

교수가능 에이전트(Teachable Agent)의 개념적 이해와 설계방안*

Understanding and Designing Teachable Agent

김성일** 김원식** 윤미선** 소연희** 권은주**
(Sung-il Kim) (Won-sik Kim) (Mi-sun Yoon) (Yon-hee So) (Eun-joo Kwon)
최정선** 김문숙** 이명진** 박태진***
(Chung-sun Choi) (Moon-sook Kim) (Myung-jin Lee) (Tae-jin Park)

요약 이 연구에서는 기존의 지능형 교수기계와 또래 튜터링의 단점을 보완하여 '가르치기를 통한 학습'을 위한 교수가능 에이전트(Teachable Agent, 이하 TA)의 이론적 배경 및 설계방안을 제시하고자 한다. TA는 학습자가 컴퓨터 에이전트를 가르치는 과정을 통해 학습하는 시스템으로 교수 Module, 묻고 답하기 Module, 테스트 Module, 학습자료 Module 등의 4가지 Module로 구성된다. 교수 Module에서는 개념도(concept map)의 구성을 통해 튜터 역할을 하는 학습자가 TA의 심성모형(mental model)을 수정하고 update 하게 되며, 묻고 답하기 Module에서는 인터랙티브 창을 통해 튜터와 TA가 제한된 방식으로 학습내용에 관한 질문과 응답을 함으로써 개념도를 수정보완하게 된다. 테스트 Module에서는 튜터가 가르친 TA가 미리 정해놓은 학습목표에 도달하였는지를 평가하게 된다. 테스트 결과 TA가 일정 수준에 도달하지 못한 경우에는 개념도의 재수정 과정을 통해 지속적인 학습이 이루어지도록 한다. 학습자료 Module은 튜터가 참고할 자료를 제공해 주는 Module이다. 이러한 TA는 튜터의 역할을 담당하는 학습자에게 깊이 있는 인지적 처리와 능동적인 학습동기를 경험하도록 함으로써 실제 교육현장에서의 유용한 교수/학습도구로 활용될 수 있을 것으로 기대된다.

주제어 교수가능 에이전트, 지능형 교수 프로그램, 가르치기를 통한 학습, 개념도, 학습 동기

Abstract This study presents a design of Teachable Agent(TA) and its theoretical background. TA is an intelligent agent to which students as tutors teach, pose questions, and provide feedbacks using a concept map. TA consists of four independent Modules, Teach Module, Q&A Module, Test Module, and Resource Module. In Teach Module, students teach TA by constructing concept map. In Q&A Module, both students and TA ask questions and answer questions each other through an interactive window. To assess TA's knowledge and provide feedback to students, Test Module consists of a set of predetermined questions which TA should pass. From Resource Module, students can search and look up important information to teach, ask questions, and provide feedbacks whenever they want. It is expected that TA should provide student tutors with an active role in learning and positive attitude toward the subject matter by enhancing their cognition as well as motivation.

Keywords TA(Teachable Agent), intelligent tutoring system, learning by teaching, concept map, motivation to learn

* 이 연구는 과학기술부의 2003-2004 뇌신경정보사업의 지원에 의해 수행되었다(과제번호 M1-0102-04-0003).

** 고려대학교 교육학과

(Dept. of Education, Korea University)

*** 전남대학교 심리학과

(Dept. of Psychology, Chonnam University)

I. 교수가능 에이전트의 개념적 배경

전통적인 컴퓨터 활용 학습(예, 지능형 교수 프로그램-Intelligent Tutoring System)에서는 컴퓨터가 학습하여야 할 내용을 학습자에게 전달하고 학습자가 이를 이해하고 나면, 이해 정도를 컴퓨터를 통해 평가받는 방식이었다. 그러나 이러한 접근 방식은 전달하여야 하는 지식의 내용과 방식이 이미 결정되어 있다. 그 결과 수동적인 이해나 반복적 연습은 학습자의 인지적/동기적 측면에서 모두 제한점을 지닐 수밖에 없다. 이러한 제한을 극복하기 위해서는 학습자에게 능동적인 역할을 부여함으로써 학습자로 하여금 깊이 있는 인지적인 처리와 적극적인 학습동기를 부여하는 것이 필요하다. 학습자에게 능동적인 역할을 제공하는 방법 중의 하나가 바로 학습자로 하여금 타인을 가르치는 역할을 부여하는 것이다.

가르치는 행위는 설명하기, 시범을 보이기, 질문하기, 답변하기, 평가하기, 개념 재구성하기 등의 일련의 행위들로 구성되어 있다. 이러한 행위는 교수자로 하여금 보다 철저하게 기본 학습내용을 이해하고 숙달하도록 하며, 반복적인 훈련으로 인한 자동화가 요구될 뿐만 아니라 다양한 시각에서 학습내용을 분석하고 정교화하는 과정을 수반하도록 하므로 다양한 측면에서 교수자의 학습효과를 수반한다.

가르치는 과정을 통해 깊이 있는 학습이 일어난다는 것은 일상생활 속에서의 개인적인 경험을 통해서도 알 수 있을 뿐만 아니라 교육심리학 분야의 연구에서도 일관되게 보고되고 있다(예, Bargh & Schul, 1980; Graesser et al., 1995). Bargh와 Schul(1980)은 시험을 볼 예정인 다른 학생을 가르치려는 목적을 가지고 학습한 학생들이 자신이 시험을 보기 위해 학습한 학생들보다 글 이해에서 우수함을 보인다는 연구결과를 보고하였다. 이 외에도 상보적 교수법(reciprocal teaching; 예, Palinscar & Brown, 1984), 또래 튜터링(peer-tutoring; 예, King, Staffieri, & Adelgais, 1988, Fuchs et al., 1996), 소그룹 상호작용 효과(예, Webb, 1983), 자기 설명(self-explanation, 예, Chi et al., 1994, 2001) 등에 관한 연구결과는 모두 가르치기를 통한 학습(learning by teaching)의 효과를 직간접적으로 제시하고 있다. 한편 가르치기 자체를 통한 학습은 아니지만 디자인을 통한 학습(learning by designing; 예, Kafai, Franke, Ching, & Shih, 1998)과 프로그래밍을 통한 학습(Harel & Papert, 1991; Papert, 1980)에 관한 연구에서는 결과물의 산출을 목적으로 능동적으로 학습결과물을 구성하는 것이 학습에 매우 효과적임을 입증하고 있다.

실제 또래 튜터링의 효과에 대해서는 상당한 지지 연

구결과가 보고되고 있으나 현실적으로 몇 가지 제한점을 갖는다. 우선 누구나 튜터가 될 수 없다. 일단 사전지식이 부족하거나 유능감이 결여되어 있으면 튜터의 역할을 맡기가 어렵다. 만약 튜터의 역할을 맡은 학습자가 튜터링 과정에서 실패를 경험하게 되거나 튜터가 이해하지 못하거나 불평을 하게 되면, 튜터로 하여금 심한 열등감을 유발할 가능성이 높다. 또한 대부분의 면대면 튜터링에서는 튜터가 기억하여야 할 정보의 양이 많으므로 실제 인지적 부담이 매우 크다. 게다가 또래 튜터링에서는 가시적이고 즉각적 피드백을 제공하기가 어려울 뿐만 아니라 튜터와 튜티가 동일한 시공간에 동시에 존재해야 하는 등의 제약이 많다. 또한 실제 아동끼리의 튜터링 과정을 살펴보면, 경우에 따라서는 산만하고 장난으로 흐르거나 신경전을 벌이는 등의 불필요한 상호작용이 발생하기도 한다.

이러한 가르치기를 통한 학습에 관련된 이론적/경험적 연구배경을 바탕으로 실제 또래 튜터링이 가지고 있는 문제점(인지적 부담, 실패시의 열등감, 시/공간의 제약, 불필요한 상호작용 등)을 해결하기 위해 학습자가 컴퓨터를 가르치는 교수행위를 통해 학습효과 및 학습동기를 극대화하기 위한 프로그램이 교수가능 에이전트(Teachable Agent, 이하 TA)이다(Biswas, Schwartz, Bransford, & TAG-V, 2001). 이미 오래 전에 Taylor(1980)는 컴퓨터로 하여금 특정과제를 수행하도록 하기 위해서 컴퓨터가 이해하는 언어 및 여러 가지 다양한 도구(Prolog, LOGO, Excel 및 각종 저작도구)를 익혀 학습자가 주도권을 쥐고 컴퓨터를 가르치는 방식을 제안하였다.

TA에서는 학습자가 튜터의 역할을 하게 되므로 학습목표가 분명해지고 학습을 하는 이유와 맥락을 상황지위중으로써 참 학습이 일어나게 한다(situated cognition-Greene, 1998; anchored instruction-Cognition and Technology Group at Vanderbilt, 1997). TA를 가르치기 위해 학습한다는 분명한 목표는 학습자의 흥미와 내재동기를 증가시킬 것이다(김성일, 윤미선, 권은주, 최정선, 김원식, 이명진, 2003). 가르치는 상황을 염두에 두고 학습하는 경우, 지식이 유용하게 활용될 배경에 상황지위지게 되는 셈이다. 이러한 맥락에서 학습자의 학습과정은 유의미하고 상황화된 학습으로 발전하게 된다(이정모, 김성일, 황상민, 1998).

비록 에이전트이긴 하지만 다양한 방식의 상호작용 기회를 제공함으로써 멀티미디어 학습에서의 흥미와 동기 유발 효과를 극대화할 수 있다(황상민 등, 1998). 또한 튜터가 상호작용을 주도하는 역할을 하게 되어 자기 조절이 가능해 지며, 가르치는 행위가 자기 효능감과 책임감을 증가시키는 효과를 가져온다. 뿐만 아니라 남을 도와준다는 이타적인 사회적 동기까지도 충족시켜 주므로 동기적

인 측면에서 많은 효과를 기대할 수 있다. 가르치는 행위는 학습내용을 설명하고 시범을 보이는 행위에 해당하므로 보다 정확한 이해를 바탕으로 하여야 한다. 따라서 가르치는 행위를 목표로 하는 튜터는 학습의 초기에 제공되는 정보를 보다 정확하게 습득하여 자신의 것으로 재개념화 하려는 경향이 높다. 또한 가르치는 과정에는 묻고 답하는 상호작용 과정이 포함되므로 질문하기와 답변하기 과정을 통해 지식의 내용이 조직화되고 정교화되어 강력한 학습효과를 낳게 된다. 한편, TA의 수행을 평가하기 위해 질문을 구성하고 이에 적절한 피드백을 제공하는 등의 과정을 통해 자기 점검적인(self-monitoring) 인지과정이 수반된다.

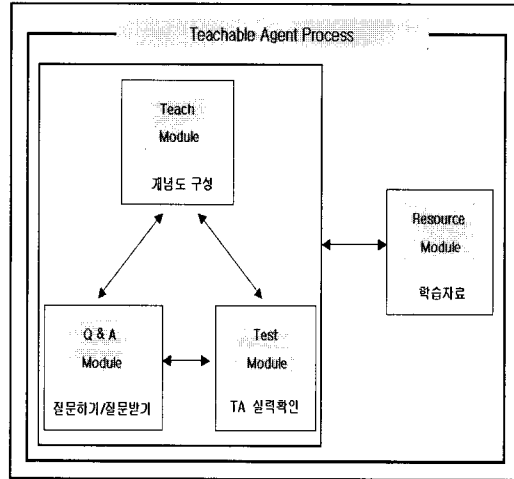
또한 인지적인 측면에서는 개념도를 구성하는 과정에서 튜터 자신의 심성모형을 구체적이고 시각적으로 표현할 수 있는 기회를 제공함으로써 정보를 조직화하고 구성하는 깊은 처리를 가능하게 한다. 또한 다양한 피드백을 통한 개념도의 수정과 갱신과정이 학습자의 심성모형을 지속적으로 점검할 수 있도록 한다. 튜터가 잘 알고 있는 것과 명확히 모르고 있는 것의 구분이 분명해지므로 상위 인지(meta-cognition) 측면에서의 효과도 거두게 된다.

II. 교수가능 에이전트를 이용한 교수/학습 활동

1. TA의 구성요소

TA는 크게 4 가지 Module로 구성된다. 개념도를 통해 TA를 가르치는 교수 Module과 튜터와 TA와의 상호작용 창을 통해 간단한 의사소통 및 질문을 주고받을 수 있는 묻고 답하기 Module, 튜터가 가르친 TA가 미리 목표로 정해놓은 일정한 교육 수준에 도달하였는지를 평가하는 테스트 Module 그리고 가르치는 과정에 도움이 되는 자료를 저장하고 있는 학습자료 Module의 4가지로 구성되어 있다.

(그림 1)은 4 가지 각 Module 간의 관계를 보여주고 있다. 튜터의 역할을 담당하는 학습자들은 개념도(concept map)의 완성을 통해 TA를 가르치고, 묻고 답하기의 상호작용을 통해 개념도를 수정하고 재구성하게 된다. 또한 TA가 어느 정도 학습되었는지 평가/확인하고 이에 대한 강화를 제공한다. 상호작용 과정에서 학습자인 튜터가 TA를 가르치는데 어려움을 느끼게 되면 학습내용과 관련된 참고자료가 있는 학습자료 Module에서 참고자료나 보충자료를 탐색하여 교수 과정과 관련된 내용에 대한 도움을 얻을 수 있다.



(그림 1) TA를 이용한 교수 과정

2. TA를 가르치는 과정

2-1 학습자의 개인차 파악

초기 화면에서 시작 메뉴를 통해 학습자의 역할을 담당하는 튜터는 자신의 이름과 사진을 비롯하여 기타 선호하는 것들에 대한 간단한 소개를 입력하면 그 내용이 TA 프로그램 속에 저장된다.

학습 상황에서의 중요한 개인차 특성에 따라 학습목표, 개념도 구성 방식 및 피드백 방식이 변화하는 맞춤형 TA를 지향하고자 학습동기, 학습태도, 학습양식 및 지각된 자기 효능감 등에 대한 간단한 자기진단 검사가 실시된다 ((그림 2) 참조).

나는 과학이

전혀 재미 없다 약간 재미 없다 보통이다 약간 재미 있다 매우 재미 있다

나는 과학 성격이

매우 나쁜 편이다 나쁜 편이다 보통이다 좋은 편이다 매우 좋은 편이다

나는 과학에 소질이

전혀 없는 편이다 약간 없는 편이다 보통이다 약간 있는 편이다 매우 있는 편이다

나는 수업 중에 새로운 내용을 배우는 것이 좋다

전혀 그렇지 않다 그렇지 않다 보통이다 그런 편이다 매우 그렇다

나는 내가 공부하는 이유는 다른 학생들보다 잘 하기 위해서 이다

전혀 그렇지 않다 그렇지 않다 보통이다 그런 편이다 매우 그렇다

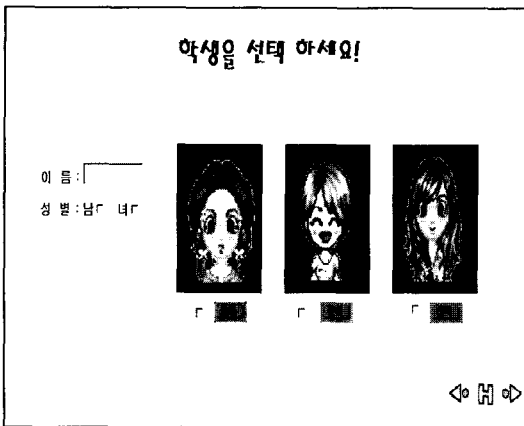
◀ ▶ ↻ 🔍

(그림 2) 맞춤형 TA를 위한 튜터의 개인차 진단 예

튜터의 자기소개와 개인 특성들에 대한 정보가 제공되고 나면, 튜터가 직접 자신이 가르치게 될 TA의 이름, 성별, 아바타 등을 선택하게 된다(그림 3) 참조). 이러한 과정은 튜터에게 선택권을 제공함으로써 자율성을 증가시킬 것으로 기대된다. Deci와 Ryan(1985)의 자기결정이론에 따르면, 학습자의 자기결정성과 자율성이 증가하면 학습에 대한 내재동기가 증가한다. Cordova와 Lepper(1996)의 멀티미디어 학습에 관한 연구에서도 학습자의 선택권은 흥미/동기에 직접적인 영향을 미치는 것으로 나타났다.

튜터가 자신들이 가르치게 되는 TA의 선택이 끝나게 되면 튜터로서 TA에게 가르쳐야 할 교수 내용에 대한 구체적인 목표가 제공된다. 예를 들면, 튜터가 우측의 메뉴 목록에서 '학습목표'를 클릭하면 '암석의 순환'이라는 주제와 관련된 학습목표가 제시된다.

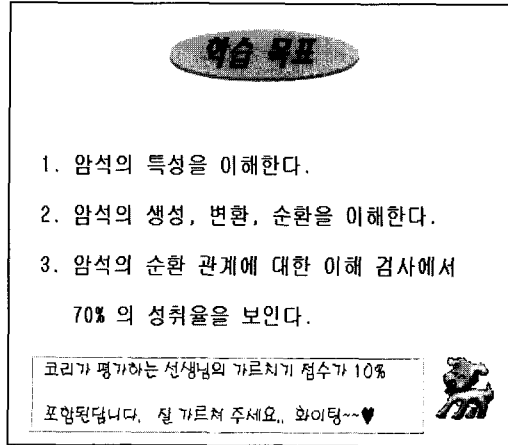
이때 제시되는 성취율은 튜터의 지각된 유능감과 학습 동기 수준에 따라 다르게 제시된다. 즉 학습동기와 유능감이 높은 튜터에게는 비교적 높고 도전적인 성취목표를 제공하는 반면, 학습동기와 유능감이 낮은 튜터에게는 비교적 성취하기 용이한 목표를 제공한다. 이와 함께 튜터의 교수과정에 대한 TA의 평가가 최종 성취율에 포함될 것이라는 사실을 튜터에게 알려줌으로써 튜터의 교수과정에 대한 동기를 높이고자 하였다(그림 4) 참조). 이 단계가 끝나면 TA를 직접 가르치는 활동에 참여하게 된다.



(그림 3) 맞춤형 TA를 위한 아바타의 선택

2-2 교수 Module : 개념도 구성을 통한 학습 활동

튜터는 개념도(concept map)를 통해 TA를 가르치게 된다. 개념도란 학습내용에서 제시되는 개념들 사이의 관계를 도식으로 나타내는 것으로(Novak, 1996) 지식의 위계와 인과 관계를 나타내는 메커니즘이다(Stoyanov &

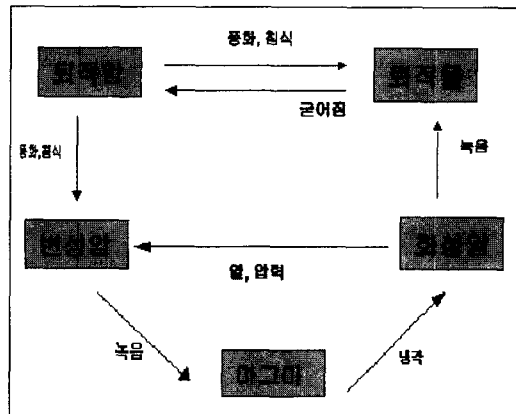


(그림 4) 튜터에게 제공되는 학습 목표의 예

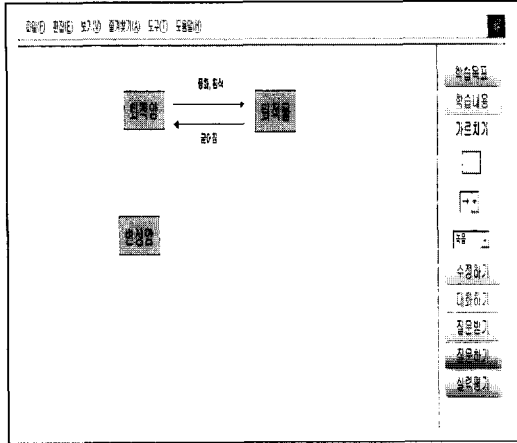
Kommers, 1999).

(그림 5)에서는 튜터가 TA에게 '암석의 순환'을 가르칠 때 사용할 수 있는 완전한 개념도의 한 예를 보여 주고 있다. 이러한 개념도는 기본적으로는 학습내용에 관한 튜터의 심성모형(mental model)을 반영하는 것으로, 튜터의 이해정도는 물론 TA에게 무엇을 어느 정도 가르쳤는지에 관해서도 알려준다. 즉, 튜터가 TA에게 가르친 학습내용에 대해 어느 정도의 지식을 가지고 있으며, 어느 부분에서 어떻게 잘못된 이해를 하고 있는지를 나타내는 도식이다. 따라서 TA의 개념도는 튜터와 TA의 공유된 심성모형을 의미한다.

교수 Module의 초기화면에서는 개념도의 일부만 단서로 제공되고 나머지 부분은 튜터가 구성하도록 한다(그림 6) 참조). 이때 튜터의 동기와 유능감 수준에 따라 상이



(그림 5) 암석의 순환 학습을 위한 개념도의 예



(그림 6) 개념도 작성 절차 예

한 수준의 초기 개념도가 제공되도록 한다. 학습동기와 유능감이 높은 튜터에게는 오류가 포함되어 있는 단편적인 개념도를 제공하는 반면, 학습동기와 유능감이 낮은 튜터에게는 비교적 많은 개념을 오류없는 상태로 제시한다.

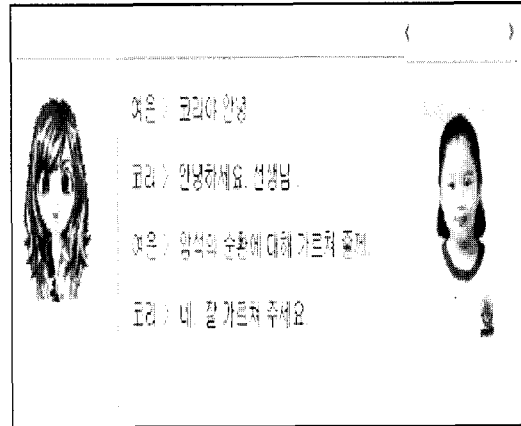
개념도를 구성하기 위해서 튜터는 개념도 인터페이스에서 우측에 제시되는 메뉴 목록들 중에서 가르치기 도구 목록을 이용하게 된다. [그림 6]에서 볼 수 있듯이 ‘암석의 순환’이라는 주제와 관련한 내용들 중에서 TA에게 가르쳐야 할 핵심 개념들(퇴적암, 퇴적물, 변성암 등)을 가르치기 도구 중 개념상자를 사용하여 인터페이스 상에 삽입한다. 개념간의 관계를 표현하기 위해서 화살표로 개념들을 연결하고, 연결된 화살표 위에 두 개념사이의 관계를 설명하는 단어를 관계설명 도구를 사용하여 첨가하도록 하였다. 예를 들어, 퇴적암과 퇴적물이라는 두 핵심 개념이 있고 두 개념 사이를 연결하는 화살표를 선택한 후 관계 설명 도구를 이용하여 ‘풍화, 침식’이라는 관계 설명을 첨가해 준다. 튜터의 심성모형에 기초하여 하나의 개념도가 완성되고 이 개념도를 토대로 TA는 새로운 개념을 학습하게 되는 것이다.

3. TA와의 상호작용

일단 개념도가 완성되고 나면, 튜터와 TA는 질문받기와 질문하기 등의 지속적인 상호작용을 통해 개념도를 수정하면서 지속적으로 TA를 가르치게 된다. 튜터와 TA간의 다양한 상호작용을 촉진시키기 위해 대화화기, 질문받기, 질문하기 등의 메뉴를 개발하였다.

3-1 대화화기

개념도 작성을 통해 TA를 가르치기 전에 튜터와 TA는



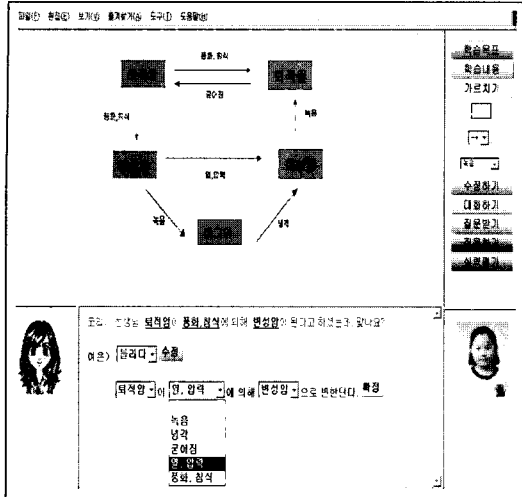
(그림 7) 튜터와 TA와의 대화화기 예

화면 하단의 상호작용 창을 통해 간단한 인사를 나누게 되고 이 때 튜터는 TA에게 학습하여야 할 내용에 대해 알려준다. TA에서 완벽한 자연어처리를 가능하도록 시스템을 구축하는 것은 불가능하므로 기본적인 핵심어 조합에 대한 준비된 답변 패턴을 입력하여 두도록 한다((그림 7) 참조).

3-2 묻고 답하기 Module : 질문받기와 질문하기

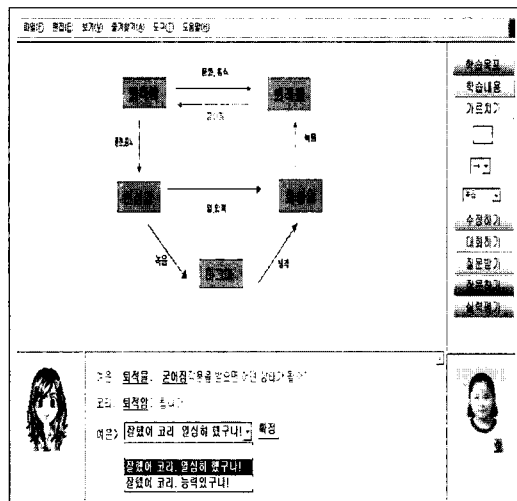
개념도를 구성하는 동안이나 완성한 후에 튜터와 TA는 질문받기와 질문하기를 통해 상호작용을 하게 된다. 우선 질문받기는 TA가 학습내용과 관련하여 궁금한 내용을 튜터에게 물어보는 형태로 이루어진다. 이러한 질문은 개념간의 관계를 다시 확인하는 유형의 질문으로 구성된다. 이 단계는 튜터의 심성모형을 점검하고 평가하는 기회를 제공하기 위한 과정이라 할 수 있다. 튜터는 교수 활동 중에도 화면 우측의 질문받기 메뉴를 통해 TA로부터 학습내용과 관련된 질문을 받게 된다. 튜터는 TA의 질문에 대해 ‘맞다’ 또는 ‘틀리다’의 선택메뉴를 통해 반응을 하게 된다.((그림 8)에서 보는 바와 같이 TA가 질문을 하게 되면, 질문내용과 관련된 TA의 사고과정을 나타내는 개념도의 부분들이 붉은 색으로 변하도록 하여 개념도의 내용 점검 및 수정이 용이하도록 한다. TA의 질문이 잘못되었다고 판단하면 수정하기를 통해 개념도를 수정할 수 있다.

개념도의 수정 과정은 두 가지 방법으로 가능하다. 첫 번째 방법은 화면 하단의 상호작용 창을 통해 간접적으로 수정하는 방법이다. 상호작용 창에 나타난 각 개념의 명칭 및 개념간의 관계를 나타내는 서술어를 선택하여 조합하면 이에 따라 개념도의 내용이 수정된다. 두 번째 방법은 상호작용 창의 ‘틀리다’를 선택한 후 수정 버튼을 누르고 가르치기 도구상자를 이용하여 직접 수정하는 방법이다.



(그림 8) 질문받기 상호작용의 예

다. 질문받기의 주목적은 튜터 자신의 심성모형을 평가하고 수정/갱신할 수 있는 기회를 제공하는데 있다. 즉, 튜터가 TA에게 잘못 가르친 내용에 대해서 개념도를 수정할 수 있는 기회를 제공하고 이러한 과정을 통해서 튜터가 잘못 알고 있는 부분에 대한 교정이 가능하도록 하기 위한 과정이다. 질문받기는 프로그램 안에 이미 숨겨져 입력되어 있는 완전한 개념도와 튜터가 구성한 개념도와 비교를 통해, 튜터가 제시한 개념도의 어떤 부분이 잘못되었는지를 발견하고 이러한 오류에 대해 TA가 튜터에게 질문하는 방식으로 이루어진다.



(그림 9) 질문하기 상호작용의 예

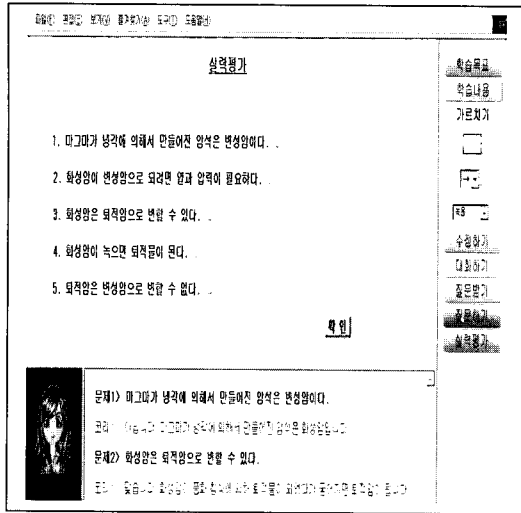
튜터와 TA와의 또 다른 상호작용 방식인 질문하기는 TA의 학습내용 정도를 튜터가 확인하기 위해 실시된다. 튜터는 아래쪽의 상호작용 창을 통해 개념도에서 사용한 개념들과 그 개념간의 관계를 나타내는 서술어를 선택하여 TA에게 다양한 질문을 하면 이 질문에 대해 TA가 대답을 하는 방식으로 구성된다(그림 9) 참조.

질문하기 과정에서 튜터가 TA에게 제시하는 질문은 주로 추론을 요구하는 유형의 질문(예, 퇴적암이 녹으면 화성암이 되는가?)으로 이루어져 있다. 이러한 추론 질문을 구성하는 과정에서 튜터는 개념도에 포함된 각 개념간의 인과관계를 다시 한번 분석하거나 추리하여야 한다. TA는 구성된 개념도에 따라 대부분 자동적인 반응을 하지만 가끔씩 오답을 산출하도록 프로그램화되어 튜터에게 깊이 있는 인지처리의 기회를 제공한다.

튜터가 제시한 질문에 대한 TA의 대답에 튜터는 스스로의 판단으로 정·오답 판정 피드백을 준다. 오답판정의 경우, 질문 받기에서와 같이 직접수정 및 간접수정 방법으로 개념도를 수정한다. 반면, 정답판정의 경우 튜터는 TA에게 칭찬하기 버튼을 통해 “열심히 했구나” 등의 강화를 줄 수 있으며 튜터에 의해 강화를 받은 TA가 또다시 “선생님이 잘 설명해 주셔서 그렇죠. 뭐” 등의 응답으로 튜터에게 강화를 주게 된다. 이렇게 TA와 튜터가 서로 강화를 주고받는 과정을 통해 튜터인 학습자에게 튜터로서의 책임감과 자아효능감을 높여 주고자 하였다. 특기할 사항은 TA의 대답이 틀렸음에도 불구하고 튜터가 맞았다고 착각하여 정답 피드백과 강화를 주려고 할 때 칭찬하기 버튼이 선택되지 않고 ‘다시 검토하라’는 메시지가 나오도록 함으로써 튜터가 내용을 다시 검토할 수 있는 기회를 제공한다는 것이다. 이러한 과정을 통해 정확하게 튜터의 강화를 받은 개념간의 관계는 개념도에 파란 색으로 표시되고 TA 프로그램 안에 저장되어 이후의 수정 과정 및 다시 가르치기 과정에서도 사라지지 않고 계속 남아 있도록 하는 반면, 부정확한 내용은 재학습의 과정에서 사라지도록 한다. 이는 불필요한 재학습 및 수정을 줄이고 튜터로 하여금 강화의 효과를 체험하도록 하여 TA의 반응에 지속적으로 관심을 가지고 학습하도록 하기 위함이다.

4. 테스트 Module - TA 평가 과정

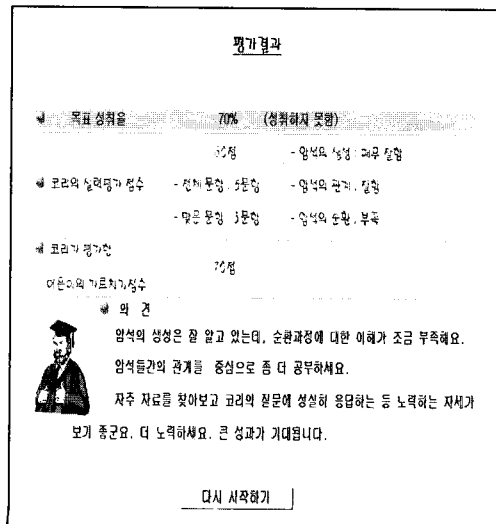
개념도를 통해 가르치기, 질문하기와 답변하기 과정을 마치고 TA가 어느 정도 학습을 하였다고 튜터가 판단하면 메뉴의 실력확인 단계를 선택하여 TA의 최종 실력을 평가한다. (그림 10)에서 보는 바와 같이 테스트 Module에서 TA는 프로그램 안에 미리 내장되어 있는 테스트 문항들에



(그림 10) 테스트 과정의 예

대해 답을 함으로써 개념도를 토대로 학습한 내용의 숙달 정도를 평가받게 된다. 퀴즈 과정에서 TA의 답은 프로그램 내에 존재하는 전문가에 의해서 평가가 이루어진다.

테스트 Module에서 제공되는 문제는 미리 만들어져 있는 문항들이기 때문에 튜터는 어떠한 문항이 제시되는가에 대해서는 미리 알 수 없도록 한다. 따라서 실력평가 단계는 의형적으로는 튜터의 가르침을 받은 TA의 학습정도를 알아보기 위한 것이지만 실제로는 튜터의 학습정도를 알아보기 위해 사용되는 것이다. 즉, TA가 최종 실력확인



(그림 11) 전문가의 평가 결과 예

문항에 틀린 답을 하는 경우에는 튜터가 구성한 개념도에 오류가 있기 때문이며 이는 튜터가 학습내용을 잘못 이해하고 있다는 것을 의미하므로 이러한 최종 평가의 결과에 따라 재학습 여부를 결정하도록 한다.

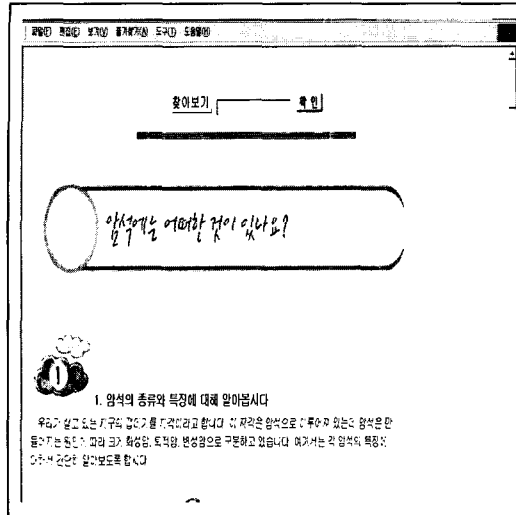
TA가 실력확인 문제를 다 풀고 나면 TA 프로그램 내의 전문가가 최종평가 결과를 제시해 준다. 전문가의 평가결과는 (그림 11)에서와 같이 교수과정 전에 튜터가 결정한 목표 성취율에 대한 달성여부, TA의 실력 평가점수 결과 및 평가 결과에 대한 전문가의 분석을 함께 제공한다. 이와 더불어 TA가 튜터의 교수 과정에 대해 평가 점수를 제공해 준다. 튜터의 교수과정에 대한 TA의 평가는 개념도의 구성도, 수정횟수, 질문응답의 성실도, 강화횟수, 학습자료의 검색횟수 등을 정량화 한 것이다. 전문가 의견 난에서는 우수한 부분과 부족한 부분에 대한 내용 중심의 정보적 피드백을 제공하여 학습내용에 대한 흥미와 동기를 높이고자 한다. 피드백의 유형은 유능감이 높은 튜터에게는 상대평가 피드백을 유능감이 낮은 튜터에게는 과제숙달 피드백을 제공하도록 한다(최정선, 김성일, 2003 참조). 또한 노력귀인을 유도하여 추후에 더 많은 노력을 기울이도록 하며, 향후 발전 가능성을 강조하여 언급함으로써 내재동기를 높이도록 한다.

만약 TA의 평가 결과가 미리 설정한 목표 성취율에 도달하지 못할 경우, 튜터는 다시 시작하기 버튼을 클릭하고 가르치기 화면으로 돌아가게 된다. 다시 가르치기로 돌아갈 경우, 기존의 교수 과정에서 튜터가 TA를 가르치기 위해 작성한 개념도는 사라지고 처음부터 다시 개념도를 작성하여야 한다. 다만 질문하기 과정에서 튜터의 질문에 TA가 올바르게 대답하여 튜터의 강화를 받은 개념들간의 관계는 다시 가르치기로 돌아갈 경우에도 계속 남아 있어 초기 개념도에 포함되어 제시된다.

5. 학습 자료 Module

TA 프로그램의 우측 메뉴 목록에서 학습내용 항목을 클릭하면 암석의 순환과 관련된 학습내용이 제공된다. 튜터가 개념도를 사용하여 TA를 가르치거나 질문받기와 질문하기의 상호작용 도중에 개념도에서의 오류를 발견하여 수정하여야 할 경우, 튜터가 학습내용을 보다 상세하게 참고하여 가르치거나 수정할 수 있도록 하기 위해 학습자료에 접근할 기회를 제공한다. 또한 실력 평가 결과, 목표 성취율에 도달하지 못했을 경우나 튜터가 교수활동을 시작하기 전에 가르칠 내용에 대해 대략적으로 살펴보는 경우에도 학습자료를 이용할 수 있다.

(그림 12)에서와 같이 학습자료의 내용에는 주로 개념도에 포함되는 각 개념들에 대한 정의와 함께 개념간에는



(그림 12) 학습자료의 예

어떠한 관계성을 맺고 있는지에 관한 상세한 설명과 예, 그림 등이 수록되어 있다. TA를 가르치는 상황에서 튜터의 필요에 따라 언제든지 학습자료에 접속하여 활용할 수 있도록 구성되어 있으며, 제공되는 학습자료 내에 원하는 정보가 없을 경우, 웹을 통한 인터넷 연결을 통해 다른 검색 엔진에의 접속이 가능하도록 한다.

III. 결론 및 논의

이 연구에서는 기존의 지능형 교수기계와 또래 튜터링의 단점을 보완하여 '가르치기를 통한 학습'을 위한 교수 가능 에이전트의 구체적 설계와 그 이론적 배경을 소개하였다. TA는 튜터의 역할을 담당하는 학습자에게 능동적인 역할을 부여함으로써 학습자로 하여금 깊이 있는 인지적 처리와 적극적인 학습동기를 부여할 수 있으므로 실제 교육현장에서의 유용한 교수/학습도구로 활용될 수 있으리라 기대된다.

이 연구에서 제안된 TA의 주요 특성을 요약하면 다음과 같다. TA를 위해 개념도를 구성하고 이를 수정하는 과정을 통해 튜터의 심성모형을 구성하고 갱신할 수 있도록 하며, 튜터의 유능감 수준에 따라 부분적인 개념도를 제공하거나 부분적인 오류 개념도를 제공한다. 튜터의 인지/동기적 차원에서의 개인차를 반영하여 각 튜터에게 적합한 수준의 맞춤 TA환경을 제공하는 것을 목표로 한다. 학습자의 학습 및 인지양식 차원과 유능감, 목표, 귀인 등의 차원을 측정하고 이를 토대로 학습목표와 개념도의 수준, 그리고 질문의 유형과 피드백 유형 등을 차별화 하여 제

공하도록 한다.

학습에 대한 튜터의 내재동기를 유발하기 위해서 TA의 이름과 생김새를 정하는 것에서부터 학습목표의 설정에 이르기까지 선택의 범위와 자율성을 확대하는 것이 대단히 중요하다. 또한 묻고 답하기에서의 상호작용 방식과 개념도 수정 방식 등에서 단조롭지 않은 다양한 방식을 개발하는 것 역시 TA 설계에 있어서 반드시 고려되어야 할 사항이다. 한편 TA에게 강화체계를 도입함으로써 행동과 강화의 유관관계에 대해 인식하도록 하여 책임감 있는 튜터의 역할을 담당하도록 하는 것과, 튜터의 인지적 부담을 최소화하기 위해 다양한 보조도구를 제시하고 풍부한 학습재료를 지원하는 것 또한 필요하다.

TA의 주요 목적이 학습동기가 부족한 학습자에게 학습 내용에 대한 흥미와 동기를 유발시키고자 하는 데에 있으므로 실제 학습장면에서의 TA 활용에는 몇 가지 유의하여야 할 사항이 있다. 우선 TA는 학교에서의 수업내용과 반드시 연계되어야 하므로 정규 교과목에 포함되어 있는 내용으로 하는 것이 바람직하다. 한 단원의 학습목표를 소개하고 학습내용을 처음으로 도입하는 시점에서 TA의 활용은 학습자의 호기심과 동기, 학습목표의 내면화 등의 측면에서 매우 효율적일 것으로 기대된다. 학습자의 내재동기를 위해서는 자율성과 선택권을 중요시하여야 하므로 학습이 진행될수록 학습자가 선택하는 범위를 증가시키고 TA자체에 대한 의존도를 점차적으로 줄여 나가는 것이 필요하다. 또한 학습자에게 TA 사용과 관련된 기본적인 교수 방법 및 단계와 관련된 기술 및 전략을 알려주는 것도 중요하다.

현재 개발된 TA에는 몇 가지 제한점이 있다. 우선 개념도를 활용하여 가르치는 만큼 모든 교과내용이 TA에 적합할 수는 없다는 점이다. 잘 정의된 학습영역에서의 작동기제나 개념간의 인과관계를 학습하는데에는 개념도의 활용이 매우 적합한 것으로 알려져 있으므로 현재로서는 TA의 활용이 제한된 영역에 국한될 수밖에 없다. 따라서 개념도를 구성하거나 수정하는 방식 이외의 다양한 인터페이스 방식을 활용하여 TA를 교수할 수 있는 방법을 개발하는 것이 급선무일 것이다. 또 다른 제한점은 튜터와 TA의 상호작용 방식이 제한되어 있어 쉽게 지루해질 수 있다는 점으로 다양한 상호작용 방식 기술을 개발하는 것이 중요하다. 네트워크를 통한 사회적 상호작용의 기회를 부가적으로 제공함으로써 학습자의 흥미를 더욱 증진시킬 수 있을 것으로 기대된다. 튜터간의 협력을 통한 팀 강좌나 TA간의 경쟁이나 게임형식의 도입도 학습자의 흥미와 동기의 증진에는 많은 도움을 줄 것이라 생각된다.

TA는 기존의 지능형 교수기계의 개념을 바꾸는 새로운 형태의 에이전트이므로 이 논문에서 소개된 TA의 설계모형을 기반으로 기술적으로 보다 다양하고 세련된 업그레이드 버전의 개발이 필요하다. 뿐만 아니라 개발된 TA를 실제 교육장면에서 사용하고 그 효과성을 확인하는 후속 연구를 통해 그 타당성을 검증받아야 할 것이다.

IV. 참고문헌

김성일, 윤미선, 권은주, 최정선, 김원식, 이명진 (2003). 자극의 모호성과 과제유형 및 인지육구의 개인차가 흥미에 미치는 효과. *교육심리연구*, 17(2), 89-106.

이정모, 김성일, 황상민 (1998). 멀티미디어 타이틀의 내용구조에 따른 학습행동의 분석: 상황화된 학습의 중개자로서의 멀티미디어 매체의 기능 탐색. *인지과학*, 9(4), 1-16.

최정선, 김성일 (2003). 피드백 특성과 지각된 유능감이 내재동기와 목표성향에 미치는 영향. *한국교육심리학회: 2003년 제3회 학술발표회*.

황상민, 김성일, 김소영, 변은희, 이재호, 조광수, 최상섭, 이정모 (1998). 멀티미디어 매체의 특성과 학습효과에 대한 탐색적 연구. *교육공학연구*, 14(2), 209-225.

Bargh, J. A. & Schul, Y. (1980). On the cognitive benefits of teaching. *Journal of Educational Psychology*, 72, 593-604.

Biswas, G., Schwartz, D., Bransford, J. & TAG-V. (2001). Technology support for complex problem solving: From SAD environments to AI. In Forbus and Feltovich, (Eds.), *Smart machines in education* (pp. 71-98). Menlo Park, CA: AAAI Press.

Chi, M. T.H., Siler, S. A., Jeong, H., Yamauchi, T., & Hausmann, R. G. (2001). Learning from human tutoring. *Cognitive Science*, 25(4), 471-533.

Chi, M.T.H., DeLeeuw, N., Chiu, M. H., & LaVancher, C. (1994). Eliciting self-explanations improves understanding. *Cognitive Science*, 18, 439-477.

Cognition and Technology Group at Vanderbilt (1997). *The Jasper project: Lessons in curriculum, instruction, assessment, and professional development*. Mahwah, NJ: Erlbaum.

Cordova, D. I., & Lepper, M. R. (1996). Intrinsic motivation and the process of learning : Beneficial effects of contextualization, personalization, and choice. *Journal of Educational Psychology*, 88, 715-730.

Deci, E. L., & Ryan, R. M. (1985). *Intrinsic motivation and*

self-determination in human behavior. New York: Plenum.

Fuchs, L. S., Fuchs, D., Karns, K., & Hamlett, C. L. (1996). The relation between students ability and the quality and effectiveness of explanations. *American Educational Research Journal*, 33, 631-644.

Graesser, A. C., Person, N., & Magliano, J. (1995). Collaborative dialog patterns in naturalistic one-on-one tutoring. *Applied Cognitive Psychologist*, 9, 359-387.

Greeno, J. G. (1998). The situativity of knowing, learning, and research. *American Psychologist*, 53, 5-26.

Harel, I., & Papert, S. (1991). *Constructionism*. Norwood, NJ: Ablex.

Kafai, Y. B., Franke, M. L., Ching, C. C., & Shih, J. C. (1998). Game design as an interactive learning environment for fostering students and teachers mathematical inquiry. *International Journal of Computers for Mathematical Learning*, 3, 149-184.

King, A., Staffieri, A., & Adelgais, A. (1998). Mutual peer tutoring: effects of structural tutorial interaction to scaffold peer learning. *Journal of Educational Psychology*, 90, 1-19.

Novak, J. D. (1996). Concept mapping as a tool for improving science teaching and learning. In: D.F. Treagust, R. Duit, & B.J. Fraser (Eds.), *Improving teaching and learning in science and mathematics*(pp. 32-43). London: Teachers College Press.

Palinscar, A. S., Brown, A. L. (1984). Reciprocal teaching of comprehension-fostering and comprehension-monitoring activities. *Cognition and Instruction*, 1, 117-175.

Papert, S. (1980). *Mindstorms*. New York: Basic Books.

Stoyanov, S., & Kommers, P.(1999). Agent-support for problem solving through concept-mapping. *Journal of Interactive Learning Research*, 10(3/4), 401-442.

Taylor, R.P. (Ed.). (1980). *The computer in the school: Tutor, tool, tutee*. New York: Teachers College Press.

Webb, N. M. (1983). Predicting learning from student interaction: Defining the interaction variables, *Educational Psychologist*, 18, 33-41.

| | |
|------|---------------|
| 접 수 | 2003년 04월 12일 |
| 게재승인 | 2003년 10월 14일 |