

조립 설계를 위한 온톨로지 기반의 협동학습

최속영* · 양형정** · 김경운***

*우석대학교 컴퓨터교육과

**진남대학교 전자컴퓨터공학부

***Wayne State University 산업공학과

e-mail:sychoi@woosuk.ac.kr

Ontology-based Collaboration Learning for Assembly Design

Sook-Young Choi* · Hyung-Jeong Yang** · Kyoung-Yun Kim***

*Dept. of Computer Education, Woosuk University

**School of Electronics and Computer Eng., Chonnam Univ.

***Dept. of Manufacturing Engineering, Wayne State University

요 약

컴퓨터기반 협동학습(CSCL)은 컴퓨터를 기반으로 학습자들이 공동체를 형성하고 상호협력관계를 통하여 학습하는 환경으로 학습자가 자신의 능력에 맞게 학습할 수 있고 다른 이들과 생각과 정보를 표현, 교환, 조언, 수정하는 등의 상호작용을 할 수 있다. 이러한 CSCL환경에서 학습자들이 어떤 학습 주제에 대해 주어진 프로젝트를 수행하기 위해 서로간의 생각과 정보를 효과적으로 교환하기 위해서는 그 주제에 속하는 개념들에 대한 용어들이 표준화되어지고, 개념들간의 관련성 및 제약성에 대한 정보들이 미리 정의되어 알려져 있어야만 한다. 그런데, 그러한 정보들을 학습자들이 일일이 파악하기란 매우 힘든 일이다. 이러한 문제는 온톨로지 기술을 이용하여 기계로 하여금 그러한 정보들을 이해하여 처리할 수 있도록 함으로써 해결할 수 있다. 따라서, 본 연구에서는 CAD 분야에서 학습자들이 어떠한 제품을 설계하기 위한 프로젝트를 수행시 서로간의 정보와 의견을 효과적으로 교환함으로써 프로젝트를 보다 효율적으로 수행할 수 있도록 하기 위해 공동의 학습공간을 지원하고 제품 설계에 대한 온톨로지를 구성하여 이를 이용하는 것을 제안한다.

1. 서론

구성주의 학습 방법 중 하나인 협동학습 환경은 학습자가 학습 상황에 지속적으로 참여하고 동료간의 의사소통을 통해 같이 문제를 해결해 가는 과정을 강조하고 있다[1]. 80년대 말 컴퓨터 기반 협동학습(CSCL: Computer Supported Collaborative Learning)의 등장을 시작으로 최근 웹을 이용한 CSCL에 대한 연구가 활발히 이루어지고 있다.

이러한 CSCL 환경에서 학습자들이 어떤 학습 주제에 대해 프로젝트를 수행하는 과정에서 서로간의 생각과 정보를 효과적으로 교환하기 위해서는 그 주제에 속하는 개념들에 대한 용어들이 표준화되어지고, 개념들간의 관련성 및 제약성에 대한 정보들이 미리 정의되어 알려져 있어야만 된다. 그런데, 그러한 정보들을 학습자들이 일일이 파악하기란 매우 힘

든 일이다.

이러한 문제를 해결하기 위한 방안으로 온톨로지 기술을 이용할 수 있다. 즉, 기계로 하여금 그러한 정보들을 이해하여 처리할 수 있도록 함으로써 용어의 표준화와 개념들간의 관련성 및 제약성에 대한 정보의 사전 파악 문제를 해결할 수 있다. 온톨로지는 개념에 대한 통제된 어휘를 제공함으로써 웹 응용 프로그램이 이해 할 수 있도록 데이터를 구조화하고, 단지 데이터의 구조뿐만 아니라 의미까지 지원함으로써 사람과 웹 프로그램간의 간결한 의사소통을 가능하게 한다[5,6].

CAD 분야에서 제품을 설계할 때 여러 사람들의 공동 작업을 필요로 한다. 그런데, 작업 진행과정에서 각 사람들간의 의사소통이 원활하게 이루어져야만 제품 설계를 효과적으로 수행할 수 있다[7]. 그러

기 위해서는 그 분야에 대한 전문 용어들이 의미적으로 통합되고 정리되어야만 한다. 예를 들어, 한 기계의 부품을 설계하는 프로젝트를 수행할 경우, 그 부품에 포함되는 구성 요소들간의 공간적 관련 정보, 연결 특징 구조, 조합 특징 구조 등에 포함되는 세부적이고 수많은 정보들이 학습자들 간에 공유될 수 있는 형태의 명시적이고 통합된 개념들로 제시될 때 보다 효과적으로 협동학습을 수행할 수 있다. 특히, 부품 설계에 포함되는 수많은 정보들에 대해 각 학습자들이 모두 파악하여 협동학습을 하기가 불가능하다.

따라서, 이러한 정보들을 온톨로지 기술을 이용하여 제시하도록 함으로써 제품 설계에 관련된 여러 정보들 및 제약사항 등을 체계적으로 관리할 수 있다. 또한, 의미적으로 통합된 정보들을 관리함으로써 학습자간의 다른 용어를 사용하였다 하더라도 의미적으로 같으면 온톨로지의 추론을 이용하여 같은 정보로 취급함으로써 각 학습자간의 의사소통을 보다 효과적으로 수행할 수 있다.

본 연구에서는 CAD 분야의 학습자들이 CSCL 환경에서 제품을 설계하기 위한 프로젝트를 수행시 보다 효과적으로 서로간의 정보와 의견을 교환할 수 있도록 제품 설계에 대한 온톨로지를 구성하고 이를 기반으로 한 공동의 학습 공간을 제공함으로써 보다 효과적으로 프로젝트를 수행하도록 한다.

2. 관련 연구

2.1. CSCL(Computer-Supported Collaboration Learning)

교육의 패러다임은 기존의 교수자 중심에서 학습자 중심으로 그리고 이제는 학습집단 중심으로 옮겨가고 있다. 이러한 맥락에서 두 경향을 통합하여 교육적 효과를 극대화할 목적으로 컴퓨터 지원 협동학습(CSCL) 분야의 연구가 활발하게 진행되고 있다 [2].

CSCL은 컴퓨터를 이용하여 학습자들간의 공동의 목적으로 해결하기 위한 협동학습을 일컫는다. CSCS은 기존의 학습 방법과 달리 웹이나 네트워크 환경에서 제공되며 학습자들간에 의사소통을 위한 커뮤니케이션 도구가 된다. 특히, 웹을 통한 협동학습은 교실 내에서의 시·공간적 문제를 해결할 수 있고, 나아가 학습자들에게 풍부한 상호작용 기회를 제공함으로써 학습 효과를 극대화시켜 줄 수 있다[3].

2.2 온톨로지(Ontology)

시맨틱 웹(Semantic Web)의 등장으로 온톨로지를 통하여 에이전트가 이해할 수 있는 의미를 갖는 문서를 생성하는 것이 가능해졌다. 시맨틱 웹에서 웹 응용프로그램이 정보의 의미는 물론 사람의 요구를 더 잘 이해하기 위해서는 웹 프로그램도 사람이 이

해하는 만큼 각각 사물이나 사건에 대한 공통된 특징을 파악할 수 있어야 한다. 시맨틱 웹에서 이러한 기능을 지원하는 것이 바로 온톨로지(Ontology)이다. 그리스어인 ontos(being, 존재하는 것)와 logos(word, 단어)에서 유래한 온톨로지는 컴퓨터분야에서는 T. Gruber의 온톨로지에 대한 정의를 일반적으로 사용한다. Gruber는 온톨로지를 “공유된 개념화(shared conceptualization)에 대한 정형화되고 명시적인 명세(formal and explicit specification)”라고 정의하였다[5].

온톨로지는 일반화의 정도에 따라서 특정분야에 한정되는 도메인 온톨로지, 더블린 코어와 같이 온라인 정보자원의 내용을 기술하기 위한 어휘를 제공하는 메타데이터 온톨로지, 실세계에 대한 상식적 개념을 표현하는 일상적 온톨로지, 개념 표현을 위한 온톨로지라 나눌 수 있다.

2.3. 조립 설계 모델(Assembly Design Model)

오늘날의 서비스 지향 협동 패러다임은 협동과정과 적절한 설계 작업을 지원할 수 있는 지능적 CAD 시스템을 요구한다[7]. 특히, 기계제품 분야의 설계는 보다 복잡해지고 지식 집중적이 되어감에 따라 생산성과 질적인 면에서 고수준을 유지하기 위해서는 보다 협동작업이 요구되고 있다. 기계제품은 거의 단일화되지(monolithic) 않으며 제품의 구성요소들의 결합구조적인 면과 요구되는 공학적 속성의 제약 때문에 제품 구조안에 연결들은 불가피하다. 따라서, 강력한 조립 설계 모델을 생성하기 위해서는 조립 결합구조와 그에 대한 실제적인 효과의 이해가 선행되어야 한다. 그렇지만, 현재의 시뮬레이션 소프트웨어들은 불완전한 제품 정의들을 제공하고 모델들의 의미적 내용에 따라 적절하게 수행되지 못하고 있다.

조립 설계를 정형화하기 위한 여러 연구들이 수행되어 왔다. 특히, [8]의 연구에서는 공간적인 관련성과 특징들에 기반하여 조립 설계에 대한 내용을 정형화하였다. 그러나, 그러한 정형화는 여전히 시맨틱 웹 환경에서 컴퓨터에 의해 해석될 수 없는 암시적인 제약들과 관련성들을 가지고 있기 때문에 협동작업을 수행하는 데는 어려움이 존재하고 있다.

따라서, 본 연구에서는 협동작업 및 협동학습 환경에서 보다 효과적으로 프로젝트를 수행하는데 조립 설계 정형화를 이용할 수 있도록 조립 설계 정형화 온톨로지를 구축하고자 한다.

3. CAD 환경에서 제품 설계를 위한 협동학습

기계적 제품은 제품 공정상 하나의 부품으로 이루어진 경우가 드물고, 여러 개의 부품이 연결되어 있는 형태가 대부분이기 때문에 제품의 협동적 설계가 요구된다. 실세계의 제품 개발 환경에서 협동적 설

계가 보다 효과적으로 이루어지기 위해서는 학습과정에서의 협동학습에 대한 많은 훈련이 무엇보다 필요하다.

제품설계에 대한 협동학습 환경을 설계하기 위해 본 연구에서는 인식-협동 모형[9]을 기반으로 하였다. 인식-협동 모형은 문제 해결을 위해 특정 공간에 참여해 과제를 수행하게 되는 학습자가 일어날 또는 일어나고 있는 동료의 학습 활동을 인식하고 이와 관련된 정보를 수집하여 활용함으로써 협동하게 된다는 협동학습 모형이다.

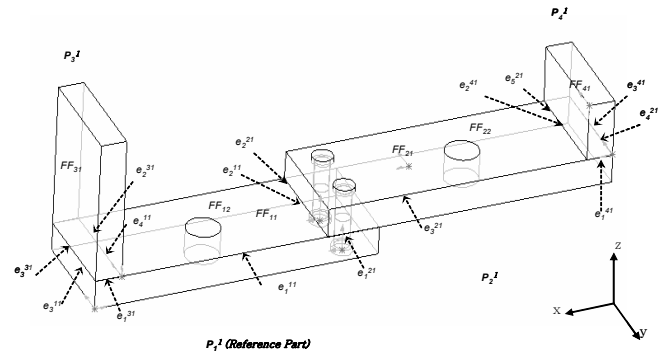
이러한 인식-협동 모형을 바탕으로 학습자간 상호작용 지원을 위한 협동학습 플랫폼 개발 원리를 도출하면 다음과 같다. 첫째, ‘학습공간-정보해석-인식’의 측면에서 고려해야 할 것은 공동 과제를 수행하는 학습자에게 일어나고 있는 상황, 누가, 언제, 어디에서 무엇을 어떻게 하고 있는지를 이해하도록 해야 한다. 둘째, ‘인식-정보예측-탐색’ 측면에서 고려해야 하는 것은 학습공간에서 제공된 정보를 바탕으로 학습자가 다음에 무엇이 일어날지 예측해보고 관련정보를 수집하기 위해 탐색하도록 해야 한다. 셋째, ‘탐색-정보수집-학습공간’ 측면에서 고려해야 하는 것은 공간을 탐색자가 거기에 누가 있고, 이들이 어디에 있으며, 무엇을 하고자 하는지 등에 대한 정보를 수집하도록 해야 한다. 넷째, ‘인식-정보사용-협동’ 측면에서 고려해야 하는 것은 학습자가 수집한 동료간의 상호작용과 관련된 정보를 바탕으로 협동을 해야 한다는 점이다.

이러한 네가지 관점을 지원하기 위한 방법으로서 본 연구에서는 제품 설계를 위한 온톨로지 기반의 협동학습 공간을 제공한다. 이러한 학습공간에서 각 학습자들은 질의를 통해 조립체를 검색하고 조립체에 대한 설계정보를 접근하도록 함으로써 다른 학습자의 설계의도를 파악하고 그에 따라 각자가 해야 할 작업들을 효율적으로 수행할 수 있다.

제품 설계에 대한 협동학습의 한 예로 <그림 1>과 같은 조립체를 설계한다고 할 때 <표 1>은 그 조립체에 사용된 표기법을 나타낸다. <그림 1>의 연결 조립체는 두개의 용접 조인트와 하나의 핀 조인트로 이루어져있다. 이 예에서 *plate_a*와 *plate_b*는 두개의 버튼 리벳을 이용하여 접합되어있다. *Plate_a*의 *top_surface*와 *plate_b*의 *bottom_surface*는 대치(*against*) 관계이다. 공간 관계는 부품들 사이의 상대적 위치를 기술하기 위해 제안되었다[8].

공간 관계에는 '*against*', '*coplanar*', '*fits*', '*parax*', '*lin*', '*rot*', '*fix*' 등이 포함된다. 이들 공간 관계는 부품들의 배치 관계를 표현하거나, 기계적 부품 명세를 표현함으로써 일반적 조립체에 적용될 수 있다. 각 공간 관계를 통해 조립체의 위치를 추론할 수 있을 뿐만 아니라 설계자의 의도를 파악할

수 있다. 또한, 이 연결 조립체는 네개의 파트들로 이루어져 있고, 파트들은 폼피쳐들로 구성되어 있으며, 각 폼피쳐들이 특정 관계를 가지고 연결되어있다.



<그림 1> 연결 조립체

<표 1> 연결 조립체에 사용된 표기법 설명

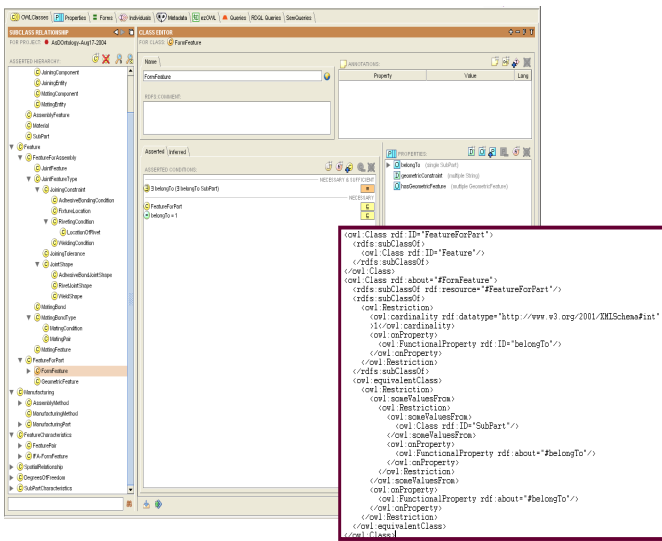
표기	설명
e_i^{jk}	i^{th} edge of FF_{jk}
P_1^1	<i>plate_a</i>
P_2^1	<i>plate_b</i>
P_3^1	<i>plate_c</i>
P_4^1	<i>plate_d</i>
FF_{11}	block (length, width, height) = block (L_{11} , W_{11} , H_{11}) = block (110, 40, 10)
FF_{21}	block (L_{21} , W_{21} , H_{21}) = block (110, 40, 10)
FF_{31}	block (L_{31} , W_{31} , H_{31}) = block (50, 40, 10)
FF_{41}	block (L_{41} , W_{41} , H_{41}) = block (20, 40, 10)
FF_{12}	hole (diameter, depth) = hole (DM_{12} , DT_{12}) = hole (12.81, 10)
FF_{22}	hole (DM_{22} , DT_{22}) = hole (12.81, 10)

4. 제품 설계를 위한 조립 온톨로지 기반 협동학습 시스템

실세계에서 제품의 협동적 설계는 여러 설계자들이 서로 다른 설계 틀을 이용하는 경우가 빈번하고, 각 설계자마다 서로 다른 용어를 사용한다. 따라서 이에 대한 협동학습이 효과적으로 이루어지기 위해서는 학습자간의 설계 정보 공유를 위해 다른 학습자의 설계의도를 파악할 수 있어야 하며, 서로 다른 용어에 대한 의미적 처리가 필요하다. 또한 표준화된 데이터 형식이 요구되며, 설계 과정 동안에 필요한 의사 결정을 위해 지식의 제공이 필요하다.

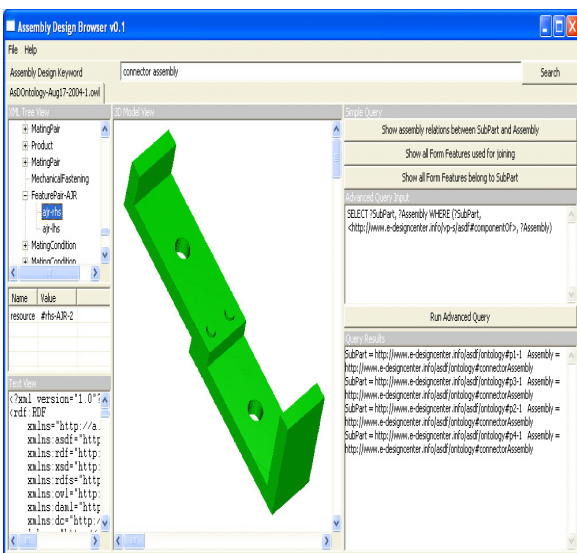
이를 위해 본 연구에서는 온톨로지를 도입하여, 제품의 특성, 공정, 접합 등에 관한 정보를 온톨로지를 기반으로 구축한다. 따라서, 학습자들은 의미적인 질의를 통해 조립체의 정보를 접근할 수 있으며, 다양한 조립체 지식을 표현할 수 있고, 추론 엔진에 의해 새로운 사실들을 유추할 수 있다. <그림 2>는 조립체 설계를 위한 온톨로지를 *Protégé*를 이용하여

구축한 것을 보여준다.



<그림 2> Protégé를 이용한 조립체 설계에 대한 온톨로지 구축

<그림 3>의 인터페이스는 제품 설계를 위한 협동 학습 공간으로서 온톨로지를 기반으로 하여 구축되었다. 이 학습 공간에서 학습자들은 제품 설계에 대한 온톨로지를 이용하여 학습자들 사이의 상이한 용어에 대한 공통된 관점을 제공하고, 학습자의 의도가 파악된 설계 정보를 제공함으로써 협동 학습에 참여하는 학습자들이 필요한 정보를 용이하게 검색할 수 있고, 학습자간의 의사소통이 보다 효과적으로 이루어질 수 있다.



<그림 3> 제품설계의 협동 학습을 위한 인터페이스

5. 결론

협동 학습은 학습자가 동료와 공유된 학습 공간에 같이 있다고 가정하고, 그들과 공동으로 학습 활동을 할 수 있음을 알고, 의사소통을 통해 특정 과제를 협동하여 공동 목적을 달성하는 등의 과정으로 구성된다.

본 연구에서는 CAD 분야의 학습자들이 CSCL 환경에서 어떠한 제품을 설계하기 위한 프로젝트를 수행시 보다 효과적으로 서로간의 정보와 의견을 교환하기 위해 제품 조립에 대한 온톨로지를 구성하고 이를 이용하여 협동 학습이 효과적으로 이루어질 수 있도록 학습 공간을 설계하였다. 제품 설계에 대한 협동 학습 환경에서는 여러 학습자가 프로젝트에 참여하기 때문에 학습자간의 원활한 의사소통이 필수적인 요소이다. 이러한 협동 학습 환경에서 온톨로지는 조립체내의 내포된 공학적 관계들, 공간적 관계들, 그리고 집합 관계들이 명확하게 표현되고 추론을 통해 다른 학습자의 설계 의도가 파악되어 학습자간의 의사소통이 원활하게 이루어질 수 있다.

참고 문헌

- [1] 강인애, 웹 기반 교육과 구성주의. 나일주 편저, 웹 기반 교육, pp. 331-350. 서울: 교육과학사., 1999.
- [2] 권숙진, 웹 기반 학습 환경에서 학습자 간 상호 작용 지원을 위한 협력 학습 플랫폼 프로토타입 개발. 한양대학교 석사학위논문, 2000.
- [3] 김영희, 진영국, Jigsaw 모형을 적용한 온라인 프로젝트 학습 시스템의 설계 및 구현. 한국컴퓨터교육학회 하계 학술발표논문지, 7(2), pp. 3-13, 2003.
- [4] Gutwin, C. Greenberg, S. A framework of awareness for small group in shared-workspace groupware. Technical report 99-1. Dept. of Computer Science, Univ. of Saskatchewan, Canada, 1999.
- [5] Gruber, T. <http://www-ksl.stanford.edu/kst/what-is-an-ontology.html>
- [6] Berners-Lee, T. al., O.(2001), The Semantic Web, *Scientific American*, 284(5), 34-44.
- [7] 2005 Engineous International Symposium & Workshop, Novi, MI, USA, October 10-12, 2005.
- [8] K.Y. Kim, Y. Wang, OS. Muogboh, BO. Nnaji, "Design formalism for collaborative assembly design environment," *Computer Aided Design Distributed CAD 2004*; 36(9):849-71.
- [9] L. Lutters, AH. Streppel, HJJ, Kals, "The role of information structure in design and engineering processes, 3th Workshop on Product Structuring, 1997.