을 교사가 채점한 결과와 LSA에 의한 채점이 매우 유사함을 보였다[14]. 또한 Peter W. Foltz는 LSA를 이용하여 학습 Essay 평가를 하였는데 학습자의 경험적인 변이요소를 제외한다면 전문가 평가등급과 LSA를 이용한 평

가등급이 큰 차이가 없음을 보여주었다[15]. 이와 같이 LSA는 서술형 평가, Essay평가 등 다양한 연구로 그 객관적인 타당성이 입증되었으며, 이를 캐릭터 기반의 지능형 시스템에 적용한다면 교사의 정답과 학생의 답변을 의미 공간적인 차원에서 비교를 할 수 있으므로 실시간으로 학생의 학습 이해정도를 측정할 수 있다.

### III. 초등 과학수업을 위한 캐릭터 기반의 대화형 교수-학습 시스템 설계

#### 3.1 캐릭터 기반의 대화형 교수-학습 시스템

본 연구에서 제안하고 있는 초등 과학수업을 위한 캐릭터 기반의 대화형 교수-학습 시스템은 기존의 교수자의 확실적인 강의식 설계에서 벗어나 학습자 스스로 컴퓨터 캐릭터 교사가 학습자와 일대일 대화를 통해 학습 동기유발을 이끌어 내며 학습자가 수업을 주도하는 형태의 학습 시스템이다. 즉, 독립적으로 연구되었던 컴퓨터 캐릭터 기술과 TTS의 통합 및 개발된 LSA 시스템의 연동을 통한 즉각적인 피드백에 그 목적을 두고 있으며 전체적인 흐름도는 (그림 1)과 같다. 학습자는 과학 이론 수업이나 과학 실험 수업에 관해 생기는 의견이나 궁금증이 있다면 언제든지 시스템에 접속한 후 질문을 입력하고, 질문 내용에 따라 사전(glossary)적인 답변이나 웹 자료나 멀티미디어 자료 등의 피드백을 받을 수 있다. 그러나 단순히 정답이나 학습 자료를 제시해 주는 것에 그치지 않고 교수-학습 시스템이 제시해준 피드백에 대한 이해도를 확인하기 위해 컴퓨터교사가 방금 제시한 피드백에 대하여 질문하게 된다. 이러한 학습자와 교수-학습 시스템간의 끊임없는 질문·답변을 통한 대화 과정을 반복하여 학습자 스스로 학습을 주도해 나가며 흥미와 동기유발을 촉진하고 궁금증을 해소하며 나아가 자연스럽게 학습 목표에 도달할 수 있는 것이다. 또한 학습자의 지식의 오류나 오개념에 대한 정보를 분석하여 최적의 자료를 제공해 줄 수 있도록 하였다.

본 논문에서 설계된 학습자 모듈, 교수모듈, 지식-데이터베이스 모듈은 .net 환경의 데이터베이스에 구축하였으며 클라이언트 인터페이스 모듈에서 사용된 캐릭터는 3D 그래픽 툴로 작업한 후 MS-Agent editor 툴을 이용하여 애니메이션을 구현하였다. 그리고 캐릭터와 연동되는 TTS는 SAPI 4.0을 사용하기로 하였으나 SAPI 4.0의 경우에 한글 발음이 불규칙하고 알아듣기가 난해하여 상용제품으로 대체하였다. 학습자의 응답의 정확도를 판별하기 위해 사용된 LSA 엔진은 Java언어로 구현하였으며 처리 속도의 향상을 위해 별도의 서버 시스템에 구현하였다.

#### 3.2 학습자 모듈

학습자 모듈은 학습자의 개별학습과 수준별 학습을 위한 학습자 정보를 저장하고 있는 모듈이다. 학습자 모듈에서는 개별 학습자의 기본 정보와 학습 성취도(학습 목표에 얼마나 도달하였는가), 학습 진행(어디까지 학습하였는가), 학습 결과(무엇을 학습하는가)의 정보를 관리한다. 학습 성취도는 구연희[16]와 원성현[17]의 연구에 따라 학습 진도율, 질문횟수, 학습자와 상호작용 정도, 문항의 난이도와 LSA에 의한 정답 근접횟수 등의 요인을 고려하였다. 학습자의 정보는 DB에 구축되어 다른 모듈의 요청에 따라 제공된다. (그림 2)는 이러한 요소들을 고려한 학습자 모듈이다.

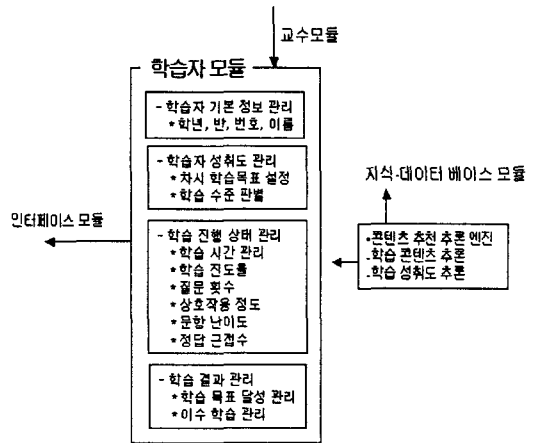


그림 2. 학습자 모듈 흐름도  
Fig 2. Flowchart of Student Module

#### 3.3 교수 모듈

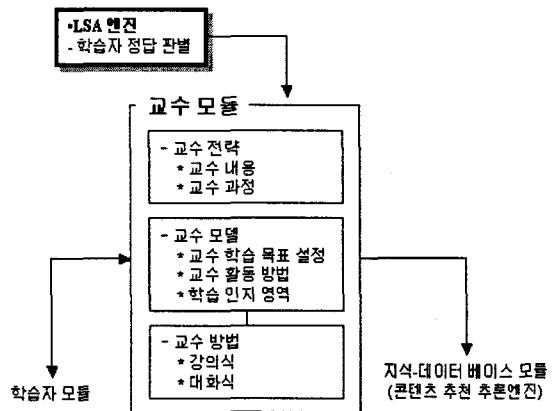


그림 3. 교수 모듈 흐름도  
Fig 3. Flowchart of Tutor Module

교수 모듈은 지식-데이터베이스 모듈에 구축되어 있는 자료를 언제, 어떻게, 어떤 자료를 제시할 것인지를 수행하는 모듈이다. 컴퓨터기반의 교수 방법에는 강의식, 게시판용 이용하는 문답식, 조별 모둠식, 대화식, 세미나식, 토론식 등의 교수 형태가 있으나 본 연구에서는 실시간 일대일 교수 시스템이라는 점을 감안하여 강의식과 대화식의 혼용적인 교수 학습 형태를 선택하였다.

학습자 모듈에서 학습 자료의 요청이 이루어지면, 요구된 학습 자료는 지식-데이터베이스 모듈의 콘텐츠 추천 추천엔진에 의해 학습 콘텐츠가 추천되며 학습 콘텐츠에 따라 교수 방법이 결정이 된다. 예를 들어 단순한 초등 과학에 관한 지식을 전달하는 웹 페이지나 이미지 형태의 학습 자료인 경우에는 강의식으로, 실험 과정과 실험 결과를 보여주는 동영상이나 애니메이션의 학습 자료인 경우에는 대화식 수업을 할 수 있도록 하였다. 이러한 교수 모듈의 구조는 (그림 3)과 같다.

### 3.4 지식-데이터베이스 모듈

지식-데이터베이스 모듈은 교수 모듈이나 학습자 모듈의 요청에 따라 학습에 필요한 학습 자료를 제공해 주는 모듈이다. 학습 자료의 형태에는 동영상 자료, 플래시 자료, 문서자료, 그림 자료, 사운드자료, 웹자료 등이 있다. 이외에도 학습자 답변의 정답 유무를 판별할 정답 스크립트와 학습자와 대화에 사용될 질문 스크립트 등을 저장하고 있으며 학습자의 모든 정보를 담고 있다.

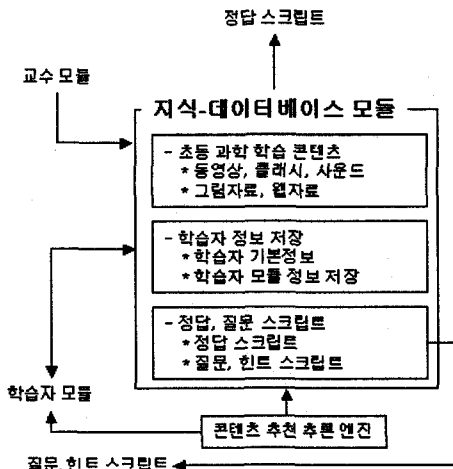


그림 4. 지식-데이터베이스 모듈 흐름도  
Fig 4. Flowchart of Knowledge-Database Module

### 3.5 인터페이스 모듈

인터페이스 모듈은 학습자와 교수 시스템 간에 상호작용을 하는 모듈이다. 기존 CAI나 웹기반 학습에서는 컴퓨터가 문제를 제시하고 학습자는 단순히 정답을 입력하는 정도의 인터페이스를 사용하였으며 미리 구현된 범주가 아닌 불특정 범주의 질문을 하게 되면 학습 처리 범위를 벗어나 컴퓨터가 이해하지 못하는 문제가 발생하였다. ITS에서는 이와 같은 문제를 해결하기 위해 자연어 처리, 음성인식이나 문장인식, 화상인식, 지능형 캐릭터 등의 다양한 인터페이스의 도입을 주장하는 연구가 있었다[18][19]. 특히 초등 과학에 있어서 인터페이스 기능은 학습자와 직접 코스를 진행하는 중요한 부분이기 때문에 보다 친숙하고 직관적인 인터페이스가 필요하다는 연구가 있다[20]. 이러한 선행 연구의 필요성에 따라 본 연구에서는 친숙하고 거부감이 없는 인간 교사와 같은 캐릭터를 인터페이스 매체로 선택 하였다.

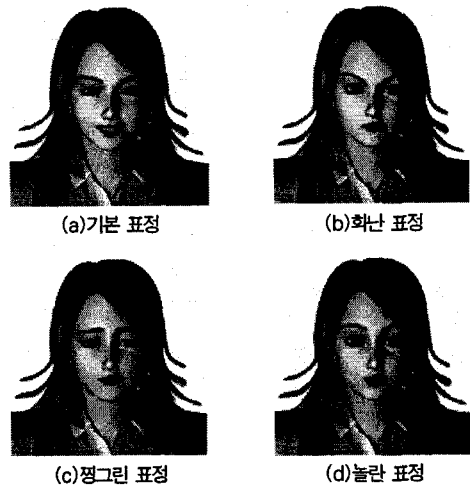


그림 5. 캐릭터의 표정  
Fig 5. Character's Expression

### 3.6 학습유도엔진

학습유도엔진은 학습자와의 원활한 대화를 할 수 있도록 단순한 이음구나 질문스크립트의 문장과 결합하여 학습자에게 질문할 문장을 생성하는 기능을 담당한다. 예를 들어 '그래요?', '좋은 답변이네요' 등과 같은 단순한 이음구나 '이런 생각은 어떻습니까?' + 질문스크립트, '이런 상황에서는 어떻게 될까요?' + 질문스크립트 등과 같은 이음구를 생성하여 자연스러운 질문이 되도록 대화 문장을 생성한다.

### 3.7 대화처리 모듈

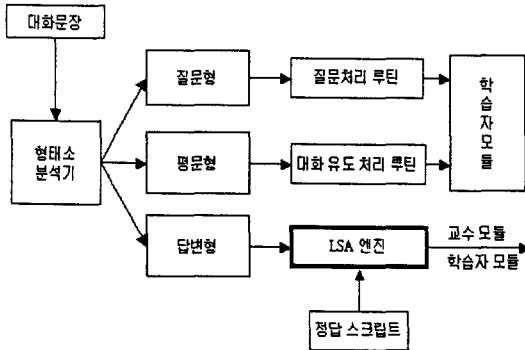


그림 6. 대화 처리 모듈의 흐름도  
Fig 6. Flowchart of Dialog Process

컴퓨터가 문장을 이해하기 위해서는 인공지능 분야의 자연어 처리 과정인 형태소분석, 구문분석, 의미분석, 화소분석 등의 과정을 거쳐야한다. 그러나 아직까지 단어의 다의성이나 단어가 가지는 다양성으로 인해 정확한 문장해석이 어려운 것이 현실이다. 본 논문에서는 문장 분석을 위해 먼저 형태소 분석기[21]를 이용하였으며 학습자의 답변인 경우에는 LSA엔진을 사용하여 의미론적 유사도측정 방법을 사용하였다. 형태소 분석기를 사용한 이유는 기본적으로 학습자의 답변 유형이 질문형, 평문형, 답변형 문장인가를 파악한 후 해당 모듈로 처리하기 위함이다. 형태소 분석기에 의하여 학생의 답변이라고 판정되면 LSA 엔진에 의하여

$COS(\theta) = \frac{A \cdot B}{|A||B|}$ 의 유사도 값이 측정되고 학습자 모듈과 교수 모듈로 전달되어 교수 학습방식을 결정짓는 정보로 활용되며 인터페이스 모듈의 캐릭터의 표정을 결정하는 정보로 사용된다.

### 3.8 LSA엔진의 측정값에 따른 캐릭터 표정

학습자의 답변을 판별하기 위해서 LSA엔진을 사용하는 데 학습자의 답변을 A, 교사의 정답을 B로 하여

$$COS(\theta) = \frac{A \cdot B}{|A||B|}$$

에 따라 초등학생 64명의 답변을  $COS(\theta)$ 식으로 측정해 본 결과 좋은 답변, 보통 답변, 미흡한 답변, 부족한 답변으로 분류할 수 있었으며 선행 연구 결과 그 결과 값은 <표 1>과 같다[14].

표 1. LSA의 정답 판별 값에 따른 캐릭터 표정  
Table 1. Character Expression by LSA's Right Answer Distinction Value

답변	$COS(\theta)$	캐릭터의 표정
부족한 답변	0.00000~0.37142	찡그린 표정
미흡한 답변	0.37143~0.46868	다소 찡그린 표정
보통 답변	0.46869~0.55854	보통 표정
좋은 답변	0.55855~0.99999	웃는 표정
훌륭한 답변	1.00000	놀란 표정

## IV. 시스템의 구현

### 4.1 데이터베이스 설계

본 연구에서 구현을 위해 설계된 주요 데이터베이스의 세부 필드 내역은 다음과 같다.

#### 4.1.1 지식-데이터베이스 테이블

표 2. 지식-데이터베이스 테이블의 필드명과 필드 타입  
Table 2. Field and Field Type of Knowledge-Database Table

field name	field type	비고
id	num(4)	기본키
know_con_type	char(2)	학습 콘텐츠 타입
know_con_loc	ntext(16)	콘텐츠 저장 정보
know_method	char(2)	콘텐츠 전달 방법

#### 4.1.2 교수 관리 테이블

표 3. 교수 관리 테이블의 필드명과 필드 타입  
Table 3. Field and Field Type of Tutor Management Table

field name	field type	비고
id	num(4)	기본키
teach_content	char(2)	교수 내용
teach_progress	char(2)	교수 과정
teach_goal_sel	char(2)	교수학습목표 설정
teach_act	char(8)	교수 활동 방법
teach_part	char(4)	학습 인지 영역
teach_method	char(4)	교수 방법

### 4.1.3 학습자 관리 테이블

표 4. 학습자 관리 테이블의 필드명과 필드 타입  
Table 4. Field and Field Type of Student Management Table

field name	field type	비고
id	num(4)	기본키
grade	char(2)	학년
class	char(2)	반
class_num	char(2)	번호
name	char(8)	이름
learn_next_goal	char(4)	차시 학습목표
learn_grade	char(4)	학습자 수준
learn_time	time(8)	학습 시간
learn_time_total	char(10)	누적 학습 시간
learn_process	char(4)	학습 진도율
learn_question_time	int(4)	질문횟수
learn_interactive	int(4)	상호작용정도
learn_prob_dif	char(4)	문항난이도
learn_correct	int(4)	정답근접수
learn_pre_goal	char(4)	학습목표 달성 관리
learn_schedule	char(4)	아수 학습 관리
learn_progress	char(20)	학습 이수 내역

### 4.1.4 정답 스크립트 테이블

표 5. 정답 스크립트 테이블의 필드명과 필드 타입  
Table 5. Field and Field Type of Right Answer Script Table

field name	field type	비고
id	num(4)	기본키
pb_part	char(4)	단원-차시
pb_correct	ntext(16)	정답
pb_dif	char(4)	문항 난이도

### 4.1.5 사전 테이블

표 6. 사전 테이블의 필드명과 필드 타입  
Table 6. Field and Field Type of glossary Table

field name	field type	비고
id	num(4)	기본키
glossary_word	char(20)	사전 단어
glossary_explain	ntext(16)	단어설명

### 4.1.6 의문사 테이블

표 7. 의문사 테이블의 필드명과 필드 타입  
Table 7. Field and Field Type of Interrogative Table

field name	field type	비고
id	num(4)	기본키
question_type	char(8)	의문형 단어

## 4.2 초등 과학 수업을 위한 캐릭터 기반의 대화형 교수-학습 시스템 인터페이스

본 연구에서 구현한 초등 과학 수업을 위한 캐릭터 기반의 대화형 교수-학습 시스템은 크게 서버와 클라이언트로 나누어 처리를 하고 있다. 학습자관리, 학습진도 관리, 형태소 분석, LSA 수행 등은 서버에서 관리하고 이외의 대화처리나 TTS, 캐릭터 애니메이션 등은 클라이언트에서 수행한다. 이는 각 모듈을 분산처리를 함으로써 시스템 전체적인 로드율을 최소화하기 위함이다.

(그림 7)은 서버와 학습자가 학습에 관련된 질문에 대한 내용을 보여주고 있는 클라이언트의 인터페이스이다.

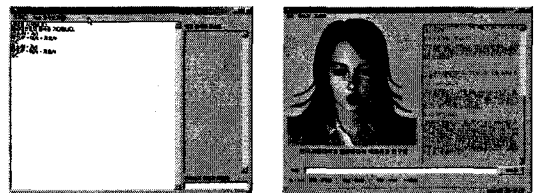


그림 7. 서버(a)와 클라이언트(b) 인터페이스  
Fig 7. Server(a) and Client(b) Interface

## 4.3 학습 진행

학습자가 학교의 수업이나 개별학습 후 완전학습을 위해서 본 시스템에 접속하면 이전까지 학습 진행 정보를 전달한다. 학습자는 키보드를 통해 궁금한 사항을 입력하면 캐릭터 교사가 인간처럼 말과 표정을 지으며 이에 관련된 답변, 또는 상황에 따라 정답을 학습자 스스로 알아 낼 수 있도록 도와주는 질문, 힌트 등을 제시해 준다. 학습에 관한 질문은 일정한 패턴과 순서가 없게 하되 주제에 벗어나지 않도록 마치 인간과 교사와 같은 대화를 하며 궁극적으로는 이런 대화를 통해 문제를 해결해 나가도록 하는 것이다. 초등학교 6학년 과학과에 나오는 여러 가지 기체에 관한 컴퓨터 교사와 학습자의 대화내용 (그림 8)을 정리한 것이 <표 8>이다.





그림 8. 컴퓨터 캐릭터 교사와 학습자간의 대화 과정  
Fig 8. Conversation Process between Computer Character Tutor and Learner

표 8. 컴퓨터 캐릭터 교사와 학습자간의 대화내용  
Table 8. Conversation Contents between Computer Character Tutor and Learner

<p>교사 : 반갑습니다. 오늘 공부할 곳은 대기와 기체입니다. 대기는 어떤 기체로 구성되어 있을까요?</p> <p>학생 : 여러 가지 기체로 구성되어 있습니다.</p> <p>교사 : "여러 가지 기체로 구성되어 있습니다."라는 대답을 했네요. 집중을 해야겠어요. 이것을 생각해 보세요. 공기 중에는 여러 가지 기체가 있지요. 그중 대표적인 기체가 산소입니다. 산소이외에 어떤 성분이 있을까요.</p> <p>학생 : 산소, 질소, 이산화탄소로 구성되어 있습니다.</p> <p>교사 : "예, 산소, 질소, 이산화탄소로 구성되어 있습니다."라는 좋은 생각을 했군요. 이것은 어떨까요. 식물들은 광합성을 통해 이산화탄소를 (OO)로 만들어 냅니다. 어떤 기체일까요?</p> <p>학생 : 산소</p> <p>교사 : 좋습니다. 정답입니다. 정라해 보도록 하지요. 우리가 사는 공기 중에는 산소, 질소, 이산화탄소가 있으며 산소는 식물들의 광합성을 통해 이산화탄소를 산소로 만들어 냅니다.</p> <p>교사 : 다른 문제를 풀어볼까요?</p> <p>학생 : 예....</p>
---

학습자의 로그인 과정을 마치고 나면 컴퓨터 교사는 일정 시간동안 학습자의 질문을 기다리는데 이때 타임아웃이 발생되면 컴퓨터 교사는 학습자의 질문이 없는 것으로 간주하여 이전 학습 진도를 탐색한 후 문자 출력과 동시에 음성 출력으로 관련 문항을 학습자에게 제시를 한다. 컴퓨터 교사는 학습자가 자연스럽게 정답을 알아낼 수 있도록 대화를 유도한다. 이러한 반복적인 진행과정을 통해 지식을 새롭게 구성하여 완전학습이 이루어지게 하는 것이다.

## V. 결론 및 향후과제

기존의 CAI나 웹기반학습에서 지적되었던 상호작용의 문제점을 해결하기 위해서는 무엇보다도 학습자의 학습참여와 동기유발이 무엇보다 중요하다. 그러나 기존 시스템은 이러한 학습자의 참여와 동기유발에 부족한 부분이 많아 자칫 학습에 흥미를 잃어버리기 쉬웠다.

따라서 본 논문은 이러한 문제점을 극복하기 위하여 끊임없는 대화과정을 통하여 참여와 동기를 유발시킴으로써 학습자로 하여금 적극적인 학습 태도를 갖추게 하는 대화형 교수-학습 시스템을 제시하였다. 아울러 인간 교사와 비슷한 감정을 가지고 친숙한 캐릭터 인터페이스를 통해 학습을 촉진하고 학습자의 참여를 유도하여 학습자가 지속적인 흥미를 가질 수 있게 하였다.

이러한 시스템을 통하여 기존의 웹기반 학습이나 CAI에서 취해지던 "고립된 환경"에서의 학습 환경에서 언제나 나에게 대해 잘 아는, 나를 기다리는 일종의 "컴퓨터 교사"가 있다는 사실은 학습자를 학습 시스템 앞으로 올 수 있게 할 수 있을 것이다. 또한 웹 콘텐츠라든지 플래시, 동영상과 같은 교육 자료에 인간의 의사소통 수단인 대화를 포함한다면 보다 인간 친화적인 컴퓨터 교육 환경을 구성할 수 있을 것이다.

현재 설계된 프로토타입을 현장에 투입하여 본 시스템 효율성을 재고해보는 실험이 진행 중에 있으며 학습자의 인지적, 감성적, 심리적인 상태를 보다 세밀하고 자세히 분석할 수 있는 학습자 모델링 연구를 수행 중에 있다.

향후 학습자와의 상호작용을 위한 도구로 대화문장 뿐만 아니라 음성인식이나 화상 인식 등의 다양한 연구가 있어야 할 것이다.

### 참고문헌

[1] 교육부(2002). 초등학교 교사용 지도서 6-1, 국정교과서 주식회사.

[2] 정진우(1988). 초등학교교육과정과 컴퓨터교육에 관한 연구. 한국교원대학교 과학교육연구소.

[3] 강명희(1994). 상황 학습과 앵커드 교수 이론을 적용한 코스웨어의 설계. 정보과학회지, 12(6).

[4] 홍성욱(1991). 지적교수시스템 시스템의 학습자 반응 시간을 고려한 T-BUGGY의 설계 및 구현, 고려대학교 대학원 석사학위 논문.

[5] Burns, H.L. and Capps, C.G.(1988), Foundations of Intelligent Tutoring Systems : An Introduction, In M.C. Polson and J.J. Richardson(Eds), Foundations of Intelligent Tutoring Systems(pp. 1-19), Hillsdale, NJ : Lawrence Erlbaum Associates Publishers.

[6] 최영미(1997). 컴퓨터 보조 학습과 ITS의 비교 고찰. 정보산업기술연구. 2, pp. 46-57.

[7] 김현권(2000). EuroWordNet의 구성 원리와 설계. 한국언어학회. pp.146-147.

[8] Landauer, T. K., & Dumais, S. T.(1997). A solution to Plato's problem: The latent semantic analysis theory of acquisition, induction, and representation of knowledge. Psychological Review. 104, 211-240.

[9] 김진용·유재휘(2005). 아바타 통신에서의 얼굴 표정의 생성 방법. 한국컴퓨터정보학회 논문지. Vol 10(3). pp. 55-64.

[10] 이영희(2005). 교사 감정 모델을 통한 감정 캐릭터 개발. 한국교원대학교 석사학위 논문.

[11] 이정철(2004). 교육용 한국어 TTS 플랫폼 개발. 대한음성학회. pp. 41-50.

[12] Deerwester, S. et al. (1990). Indexing by latent semantic analysis. Journal of the American Society for Information Science Vol. 41 pp.391-407.

[13] 류애리·김소영·김청택(2000). LSA(Latent Semantic Analysis) 모형의 소개와 적용. 서울대학교.

[14] 정상목 외(2005). LSA를 이용한 서술형 주관식 평가시스템의 설계 및 구현. 한국정보교육학회. Vol(9-2) pp. 289-298.

[15] Foltz, P. W. (1996). Latent semantic analysis for text-based research. Behavior Research Methods, Instruments, and Computers 28, 197-202.

[16] 구연희(2002). 가상교육에서의 학습성취도 평가 방법에 관한 연구. 충북대학교 교육대학원 석사학위논문.

[17] 원성현(1998). 다양한 퍼지 환경을 갖는 ITS의 학습성취도 평가 모듈설계. 한국학술재단. pp. 1-27.

[18] 구현주·서재현(1998). 인터페이스 에이전트를 이용한 지능형 교수시스템. 자연과학회. Vol(2) pp. 99-104.

[19] 장덕성(1997). 지능형 개인지도 시스템에서의 인간-컴퓨터 상호작용에 관한 연구. 산업기술 연구소 논문보고집. Vol(19-2) pp. 91-98.

[20] 한경돈·김미현(2005). 초등학생용 웹 기반 응용 프로그램의 GUI에 관한 연구. 한국컴퓨터정보학회. Vol 10(1) pp. 53-58.

[21] 강승식(2002). 한국어 형태소 분석과 정보검색. 흥릉과학출판사.

### 저자소개



#### 정상목

2002년 한국교원대학교 컴퓨터 교육학 석사  
 2002년~현재 한국교원대학교 컴퓨터 교육과 박사과정  
 <관심분야> ITS, u-Learning,



#### 송기상

1985 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(공학석사)  
 1994 University of Washington 전기공학과(Ph. D.)  
 1995~현재 한국교원대학교 컴퓨터 교육과 교수  
 <관심분야> ITS, u-Learning,