

# 상호작용 촉진을 위한 협력학습지원 에이전트

서희전\* · 문경애\*\*

## 요약

지식기반사회에서 새로운 교육형태로 대두되고 있는 온라인 협력학습은 실제적이고 고차원적인 문제해결 능력을 향상시키며 학습의 몰입을 촉진하는 효과적인 방안으로 활발하게 논의되고 있다. 협력학습은 개인학습과 달리 팀을 구성하여 공동의 목적을 설정하고 과제를 수행하면서 산출물을 생성하는 복잡한 절차를 거치게 되며, 성공적인 협력학습을 위해 협력학습과정에서 학습자의 자기주도학습 능력, 그룹간 상호작용, 학습자료의 공유 촉진 전략이 필요하다. 그러나 교수가 모든 학습자의 협력활동을 모니터링하고 문제점에 대해 적극적인 조인자 역할을 수행하기에 어려운 실정이며, 기존의 협력학습지원 도구만으로는 학생들의 협력활동을 촉진시키기에는 제한적이다. 따라서 본 연구에서는 온라인 협력학습에서의 상호작용을 모니터링하고 촉진하기 위해 협력학습지원 에이전트(ECOLA)를 개발하였다. 협력학습지원 에이전트(ECOLA)는 협력학습 모델과 협력학습 촉진전략에 기반한 모니터링 에이전트와 촉진자 에이전트로 구현되었다.

키워드: 협력학습지원 에이전트, 모니터링 에이전트, 촉진자 에이전트, 협력학습 참조모델

## Collaborative Learning Supporting Agent for Facilitating Peer Interaction

Hee-Jeon Suh\* · Kyung-Ae Moon\*\*

### ABSTRACT

Online collaborative learning, which has emerged as a new type of education in knowledge-based society, is being discussed actively in the areas of action learning at companies and project-based learning and inquiry-based learning at schools. It regards as an effective method for improving learners' practical and highly advanced problem solving abilities, and for stimulating their absorption into learning through pursuing common goals of learning together. Different from individual learning, however, collaborative learning involves complicated processes such as organizing teams, setting common goals, performing tasks and evaluating the outcome of team activities. Thus, it is difficult for a teacher to promote and evaluate the whole process of collaborative learning, and it is necessary to develop systems to support collaborative learning. Therefore, in order to monitor and promote interaction among learners in the process of collaborative learning, the present study developed an extensible collaborative learning supporting agent (ECOLA) in online learning environments.

Key Words : Collaborative Learning Supporting Agent, Monitoring Agent, Facilitator Agent, Workplace Reference Model

### 1. 서론

지식기반사회에서 새로운 교육형태로 대두되고 있는 온라인 협력학습은 최근 기업의 액션러닝(action learning)이나 학교의 프로젝트 학습(project-based learning)과 탐구기반 학습(inquiry-based learning) 분야에서 고차원적인 문제해결력 향상과 학습의 몰입을 촉진하는 학습 방안으로 활발하게 논의되고 있다. 그러나 협력학습은 개인학습과 달리 학습자들이 팀을 구성하여 공동의 목적을 설정하고 개인학습과 협력학습을 병행하면서 과제를 수행하고 팀 산출물에 대한 평가가 이루어지는 복잡한 절차를 거쳐야 한다. 또한 협력학습은

높은 수준의 자기주도학습 능력, 적극적인 학습자간 상호작용과 학습결과의 공유활동이 요구되는 특성을 가지므로 학습자들의 조건에 따라 협력학습 수행에 문제가 발생할 수 있다. 그러나 한 명의 교수가 복잡한 협력학습 전 과정을 모니터링하고 학습자별로 나타나는 다양한 문제점을 해결하기에는 매우 어려운 실정이다. 또한 기존의 토론방, 화이트보드 등 협력학습지원 도구만으로는 학생들의 협력활동을 촉진시키기에는 제한적이다.

따라서 본 연구에서는 협력학습 과정에서 나타나는 학습자간 상호작용을 촉진하고, 개별학습과 협력학습이 활성화되도록 지원하는 시스템 요소로 협력학습지원 에이전트를 개발하였다. 협력학습지원 에이전트(Extensible Collaborative Learning supporting Agent: ECOLA)는 협력학습을 수행하는 학습자의 활동을 모니터링할 수 있고, 학생간의 커뮤니

\* 정희원: 한국전자통신연구원 선임연구원

\*\* 정희원: 한국전자통신연구원 책임연구원

논문접수: 2005년 7월 19일, 심사완료: 2005년 10월 10일

케이션을 촉진하고 교사를 위한 조언 및 피드백을 생성하여 상호작용을 촉진하는 역할을 수행한다.

본 연구에서는 협력학습지원 에이전트(ECOLA) 개발을 위해 문헌연구를 통하여 협력학습 모델과 절차를 분석하고 협력학습을 촉진하는 요인과 전략을 규명하였으며 협력학습에서의 에이전트 역할을 정의하였다. 이를 기반으로 협력학습지원 에이전트의 구조를 설계하고 모니터링 에이전트와 촉진자 에이전트를 구현하였다.

## 2. 관련 연구

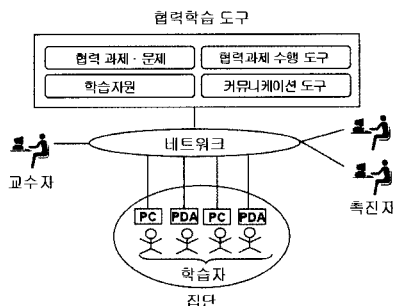
### 2.1 협력학습

#### 2.1.1 협력학습의 개념

협력학습이란 소집단내 구성원 모두가 동등한 지위를 인정하고, 소집단의 학습자가 공동의 목표나 과제를 성취하기 위해 함께 활동하며 그 과정을 통해 사회적 기술과 협동적 기술을 배워가게 하는 학습 방법이다[1]. 성공적인 협력학습을 위해서는 집단 내의 상호작용이 촉진되어야 하며, 이는 곧 학습에서의 높은 성취도, 긍정적 상호의존성 그리고 개별 책무성을 높이게 된다[1].

개별학습과 협력학습을 비교해 보면, 개별학습은 학습자의 적성, 흥미, 선호하는 학습양식에 따라 자신의 속도로 학습을 진행할 수 있으며, 학습자의 사전지식과 경험에 근거한 개별적 목표설정과 평가가 이루어진다. 반면 협력학습은 학습자들이 다른 학습자들과 상호작용을 할 때 학습의 효과가 더 크다는 가정을 가지며, 집단역학을 기초로 구성원 간에 서로 돕고 격려하면서 공동의 학습목표에 도달함으로써 이루어진다.

(그림 1)과 같이 온라인 상에서의 협력학습 형태는 학습자들이 원격으로 떨어진 곳에서 각각 협력학습공간으로 접근하여 공동으로 과제를 수행하게 된다. 학습자들은 협력과제 수행 도구, 학습자원, 커뮤니케이션 도구를 이용하여 상호작용하게 된다. 교수자와 촉진자는 학습자 집단을 지원하기 위하여 협력학습 과제를 안내하고, 수행을 유도하며, 학습과정에서 조언을 제공하는 역할을 하게 된다.



(그림 1) 온라인 협력학습의 구성

#### 2.1.2 협력학습의 모델

본 연구에서 협력학습 모델에 대한 고찰의 목적은 첫째,

온라인 협력학습에서 참여한 학습자의 활동 및 행위요소에 근거하여 에이전트가 수집할 자료의 항목을 정의하기 위한 것이며, 둘째, 협력학습 절차와 활동에 대한 정의를 통해 협력학습 조언생성 전략을 도출하고 이를 촉진자 에이전트에 반영하기 위한 것이다.

따라서 본 연구에서는 기존 교실수업에서 사용하는 직소우, Pro-Con 등 10여 개의 면대면 협력학습 모델과 프로젝트학습, 탐구학습, 온라인 학습공동체 등 온라인 학습 활동을 분석하여 대표적인 온라인 협력학습 모델을 세 가지 형태로 도출하였다. 도출된 모델은 일반적 협력학습 모델, 협력적 토론학습 모델, 협력적 아이디어 생성 모델로 구분할 수 있으며 각각의 절차는 <표 1>과 같다[2].

<표 1> 온라인 협력학습의 세 가지 모델

구분	일반적 협력학습 모델	협력적 토론학습 모델	협력적 아이디어 생성 모델
준비	목표확인 학습준비	목표확인 학습준비	목표확인 학습준비
도입	팀구성 및 배치 팀 학습 목표설정 학습계획수립	팀구성 및 배치 토론문제과약 개인의 입장선택 소집단구성 학습계획수립	팀구성 및 배치 팀 학습 목표설정 사전경험점검/공유 학습계획수립
전개	개별학습 팀 협력학습	토론을 위한 개별학습 소집단 토론활동	정보수집/공유 아이디어 생성
정리	협력학습 결과 공유 평가 및 성찰	협력학습 결과 공유 평가 및 성찰	협력학습 결과 공유 평가 및 성찰

세 가지 모델 중 일반적 온라인 협력학습 모델은 학습준비 및 목표 확인, 팀 구성 및 계획수립, 개별학습, 팀 협력학습, 협력학습 결과물 공유, 평가 및 성찰의 여섯 단계로 나누어지며 각 단계별 하위활동은 <표 2>와 같다.

<표 2> 온라인 협력학습의 과정

단계	하위 활동
학습준비 및 목표 확인	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 학습목표 확인</li> <li>· 학습방법 및 학습절차 확인</li> <li>· 평가방법 및 평가기준 확인</li> </ul>
팀 구성 및 계획수립	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 팀 구성</li> <li>· 팀 협력학습 목표 설정</li> <li>· 팀 협력학습 일정 및 계획 수립</li> <li>· 개별과제 및 역할 분담</li> </ul>
개별학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 개별학습 계획수립</li> <li>· 정보 수집· 분석· 공유</li> <li>· 개별학습 결과물 생성</li> </ul>
팀 협력학습	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 학습결과물 공유· 분석· 피드백</li> <li>· 팀 협력학습 계획 수립</li> <li>· 정보 수집· 분석· 공유· 피드백</li> <li>· 협력적 학습결과물 생성</li> </ul>
협력학습 결과물 공유	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 팀간 협력적 학습결과물 공유</li> <li>· 팀간 협력적 학습결과물 피드백</li> <li>· 협력적 학습결과물 정리</li> </ul>
평가 및 성찰	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 협력학습 과정 및 결과 평가</li> <li>· 협력학습 과정 및 결과 성찰</li> <li>· 협력학습 공동체 유지</li> </ul>

2.2 협력학습 전략

성공적인 협력학습을 위한 주요 전략은 그룹 구성 전략, 그룹 의사소통 전략, 상호작용 전략, 학습활동의 구조화 전략으로 구분하여 설명할 수 있다. <표 3>과 같이 그룹의 크기 및 구성, 자율성 수준, 커뮤니케이션 모드, 상호작용 유형과 내용에 따른 전략, 그룹 구성원의 상호의존성 수준 및 책무성 등이 면대면 협력학습의 주요 요인이 된다[3]. 그러므로 이러한 주요 요인을 중심으로 에이전트의 역할 및 기능을 정의했을 때 효과적인 협력학습 지원이 가능하다.

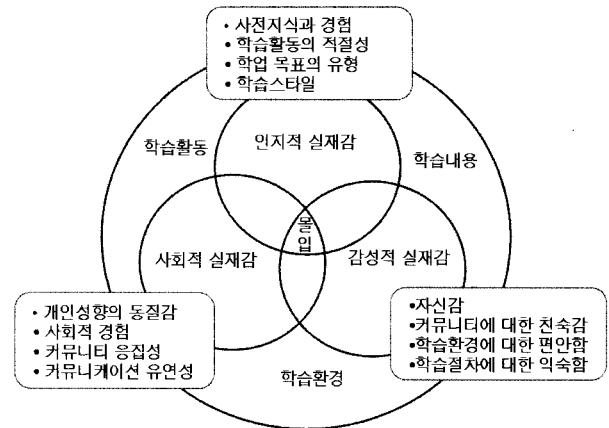
<표 3> 면대면 협력학습의 주요 전략 유형

전략 유형	유형별 주요 요인	
그룹 구성 전략	그룹의 크기	적절한 팀의 크기
	그룹의 구성	이질적 및 동질적 구성
	자율성 부여	자율권 부여의 장단점 파악
그룹 의사소통 전략	커뮤니케이션 모드 선정	언어적·비언어적 커뮤니케이션 커뮤니케이션 도구
	상호작용 전략	상호작용 유형에 따른 전략
학습자-학습자 상호작용		
학습자-자료 상호작용		
상호작용 내용에 따른 전략	인지적 상호작용	
	사회적 및 감성적 상호작용	
학습활동의 구조화 전략	구성원 간의 상호의존성 수준 설정 학습자에게 개별책무성 부여	

한편, 면대면으로 이루어지는 전통적 협력학습과 달리 온라인 상에서 이루어지는 협력학습은 가상의 공간을 통해 학습하고 교류하기 때문에 새로운 전략이 요구된다. 즉, 실제 교수자나 촉진자가 없더라도 학습자 주도적으로 협력학습을 이끌어 나가고, 사이버 공간에서 동료 학습자와 직접적인 교류가 없이 원격 상황에서 상호작용을 통해 유대감과 친밀감을 높이며, 학습자로 하여금 스스로 학습에 몰입할 수 있도록 하는 전략이 요구된다. 이러한 온라인 협력학습 전략의 하나로 본 연구에서는 Wang과 Kang[4]이 제시한 사이버고지(cybergogy) 모델을 기반으로 사이버고지 협력학습 전략 모델을 구성하였다[6].

사이버고지(cybergogy)는 가상공간을 의미하는 ‘사이버(cyber)’라는 용어와 교수법 또는 교수전략을 의미하는 ‘페даго지(pedagogy)’를 조합하여 만들어진 개념으로, 인지적 실재감, 사회적 실재감, 감성적 실재감 요인을 촉진하여 학습에의 몰입감과 학습효과를 높이하고자 하는 전략 모델이다. 사이버고지 협력학습 전략 모델의 세 가지 실재감의 개념과 협력학습을 촉진하는 하위 요인을 정리해 보면 (그림 2)와 같다.

인지적 실재감(cognitive presence)은 탐구과정에서 학습자들이 의사소통하면서 의미를 구성할 수 있는 정도를 말하는 것이다[4, 5]. 인지적 실재감의 요인으로는 사전지식과 경험, 학습목표의 유형, 학습활동의 적절성, 학습스타일이 포함된다. Kang외[6]에 의하면 인지적 실재감 요인들은 학습성취도, 학습만족도, 학습지속도에 모두 영향을 미치는 것으로 나타났다.



(그림 2) 사이버고지 협력학습 전략 모델

사회적 실재감(social presence)은 다른 사람과의 상호작용을 인식하고 대인관계를 감지할 수 있는 정도를 의미한다 [7]. 학습과정에서 사회적 실재감의 수준이 낮으면 참여자간의 상호작용이 낮아지며, 고립감이나 외로움을 느끼게 됨으로 인해 학습동기가 저하되거나 좌절감을 느끼는 등 부정적인 학습태도를 갖게 될 우려가 있다[4]. 사회적 실재감의 요인은 개인 성향의 동질감, 사회적 경험, 커뮤니티 응집성, 커뮤니케이션 유연성을 포함한다.

감성적 실재감(emotive presence)은 자신과 학습자료 간, 커뮤니케이션 당사자 간의 접촉을 통해 스스로를 자각하고 주위 환경에 대해 긍정적 느낌을 갖는 정도라고 정의할 수 있다[7, 8]. 감성적 실재감은 흥미나 동기 및 활동에 대한 기대감과 밀접한 관련이 있으며, 감정, 느낌, 신념 및 가치 등의 개인적인 표현으로 나타나게 된다. 감성적 실재감 요인은 자신감, 커뮤니티에 대한 친숙감, 학습환경에 대한 편안함, 학습절차에 대한 익숙함으로 설명할 수 있다.

2.3 협력학습에서의 에이전트

2.3.1 에이전트의 정의

일반적으로 에이전트란 행위에 대한 요구를 받았을 때 의도를 이해하고 자립적인 판단에 의해서 실행하는 기능 또는 소프트웨어로 설명할 수 있다[9]. 에이전트의 특징을 보면 첫째, 에이전트는 인간의 조작 없이도 자율적으로 기능하고, 둘째, 다른 에이전트들과의 의사소통이 가능하며, 셋째, 환경을 인지하고 그에 따라 시기 적절하게 변화하며, 넷째, 에이전트는 단순히 환경에 따라 반응하는 것이 아니라 궁극적인 전체 목적에 맞게 변화해 나간다는 것이다.

학습에서의 에이전트에 대한 논의는 초기 개인학습을 위한 지능형 튜토링 시스템에서 시작되어 최근 협력 온라인 학습 환경에서의 멘토나 학습동료의 역할을 수행하는 촉진자 에이전트 개념으로 변화·발전되고 있다[10, 11, 12].

지능형 교수 시스템(Intelligent Tutoring System: ITS)에서 에이전트는 교사로서의 역할을 수행한다. 교사 에이전트는 학생들에게 무엇을 해야 하는지 말해주고, 학생들의 수행을 이끌어 준다. 즉 교사 에이전트는 인터페이스를 지배

하면서 지속적으로 학생들의 주의를 집중하고 학습진행을 주도하게 된다.

이와 달리, 온라인 협력학습 환경의 에이전트는 학습과정에 불필요하게 개입하지 않고 학습과정을 모니터링하고 데이터를 분석하면서 학생에게 도움이 필요한 시기에 유용한 정보와 조언을 제공하게 된다. 학생들은 에이전트에 의해 간섭받거나 방해받는 느낌 없이 자신의 협력학습 활동에 전념하며 필요한 도움을 받을 수 있게 된다[10, 11].

### 2.3.2 에이전트의 역할

협력학습을 지원하는 시스템 방안으로 Soller, Jermann, Nuhlenbrock, Martinez[13]는 다음의 세 가지 방안을 제시하였다. 첫째, 협력 행위를 학습자들이 스스로 파악하도록 공동작업 행위를 그래프 등 수치화하여 참여 학습자들에게 제시한다. 둘째, 학습자들간에 발생하는 모든 상호작용을 모니터링하고 모델링하여 현재상태와 이상적인 상태의 차이를 학습자들에게 제시한다. 셋째, 협력학습 상태를 분석하고 효과적인 협력을 위해 조언을 제공한다.

이와 유사하게 Hmelo-Silver[14]는 협력학습 과정에서 에이전트의 역할을 다섯 가지로 설명하고 있다. 첫째, 과제 진척사항, 협력, 참여 등을 모니터링하고 집단내 의견의 불일치를 탐색한다. 둘째, 집단 다이내믹 촉진을 위해 협력절차에 따른 활동이 일어나도록 유도한다. 셋째, 토론의 촉진을 위해 토론 내용을 명료화하여 제시한다. 넷째, 협력과정이 교착상태인 경우 직접적으로 개입하여 협력활동을 조절관리한다. 다섯째, 학습자 반응을 관찰하여 행동 교정 조언을 제시한다.

에이전트 정의와 역할에 대한 기존 선행 연구에 근거하여 협력학습지원 에이전트의 역할을 정의하면 다음과 같다.

첫째, 모니터링 역할: 협력학습지원 에이전트는 협력학습 과정에 대한 모니터링을 수행해야 한다.

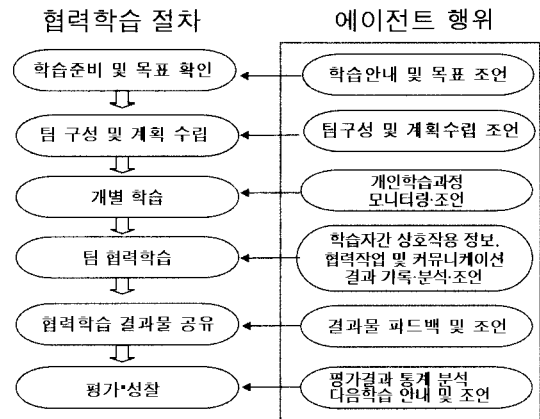
둘째, 피드백 및 학습안내 제공 역할: 협력학습지원 에이전트는 학습자-학습자 간, 학습자-교수자 간 상호작용과 협력과정을 활성화하기 위해 피드백과 학습안내를 제공해야 한다.

셋째, 학습상태 정보 제공 역할: 협력학습지원 에이전트는 학습자들의 현재 학습상태에 대한 정보를 제시할 수 있어야 한다.

넷째, 학습조건 생성 역할: 협력학습지원 에이전트는 현재상태와 기준상태를 비교하여 협력학습 절차와 전략에 따른 학습조건을 제공해야 한다.

일반적 협력학습 절차에 따라 협력학습지원 에이전트의 역할을 제시하면 (그림 3)과 같다.

협력학습지원 에이전트는 협력학습의 학습준비 및 목표 확인, 팀 구성 및 계획수립, 개별학습, 팀 협력학습, 협력학습 결과물 공유, 평가 및 성찰의 각 단계별로 학습안내 및 목표 조언, 팀 구성 및 계획수립 조언, 개인학습과정에 대한 모니터링 및 조언, 상호작용 정보/협력작업/커뮤니케이션 분석 및 조언, 학습 결과물에 대한 피드백 및 조언, 평가결과에



(그림 3) 협력학습 절차에 따른 에이전트 행위

대한 통계분석 제시 및 다음학습 안내 등의 역할을 수행하게 된다.

### 2.3.3 협력학습지원 에이전트 시스템 사례

기 개발된 협력학습 지원 에이전트의 개발 사례를 살펴보면 다음과 같다. DocTa 프로젝트에서 개발한 Flexible Learning Environment(FLE)[11]는 협력학습 시스템에 에이전트 기능을 포함한 학습시스템으로, 토론방에서의 학습자 활동을 모니터링하고, 학습자들을 위한 비실시간 조언과 접속정보 및 업데이트 정보 등을 제공하고 있다. FLE의 에이전트에는 조언을 위한 지식베이스와 에이전트 학습 모듈을 포함하고 있다. 에이전트 학습 모듈은 CN2(Clark-Niblett)[15] 알고리즘을 이용하여 새로운 규칙을 생성해 낼 수 있다.

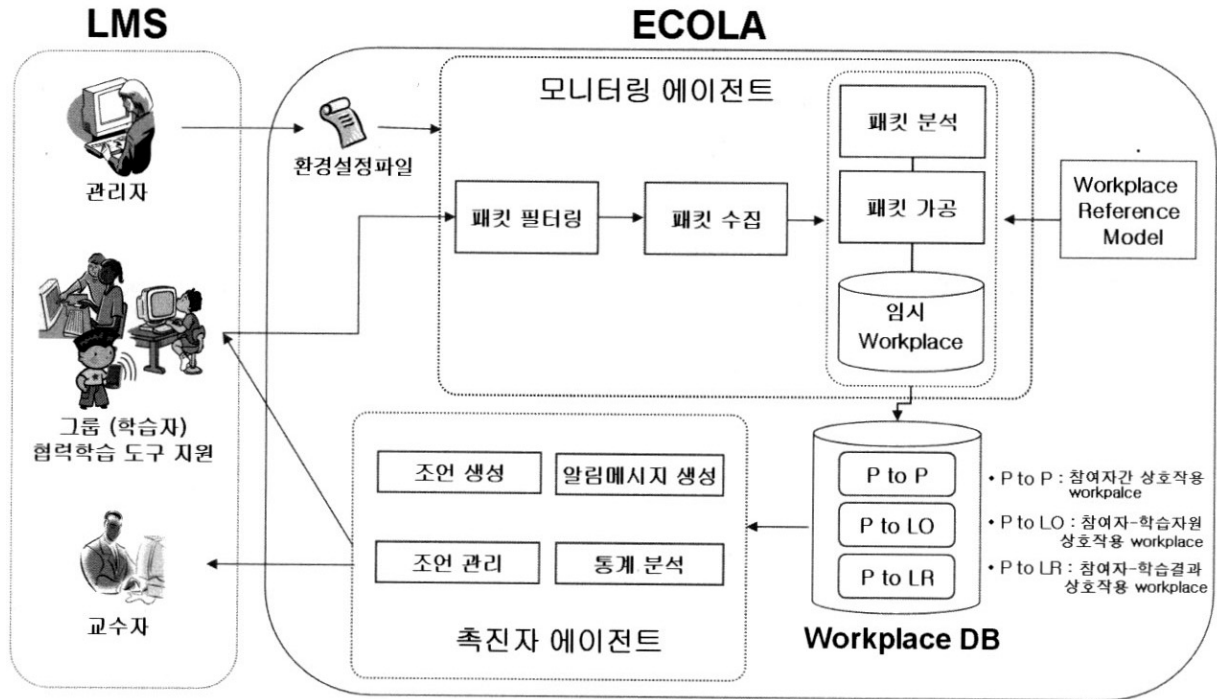
COMET(Collaborative Object Modeling Environment)[16]은 팀 과제수행시 채팅의 문장 도입부를 분석하고 날짜, 참여기간, 사용자 접속시간 등의 정보를 저장하여 Hidden Markov Model(음성인식을 위한 음소를 모델링하는 방법)을 이용하여 상호작용과정을 분석하고 지식공유 수준을 평가하는 통계적 모델을 이용한 사례이다.

MARCO(Mediator Artificail de Conflitos)[17]에서는 에이전트가 인공적인 갈등 조정자로서 역할을 수행한다. 에이전트는 대화에서 의견충돌 상황을 모니터링하고 추적하여 참여자들에게 해결방법에 대한 팁을 제공한다. 갈등 조정자는 Belief-Desire-Intention Model을 이용하여 대화를 추리하고 어떻게 개입할 것인지를 의사결정한다.

## 3. 협력학습지원 에이전트(ECOLA) 설계 및 구현

### 3.1 협력학습 에이전트(ECOLA)의 구조

본 연구에서 개발된 협력학습지원 에이전트(Extensible Collaborative Learning supporting Agent: ECOLA)의 구조는 (그림 4)와 같다. ECOLA는 크게 세 부분으로, 협력학습 활동 정보를 수집하는 '모니터링 에이전트'와 Workplace Reference Model에서 추출된 데이터를 저장한 'Workplace DB', 그리고 조언생성 및 참여촉진 메시지 생성하는 '촉진자



(그림 4) 협력학습지원 에이전트(ECOLA)의 구조

Agent Configure File 등록			
웹서버 접근경로(웹태클로)	[E:\MyWork\]	환경설정 파일	[환경설정파일명]
서버 IP Address	[111.222.116.11]	필터링 조건	[port No]
Temporal Workplace의 임시변호 저장파일명	[temp_count.txt]	Temporal Workplace 저장파일명	[work_wpa]
Participant to Participant Workplace 저장파일명	[PtoP_wpa]	Participant to Participant Process 저장파일명	[PtoP_Present_wpa]
Participant to Participant Relation 저장파일명	[PtoP_Relation_wpa]	Participant to Learning Resource Workplace 저장파일명	[PtoL_Resource_wpa]
Participant to Learning Result Workplace 저장파일명	[PtoL_Result_wpa]	Participant to Learning Result 결과 저장파일명	[result_data_wpa]
P to Learning Result 결과인용을 위한 임시 저장파일명	[temp_result_wpa]	본인확인을 위한 임시 저장파일명	[wp_temp.txt]
PC용 학습자로그인 태그명	[태그명]	PDA용 학습자로그인 태그명	[태그명]
PC용 학습자로그인 체크 내리	[체크 내리]	PDA용 학습자로그인 체크 내리	[체크 내리]

(그림 5) ECOLA 설치를 위한 configure file 등록화면

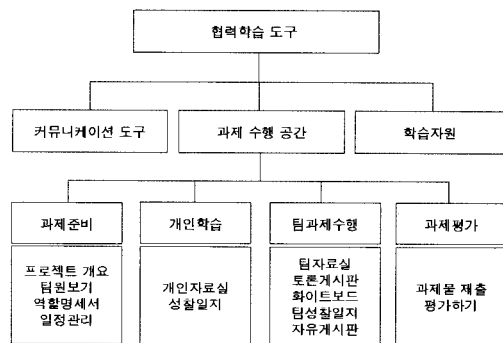
에이전트로 구성된다.

모니터링 에이전트는 자동으로 학습자별 협력활동 행위를 수집하고 이를 정의된 방식에 따라 자료구조로 가공·처리한다. 이러한 자료를 활용하여 촉진자 에이전트는 협력학습 조언 생성, 개별 학습자의 참여 촉진을 위한 알림 메시지 생성, 그리고 개인 및 팀의 협력학습 통계분석 결과를 제공한다.

ECOLA는 학습관리시스템(Learning Management System : LMS)과 연동되어 작동된다. ECOLA를 LMS에 설치하기 위해서는 (그림 5)와 같이 환경설정 파일을 이용하여 웹서버 접근경로, 서버 IP Address, 필터링 조건, 각 Workplace의 저장파일명, PC 및 PDA용 학습자 로그인 태그명 등을 설정해야 한다.

### 3.2 협력학습 도구

본 연구에서 에이전트가 작동되는 LMS내의 협력학습 도구는 (그림 6)과 같이 커뮤니케이션 도구, 과제 수행 공간, 학습자원으로 구성되었다. 커뮤니케이션 도구는 비실시간 커뮤니케이션 도구와 과제진척정보와 팀원접속현황 등의 학습자 상태 확인기능이 함께 지원되었다. 과제 수행 공간에서는



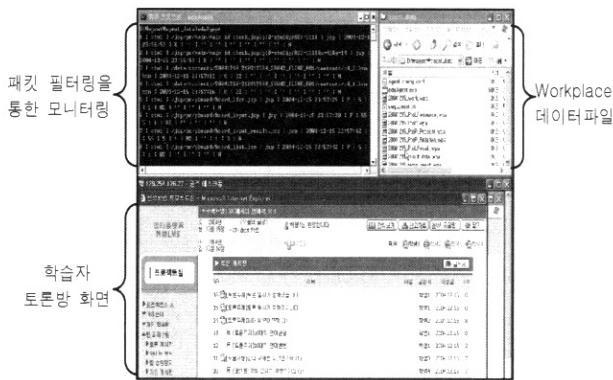
(그림 6) 협력학습 도구

과제준비, 개인학습, 팀과제수행, 과제평가의 과정별로 세부기능이 제공되었다. 학습자원은 강의 콘텐츠와 읽기자료를 포함하고 있다. 또한 협력학습 도구는 PC뿐 아니라 무선 PDA에서도 사용할 수 있도록 개발하여 멀티플랫폼 환경에서 협력학습지원 에이전트가 동작하도록 구현하였다.

### 3.3 모니터링 에이전트

모니터링 에이전트는 학습자의 협력학습 정보를 패킷 필터링을 통하여 수집·가공하고 이를 Workplace에 저장하는

역할을 수행한다. Workplace는 협력학습의 활동 데이터가 저장되는 공간을 의미하며, Workplace Reference Model은 협력학습 행위를 정형화한 데이터 구조를 말한다. 모니터링 에이전트는 Workplace Reference Model에 의해 정의된 형식에 따라 학습자의 협력활동과정의 행위를 자동적으로 추적하고 이를 구조화하여 임시 Workplace에 저장한다.



(그림 7) 모니터링 에이전트 작동 과정

(그림 7)은 토론방에서 활동하는 학습자의 행위를 패킷 필터링을 통해 모니터링하고 이를 workplace 데이터 파일로 저장하는 과정을 나타낸 것이다.

Workplace Reference Model은 참여자간 상호작용, 참여자-학습자원 상호작용, 참여자-학습결과 상호작용으로 구분된다.

(1) 참여자간 상호작용(participant-to-participant interaction : P to P)

동일 학습공간에서 비실시간으로 활동하는 동료학습자 정보 또는 실시간으로 동시 참여한 학습자 정보를 수집하며, 토론방이나 채팅과 같이 커뮤니케이션 도구를 사용하여 상호작용 정보를 추적하게 된다.

(2) 참여자-학습자원 상호작용(participant-to-learning resource interaction : P to LO)

학습자들이 협력학습에 필요한 강의나 참고자료 중 무엇을, 언제, 얼마 동안 학습했는지에 대한 정보를 수집한다. 강의실과 같은 학습자원 기능에서 추적하게 된다.

(3) 참여자-학습결과 상호작용(participant-to-learning result interaction : P to LR)

참여자의 게시물, 토론내용, 학습결과 등 협력학습 과정의 모든 활동 산출물을 의미하며, 내용 분석을 위하여 추가적으로 이모티콘의 감정상태 정보, 메시지 카테고리 정보, 동료 평가 정보, 과제결과물 제목 및 내용, 첨부물에 대한 정보가 수집된다. 이러한 정보들은 각종 토론 게시판, 과제물 제출 게시판에서 수집하게 된다.

3.4 Workplace DB

Workplace 데이터 구조는 <표 4>와 같이 세 가지 Workplace의 특성에 따라 다른 항목들을 포함한다. 각 Workplace

는 학습자의 모든 행위마다 기본정보 항목인 학습자 ID, 학습 프로세스, 학습 object type, 프로세스 시작시간 및 종료시간 정보를 포함한다. 참여자간 상호작용 Workplace에는 상위 프로세스 참여자 구분코드, 현프로세스 참여자 구분코드, 프로젝트 코드, 팀코드, 게시판 종류 등이 포함되었다. 참여자-학습자원 상호작용 Workplace에는 해당프로젝트코드와 강의 내용코드가 포함되었다. 참여자-학습결과 상호작용 Workplace에는 학습결과 구분코드, 원글작성자, 메시지 카테고리 정보, 동료평가 등급, 이모티콘값 등이 변수로 포함되었다.

<표 4> Workplace 데이터 항목

참여자간 상호작용 Workplace (P to P)	참여자-학습자원 Workplace (P to LO)	참여자-학습결과 Workplace (P to LR)
학습자 ID 학습 프로세스 학습OBJECT TYPE 프로세스시작시간 프로세스종료시간	학습자 ID 학습 프로세스 학습OBJECT TYPE 프로세스시작시간 프로세스종료시간	학습자 ID 학습 프로세스 학습OBJECT TYPE 프로세스시작시간 프로세스종료시간
상위프로세스참여자 구분코드 현프로세스참여자 구분코드 프로젝트코드 팀코드 게시판종류 관련글번호 메일보낸사람 메일받는사람	해당프로젝트코드 해당강의내용코드	학습결과구분코드 (학습결과ID,TYPE, 설명) 원글작성자 메시지카테고리정보 동료평가등급 게시판 글번호 이모티콘값 자기소개정보 재출물 파일명

```

1. stu21//jsp/pc/pboard/board_list.jsp|jsp|2005-01-17 19:24:00|
|20050117192400stu212LP|20050117192400stu212LR|51|102|""|""|
2. stu11//jsp/pc/pboard/board_list.jsp|jsp|2005-01-17 19:24:03|
|20050117192403stu113LP|20050117192403stu113LR|51|102|""|""|
3. stu11//jsp/pc/pboard/board_list.jsp|jsp|2005-01-17 19:24:10
|20050117192410stu113LP|20050117192410stu113LR|51|102|""|""|
4. stu11//jsp/pc/pboard/board_view.jsp|jsp|2005-01-17 19:24:10|
|20050117192410stu114LP|20050117192410stu114LR|51|102|6|""|
5. stu11//jsp/pc/pboard/board_view.jsp|jsp|2005-01-17 19:24:15
|20050117192415stu114LP|20050117192415stu114LR|51|102|6|""|
    
```

(그림 8) 학습자간 상호작용 Workplace 데이터 예시

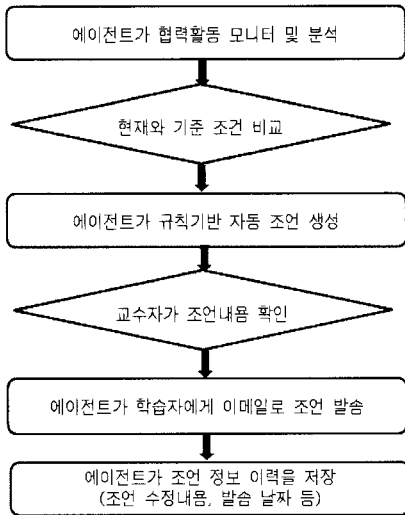
(그림 8)은 학습자간 상호작용 Workplace에 저장된 실제 데이터를 제시한 것이다. 좌측부터 학습자 ID, URL로 제시된 학습 프로세스, 학습 object type, 프로세스 시작시간, 프로세스 종료시간, 상위프로세스 참여자 구분코드, 현프로세스 참여자 구분코드, 프로젝트 코드, 팀코드, 게시판 종류 정보가 나타나 있다.

3.5 촉진자 에이전트

촉진자 에이전트는 앞에서 설명한 모니터링 에이전트의 수집자료인 Workplace 자료를 근거로 협력학습을 분석하여 협력학습 조언 자동생성, 알림 메시지 자동생성, 협력학습 분석 통계생성을 하게 된다.

3.5.1 협력학습 조언 자동생성

촉진자 에이전트의 첫 번째 역할은 협력학습 활동 참여자의 문제점을 분석하고 조언을 자동생성하여 교사에게 제공하는 것이다. (그림 9)는 협력학습 조언 생성 과정을 나타낸 그림이다.



(그림 9) 협력학습 조언 생성 과정

촉진자 에이전트는 모니터링 에이전트에 의해 실시간으로 수집된 현재의 협력학습 정보를 이용하여 현재 학습자 상태와 기준 조건을 비교한다. 문제점이 발견되면 조언 규칙에 따라 자동으로 조언을 생성하게 된다. 초기 학습조언 규칙은 협력학습 설계 전문가와 내용 전문가에 의해 사전에 구

대상	조언유형	제목	조언내용	보낸내용	생성날짜	보낸날짜	조언유형	조언유형
교원	인지적 실재감 부족	토론주제에 대해 흥미 유도 방법(예: 코멘트)	토론 주제	토론 주제	2018-01-22		N	확인
교원	인지적 실재감 부족	토론주제에 대해 흥미 유도 방법(예: 4-1의 300)으로 흥미 유도	토론 주제	토론 주제	2018-01-22		N	확인
교원	집중력 미달	교수 토론할 때 30초정도의 짧은 시간 동안 집중력 유도	교수 토론	교수 토론	2018-01-22		N	확인
학생	개인학습 결과 확인	7월 27일 13:00에 작성한 내용물 전달	7월 27일	7월 27일	2018-01-22		N	확인
교원	개인학습 결과 확인	7월 27일 13:00에 작성한 내용물 전달	7월 27일	7월 27일	2018-01-22		N	확인
학생	개인학습 결과 확인	7월 27일 13:00에 작성한 내용물 전달	7월 27일	7월 27일	2018-01-22		N	확인
교원	학습내용 이해도 부족	학습내용 관련(이)는 문제가 없습니다. (예: 1, 2, 3으로 정리)	학습내용	학습내용	2018-01-22		N	확인
교원	학습내용 이해도 부족	학습내용 관련(이)는 문제가 없습니다. (예: 1, 2, 3으로 정리)	학습내용	학습내용	2018-01-22		N	확인

(그림 10) 교사용 자동조언 생성결과 확인 템플릿

성된다. 교수자는 (그림 10)과 같은 교수자용 템플릿을 이용하여 에이전트가 자동 생성한 조언내용을 확인할 수 있으며, 필요한 경우 조언내용을 수정할 수 있다. 에이전트는 학습자들에게 조언을 이메일로 발송한다. 학습자에게 보내진 조언은 교수자가 수정한 내용과 발송한 날짜가 기록되어 조언결과 DB로 저장되므로, 추후 개별 학습자의 학습이력 정보로 사용할 수 있으며 학습효과를 높이는 몰입 전략과 규칙생성을 위한 판단근거로 재사용할 수 있다.

본 연구에서는 촉진자 에이전트의 조언 생성을 위하여 사이비고지 협력학습 전략에 근거하여 조언 유형을 구분하고 각 유형별로 Workplace 데이터 항목 및 분석 내용을 <표 5>와 같이 정의하였다.

<표 5>를 보면 '학습내용에 대한 개인의 사전지식이 부족'한 경우 학습자-학습자 상호작용(P to LO) Workplace 데이터를 이용하여 개인 학습자의 학습내용, 학습시간, 학습시기를 분석하여 조언을 생성하게 된다. '토론에 수동적인

<표 5> 촉진자 에이전트의 조언 유형별 workplace 데이터 항목 및 분석 내용

조언 유형		Workplace 데이터 항목		분석 내용
인지적 실재감 요인	학습내용에 대한 개인의 사전지식 부족	PtoLO_학습자 ID PtoLO_학습 프로세스 PtoLO_프로세스시작시간	PtoLO_프로세스종료시간 PtoLO_해당강의내용코드	개인학습자의 학습내용, 학습시간, 학습시기를 분석함
	개인학습 성찰활동 부진	PtoLR_학습자 ID PtoLR_학습 프로세스 PtoLR_게시판종류	PtoLR_학습결과정보 PtoLR_프로세스시작시간 PtoLR_프로세스종료시간	개인학습자의 성찰 게시판의 게시물 빈도와 시기를 분석함
	토론시 토론내용의 단편성 및 부족	PtoP_학습자 ID PtoP_현프로세스참여자구분코드 PtoP_프로젝트코드 PtoP_팀코드	PtoP_게시판종류 PtoLR_원글작성자 PtoLR_메시지카테고리정보 PtoLR_게시판 글번호	토론주제별 카테고리 정보 분석 (아이디어, 관련지식, 코멘트 등)
사회적 실재감 요인	토론활동에 수동적인 학습자	PtoP_학습자 ID PtoP_상위프로세스참여자구분코드 PtoP_현프로세스참여자구분코드 PtoP_프로세스시작시간 PtoP_프로세스종료시간	PtoP_게시판종류 PtoP_관련글번호 PtoLR_원글작성자 PtoLR_게시판 글번호	게시판별 개인 커뮤니케이션 지수 및 참여 패턴 분석
	구성원간 상호작용 및 집단응집성 수준 낮음	PtoP_학습자 ID PtoP_상위프로세스참여자구분코드 PtoP_현프로세스참여자구분코드 PtoP_프로젝트코드 PtoP_팀코드	PtoP_게시판종류 PtoP_관련글번호 PtoLR_학습결과정보 PtoLR_원글작성자	게시판별 집단응집성 지수와 전체평균 비교 분석
정서적 실재감 요인	팀내 감정적 유대감 부족	PtoLR_학습자 ID PtoLR_학습결과정보 PtoLR_이모티콘값	PtoP_팀코드 PtoP_게시판종류	팀별 게시물 감정 아이콘 유형별 빈도 분석

학습자의 경우 학습자간 상호작용(P to P)과 학습자-학습결과 상호작용(P to LR)의 Workplace 데이터를 이용하여 커뮤니케이션 지수를 산출하고 동시 참여자간 관계 패턴을 분석하여 조언을 생성하게 된다.

학습자의 커뮤니케이션 지수 및 참여 패턴 분석을 위해서는 사회연결망 분석(Social Network Analysis)의 네트워크 중심성(Centrality) 산출 공식(그림 11)을 적용하였다[18, 19, 20].

$$\text{학습자 A의 발신(수신)지수} = \frac{\text{A의 메시지 발신(수신) 개수}}{(\text{팀내 학습자 수} - 1)}$$

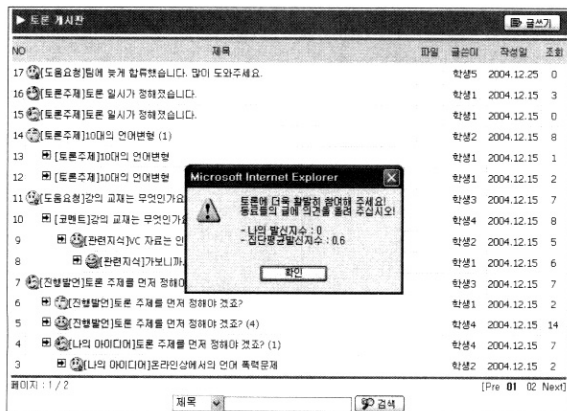
(그림 11) 개인 커뮤니케이션 지수 산출 공식

### 3.5.2 참여 촉진을 위한 알림 메시지 자동생성

촉진자 에이전트에서 알림 메시지 자동생성은 학습자의 게시물에 대한 최신 답변글이나 신규관련 글을 즉시 알려주어 참여를 유도하거나, 학습자의 토론활동에 대한 커뮤니케이션을 분석하여 활발하게 참여한 경우와 참여가 부족한 경우 촉진메시지를 제공하는데 사용된다.

알림 메시지는 협력학습 수행에 대한 교수적 피드백보다 참여유도와 의사소통을 격려하는 사회적 피드백의 특성을 가진다. 또한 알림 메시지는 학습조언과 달리 교수자를 통하지 않고 개인 학습자에게 직접적으로 제시되며 학습자 행동에 대해 즉각적으로 반응하여 나타나게 된다.

알림 메시지 기능은 일방향적이고 텍스트 중심으로 개발되었으나 향후에는 학습자와 대화할 수 있는 양방향적이고 감성적인 개인 도우미로 발전되어야 할 것이다.



(그림 12) 알림 메시지 제시 화면

### 3.5.3 협력학습 분석 통계생성

기존의 학습관리시스템에서는 시험성적이나 학습시간에 대한 통계 결과를 제공하여 왔으나, 누가 활발히 협력학습에 참여했는지, 학습참여시 누구와 상호작용했는지, 상호작용의 매개 역할을 한 학생은 누구인지 등 협력학습을 위한 의미있는 통계분석 자료를 제공을 하지 못하여 왔다.

본 연구에서는 동시참여학습자 및 학습시간, 커뮤니케이션 지수, 팀내 집단응집성, 토론내용 분석, 구성원 감정적 유

대감 등을 협력학습 지표로 보고 이를 개인과 팀 차원에서 각각 분석하여 통계자료로 제공하였다.

통계분석 결과를 통해 개별 학습자는 자신과 소속한 팀의 현재 학습상태를 파악할 수 있으며, 교수자는 개인 및 팀의 협력학습활동 상태와 사회적, 인지적, 감성적 실재감 수준에 대한 정보를 얻을 수 있으므로 효과적인 협력학습 관리가 가능하다.

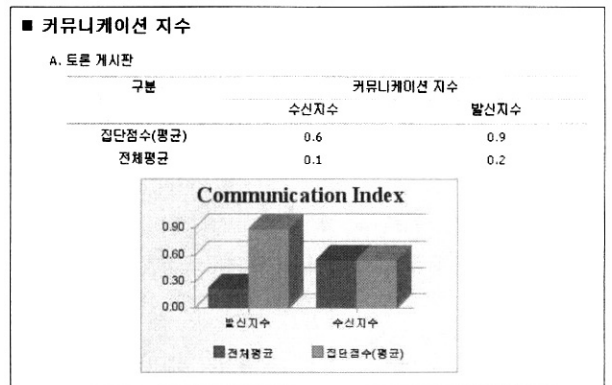
■ 동시참여 학습시간

A. 토론게시판

동시참여시간	학생1	학생2	학생3	학생4	학생5	평균 (총계/n-1)
학생1	-	10.87	4.13	12.77	0	6.94
학생2	10.87	-	2.25	16.4	0	7.38
학생3	4.13	2.25	-	3.93	0	2.58
학생4	12.77	16.4	3.93	-	0	8.27
학생5	0	0	0	0	-	0
집단 평균						5.03

가장 많이 동시참여를 한 학생은 (학생2)와 (학생4)으로 (16.4)분간 동시 참여했고, 가장 적게 동시참여를 한 학생은 (학생2)와 (학생3)으로 (2.25)분간 참여했다.

(그림 13) 동시참여 학습시간 분석 결과



(그림 14) 커뮤니케이션 지수 분석 결과

### 3.6 ECOLA기반의 학습시스템과 타 협력학습시스템 비교

ECOLA를 적용한 학습시스템과 기존의 협력학습시스템의 기능 비교를 통해 ECOLA의 차별적 요소와 우수성을 분석해 보고자 한다. 외국의 협력학습시스템인 Flexible Learning Environment(FLE), Basic Support for Cooperative Work(BSCW), TeamWave Workplace와 ECOLA기반의 학습시스템을 비교한 결과는 <표 6>과 같다[21, 22, 23].

현재 개발되어 있는 외국의 협력학습 시스템은 협력학습의 전 과정을 지원하기 보다는 FLE와 같이 토론과정을 중심으로 자료수집과 촉진을 하거나, BSCW나 TeamWave와 같이 동료학습자 정보와 이들의 상호작용 정보를 수집하여 학습자에게 제공하고 있는 수준이다. FLE의 에이전트의 경우에는 토론에 한정적이므로 토론 외의 협력과정의 지원이 어려우며, FLE외의 시스템에서의 상호운용을 고려하지 않고 있다. 한편, BSCW와 TeamWave의 경우에는 에이전트 기능을 별도로 가지고 있지 않고 상호작용 정보를 제공하는 형태이다. BSCW의 경우에는 지나치게 많은 아이콘 및 객체



〈표 6〉 ECOLA 기반 LMS와 타 협력학습시스템 기능 비교

항 목		ECOLA기반 LMS	FLE	BSCW/TeamWave Workplace
		한국 ETRI	핀란드 UIAH Media Lab	독일 GMD사/캐나다TeamWave사
에이전트 기능	모니터링 및 Workplace DB	협력학습 전과정 모델 기반의 데이터 베이스 구성 및 모니터링 -참여자-참여자, 참여자-학습자원, 참여자-학습결과 상호작용 정보	협력학습 토론과정을 중심으로 한 데이터베이스 구성 및 모니터링 -메시지 카테고리, 학습자 게시물, 게시 시각, 응답 메시지, 토론경로 길이	제한적인 상호작용 정보 수집 -상호작용 이벤트 아이콘 (메시지 생성, 첨가, 이동, 수정, 읽기) -접속동료학습자 정보, 학습활동 기록
	협력 촉진	인지·사회·감성적 측면 조언자동생성 참여촉진 알림 메시지 자동생성 협력활동 통계자료 생성	토론 참여 조언 자동생성 신규게시물 알림자동생성 토론활동 통계자료 생성	동료학습자 상호작용 정보 제공
	독립성 및 상호운용성	LMS와 독립적 PC 및 PDA에서 운용됨	LMS에 에이전트 기능 포함 PC에서 운용됨	LMS에 상호작용 정보수집 및 제공기능 포함 PC에서 운용됨
기타 협력학습 도구		그룹구성/프로젝트 관리 커뮤니케이션 도구 개인/그룹학습 수행 및 평가기능 학습자원	주제별 작업기능 탐구기반 지식구축기능 산출물 공유 기능	협력기능: 그룹구성, 토론방, 검색, 노트기능, 화이트보드 개인기능: 프로젝트 일정, 구성원 확인, 자료보관함, 역할분담목록, 투표기능

가 제시되어 상호작용 정보를 파악하기 어렵거나 정보가 자동 갱신되지 않는 제한점이 있으며, TeamWave의 경우에는 상호작용 결과가 학습기록으로 저장되지 않으므로 상호작용 정보를 종합적으로 분석하기에 어려움이 있다.

ECOLA의 경우에는 타시스템이 토론과정과 상호작용 이벤트 정보만을 수집하고 있는 것과 달리 협력학습 전반의 행위를 수집하고 실재감과 몰입감을 높이기 위해 인지적·사회적·감성적 측면의 학습요소를 복합적으로 분석하며 촉진하고 있다. 또한 교육공학적 접근을 통해 면대면과 온라인 협력학습모델 등을 포괄한 방대한 협력학습 행위 모델을 기반으로 한 Workplace 데이터베이스를 구성하고 있으므로 다양한 협력학습 상황과 시스템에 적용할 수 있는 융통성과 확장성을 가진다. 이와 더불어 ECOLA는 LMS와 독립적으로 운용이 가능하므로 다양한 LMS에 설치 및 운용이 가능하다는 장점이 있다.

#### 4. 결론 및 제언

본 연구에서는 학습시스템에 에이전트를 연동하여 사람을 대신하여 온라인 협력학습 과정을 모니터링하고 학습과정에서 협력과 상호작용을 촉진하는 협력학습지원 에이전트를 설계하고 구현하였다.

본 연구에서 개발된 협력학습지원 에이전트는 온라인 협력학습 환경에서 학습자의 능동적 참여와 그룹 상호작용을 촉진하고, 협력학습 전과정에 대한 모니터링이 가능하므로 협력학습 효과 증진에 매우 유용할 것으로 보인다. 한편 협력학습지원 에이전트는 기업교육이나 사이버대학에서 이러닝 시스템 운영시 문제점으로 부각되는 교수자의 업무부하에 대한 대안으로 이용할 수 있다. 에이전트를 이용하여 협력학습 모니터 및 사회적 상호작용을 대행하게 함으로써 이러닝 운영에 있어서 효율성을 높일 수 있다. 또한 향후 유비쿼터스 환경을 고려했을 때 협력학습지원 에이전트는 PC 환경 외에도 디지털 방송, 디지털 홈 서버, PDA, 휴대폰 등의 차세대 뉴미디어까지 확장되어 적용될 수 있으므로 응용

성이 높다고 할 수 있다.

본 연구 결과를 근거로 향후 연구개발 내용을 제안하면 다음과 같다. 첫째, 협력학습지원 에이전트의 구현시 기능적 요소를 포함할 필요가 있다. 에이전트가 학습과정에 개입할 시나 방법에 대한 의사결정을 할 때 또는 학습조언 규칙을 생성할 때 기능적 요소가 포함되어야 한다[11]. 더 나아가 학습자간 상호작용 촉진을 위하여 토론 및 대화 내용을 이해하고 피드백 할 수 있는 지능형 멘토 에이전트 개발에 대한 연구가 필요하다[17].

둘째, 본 연구에서는 개발된 에이전트의 성능 및 학습효과를 검증하기 위한 현장 테스트가 수행되지 않았으므로, 교사와 학생들을 대상으로 현장 테스트를 통해 모니터링 에이전트와 촉진자 에이전트의 사용시 문제점을 찾고 성능을 개선시킬 필요가 있다.

셋째, 본 연구는 비실시간 협력활동에 대한 에이전트 개발을 수행하였으므로, 추후 채팅이나 컨셉맵, 화이트보드를 이용한 실시간 협력활동에 대한 도구 개발과 에이전트 개발이 수행될 필요가 있다[16].

#### 참 고 문 헌

- [1] D. Johnson, R. Johnson, "Computer-Assisted Cooperative Learning," Educational Technology, Vol.25 No.1, pp.12-18, 1986.
- [2] 이인숙, 임정훈, 서희진, "e-Learning에서 협력학습을 위한 학습모형 및 행위요소 개발에 관한 연구", 한국컴퓨터교육학회 동계 학술발표 논문지, 제9권 제1호, pp.47-53, 2005.
- [3] S. Kagan, "Cooperative Learning," Timothy Publishing House, 1998.
- [4] M. Wang, J. Kang, "Cybergogy of Engaged Learning through Information and Communication Technology: A Framework for Creating Learner Engagement," In Hung, D & Khint, M. S. (Eds.) Engaged Learning with Emerging Technologies. Netherlands: Springer Science. 2005.
- [5] H. Kanuka, D. Garrison, "Cognitive Presence in Online Learning," Journal of Computing in Higher Education, Vol.15

- No.2, pp.30-49, 2004.
- [6] J. Kang, H. Suh, K. Moon, "Relationships among Presence Factors and Perceived Outcomes in Online Collaborative Learning," In Proceedings of ED-MEIDA 2005 Conference, June, 2005.
- [7] L. Rourke, T. Anderson, D. Garrison, W. Archer, "Assessing Social Presence in Asynchronous Test-Based Computer Conferencing," Journal of Distance Education, Vol.14, No.2, pp.50-71, 1999.
- [8] K. Swan, "Education, Building Learning Communities in Online Courses : the Importance of Interaction," Communication & Information, Vol.2 No.1, pp.23-49, 2002.
- [9] F. Lin, L. Esmahi, L. Poon, "Integrating Agents and Web Services into Adaptive Distributed Learning Environments," In F. O. Lin (Ed.), Designing Distributed Learning Environments with Intelligent Software Agents, pp.184-217, Hersey: ISP, 2005.
- [10] C. Chou, T. Chan, C. Lin, "Redefining the Learning Companion : The Past, Present, and Future of Educational Agents," Computers & Education, Vol.40, pp.255-269, 2003.
- [11] W. Chen, B. Wasson, "Intelligent Agents Supporting Distributed Collaborative Learning," In F. O. Lin (Ed.), Designing Distributed Learning Environments with Intelligent Software Agents, pp.33-66, Hersey : ISP, 2005.
- [12] M. Alley, "Intelligent Tutoring Systems for Distributed Learning," In F. O. Lin (Ed.), Designing Distributed Learning Environments with Intelligent Software Agents, pp.162-183, Hersey : ISP, 2005.
- [13] A. Soller, P. Jermann, M. Muhlenbrock, A. Martinez, "Designing Computational Models of Collaborative Learning Interaction", In Proceedings of ITS 2004 Workshop, pp.5-12, Aug., 2004.
- [14] C. Hmelo-Silver, "Collaborative Ways of Knowing : Issues in Facilitation," In Proceedings of CSCL2002 Conference, pp.199-208, 2002.
- [15] P. Clark, T. Niblett, "The CN2 Induction Algorithm," Machine Learning, Vol.3 No.4, pp.261-283, 1989.
- [16] A. Soller, J. Wiebe, A. Lesgold, "A Machine Learning Approach to Assessing Knowledge Sharing during Collaborative Learning Activities", In Proceedings Of CSCL 2002 Conference, pp.128-137, 2002.
- [17] P. Tedesco, "MARCo: Building an Artificial Conflict Mediator to Support Group Planning Interactions," International Journal of Artificial Intelligence in Education, Vol.13, pp.117-155, 2003.
- [18] S. Wassermann, K. Faust, "Social Network Analysis : Methods and Application," Cambridge University Press, 1994.
- [19] P. Reyes, P. Tchounikine, "Mining Learning Groups' Activities in Forum-Type Tools," In Proceedings of CSCL 2005, pp.134-141, 2005.
- [20] H. Suh, M. Kang, K. Moon, H. Jang, "Identifying Peer Interaction Patterns and Related Variables in Community-Based Learning", In Proceedings of CSCL 2005, pp.265-273, 2005.
- [21] <http://fle3.uiah.fi>
- [22] <http://bscw.fit.fraunhofer.de>
- [23] <http://www.markroseman.com/teamwave/workplace.htm>

### 서희전



e-mail : hjsuh@etri.re.kr

1991년 연세대학교 교육학과(학사)

1994년 이화여자대학교 교육공학과  
(문학석사)

2004년 이화여자대학교 교육공학과  
(교육공학박사)

1994년~1998년 한국교육개발원부설 멀티미디어 교육연구센터  
연구원

2004년~현재 한국전자통신연구원 선임연구원  
관심분야 : e-러닝 학습설계, 교육용 에이전트 등

### 문경애



e-mail : kmoon@etri.re.kr

1985년 충남대학교 계산통계학과(학사)

1988년 충남대학교 전산학과(이학석사)

1997년 충남대학교 전산학과(이학박사)

1990년~현재 한국전자통신연구원  
책임연구원

관심분야 : 영상처리 및 컴퓨터비전, e-러닝 등