

# 효율적인 3D 모델링 위한 에이전트 기반의 모델 추천 시스템

## An Agent-based Model Recommendation System for Effective 3D Modeling

이승희, 황경순, 이건명

충북대학교 전기전자컴퓨터공학부, 첨단정보기술연구센터(AITrc)

Seung Hee Lee, Kyoung Soon Hwang, Keon Myung Lee

School of Electric and Computer Engineering, Chungbuk National University, AITrc

e-mail : cs9029@naver.com

### 요 약

컴퓨터 기술이 발달되면서, 3D 가상현실을 구현할 수 있는 여러 가지 도구들이 웹이나 개인용 컴퓨터에서 운용되고 있다. 또한 3D 가상현실 기술은 새로운 컴퓨터 응용분야로 전자상거래, 기업홍보, 교육, 의료, 시뮬레이션, 그리고 컴퓨터 게임까지 널리 활용되고 있다. 하지만 설계자들이 3D 모델링을 하기 위해서는 많은 시간과 노력이 요구된다. 따라서 새로운 3D 모델을 개발하는 대신에 기존의 모델을 효과적으로 재사용할 수 있다면 많은 노력과 시간을 절약 할 수 있을 것이다. 하지만 이러한 것이 가능하려면 사용자에 의해 정의된 3D 객체를 데이터베이스로부터 관련성이나 유사성이 높은 객체를 찾을 수 있어야한다. 이 논문에서는 에이전트 기법을 사용하여 메타데이터와 온톨로지 정보를 참고하여 3D 모델을 추천하는 시스템을 설계 및 구현 하였다.

**Key Words :** 3D 모델, 온톨로지, 메타데이터, 에이전트

### 1. 서 론

최근 컴퓨터의 기술이 고도로 발전하면서, 3차원 가상현실 세계를 구현할 수 있는 3D 모델들은 교육, 의료, 시뮬레이션, 전자상거래, 컴퓨터 게임, 기업 홍보에 이르기까지 다양한 분야에서 사용되고 있다. 그러나 3D 모델을 만드는 설계자들은 가상현실 세계를 구현하는 새로운 모델을 만들기 위해서 많은 시간과 노력을 필요로 한다. 왜냐하면 3D 모델을 실제로 접하는 사용자 측면에서는 모델이 정교해야하고, 현실감이 있어야 하기 때문이다. 예를 들어, 이미 만들어진 자동차 설계도면으로부터 만들어진 3차원 모델이 그 자동차가 실제로 제작되었을 때, 어떤 문제가 발생할 것인가를 시뮬레이션하기 위해서 사용된다고 생각한다면, 3D 모델은 정교해야 한다. 또한, 최근에는 웹상에서 3차원 모델을 사용하여 모델하우스를 운영하는 기업들을 많이 볼 수 있는데, 새 집을 구하려는 소비자가 가상의 모델하우스를 보고서 집을 구하는 것이므로 현실감이 떨어지면, 회사 입장에서는 그 만큼 소비자에게 새 집의 품질을 홍보하지 못한다. 따라서 3D 모델은 현실감도 뛰어나야 한다.

이와 같이 다양한 분야에서 사용되는 3D 모델들은 이미 3D 모델을 통한 제품을 만드는 기업들에 의해 방대한 양이 제작되어져 있다. 또한 모델을 제작하는 과

정에서 또 다른 형태의 모델들이 만들어져 있고, 이것들은 언젠가 3D 모델 설계자들에 의해 다시 사용될 수도 있다. 그러나 현실적으로는 이와 같은 모델들이 설계자들에 의해서 다시 사용된다는 것이 쉽지 않다. 왜냐하면 3D 모델들은 설계자에 의해 제작된 후 설계자의 컴퓨터에 관련성 없이 분산되어 저장되기 때문이다. 따라서 각 모델들이 모델의 형태, 모델 번호, 사용 용도에 따라 체계적으로 분류되어 저장·관리된다면 이미 제작된 모델을 찾아서 재사용하는 것이 쉬워 질 것이고, 설계자는 많은 시간과 노력을 소비하지 않고 3D 모델을 제작할 수 있게 된다. 그러나 단지 이와 같이 체계적으로 저장·관리되는 것만으로는 이미 만들어진 모델을 효율적으로 재사용할 수 없다. 설계자는 3D 모델에 대한 메타데이터인 모델의 형태, 모델 번호, 사용 용도를 통하여 이미 만들어진 모델을 찾게 되고, 이 과정에서 설계자는 입력한 키워드와 일치하는 메타데이터를 갖는 3D 모델만 찾을 수 있기 때문에 설계자가 원하는 모델을 얻지 못하는 경우도 발생할 수 있다. 따라서 설계자가 현재 제작하고 있는 3D 모델과 관련된 메타데이터 정보를 갖는 모델이 추천된다면 설계자가 찾고자 하는 모델뿐만 아니라 그것과 관련된 모델도 찾을 수 있으므로, 이미 만들어진 3D 모델을 보다 효율적으로 재사용할 수 있을 것이다. 예를 들어, 설계자가 거실에 대한 3D 모델을 제작하고 있을 때, 의자와 관련된 3D 모델을 검색한 경우, 일반적으로 실외에서 볼 수 있는 벤치도 검색 결과로 나올 수 있지만, 현재 설계자가 거

본 연구는 첨단정보기술연구센터를 통하여 과학기술부/한국과학재단의 지원을 받았다.

실을 제작하고 있으므로 의사 중에서 거실에서 사용되는 의자와 관련된 3D 모델이 검색 결과로 나온다면, 이미 만들어진 3D 모델을 사용한, 보다 효율적인 3D 모델을 제작할 수 있게 된다.

이와 같은 시스템이 구현 가능하려면, 3D 모델의 메타데이터는 모델의 형태로서 의미가 정의가 부여되어야 하고, 각 의미 사이에는 관련성이 정의 되어야 한다. 뿐만 아니라 설계자가 현재 제작중인 3D 모델에 대한 정보, 즉, 설계자의 현재 작업 정보가 모델의 형태로써 의미가 부여되어 있고, 설계자가 선호하는 취향의 모델이 어떤 것인지에 대한 정보도 포함되어서 3D 모델에 대한 의미 정보와 관련성을 추론하여 현재 설계자가 찾고자하는 3D 모델뿐만 아니라 그것과 관련된 3D 모델이 검색될 수 있도록 해야 한다. 따라서 3D 모델에 부여된 의미를 정확히 해석하고 검색, 통합하기 위해서는 자동 추론이 가능한 형식으로 기술되는 OWL과 같은 온톨로지 표현 언어로 모델의 메타데이터가 기술되어야 하고, 온톨로지 표현 언어로 기술된 모델의 온톨로지 정보는 설계자의 현재 작업 정보인 설계자 프로파일과의 관련성을 추론 가능하게 해야 한다[2].

이 논문에서는 에이전트 기법을 사용하여 3D 모델 데이터베이스와 연동되어 있는 에이전트가 설계자의 질의를 받아 3D 모델 온톨로지 정보와 설계자 프로파일 정보를 사용하여 관련성 및 유사성이 높은 모델을 추천하여 주는 시스템을 제안하였다.

이 논문은 다음과 같이 소개 한다. 2장에서는 에이전트, 온톨로지와 추론, 그리고 3D 모델링과 저작도구에 대해서 소개하고, 3장에서 추천시스템의 구성도 및 시스템 시나리오를 제안한다. 4장에서는 구현된 시스템을 기능별로 설명하고, 마지막으로 5장에서 결론 및 향후 연구 계획에 대하여 소개한다.

## 2. 관련연구

### 2.1 에이전트

에이전트는 특정 목적에 맞게 사용자들을 대신하여 그 작업을 수행하는 자율프로세스로서 지식 베이스와 추론 기능을 가지고 자원의 공유나 통신을 통한 정보교환자 역할을 수행한다. 에이전트들의 이러한 특성은 스스로 환경 변화를 인지하고 그에 대응되는 행동을 취하고 행동의 결과로 환경 변화를 가져올 수 있으며 그러한 행동이 한 번에 끝나는 것이 아니라 지속적으로 이루어질 수 있다.

최근에는 대부분 시스템들이 분산 환경에서 복잡하고 다양한 비즈니스 프로세스를 처리해야 한다. 하지만 이러한 환경에서 모든 프로세스 과정이 사용자에 의해 처리된다면 업무의 효율성뿐만 아니라 적용분야도 한정될 것이다. 이러한 경우, 자율적 컴포넌트를 전제로 하는 다중 에이전트 시스템에 대한 기술을 이용한다면 이질적인 환경에 비즈니스 프로세스를 적응적이고 유연하게 수행할 수 있을 것이다.

한편 에이전트가 자율적으로 작업을 수행하려면 에이전트가 직접 문서의 의미를 해석하고 수행 결과를 제공할 수 있도록 지식을 표현할 수 있어야 한다. 즉, 데이터의 의미뿐만 아니라 데이터 간의 관계를 정의할 수 있어야 한다. 또한 지능 에이전트가 가능하려면 의미가 부여된 데이터뿐만 아니라 데이터에 대한 추론을 규정

하는 규칙들을 표현할 수 있어야 한다. 따라서 특정 도메인에 대한 용어들 간에 의미적 연관 관계와 추론을 위한 온톨로지가 필요하다.

### 2.2 온톨로지와 추론

온톨로지는 에이전트 간에 더 많은 정보를 공유하고 접근할 수 있을 뿐만 아니라 시스템의 정확성을 향상시키고 완전성을 개선시킬 수 있다. 또한, 메타데이터를 기술할 수 있는 형태에 간단한 태그 정보를 확장하여 태그 사이에 정보의 의미를 제공할 뿐만 아니라 일반적인 제약조건을 기술할 수 있다. 온톨로지가 처음 등장하였을 때에는 카탈로그, 텍스트 파일, 어휘사전, 또는 시소러스(thesaurus)등과 같이 자동 추론이 불가능하였지만, 요즘에는 분류(Classification), 프레임, 그리고 일반적인 논리제약 등을 기술하여 자동추론이 가능하다.

추론이란 주어진 규칙(rule)과 사실(fact)의 모임으로부터 논리적으로 타당한 새로운 사실을 얻어내는 과정을 의미한다. 추론을 통해서 온톨로지에 기술된 내용의 모순(inconsistences)이나 논리적인 정책의 검증(logical policy validation)을 할 수 있을 뿐만 아니라 새로운 지식을 획득할 수 있다.

### 2.3 3D 모델링과 저작도구

3D 모델링이란, 3차원 모델을 만드는 제작 과정으로서, 다음과 같이 크게 두 가지 단계로 나뉜다. 먼저 3D 저작도구를 통하여 기본적인 도형들을 사용하여 복잡한 3D 모델의 형태를 구성한다. 여기에서 기본적인 도형들이란, 원, 삼각형, 사각형, 정육면체, 구, 삼각뿔과 같은 도형들을 의미한다. 이러한 기본 도형들을 변형하고 융합하여 새로운 3D 모델의 형태는 단지 석고상을 만들어 놓은 것과 같아서 여기에 현실감을 부여하기 위해서는 모델의 표면에 조명 효과나 재질을 결정해 주어야 한다. 이것이 3D 모델을 만드는 두 번째 단계이다.

때로는 3D 모델에 동적이 효과를 부여하기 위해서 앞에서 소개한 두 단계 이후에 부가적인 과정이 추가되기도 하는데, 이것은 모델의 형태를 구성하는 정보에 시간 정보를 추가하여 3D 모델에 애니메이션을 부여하는 과정이다.

이와 같은 과정을 거쳐 제작되는 3D 모델들은 대표적으로 3DS MAX, MAYA, 3D Canvas, MilkShape 등의 3D 모델 저작도구를 사용하여 만들어지고, 다른 모델을 만들 때, 그대로 추가하여 재사용할 수 있다. 경우에 따라서는 재질 및 조명 효과, 또는 애니메이션을 변형하여 사용할 수도 있다.

## 3. 추천 시스템

### 3.1 시스템 구성도

이 논문에서는 3D 모델 설계자가 현재 작업하고 있는 상황에 따른 3D 모델을 추천하기 위한 전체 시스템 구성도를 [그림1]과 같이 나타낸다.

3D 모델 설계자는 사용자 인터페이스를 통하여 사용자 프로파일을 입력할 수 있고, 설계자가 찾으려는 3D 모델의 형태와 관련된 정보를 키워드를 사용하여 입력할 수 있다. 또한, 설계자는 사용자 인터페이스에서 시스템을 통하여 추천된 3D 모델에 대한 미리보기 이미지와 3D 모델이 실제 저장된 위치를 제공받을 수 있다.

사용자 프로파일은 3D 모델 설계자가 현재 작업하고 있는 작업 환경 및 설계자가 모델을 설계할 때의 선호도가 무엇인가에 대한 정보로 구성되어 있다. 예를 들어, 설계자가 대표적인 3D 모델 저작도구인 3DS MAX를 사용하여 거실에 대한 3D 모델을 만들고 있다고 가정하자. 이때, 설계자는 추천 시스템으로부터 표면이 투명한 유리로 덮여 있고, 모서리가 둥글고, 다리는 철재로 만들어진 테이블을 추천받으려고 한다. 이 경우, 사용자 프로파일에 들어가야 하는 정보에서 작업 환경은 설계자가 모델을 설계할 때, 3D 저작도구로서 3DS MAX를 사용하고 있다는 것과 현재 거실이라는 모델을 설계하고 있다는 것이 포함되어야 하고, 설계할 때의 선호도, 즉, 설계자의 선호도가 테이블에 대해서는 어떤 형태의 테이블을 설계자가 주로 선호하는가에 대한 정보가 포함되어야 한다. 그러나 설계자의 선호도가 각 3D 모델에 대한 형태 정보로서 구성되어 진다면, 사용자 프로파일을 통하여 표현하기는 어려울 것이다. 따라서 설계자가 3D 모델을 만들 때, 어떤 조명과 어떤 재질을 갖는, 그리고 어떤 용도의 모델을 주로 사용할 것인가에 대한 정보를 설계자의 선호도 정보로서 사용하면 적은 정보로도 보다 많은 모델에 대해서 설계자의 선호도를 표현할 수 있다. 따라서 사용자 프로파일은 현재 설계자가 사용하는 3D 모델 저작도구가 무엇이고, 저작도구를 통하여 어떤 용도의 모델을 만들고 있고, 이 모델을 설계할 때, 주로 어떤 조명과 어떤 재질, 그리고 어떤 용도를 갖는 모델을 사용할 것인가에 대한 정보로 구성한다.

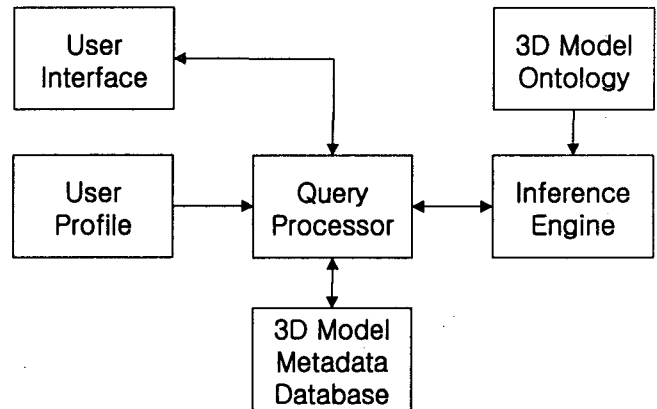
온톨로지는 설계자에 의해서 이미 만들어진 3D 모델에 대해서, 각 모델을 용도, 형태에 따라서 계층적으로 분류하고, 분류된 클래스 사이에 관련성을 정의한 것이다. 예를 들면, 이미 만들어진 3D 모델들을 분류하는데, 가구, 가전제품, 방 등으로 모델이 분류된다고 할 때, 가구와 가전제품은 방에서 사용한다는 관련성을 정의할 수 있다. 그리고 가구는 테이블, 의자, 책장, 옷장 등으로 다시 분류하고, 그 중에서 의자에는 소파, 벤치, 학생용 의자 등으로 다시 분류할 수 있는데, 이것은 모델을 계층적으로 정의할 수 있음을 의미한다. 이와 같이 온톨로지 정보로 정의된 3D 모델들은 각 클래스에 해당하는 객체로서 정의되어 있는데, 여기에서 객체명은 3D 모델의 번호를 사용한다. 또한, 온톨로지는 설계자의 선호도도 고려해야 하므로, 용도와 형태에 따라서만 분류되어 있지 않고, 각 3D 모델이 어떤 재질과 어떤 조명을 사용하고 있는가에 대한 정보로도 분류되어 있다.

질의처리는 사용자 프로파일에서 현재 설계자가 설계하고 있는 모델이 어떤 용도이고, 설계자는 어떤 선호도를 갖고 모델을 설계하고 있는가에 대한 정보와 어떤 용도의 어떤 형태를 갖는 모델을 찾으려고 하는가에 대한 정보를 사용하여 추론엔진에서 사용하기 위한 질의문을 작성한다. 또한, 추론엔진으로부터 얻은 질의 결과, 즉, 온톨로지 정보에서 객체의 이름에 해당하는 3D 모델의 번호들을 사용하여 3D 모델의 메타데이터가 저장되어 있는 데이터베이스를 검색하기 위한 질의문을 작성한다.

추론엔진은 3D 모델 설계자가 이미 만들어 놓은 3D 모델에 대한 온톨로지 정보를 지식베이스로 사용하여 설계자에게 모델을 추천해 주는 역할을 한다. 지식베이스의 내용을 추론할 때는 질의처리에서 만들어진 질

의문을 사용한다.

3D 모델 메타데이터는 설계자가 이미 만들어 놓은 3D 모델에 대한 메타 정보로서 3D 모델의 모델 번호와 모델이 온톨로지 정보로 표현될 때, 어떤 클래스에 속하고 상위 개념의 클래스는 무엇인가에 대한 정보, 어떤 조명과 어떤 재질을 사용하는가에 대한 정보와 설계자의 컴퓨터에 모델이 저장되어 있는 위치, 파일 포맷, 그리고 3D 모델의 미리보기 이미지로 구성되어 있다.



[그림 1] 시스템 구성도

### 3.2 시나리오

3D 모델 설계자가 거실에 대한 3D 모델을 설계한다고 가정하였을 때, 설계자는 시스템을 사용하기 위해서 사용자 프로파일을 사용자 인터페이스를 통하여 입력한다. 입력하는 사용자 프로파일은 현재 설계하는 모델의 용도, 예를 들면, 이것이 거실인지, 침실인지에 대한 정보와 모델을 설계할 때 사용하는 3D 모델 저작도구의 이름, 그리고 모델을 설계할 때의 설계자의 모델 선호도인 모델에 사용된 조명, 재질, 모델의 용도이다. 이렇게 입력한 사용자 프로파일은 데이터베이스에 기록되어 설계자에 의해서 수정, 삭제가 가능하다.

사용자 프로파일 입력이 끝나면, 시스템은 추론엔진의 지식베이스로 3D 모델에 대한 온톨로지 정보가 저장되어 있는 OWL 파일을 읽어온다.

설계자가 사용자 인터페이스의 모델 검색 창에 찾으려는 모델이 어디에서 사용되는 어떤 용도, 어떤 형태의 모델인가에 대한 질의를 관련 키워드들을 사용하여 입력하면, 질의처리는 입력된 키워드들과 사용자 프로파일에 기록되어 있는 정보 중에서 현재 설계자가 설계하는 모델의 용도가 무엇이고, 설계자는 어떤 용도, 어떤 조명과 재질을 사용한 모델을 선호하는가에 대한 정보를 제약조건으로 하여 추론엔진에서 지식베이스를 추론할 질의문을 작성한다.

질의처리로부터 작성된 질의문을 사용하여 추론엔진은 3D 모델에 대한 지식베이스를 추론하여 설계자가 찾으려는 모델과 관련된 3D 모델의 번호들을 추론 검색 결과로서 찾아주고, 이 결과를 사용하여 질의처리는 다시 3D 모델 메타데이터가 저장되어 있는 데이터베이스를 검색하기 위한 질의문을 만든다.

질의처리는 작성된 질의문을 사용하여 3D 모델 메타데이터가 저장되어 있는 데이터베이스를 검색하여 사용자 인터페이스를 통하여 추천된 3D 모델에 대한 정보를 제공한다. 여기에서 제공되는 3D 모델에 대한 정

보는 3D 모델의 미리보기 이미지, 추천된 3D 모델이 설계자의 컴퓨터에 저장되어 있는 위치, 그리고 추천된 3D 모델의 상위 개념과의 관련성을 보여 주기 위한 트리뷰이다. 트리뷰에서는 3D 모델의 상위 개념과 그 개념에 속해 있는 모델의 번호가 표시된다. 모델 번호를 선택하면 3D 모델 미리보기 창을 통하여 3D 모델을 미리보기 이미지로서 볼 수 있고, 이 모델이 설계자의 컴퓨터에서 어디에 저장되어 있는지에 대한 위치를 문자열로서 얻을 수 있다. 이 문자열을 복사하여 3D 모델 저작도구에서 사용함으로써, 현재 설계하고 있는 모델에 선택한 모델을 불러와서 포함시킬 수 있다.

#### 4. 구현

본 논문에서 제안한 시스템은 Intel Pentium(R) 4 Processor 3.0GHz, 1.00GB RAM의 하드웨어 환경을 사용하였다. 소프트웨어 개발 언어로는 자바(JAVA)를 사용하였고, 온톨로지의 생성은 프로티지(Protege 3.1)를 사용하였다. 그리고 생성된 온톨로지의 모순과 논리적인 정책 검증에 사용된 추론엔진으로는 레이서(RacerPro 1.9)를 사용하였고[1], 추론엔진에서 사용되는 추론언어로는 nRQL(New RacerPro Query Language)을 사용하였다[4].

##### 4.1 사용자 인터페이스

사용자 인터페이스는 자바 스윙을 사용하여 구현하였다. 사용자는 검색 창에 3D 모델 형태에 대한 키워드를 입력하여 시스템으로부터 추천된 3D 개체 모델의 메타데이터 정보를 미리보기 이미지 형태로 제공받을 수 있고, 추천된 3D 모델들의 상위 개념에 대한 관계를 트리뷰를 통하여 볼 수 있다. 또한 모델이 설계자의 컴퓨터에 저장된 위치를 문자열로서 얻을 수 있다.

##### 4.2 사용자 프로파일

사용자 프로파일은 MySQL 데이터베이스에 기록하였다. 기록되는 내용은 현재 설계자가 어떤 저작도구를 사용하여 어떤 용도의 모델을 만들고 있는가에 대한 정보가 포함되고, 부가적으로 설계자가 모델을 설계할 때의 선호도, 즉, 어떤 재질, 어떤 조명을 사용하고, 어떤 용도로 사용하는 3D 모델인가에 대한 정보가 기록된다. 여기에서 설계자가 현재 설계하는 모델이 어떤 용도인가, 그리고 설계자의 선호도에 대한 정보는 추론엔진에서 3D 모델에 대한 지식베이스를 추론할 때 제약 조건으로서 사용된다.

##### 4.3 질의처리기

설계자가 찾으려는 3D 모델에 대한 정보를 구성하는 키워드들, 즉, 어디에서 어떤 용도로 사용하고, 어떤 형태를 갖추고 있는가에 대한 정보를 사용자 인터페이스를 통하여 입력하면, 이 키워드들과 사용자 프로파일의 현재 작업하고 있는 모델이 어떤 용도이고, 설계자의 선호도는 무엇인가에 대한 정보들을 사용하여 추론엔진에서 사용할 수 있는 nRQL로 질의문을 만든다. 그리고 추론엔진에 보내어서 지식베이스를 추론한 결과를 얻어 내는데, 이 결과들, 즉 3D 모델에 대한 모델 번호를 사용하여 3D 모델 메타데이터가 저장되어 있는 데이터베이스를 검색하기 위한 질의문인, SQL 문을 작성한다.

작성한 SQL문을 사용하여 데이터베이스를 검색하여 3D 모델에 대한 메타데이터들을 얻어낸다.

#### 4.4 추론엔진

추론엔진은 Racer를 사용하였다. Racer는 추론엔진 본체인 서버 프로그램과 추론엔진에 연동할 수 있는 클라이언트 프로그램 개발을 위한 API가 제공된다. 제공되는 API는 자바를 위한 Jracer와 LISP를 위한 Lracer가 있다[4]. nRQL로 작성된 질의문을 사용하여 추론엔진에 질의를 하고, 결과를 얻을 수 있다. 얻어진 결과는 3D 모델에 대한 모델 번호이고, 이것을 사용하여 데이터베이스를 검색할 수 있는 SQL 문을 만들어서 3D 모델 메타데이터를 검색한 후 사용자 인터페이스로 검색된 3D 모델의 메타데이터를 제공한다.

#### 4.5 온톨로지 생성

온톨로지는 Protege를 사용하여 OWL 파일로서 생성했다. Protege는 SMI(Stanford Medical Informatics)에서 개발한 자바 기반의 온톨로지 및 지식베이스 개발 및 관리 시스템이다.[3]. 또한 플러그 인(plug-in)을 통하여 Protege의 기능을 확장 할 수 있는 장점을 가지고 있다. 또한 추론엔진인 레이서와 연동하여 작성된 온톨로지의 모순과 논리적인 정책을 검증하여 볼 수 있다. 온톨로지의 구성요소는 클래스, 속성, 인스턴스로 이루어져 있다. 각 도메인 클래스에 해당하는 것은 3D 모델의 용도 및 형태이고, 각 도메인 클래스에 속하는 인스턴스들은 3D 모델의 번호들이 된다. 또한 각 도메인 클래스 사이의 관계는 3D 모델 개체 간의 관계를 속성으로 정의하였다. 예를 들어, 거실에서 사용하는 가구 중에서 책장에 대한 온톨로지의 정의는 거실이라는 클래스와 가구라는 클래스가 존재하고 책장이라는 클래스가 가구라는 클래스의 하위 클래스로 정의된다. 여기에서 가구는 거실에서 사용한다는 관계가 속성으로서 정의되고, 각 책장 클래스에 속하는 인스턴스들이 책장에 대한 3D 모델의 번호들이 된다. 또한, 이것은 사용자 프로파일의 설계자가 현재 설계하고 있는 모델의 용도와 설계자의 모델 선호도에 대한 정보와 관련지어 사용하기 위해서 다음과 같이 정의한다. 예를 들어, 가구는 가구인데, 방향성 조명을 사용하고, 표면은 유리 재질을 갖고 있는 책장에 대해서는 다음과 같이 정의한다. 조명이라는 클래스에는 방향성 조명이라는 하위 클래스가 정의되고, 재질에도 유리 재질이라는 하위 클래스가 정의된다. 이때, 가구라는 클래스는 조명과 재질을 가질 수 있다는 관계가 정의되고, 가구의 하위 클래스인 책장 클래스는 조명과 재질의 하위 클래스인 방향성 조명과 유리 재질을 가질 수 있다는 관계를 정의한다.

#### 4.6 3D 모델 메타데이터

3D 모델에 대한 메타데이터는 MySQL 데이터베이스에 저장하였는데, 저장되는 3D 모델 메타데이터는 모델 번호, 모델의 용도, 모델의 상위 개념, 모델에 사용된 조명과 재질, 실제 모델이 저장되어 있는 위치, 3D 모델에 대한 미리보기 이미지, 그리고 파일 포맷 등으로 구성된다. 모델의 메타데이터는 온톨로지 정보와 연관 지을 수 있는데, 모델 번호는 온톨로지 정보에서 클래스에 속하는 인스턴스의 이름으로 사용되고, 모델의 용도는 클래스의 이름으로 사용된다. 또한, 모델이 속한 클래스에 상위 클래스가 존재한다면 이것이 모델의 상

위 개념이 된다.

## 5. 결론 및 향후 연구 계획

본 논문에서 소개한 시스템은 설계자가 이미 만들어 놓은 3D 모델에 대한 온톨로지 정보와 설계자가 현재 작업하고 있는 3D 모델의 형태에 대한 정보를 사용하여 모델 제작 중에 설계자가 재사용 하려는 3D 모델을 추천하여 주는 시스템이다. 이것은 단지 3D 모델에 대한 메타데이터만을 검색하여 설계자가 검색한 것과 일치하는 모델을 제공하는 것과는 달리 온톨로지 정보와 사용자가 현재 작업하고 있는 모델에 대한 정보를 참고하여 설계자가 찾는 모델을 추천하여 주는 시스템으로서, 이미 만들어진 3D 모델 중, 검색 대상과 일치하지 않는 모델일지라도, 현재 작업하고 있는 3D 모델과 관련성이 있으면 설계자에게 추천하여 준다. 따라서 3D 모델에 대한 메타데이터만을 사용한 경우보다 효율적으로 모델을 재사용할 수 있고, 이것은 3D 모델 설계자들이 모델을 제작할 때, 많은 시간과 노력을 소비하게 되는 문제점을 해결할 수 있다.

본 논문에서는 효율적인 3D 모델링을 위하여 기존 모델에 대한 온톨로지 정보와 현재 사용자가 어떤 작업 환경과 모델에 대해서 어떤 선호도를 가지고 모델을 설계하는가에 대한 정보를 사용하여 기존 모델을 추천하는 시스템을 소개하였다. 그러나 실제로 3D 모델을 만들었을 경우, 이것을 어떻게 시스템에 등록할 것인가, 그리고 추천된 3D 모델을 3D 모델 저작도와 어떻게 연동하여 사용할 것인가에 대한 문제가 남게 되는데, 이것은 향후 연구 계획을 통하여 해결하고자 한다.

## 참 고 문 헌

- [1] G. Vasilakis, M. Pitikakis, M. Vavalis, C. Houstis, "A SEMANTIC BASED SEARCH ENGINE FOR 3D SHAPES : Design and Early Prototype Implementation", 2nd European Workshop on the Integration of Knowledge, Semantic and Digital Media Technologies , London, Nov.30-Dec.1, 2005.
- [2] "OWL Web Ontology Language", <http://www.w3c.org/TR/owl-features/>.
- [3] Horridge, Knublauch, Rector, Stevens, Wroe, "A Practical Guide To Building OWL Ontologies Using The Protege-OWL Plugin and CO-ODE Tools Edition 1.0", <http://www.co-ode.org/>.
- [4] Racer Systems GmbH & Co.KG, "RacerPro User's Guide Version 1.9", <http://www.racer-systems.com/>.