

# 에이전트를 이용한 인터넷 기반 임플란트 협업 설계

이 수 록 · 연세대학교 기계공학과, 교수  
배 일 주 · 연세대학교 대학원 기계공학과, 박사과정

\_e-mail : shlee@yonsei.ac.kr  
\_e-mail : iljusado@yonsei.ac.kr

이 글에서는 지역적으로 분산되어 있는 전문가간의 협업과 그들의 지식 활용을 위하여 에이전트 기반으로 이를 통합하여 협업적으로 임플란트를 설계하기 위한 기술을 소개하고자 한다.

**치**과 보철용 재료로 사용되는 임플란트와 같은 의료용 제품을 개발하기 위해서는 의학과 공학 등 다양한 분야에 걸친 전문적인 지식을 필요로 한다. 설계자들은 많은 분야의 지식 습득이 필요하고, 여러 분야 전문가들의 협력이 필요하게 된다. 다분야 전문가의 협력에 의한 제품 개발 조직의 구성은 필수적인 사항이지만 지속적인 전문가의 협력 체계 유지는 어려운 일이다. 따라서 분산 협력 체계를 구축하는 노력이 필요하다고 할 수 있다. 그러나 분산 협력 체계 역시 그 이전과 비슷한 업무량을 요구하게 된다면 이는 부적합한

협력 체계라고 말할 수 있다.

그러므로 분산환경에서 타 분야 전문가의 행동을 모방적으로 수행하여 유사한 결과를 제시할 수 있는 분산 에이전트 기반의 접근 방법이 매우 유용하다고 할 수 있겠다. 에이전트 기반 설계 시스템에서는 타 분야 전문가의 기능과 역할을 에이전트가 모방적으로 수행하여 한 분야의 연구 진행이 가능한 원활하게 이루어지게 하는 구조를 갖게 하는 것을 목표로 한다.

## 에이전트 관련 기술

에이전트는 다양한 정의를 가

지고 있으나 일반적으로 사람을 대신해서 자율적으로 어떤 업무를 처리할 수 있는 능력을 가진 시스템을 일컬을 때 사용된다. 자동성과 유연성은 에이전트의 핵심적인 특징이라고 볼 수 있다. 그러나 인간의 간섭이 없는 극단적 자동화의 추구는 에이전트 개발의 어려움을 가중시키고, 산업적 실효성 측면에서도 비효율적이라는 문제점을 가지게 된다.

에이전트는 사용자로부터 독립되어 있는 소프트웨어라기보다는 효율적인 인터페이스를 통해 사용자의 개입을 유도할 수 있는 기능을 가진 모듈로 정의하는 편이 산업 적용에 유리하다. 효율적

인 인터페이스는 에이전트의 기능의 부담, 지식이 정확해야 하는 부담을 감소시킨다. 에이전트는 다분야 설계 문제를 해결하는 데 있어서 전문가의 판단을 보조하는 역할을 수행할 필요가 있다.

여기서 전문가 시스템과 에이전트 기반 시스템의 차이점에 대한 의문이 생길 수 있다. 단일 에이전트인 경우 전문가 시스템과 에이전트 시스템의 구분을 명확히 하는 것은 어려울 수 있다. 그러나 에이전트 기반 시스템은 정해진 처리 흐름을 따라 사용자의 반응을 유도하는 것이 아닌 설계 상황을 인식하고 필요한 액션을 시스템이 취하는 형식으로 작동한다. 이는 설계 환경의 변화, 시스템의 변화와 확장에 있어서 유연성을 제공한다. 멀티 에이전트 시스템의 경우는 독립적 기능이 분산 환경에서 협력하며 업무를 처리하는 것이 가능하게 된다.

### 임플란트 설계 환경

임플란트와 같은 의료용 제품의 설계 절차를 개략적으로 나타내면 그림 1과 같다. 일반적인 설계 프로세스와 유사한 절차에 따라 진행되지만 설계를 위한 정보 수집과 평가 과정에서 해석 분야와 의료 분야의 정보 제공과 평가를 필요로 한다.

역학적 해석 작업은 설계 조직 내에서 내부적으로 이루어지지 않고 전문 인력과 장비를 갖춘

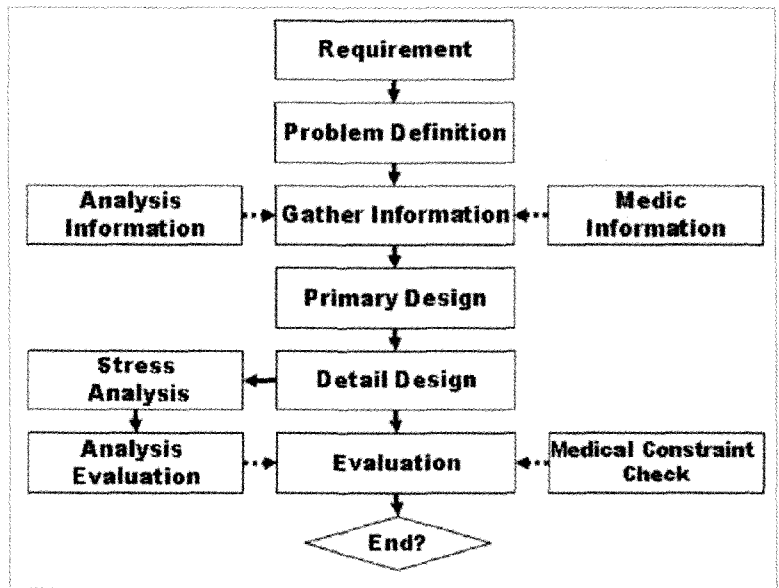


그림 1 임플란트 설계 프로세스

외부 연구소에서 이루어진다. 따라서 정보 제공과 평가에 있어 흐름이 원활하지 못하고, 설계 작업을 수행할 때 필요한 정보를 획득하고 평가를 통한 재검토에 원활하지 못한 문제가 있다.

의료 정보 역시 소비자인 의료 업계나 의학 관련 연구자들에 의해 정보를 제공 받게 되고 평가를 피드백 받게 되는데 설계 시 이러한 정보를 종합적으로 고려하고 평가 결과를 검토하기 쉽지 않다. 따라서 설계 과정 중에 설계자의 의사결정에 대하여 타 전문가의 적절한 개입이 요구된다.

설계 환경은 크게 형상 설계 부분, 모델 해석 부분, 의료 평가 부분 등의 세 가지로 구분될 수 있다. 설계자는 형상 설계 부분에 속하여 작업을 처리하면서 해석

및 의료 부분 전문가의 도움을 요구한다. 이러한 해석 및 의료 전문가의 역할을 모방적으로 수행하는 것이 에이전트의 역할이다.

각 에이전트는 주어진 환경으로부터 상황을 인식하여 내재된 논리성과 정보에 의하여 적합한 행동을 결정한다. 시스템적인 에이전트는 전문가의 다양한 활동보다 매우 축소적인 기능을 수행하지만 반복되는 작업에 적절한 대응을 통한 업무의 효율화를 이룰 수 있는 것으로 그 의미를 부여하고자 한다.

### 임플란트 정보 처리를 위한 에이전트 템플릿

에이전트 템플릿이란 에이전트의 기본적 형태를 정의한 것을

의미한다. 에이전트 템플릿에 각 개별 에이전트가 가지는 특수 목적을 위한 사용자 인터페이스와 처리 논리를 부여하면 개별 역할을 수행하는 에이전트가 생성된다.

에이전트 템플릿은 두 가지 형태가 존재한다. 하나는 정보를 처리하는 에이전트를 위한 템플릿이고, 다른 하나는 특별한 업무를 처리하는 에이전트 구현을 위한 템플릿이다. 정보를 처리하기 위한 에이전트 템플릿의 구조는 그림 2와 같다.

여기서 에이전트는 사용자 인터페이스를 통해 사용자와 의사소통 수행한다. 사용자 인터페이스는 웹 기반 환경에서 사용자와 친근한 환경을 제공하기 위해 일반적인 웹 언어인 HTML과 웹 기반 데이터 표현을 위해 XML을 사용하여 표현된다. 각 개별 에이전트에서 수행되는 작업 프로세스를 따라 각 사용자 인터페이스를 제작한다. 사용자 인터페이스에서 에이전트와의 교신을 위해서 전송 데이터를 에이전트의 수신 모듈(reception module)로 전송하기만 하면 된다.

수신 모듈에서는 사용자 인터페이스를 통해 전송된 내용을 바탕으로 상황 데이터(situation data)를 생성한다. 상황 데이터를 바탕으로 상황-모델-동작 논리(situation-model-action logic)에서 적절한 모델을 찾게 된다. 상황-모델-행위 논리는 상황, 모델, 동작 데이터 간의 매핑

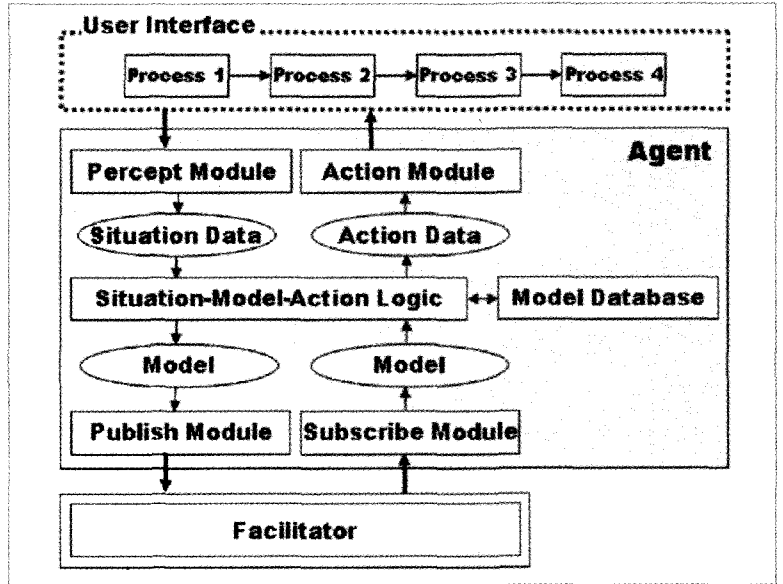


그림 2 정보 처리를 위한 에이전트 템플릿의 구조

처리를 담당한다.

모델 데이터가 생성되면 이 데이터는 공표 모듈(publish module)을 통해 메시지 처리기(facilitator)에 알려진다. 메시지 처리기는 이를 연관된 에이전트에 재공표한다. 각 에이전트에서는 이를 수신하여 필요한 처리 사항이 있는 경우 먼저 메시지 처리기에 이 사실을 메시지를 통해 알리고 메시지 처리기는 이를 다시 공표하여 대상 에이전트가 작업을 대기할 수 있도록 한다. 그 후 작업이 끝나면 다시 데이터를 공표하고, 구독 모듈(subscribe module)에서는 이를 수신하여 종합적으로 동작 데이터(action data)를 생성하게 된다. 동작 데이터는 동작 포맷의 HTML 문서로 만들어져 사용자

에게 알려진다.

## 데이터 표현

에이전트의 task 처리와 커뮤니케이션을 위해 필요한 데이터에는 상황 데이터, 모델 데이터, 동작 데이터, 상황-모델 관계 데이터(situation-model relation data), 모델-동작 관계 데이터(model-action relation data)가 있다. 이들 간의 관계는 그림 3과 같다. 각 언어는 웹에서 활용성을 높이기 위해 XML로 표현된다. 데이터의 형식은 XML Schema를 이용해 정의한다.

상황 데이터는 UI의 웹 문서에서 넘겨지는 전송 데이터를 에이전트가 인식할 수 있는 형태로 처리한 것이다. 모델 데이터는 각

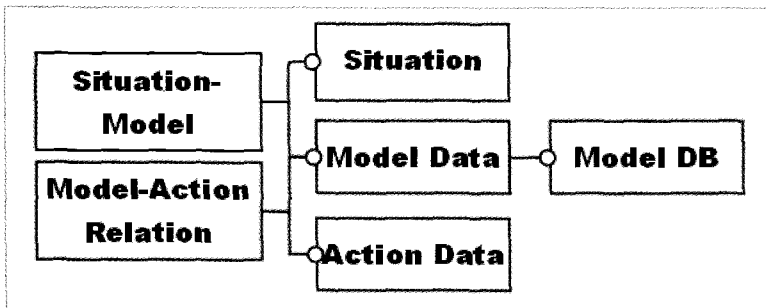


그림 3 데이터 구조

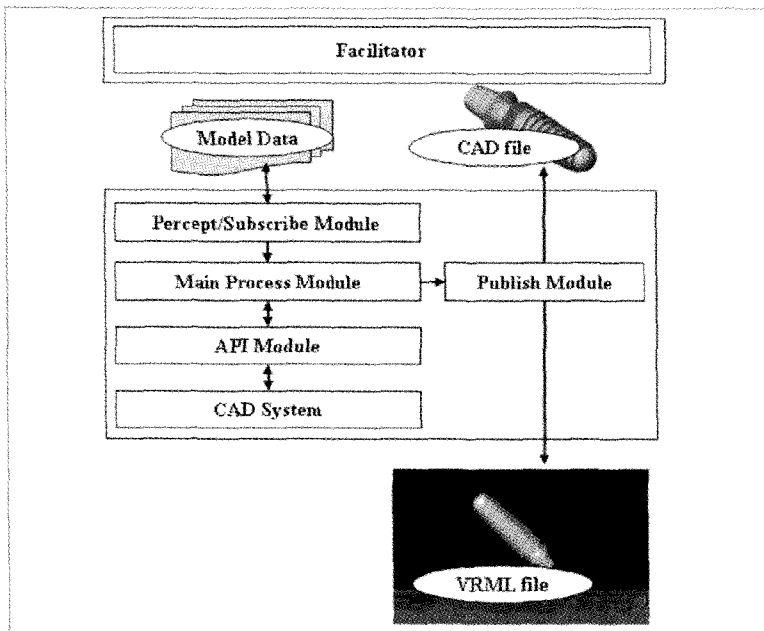


그림 4 CAD 응용 에이전트

에이전트가 가지고 있는 고유의 역할 모델을 나타낸다. 상황 데이터는 단지 전송된 데이터의 처리된 형태에 불과하다. 이를 모델 데이터에 매핑함으로써 시스템은 상황에 대한 인식을 명확히 할 수 있다. 상황 데이터와 모델 데이터를 매핑하기 위해서는 둘 사이의 매핑 관계에 대한 표현을 필요로 한다. 즉 상황-모델 관계

는 매핑을 위한 논리적 처리를 위해 필요하다. 동작 데이터는 에이전트를 통해 출력되는 결과를 의미한다. 모델-동작 관계는 모델 데이터와 동작 데이터를 매핑하기 위해 사용된다.

### 설계, 해석, 의료정보 에이전트

각 개별 에이전트는 에이전트 템플릿에 개별적인 모델 데이터, 동작 데이터, 관계 데이터와 사용자 인터페이스를 갖게 함으로써 생성된다.

설계 에이전트는 프로세스를 따라 수행되는 설계 작업을 지원한다. 제품 카테고리 및 변수 모델, 설계 파일 관리자를 바탕으로 효율적인 설계를 돕는다. 설계는 용도에 맞는 제품 형태를 선택하고, 하위 목록에서 세부적 모델을 선택하고, 설계 변수를 수정하고, 모델을 재 업로드 하는 순서로 진행된다.

해석 에이전트는 임플란트의 구조적 측면에서 응력 분산에 대한 실험 정보를 제공한다. 해석 에이전트의 기능은 크게 두 가지로 구분된다. 하나는 모델 완성이 되기 전에 설계 상황에 적합한 정보를 제공하는 것이고, 다른 하나는 모델 완성 이후 그 모델을 평가하는 것이다.

의료 에이전트는 해석 에이전트와 마찬가지로 설계 상황에 따른 의료 분야의 지식을 제공하는 역할을 한다. 또한 최종 형상에 대하여 의료적인 입장에서 평가를 한다. 이를 위해서는 인체 모델에 따른 명확한 평가 기준이 있어야 한다. 평가는 환자의 골의 깊이, 밀도 등을 기초로 이루어진다. 의료 정보는 이전 시술 관련 정보를 축적한 DB를 바탕으로 이루어지며 키워드 검색을 통해 관련 정보를 제공한다.

## 특정 업무 처리를 위한 에이전트

특정한 업무를 처리하기 위한 에이전트에는 두 가지가 있다. 하나는 CAD 응용 에이전트(CAD application agent)이고, 다른 하나는 해석 응용 에이전트(analysis application agent)이다. CAD 응용 에이전트는 CAD 파일 처리와 관계된 업무를 담당하는 에이전트이다. 이 에이전트는 설계 변수를 넘겨 받아 CAD 모델을 생성하거나, 주어진 CAD 파일을 웹에 공표 가능한 VRML 포맷으로 제작하는 역할을 수행한다. CAD 응용 에이전트의 구조는 그림 4와 같다. 해석 응용 에이전트는 해석과 관련된 업무를 처리한다. 해석 업무를 처리할 수 있는 해석 스크립트 파일을 모델에 대한 정보와 함께 제공한다면 해석 응용 에이전트에서는 자동적으로 해석을 수행한다. 이 에이전트는 반복적으로 일어나는 해석 작업을 자동화하여 대리적으로 수행하기 위해 존재한다.

### 임플란트 설계 시나리오

연령 50세 정도의 환자의 골밀

도와 깊이에 적합한 임플란트 모델을 개발한다. 설계 에이전트의 인터페이스 1단계에서 임플란트 타입은 통상적으로 사용되는 원바디 타입을 선택하였다. 세부 모델에서 관련된 RE003 모델을 택하였다. 설계 치수는 상태를 고려하여 지름 4.3mm, 길이 11.3mm로 입력하였다. 이때 생성된 모델 데이터를 공표하면 의료 에이전트는 관련 치수에 대한 보정값을 알려준다. 입력한 치수와 관련하여 해석 에이전트에서는 가로 세로 비율, 나사산의 수 등을 알려 준다.

이를 토대로 효과적으로 응력 분산을 할 수 있을 것 같은 모델을 설계한다. 최종 형상이 생성되면 해석 에이전트에서와 해석 응용 에이전트는 응력 해석 결과를 알려주고, 이전 최대등가응력과 비교를 한다. 설계자는 최종적으로 형상을 수정하고 설계 에이전트의 인터페이스를 통해 최종 모델을 업로드한다. 설계자는 최종적으로 형상을 수정 후 설계 에

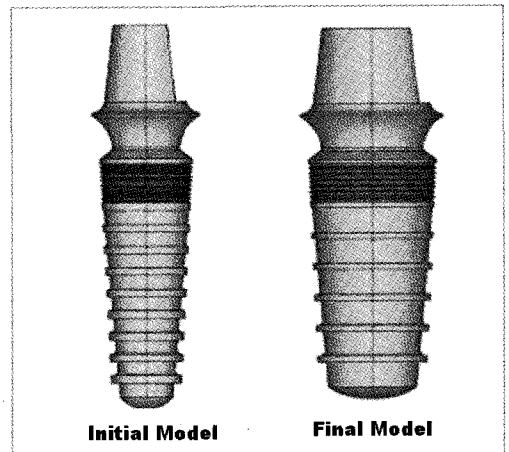


그림 5 설계된 임플란트 모델

이전트를 통해 최종 모델을 업로드하고 결과를 확인하고 지식 업데이트한다.

### 맺음말

이 글에서는 다양한 전문 분야의 지식을 필요로 하는 의학 재료인 임플란트의 설계를 위한 에이전트 기반 설계 시스템의 구조를 소개하였다. 분산된 환경에서 다양한 지식의 활용이 요구되는 경우, 전문가의 역할을 대리적으로 수행하는 에이전트를 활용하는 것은 반복적으로 일어나는 설계 변경에 대해서 대응할 수 있는 방안을 제공한다.

이 글은 "The 1st Korea-China Joint Conference on Geometric and Visual Computing (2005년)"에 게재된 논문을 발췌하여 정리한 것입니다.