초등과학 수업을 위한 애니메이션 기반 튜터링 다이얼로그 에이전트 개발*

정상목°, 한병래, 송기상
한국교원대학교, 진주교육대학교, 한국교원대학교

요 약

본 연구에서는 인간 교사를 모사하는 "컴퓨터 교사" 역할을 하는 애니메이션 된 튜터링 다이얼로그 에이전트를 구현하고 초등학교 과학과 교수-학습 자료와 통합시켜서 자연어를 기반으로 한 일대일 대화를 통한 교수 학습이 이루어지는 교수-학습 시스템을 개발하였다. 개발된 교수용 다이얼로그 에이전트는 학습자의 대답을 분석하고, 웹 코스웨어를 학습한 후에 초등과학 학습과제에서 요구되는 성취 수준과 비교하여 적절한 질문이나 대답을 제공하는데, TTS(Text-to-Speech) 기능을 이용하여 학습자에게 구어체로 질문이나 대답을 주는 기능을 갖고 있으며 애니메이션 된 인간 교사의 얼굴을 통하여 학습자에게 피드백을 제시할 수 있도록 하였다.

구현된 대화형 인터페이스는 6학년 초등학생 64명에게 현장 실험을 하였다. 현장 실험 결과 비교집단보다 실험집단의 학습 성취도가 평균 10.797점이 향상됨을 보여주었다. 이러한 학습효과는 기존의 웹 코스웨어와 달리 "묻고-답하는" 과정과 인간 교사의 감정을 담은 애니메이션 된 캐릭터를 통하여 학습자들의 호기심을 자극하여 보다 쉽게 교수-학습 과정에 몰입하게 함으로서 학습 효과를 증진시킨 결과로 판단된다.

On the Development of Animated Tutoring Dialogue Agent for Elementary School Science Learning

ABSTRACT

In this research, we have developed a "computer tutor" that mimics the human tutor with animated tutoring dialog agent and the agent was integrated to teaching-learning material for elementary science subject. The developed system is a natural language based teaching-learning system using one-to-one dialogue. The developed pedagogical dialogue teaching-learning system analysis student's answer then provides appropriate answer or questions after comparing the student's answer with elementary school level achievement. When the agent gives either question or answer it uses the TTS(Text-to-Speech) function. Also the agent has an animated human tutor face for providing more human like feedback.

The developed dialogue interface has been applied to 64 6th grade students. The test results show that the test group's average score is higher than the control group by 10.797. This shows that unlike conventional web courseware, our approach that "ask-answer" process and the animated character, which has human tutor's emotional expression, attracts students and helps to immerse to the courseware.

1. 서론

과학과의 학습은 과학의 기본개념, 탐구능력, 과학적 태도의 영역으로 실시하고 있는데, 특히 과학과의 학습은

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

다른 과목 과목과는 달리 자연현상을 합리적인 사고과정을 통하여 이해하는 중요한 기초 교과목의 하나이다. 자연현상을 합리적으로 이해한다는 점에서 그리고 합리적으로 사고한다는 점에서 교수-학습 과정에서 피드백을 통하여 오개념이나 잘못된 탐구방법을 개선하고 과학적 태도를 함양하는 것이 무엇보다도 중요하다고 볼 수 있다.

그러나 과학과 교수-학습과정에서 피드백의 중요성이 강조되고 있음에도 불구하고 제때 적소의 피드백이 활발하게 이루어지지 않고 있으며, 학기말에 일시적으로 학교 업무 처리를 위한 평가가 이루어지고 있다. 피드백은 학생의 학습전략에 도움을 주고 학습에 관한 다양한 정보를 제공해야 해야 한다. 제 7차 교육과정에서는 과학과의 학습평가가 학생들의 학습 성과를 알아보는데 그치지 않고, 그 결과의 피드백을 통하여 교수-학습과정과, 교육 과정 등의 개선에 도움을 주도록 해야 한다고 말하고 있다[4].

Bloom의 연구에 의하면 일대일(One-on-One) 혹은 소규모 그룹 교수(tutoring) 방법이 25 - 30명 되는 크기의 학급에서 이루어지는 교수보다 더 효율적임이 밝혀졌다[12]. 그는 다양한 학년, 강의 분야에 관계없이 이 두 비교 그룹간의 성적 차이가 "2 표준편차"(2 시그마 - 2 sigma: 2SD) 값에 해당함을 실제 현장연구에서 보인 것이다. 이 2 표준편차의 의미는 학급의 평균 성적이 50%에 있던 그룹이 개인 혹은 소규모 그룹 교수 시에는 평균 성적이 98%대로 향상될 수 있음을 의미한다. 이 결과는 대단히 놀라운 것으로서 평균적으로 학생들이 현재 성취하고 있는 것보다 훨씬 높은 수준을 성취할 수 있으며, 그 방법은 바로 개별화된 교수에 있다는 것이다. 이와 같이 개별 교습의 장점이 대단히 크지만 실제 교육에서 모든 학생들에게 개인 교수자(tutor)를 제공하는 것은 쉽지 않다. 그러나 정보기술에 바탕을 둔 온라인 학습과 같은 e-러닝 환경에서, 인간 교사가 개별 학습자를 일대일로 대하듯이 학습자에 맞춘 학습을 할 수 있는 시스템이 개발된다면 학습자들로 하여금 일대일 교수를 받는 효과를 얻도록 할 수 있을 것이다.

따라서 본 연구에서는 학습자에게 제공되는 질문에 관한 해답을 다 알고 있고, 학습자로 하여금 문제 해결의 과정으로 학습자를 유도하는 능력을 가진 것으로 가정하는 지능형 튜터링 패러다임에 근거하여 이런 기능을 수행할 수 있는 초등과학 수업을 위한 애니메이션 기반 튜터링 다이얼로그 에이전트를 개발하고자 한다. 초등과학 수업을 위한 애니메이션 기반 튜터링 다이얼로그 에이전트는 인간 교사가 그러하듯이 "말하고, 학습자의 질문을 이해하며, 학습자에게 감정을 표현하기 위한 동작을 취하면서 사람처럼 자연스러운 면대면 커뮤니케이션 기능을 가지고 있어야 하며, 효율적이고 민감한 교사처럼 동작하여 학습과제의 수행에 관여할 수 있는[16][17]" 대화 능력을 지니도록 개발하고자 하는 것이다. 이와 같이 컴퓨터와 학습자의 의사소통을 할 수 있는 초등과학 수업을 위한 애니메이션 기반 튜터링 다이얼로그 에이전트의 연구는 과학지식 및 탐구 능력과 과학에 대한 흥미, 과학적 태도의 향상에 상당히 효과적인 역할을 할 것이며, 학생의 성취수준의 정확한 진단과 함께 적절한 피드백을 제공해 줌으로써 학습의 몰입을 유도하고 자연히 높은 학습 성취도를 높일 수 있을 것이다.

2. 관련연구

2.1 얼굴 표정에 관한 연구

사람이 서로 대화를 할 때 화자의 시각적인 얼굴 표정은 대화의 인지도를 향상시킬 수 있을 뿐만 아니라 매우 중요한 커뮤니케이션 요소로서 중요한 역할을 한다. 상대방과 대화 할 때 자신의 감정 상태를 얼굴 표정을 통해서 전달하고, 상대방도 자신의 얼굴 표정을 보고 일차적인 감정을 판단할 수 있다. 여기에서 일차적 의미란 웃는 표정은 즐거움을, 우는 표정은 슬픔을 나타내는 것과 같이 얼굴 표정이 드러내고 있는 정서적 의미를 말한다[13]. 그러나 구체적인 얼굴 표정과 그 표정이 의미하는 감정을 정확하게 파악할 수 있는 일은 매우 어려운 일이다. 한 가지 표정이 여러 가지 감정을 표현할 수도 있고 여러 가지 감정이 또 한 가지 표정으로 나타날 수도 있다.

많은 학자들이 얼굴 표정이 의사소통에서 중요성을 말하고 있는데 Ekman은 얼굴 표정은 내적 상태를 명백하게 반영하며 언어를 제외한 내적 상태의 전달수단 중에서 가장 강력하고 복잡한 신호로 간주된다고 하였으며[15], 또 Compbell은 얼굴 표정은 의사소통의 중요요소이며, 타인의 정서 상태를 판단할 때 중요한 단서가 된다고 하였다[14].

현재의 웹 코스웨어에 학습자와 사람과 비슷한 감정을 가지고 웹 코스웨어에서 학습자에게 설명을 하고 학습을

촉진한다면 학습자는 좀 더 학습에 흥미를 가지고 학습에 임할 것이며, 컴퓨터를 통한 학습에 거부감이 적어 학습효과에도 영향을 미칠 것이라고 생각한다. 그러므로 단순 마우스 동작만으로 학습을 하는 기존 코스웨어에 감정을 표현하는 가상의 학습 촉진자 역할의 캐릭터가 적용될 필요성이 있다.

2.2 캐릭터를 활용한 학습 시스템

웹의 쌍방향 커뮤니케이션의 효율성을 극대화시키기 위해서는 사용자간의 정확한 전달 매개체가 필요하다. 캐릭터를 적용한 학습 사이트는 그 매개체 역할을 하는 것이 캐릭터라고 할 수 있는데, 캐릭터는 학습 자료를 사용자에게 시각적으로 자연스럽게 유도할 수 있다. 다시 말해, 캐릭터는 사용자의 지각과 감각기관을 통하여 정보를 효과적으로 전달하는 매개체가 되므로 학습사이트에서의 캐릭터 사용은 증가되고 있다.

그러나 기존 국내 학습사이트에서 캐릭터의 활용을 살펴보면, 정적인 2차원적인 캐릭터가 대부분이다. 애니메이션 효과 없이 단순히 보이기 위한 캐릭터에 불과하고 학습내용과는 관련이 적으며, 디자인적인 조형미만을 추구하였거나(에듀피아, 2000), 캐릭터가 단순한 학습사이트의 마스코트 역할을 하며, 각 단계별로의 인터페이스의 일관성을 유지하기 위한 도구적인 역할을 하기도 한다(재미나라, 2004).

외국어 학습 코스웨어에서 단순한 정적인 이미지에서 벗어나 음성에 맞추어 입 모양만 변화하는 캐릭터가 있었으며(주니어네이버, 1999), 역사적 인물학습 사이트에서는 역사적인 인물의 정적캐릭터로만 나타나 있고 텍스트로 설명이 나오는 학습사이트들도 있었다(Korea103, 2000). 그러나 이러한 캐릭터들의 특징이 단순한 정적이기 때문에 학습자가 학습을 하는 동안 특별한 변화가 없으며 학습자가 쉽게 지루해 하기가 쉽고 학습을 계속 진행하고 싶은 욕구를 상실하게 되어 캐릭터를 활용하는 효과가 감소하게 된다.

그러므로 컴퓨터 기반 학습 환경에서는 어떻게 하여 실제 교실 수업에서처럼 교사가 적절한 질문을 하고 또한 학습자로 하여금 적절한 질문을 하도록 장려할 수 있을 것인가 하는 점이 선결되어야 한다.

3. 선행연구의 문제점

3.1 실시간 상호작용 교수-학습 시스템의 부족

현재까지 컴퓨터를 이용하여 개발되어진 초등과학을 위한 코스웨어나 교수-학습시스템은 시각적이고 텍스트 일변의 학습으로 일관되어 왔으나, 최근에는 저작도구의 발전으로 시뮬레이션 기반의 학습 시스템이 등장하였다. 오치환[6]은 지구와 달에 대한 움직임을 직접 조작하는 활동을 통해 과학적 사고력을 발달을 꾀하고자 하였으며, 우윤영[7]은 웹으로 직접 산소를 발생을 위한 실험장치 꾸미기와 산소발생을 위한 실험을 할 수 있게 하였다. 이러한 연구들은 초등 과학과목에서 요구하는 탐구력과 사고력을 더욱더 고취 시켰다는데 의의를 들 수 있다.

그러나 이러한 시뮬레이션 코스웨어는 실험과 관찰에 중심을 둔 상호작용으로 실험과정에나 실험결과에 대한 궁금증이나 힌트, 피드백은 실시간으로 이루어지고 있지 못하고 있다. 따라서 시뮬레이션 코스웨어가 가지고 있는 장점에 상호작용에 실험과정이나 실험결과에 대한 궁금증이나 힌트, 피드백을 실시간으로 해결 할 수 있는 교수-학습 시스템이 요구된다.

3.2 초등과학을 위한 동적 캐릭터 기반의 교수-학습 시스템의 부족

캐릭터 활용에 대한 연구효과는 이미 여러 학문 분야에서 입증되고 있으며 초등과학에서도 이러한 일환으로 캐릭터를 도입하여 학습자에게 학습을 안내해주는 역할의 친숙한 인터페이스를 제공해주려는 시도가 있다.

신지은[5]은 실과 교과에 캐릭터를 활용하여 학습의 수행과정마다 단계별 캐릭터의 진화를 구현함으로써 학습능력향상과 흥미유발을 도모하여 좀 더 새로운 방법으로 학습할 수 있도록 제시하였고, 이건옥[9]은 캐릭터 대화 프로그램을 이용한 학급 내 실시간 문자 통신 활용 수업이 초등영어 쓰기 능력과 정의적 태도에 미치는 영향에 대한 연구를 하였다. 최영미[11]는 초등학생의 캐릭터에 관한 선호도와 상호 분석하여 현재 국내 초등학생을 위한 교육 사이트의 캐릭터 활용에 개선되어야 할 문제점들을 연구하였다.

그러나 선행연구에서 사용되었거나 제시된 캐릭터들은 캐릭터라기보다 오히려 2차원적인 이미지 형태의 모습을 취하고 있으며 단지 인터페이스 측면에서 단계별로 캐릭

터의 모습만 변할 뿐 직접적으로 학습의 안내나 도움을 주지 못하고 있다.

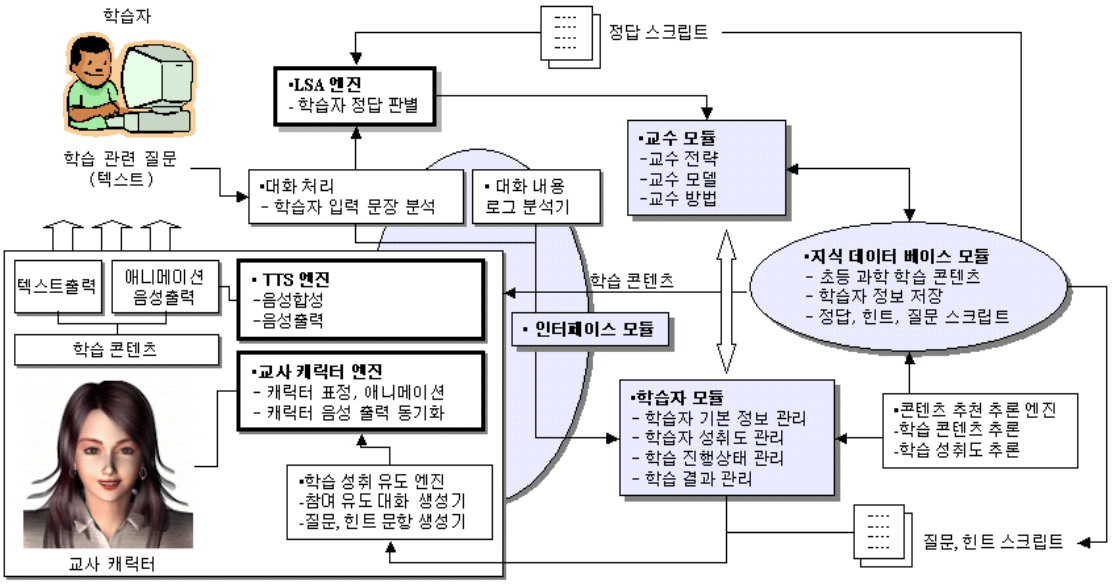
탐구나 관찰, 실험을 중시하는 초등 과학과목에서, 특히 시각과 청각에 민감한 초등학생들에게 단순히 정적으로 이미지만 변화하는 캐릭터보다는 인간처럼 움직이고 표정을 지으며 말을 하며 학습을 안내할 수 있는 캐릭터가 반드시 필요하다.

4. 시스템 설계

본 연구에서 제안하고 있는 초등과학 수업을 위한 애니메이션 기반 튜터링 다이얼로그 에이전트는 컴퓨터 캐릭터 교사가 학습자와 일대일 대화를 통해 학습 동기유발을 이끌어 내며 학습자가 수업을 주도하는 형태의 학습 시스템이다. 본 시스템 설계를 위하여 ITS 모델링에 근거하여 4개의 모듈로 세분화하여 각 기능별로 기능을 담당하도록 하였다.

학습자는 과학 이론 수업이나 과학 실험 수업 에 관해 생기는 의견이나 궁금증이 있다면 언제든지 시스템에 접속한 후 질문을 입력하고, 질문 내용에 따라 사전(glossary)적인 답변이나 조언을 피드백 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.

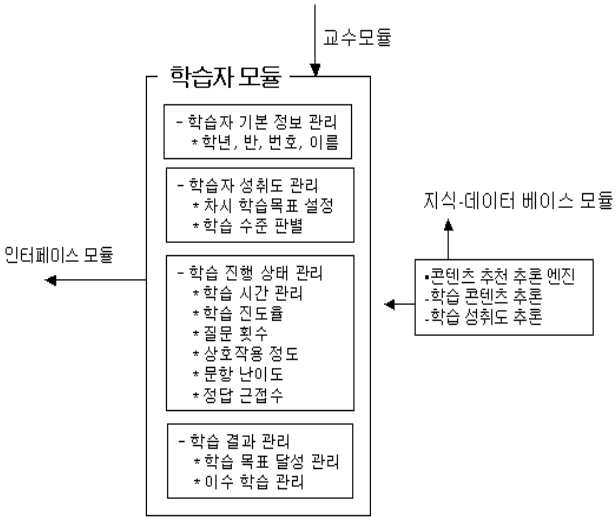
본 논문에서 서버에 설계된 학습자 모듈, 교수모듈, 지식-데이터베이스 모듈은 .net 환경의 데이터베이스에 구축하였으며 클라이언트 인터페이스 모듈에서 사용된 캐릭터는 3D 그래픽 툴로 작업한 후 MS-Agent editor 툴을 이용하여 애니메이션을 구현하였다. 그리고 캐릭터와 연동되는 TTS는 SAPI 4.0을 사용하기로 하였으나 SAPI 4.0의 경우에 한글 발음이 불규칙하고 알아듣기가 난해하여 상용제품으로 대체하였다. 학습자의 응답의 정확도를 판별하기 위해 사용된 LSA 엔진은 Java언어로 구현하였으며 처리 속도의 향상을 위해 별도의 서버 시스템에 구현하였다. LSA는 이미 선행연구를 통해 그 효율성을 입증하였고 이에 대한 언급은 본 논문의 주제에 벗어나므로 자세히 언급하지는 않겠다. 본 논문에서의 본 논문에서 제안하는 초등과학 수업을 위한 애니메이션 기반 튜터링 다이얼로그 에이전트의 전체적인 구조도는 <그림 1>과 같다.



<그림 1> 초등과학 수업을 위한 애니메이션 기반 튜터링 다이얼로그 에이전트의 흐름도

4.1 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), 학습결과(무엇을 학습하는가)의 정보를 관리한다. 학습 성취도는 구연희[2]와 원성현[8]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 모델이다.

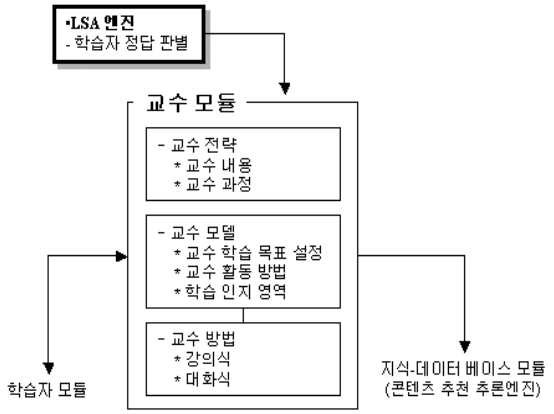


<그림 2> 학습자 모듈

4.2 교수 모듈

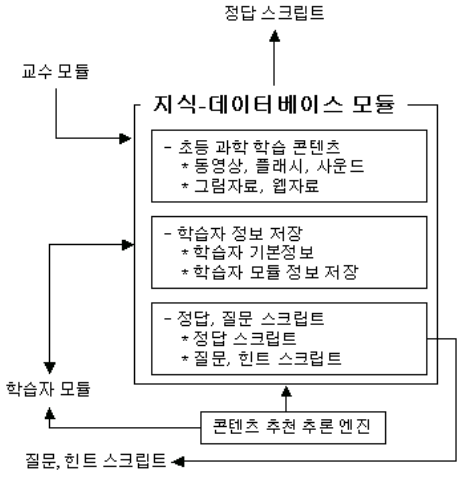
교수 모듈은 지식-데이터베이스 모듈에 구축되어 있는 자료를 언제, 어떻게, 어떤 자료를 제시할 것인지를 수행하는 모듈이다. 컴퓨터기반의 교수 방법에는 강의식, 게시판을 이용하는 문답식, 조별 모듬식, 대화식, 세미나식, 토론식 등의 교수 형태가 있으나 본 연구에서는 실시간 일대일 교수 시스템이라는 점을 감안하여 강의식과 대화식의 혼용적인 교수 학습 형태를 선택하였다.

학습자 모듈에서 학습 자료의 요청이 이루어지면, 요구된 학습 자료는 지식-데이터베이스 모듈의 콘텐츠 추천 추론엔진에 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.



<그림 3> 교수 모듈

4.3 지식-데이터베이스 모듈



<그림 4> 지식-데이터베이스 모듈

지식-데이터페이스 모듈은 교수 모듈이나 학습자 모듈

의 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 정보를 담고 있다.

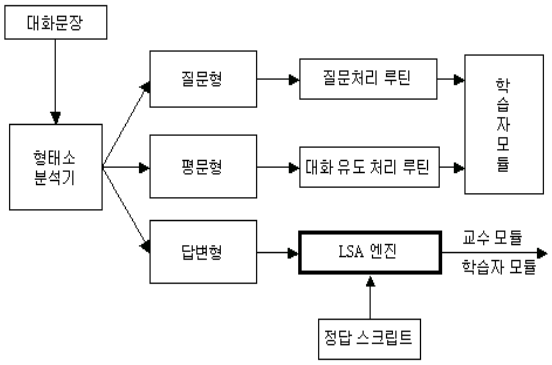
4.4 인터페이스 모듈

인터페이스 모듈은 학습자와 교수 시스템 간에 상호작용을 하는 모듈이다. 기존 CAI나 웹기반 학습에서는 컴퓨터가 문제를 제시하고 학습자는 단순히 정답을 입력하는 정도의 인터페이스를 사용하였으나 본 연구에서는 학습자의 친숙한 느낌을 받을 수 있도록 인간 교사와 같은 캐릭터를 인터페이스 매체로 선택하였다.

<그림 5> 캐릭터의 표정

4.5 대화처리

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 해석을 위해 먼저 형태소 분석기[1]를 이용하였으며 학습자의 답변인 경우에는 의미론적 유사도측정 방법에 의해 LSA엔진을 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 유사도 값이 측정되어 학습자 모듈과 교수 모듈로 전달되어 교수 학습방식을 결정짓는 정보로 활용되고 인터페이스 모듈의 캐릭터의 표정을 결정하는 정보로 사용된다.



<그림 6> 대화 처리

4.6 학습유도엔진

학습유도엔진은 학습자와의 학습진행을 위해 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.

4.7 LSA엔진의 측정값에 따른 캐릭터 표정

학습자의 답변을 판별하기 위해서 LSA엔진을 사용하는데 학습자의 답변을 A, 교사의 정답을 B로 하여 $COS(\Theta) = \frac{A \cdot B}{|A||B|}$ 식으로 계산한다. 캐릭터의 표정은 LSA 값을 산출한 선행연구에 준하여 좋은 답변, 보통 답

변, 미흡한 답변, 부족한 답변으로 분류할 수 있었으며 그 결과 값은 다음 <표 1>과 같다[10].

<표 1> LSA의 정답 판별 값에 따른 캐릭터 표정

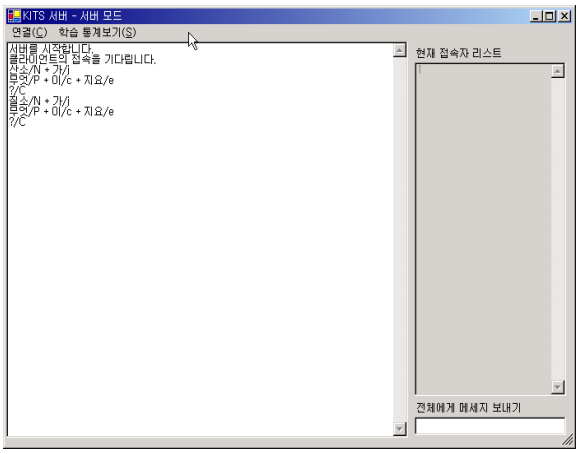
답변	$COS(\Theta)$	캐릭터의 표정
부족한 답변	0.00000~0.37142	찡그린 표정
미흡한 답변	0.37143~0.46868	다소 찡그린 표정
보통 답변	0.46869~0.55854	보통 표정
좋은 답변	0.55855~0.99999	웃는 표정
훌륭한 답변	1.00000	놀란 표정

5. 시스템의 구현

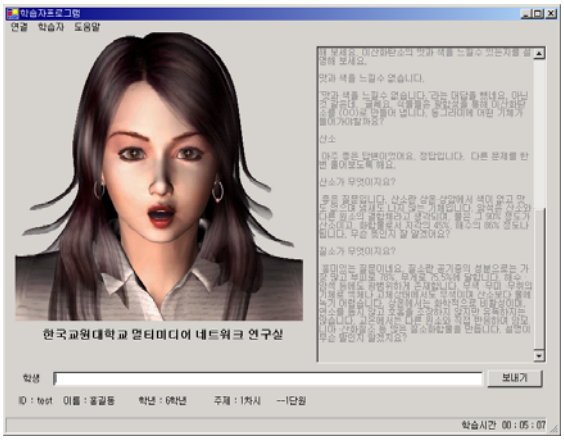
5.1 서버, 클라이언트, LSA 인터페이스

본 연구에서 구현한 초등과학 수업을 위한 애니메이션 기반 튜터링 다이얼로그 에이전트는 크게 서버와 클라이언트로 나누어 처리를 하고 있다. 학습자관리, 학습진도관리, 형태소 분석, LSA 수행 등은 서버에서 관리하고 이외의 대화처리나 TTS, 캐릭터 애니메이션 등은 클라이언트에서 수행한다. 이는 각 모듈을 분산처리를 함으로써 시스템 전체적인 처리속도의 오버로드를 최소화하기 위함이다.

<그림 7>은 실행중인 서버 인터페이스이고 <그림 8>은 학습자가 학습에 관련된 질문에 대한 내용을 보여주고 있는 클라이언트의 인터페이스이다.

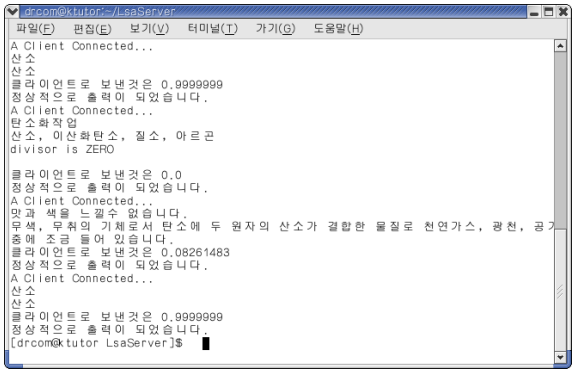


<그림 7> 서버모드



<그림 8> 클라이언트 모드

<그림 9>는 유의미도 검사를 위한 LSA 엔진의 인터페이스이다. LSA 엔진은 별도의 서버에 구축되어 서버와 통신을 통해 필요한 정보를 전달한다.



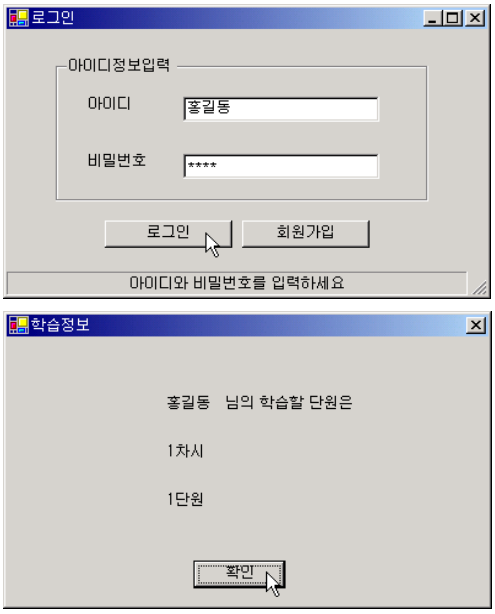
<그림 9> LSA 엔진

5.2 학습 진행 방식

5.2.1 학습자 로그인

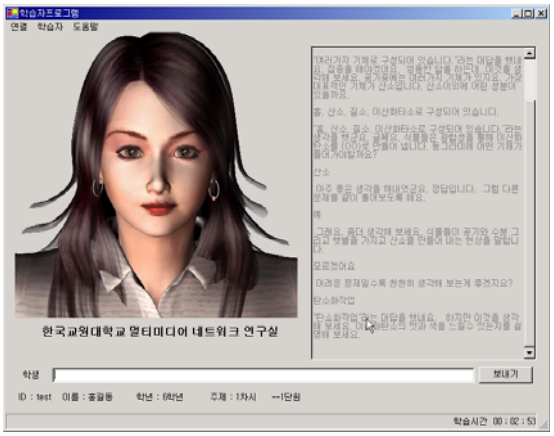
학습자가 학교의 수업이나 개별학습 후 완전학습을 위해서 본 시스템에 로그인을 하면 접속하면 이전까지 학습진도를 보여준다. 로그인 과정을 마치고 나면 컴퓨터 교사는 일정 시간동안 학습자의 질문을 기다리는데 이때 일정 시간 이상의 타임아웃이 발생되면 컴퓨터 교사는 학습자의 질문이 없는 것으로 간주하여 이전 학습 진도를 탐색

한 후 문자 출력과 동시에 음성출력으로 관련 문항을 학습자에게 제시를 한다.



<그림 10> 로그인과 학습정보

5.2.2 학습 진행



<그림 11> 컴퓨터 캐릭터 교사와 학습자간의 대화 과정

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. <그림 11>은 실제로 초등학교 6학년 과학과에 나오는 여러 가지 기체에 관한 컴퓨터 교사와 학습자와의 대화내용이며 이를 정리한 것이 <표 2>이다.

<표 2> 컴퓨터 캐릭터 교사와 학습자간의 대화내용

교사 : 반갑습니다. 오늘 공부할 곳은 대기와 기체입니다. 대기는 어떤 기체로 구성되어 있을까요?
학생 : 여러 가지 기체로 구성되어 있습니다.
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.
학생 : 산소, 질소, 이산화탄소로 구성되어 있습니다.
교사 : “예, 산소, 질소, 이산화탄소로 구성되어 있습니다.”라는 좋은 생각을 했군요. 이것은 어떨까요. 식물들은 광합성을 통해 이산화탄소를 (OO)로 만들어 냅니다. 어떤 기체일까요?
학생 : 산소
교사 : 좋습니다. 정답입니다. 정리해 보도록 하지요. 우리가 사는 공기 중에는 산소, 질소, 이산화탄소가 있으며 산소는 식물들의 광합성을 통해 이산화탄소를 산소로 만들어 냅니다.
교사 : 다른 문제를 풀어볼까요?
학생 : 예...(하략)

컴퓨터 교사의 역할은 정답을 직접 제시해 주는 것이 아니라 학습자가 자연스럽게 정답을 알아낼 수 있도록 대화를 유도한다. 예를 들어 교사가 “대기는 어떤 기체로 구성되어 있을까요?”라는 질문을 하였을 경우 학생의 답변이 옳지 않다면 캐릭터의 얼굴표정은 찡그리는 표정을 지으며 정답을 알아낼 수 있는 작은 단서를 제공해준다. 상기의 예에서는 “산소”라는 단서를 교사가 학생에게 제시해 주었다. 학생은 이 단서로부터 기억된 지식을 꺼내고 다시 교사와의 대화를 통해 지식을 구체화 한다. 학생이 답을 비교하여 $COS(\theta)$이 1에 가까운 값이 측정이 되었다면 즉, 정답에 근접한 답변을 하였다면 캐릭터 교사는 웃는 표정을 지으며 질문에 대한 정리를 한 후 다음 문제

를 제시하게 된다. 이러한 반복적인 학습 대화 과정을 통해 완전학습을 달성하게 되는 것이다.

6. 시스템의 적용 및 검증

6.1. 실험대상

천안소재 초등학교 6학년 80명을 대상으로 임의 선정하여 과학 탐구능력 검사[3]를 거쳐 상위 10%와 하위 10%를 제외한 64명을 연구 대상자로 최종 선정하였다.

6.2 실험절차

① 64명의 1차-사전 테스트를 위하여 교육부의 과학과 교사용 지도서를 참고로 5개 문항씩 2회 실시하였다.

② 2회에 걸친 사전테스트 채점 결과를 가지고 평균과 분산이 비슷한 학생을 각각 32명씩 두 그룹으로 나누어 비교집단과 실험집단으로 나누었다.

③ 실험집단은 본 연구를 위해 개발된 초등 과학과의 “여러 가지 기체” 단원의 산소 발생에 관한 초등 과학 웹 코스웨어를 개별적으로 학습한 후 본 시스템을 적용하였고 비교집단은 전통적인 교실수업으로 산소 발생에 관한 교육을 실시하였다.

④ 교육 후 비교집단과 실험집단의 사후 테스트를 실시하였다.

⑤ 비교집단과 실험집단의 사전, 사후 테스트 결과 값을 분석하여 본 시스템의 학습 효과를 검증해 보았다.

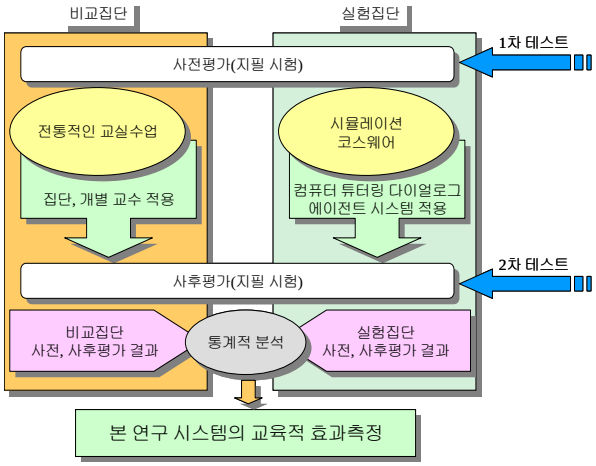
6.3 자료 분석 방법

비교집단과 실험집단의 사전 평가와 사후 평가 결과를 토대로 t-검정을 하여 본 시스템의 교육적 효과를 측정해 보았다.

6.4 실험결과

6.4.1 1차 테스트-사전평가

64명의 학생을 대상으로 기체에 관한 5문항을 2회에 걸쳐 사전 평가하였으며, 분석결과 평균 64.75점, 표준편차 15.071, 최소값은 28점, 최대값은 84점이었다. 2회에 걸친 사전 테스트로 분산과 평균이 비슷한 점수를 가진 학생들을 나누어 실험집단과 비교집단으로 분류하였다.



<그림 12> 시스템 적용과 검증 절차

<표 3> 사전 1차 테스트 문항지-1회

번호	문 항
1	공기를 구성하는 여러 가지 기체는 어떤 것들이 있습니까?
2	우리 생활에 산소가 어떻게 이용되는지 아는 대로 자세하게 작성하세요.
3	산소를 공기 중에서 모으지 않고 물속에서 모으는 까닭을 설명해 보세요.
4	산소의 성질에 대해서 아는 대로 자세하게 작성하세요.
5	왜 높은 산에 오르면 숨이 가빠지는지 이유를 적으세요.

<표 4> 사전 1차 테스트 문항지-2회

번호	문 항
1	수상치환장치 실험에서 알아낸 산소의 특성을 적으세요.
2	공기의 분포 중 많은 비율을 차지하는 것을 차례대로 3개 적으세요.
3	산소 이외의 기체들은 어떻게 만들어 질까요?
4	기체를 모으는 방법에 대해서 자세히 적으세요.
5	수상치환에 대해서 아는 대로 설명해 보세요.

6.4.2 2차 테스트-사후평가

비교집단 32명은 전통적인 교실수업에서 수업을 마친 후 사전평가에서 사용한 문항을 사용하여 2차 테스트를 하였고 실험집단 32명은 코스웨어를 학습한 후 본 시스템으로 완전학습을 한 후 2차 테스트를 하였다. 평가결과는 다음과 같다.

<표 5> 비교집단과 실험 집단의 사후평가 결과

비교집단			실험집단		
N	유효	32	N	유효	32
	결측	0		결측	0
평균		68.73	평균		79.53
표준편차		15.440	표준편차		12.748
분산		238.389	분산		162.507
범위		60	범위		53
최소값		30	최소값		45
최대값		90	최대값		98

<표 5>에서 보는 바와 같이 전통적인 교실수업을 마친 비교집단은 평균 68.73, 표준편차는 15.44, 최소값은 30점, 최대값은 90점이었다. 실험집단의 평균은 79.53, 표준편차는 12.748, 최소값은 45점, 최대값은 98점이었다.

6.4.3 본 연구 시스템의 교육적 효과

본 연구에서 개발한 시스템의 효과를 알아보기 위해 비교집단과 실험집단의 사전지필 시험과 사후 지필시험 결과를 가지고 각각 유의수준 5%에서 t-검정을 하였다.

① 비교집단과 실험집단의 t-검정 결과

<표 6> 비교집단과 실험집단의 t-검정 결과 비교표

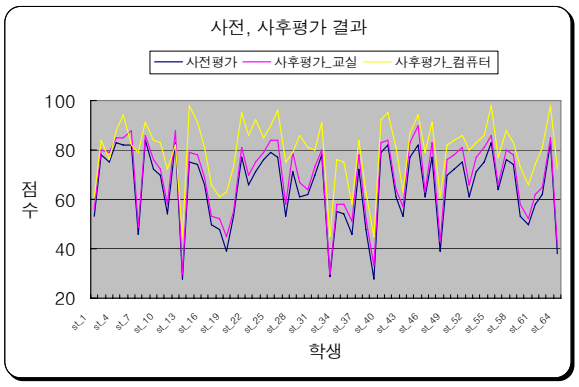
구분	집단	N	M	SD	t	df	p
사전	실험집단	32	64.76	15.072			
	비교집단	32	64.74	15.070			
사후	실험집단	32	79.55	6.5	-18.2	63	.000
	비교집단	32	68.73	1.619	-19.7	63	.000

비교집단의 t-검정결과와 실험집단의 t-검정 결과의 교육적 효과를 비교 분석해보면 비교집단은 사전테스트의 평균보다 3.984점이 향상되었고 실험집단의 평균은 사전테스트의 평균보다 14.781점이 향상되었다. 실험집단과 비교집단의 평균을 비교해 보면 실험집단의 평균이 비교집단의 평균 보다 10.797점이 높게 나왔다. 학습자 개인별 상승점수도 비교집단의 보다 실험집단의 평균이 같거나 최고 4배 이상의 학습효과를 보였다. 그러나 실험집단의 std.는 비교집단의 std. 보다 4.881 높게 나왔는데 이것은 실험집단에 속한 개인학습능력의 차가 크기 때문이다. 즉, 개개인에 따른 점수향상의 폭이 1점부터 34점까지 편차가 생겼으므로 학습 효과가 적게 나타났거나 매우 높게 나타났다고 해석할 수 있다.

따라서 통계분석에서 보여주는 바와 같이 본 연구에서 개발한 초등과학 수업을 위한 애니메이션 기반 튜터링 다이얼로그 에이전트는 교육적 효과가 매우 높다고 볼 수 있다.

② 비교집단과 실험집단의 개인별 학습 성과

사전평가와 사후평가의 개인별 학습 결과 분포는 <그림 13>과 같다. <그림 13>에서 보는 바와 같이 비교집단의 점수는 사전평가나 사후평가가 거의 유사하게 나타났다. 측정결과 최소 1점에서 최대 8점까지 점수가 향상된 것으로 나타났으나 이와 대조적으로 실험집단은 최소 1점에서 최대 34점으로 점수가 향상되어 분포되어 있는 것으로 나타났다. 그러나 드물게 특정 학생의 경우에는 전통적인 교실수업의 점수가 더 높게 나오기도 하였다.



<그림 13> 개인별 학습 결과 점수 곡선

7. 결론 및 기대효과

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.

본 연구는 이러한 문제점을 극복하기 위하여 끊임없는 대화과정을 통하여 참여와 동기를 유발시킴으로써 학습자로 하여금 적극적인 학습 태도를 갖추게 하는 초등과학 수업을 위한 애니메이션 기반 튜터링 다이얼로그 에이전트를 개발하였다. 아울러 인간 교사와 비슷한 감정을 가지고 친숙한 캐릭터 인터페이스를 통해 학습을 촉진하고 학습자의 참여를 유도하여 학습자가 지속적인 흥미를 가질 수 있게 하였다.

본 연구의 시스템을 현장에 투입, 실험한 결과 전통적인 교실수업보다 더욱더 관심과 집중, 학습에 몰입하였으며 실험집단의 평균이 10.797점 향상되었음이 본 개발 시스템의 효과를 뒷받침해주는 결과라고 볼 수 있다. 향후 본 연구의 기대효과는 다음과 같다.

① 창의적 사고력을 길러주는 과학교육

과학 수업에서 학생들의 창의력 신장을 돕기 위해서는 과학적인 탐구 학습을 통해 자연에 대한 흥미와 호기심을 길러주도록 하면서 학생들이 스스로 자연을 탐구하여 그들 스스로 문제를 만들어 내고 그것을 해결하도록 이끌어 주어야 한다. 과학 학습에서 창의적 분위기 조성은 매우 중요하며, 학생들이 다양한 경험을 갖도록 하고 창의적인 훈련이나 독서와 작문을 할 수 있는 기회를 제공하며 자기 생각을 언제나 표현할 수 있도록 하는 일은 매우 중요하다.

② 자기주도성을 길러주는 과학교육

과학과 학습에서 학습자의 자기 주도성이 교육 활동에 고려되어야 할 중요한 요소임에도 불구하고 아직까지 많은 현장교사들이 따르고 있는 전통적 강의식 수업은 교사가 일방적으로 지식을 전달하는 방식이라고 할 수 있다. 결국 구체적 조작기를 벗어날 무렵인 고학년이 되면 단편적인 내용은 잘 인지하여 설명하나, 어떠한 과학적 현상을 내면화하여 복합적으로 설명하거나 재구성하는 능력은 매우 부족하다. 즉, 자연현상에 대한 종합적인 판단능력이 부족한 것을 발견할 수 있다. 이는 학생들의 인지구조 속에 학습한 내용에 대한 개념체계가 자리 잡히지 않은 탓일 것이다. 따라서 현행 교육방법으로는 해결하지 못하는 학생의 인지 구조 속에 학습내용의 구조적인 체계를 갖도록 도울 수 있다. 즉, 본 시스템을 과학수업에 적용함으로써 과학을 어려워하는 여학생들에게 과학에 대한 흥미와 호기심을 갖게 하고 보다 적극인 자세를 유도하도록 할 수 있다.

③ 효율성이 증대되는 과학교육

처음으로 과학교과를 접하게 되는 초등학교에서 과학교육은 과학에 대한 친근함을 가지는데 더 역점을 두어야 할 것이다. 그러나 함께할 수 있는 과학문화라는 이름 아래 과학교육이 과연 재미와 흥미 위주에 치우쳐 이루어져도 되는가에 대한 문제를 제기 할 수 있다. 아무런 지식 없이 재미와 흥미로 흘러간다면 수업이 무의미 해 질 수도 있으므로 과학은 재미와 흥미를 바탕으로 과학에 대한 어느 정도의 효율적인 지식교육이 이루어 져야 할 것이다. 대화식 방식으로 끊임없이 묻고 답하는 가운데 스스로 깨우침을 얻는 학습구조를 가지고 있으므로 과학의 파지와 전이를 증대시킬 수 있다.

7. 참고문헌

[1] 강승식(2002). 한국어 형태소 분석과 정보검색. 홍릉과학출판사.

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

[3] 권재술·김범기(1994). 초·중학생들의 과학탐구 능력 측정도구의 개발. 한국정보교육학회지, 14(3), 251-264

[4] 교육부(2004). 초등학교 교사용 지도서 6-1, 국정교과서 주식회사.

[5] 신지은(2001). 캐릭터를 활용한 웹 기반 실과 교과 학습 시스템 개발. 한남대학교 교육대학원 석사학위 논문.

[6] 오치환·이재인(2005). 과학적 사고력 발달을 위한 웹 기반 모의 실험 코스웨어의 개발. 한국

정보교육학회 동계 학술 발표 논문집. Vol.10(1), 546-555.
[7] 우윤영(2005). 초등학교 과학과 학습을 위한 시뮬레이션코스웨어. 한국교원대학교 석사학위 논문.
[8] 원성현(1998). 다양한 퍼지 환경을 갖는 ITS의 학습 성취도 평가 모듈설계. 한국학술재단. pp. 1-27.
[9] 이건옥(2001). 캐릭터 대화 프로그램을 이용한 인터넷 문자 통신이 초등영어 쓰기 학습에 미치는 영향. 부산 교육대학교 석사학위 논문.
[10] 정상목・한병래・송기상(2005). LSA를 이용한 서술형 주관식 평가시스템의 설계 및 구현. 한국정보교육학회. Vol. 9(2). pp. 289-298.
[11] 최영미(2000). 초등학생을 위한 교육 사이트에서 캐릭터의 활용에 관한 연구. 성균관 대학교 디자인 대학원 석사학위 논문.
[12] Bloom, B. (1984), The 2 Sigma Problem: The Search for Methods of Group Instruction as Effective as One-to-One Tutoring, Educational Researcher. pp. 4-16.
[13] Bullock, M. & Russell, A. (1985). Further Evidence on Preschooler's Interpretation of Facial Expression. International Journal of Behavioral Development. Vol 8. 15-38.
[14] Campbell, R., Walker, J., & Baron-Cohen, S. (1995). The Developmental of Differential Use of Inner and Outer Face Features in Familiar face Identification. Journal of Experimental Child Paychology, Vol 59, 196-210.
[15] Ekman, P. (1982). Universal and cultural differences in facial expressions of emotions. In J. K. Cole(Ed.), Nebraska symposium on motivation; 1971 (pp. 207-283). Lincoln: University of Nebraska Press.
[16] Giraffa, L. M. M. and Viccari, R. M.(1998), The use of Agents techniques on Intelligent Tutoring Systems, IV Congresso RIBIE, Brasilia.
[17] Ki-Sang Song, Xiangen Hu, Andrew Onley and Arthur G. Graesser(2004), "A framework of synthesizing tutoring conversation capability with web-based distance education courseware," Computers & Education, Vol. 42. pp. 375-388.