

# 에이전트 기반 협업 설계 및 생산

안성훈 - 서울대학교 기계항공공학부, 부교수  
김형중 - 서울대학교 기계항공공학부, 박사과정

e-mail : ahnsh@snu.ac.kr  
e-mail : hkim81@snu.ac.kr

이 글에서는 지능형 시스템을 구성하기 위한 방법의 하나인 에이전트(agent) 기술과 이를 활용한 설계 및 생산 시스템의 활용에 대해 소개하고자 한다.

## 글로벌 시장의 변화

21세기의 제조 기업들은 시장의 급격한 변화, 새로운 기술의 지속적인 등장, 글로벌 경쟁의 가속화와 같은 현상들에 직면해 있다. 이와 같은 글로벌 시장의 급격한 변화와 함께 이전에 경험해 본 적이 없는 다양한 수준의 정보, 그리고 시공간적으로 분리된 비즈니스 환경은 협업(collaboration)에 대한 능동적이고 유연한 대처를 요구하기에 이르렀다. 하나의 기업 내부에서 모든 IT 기반시설(infrastructure)을 소유하고 관리하던 방식, 즉 기존의 통합된 모델은 시장에서 각각 특

화된 서비스를 제공하는 비즈니스 파트너들로 이루어진 비즈니스 네트워크로 대체되고 있다.

제품개발 프로세스에서도 이와 같은 변화가 유사하게 나타나고 있으며, 단일 혹은 소수의 팀으로 이루어진 인력으로는 최근의 복잡한 제품 개발을 더 이상 효율적으로 수행하기 어렵게 되었다. 결국 충분한 파트너와 정보를 가지지 못한 제품개발은 개발 기간의 연장 및 개발 비용의 증가, 품질의 문제 등을 야기시키게 된다. 한편으로는 글로벌하게 분포된 소비자의 요구를 만족시키는 각종 사양을 확보하기 위해서 다양한 전문분야의 기술을 아우르는

제품 개발이 요구된다.

## 협업 시스템

이와 같은 기업 환경의 변화로 인해, 자체적으로는 핵심역량에 대한 연구 및 개발을 진행하면서 부가적인 설계 및 생산 관련 요소들은 다른 기업에 의존하는 형태의 기업이 증가하고 있다. 이제는 설계 및 생산 담당자들이 협력을 위해 CAD(Computer-Aided Design)/CAM(Computer-Aided Manufacturing) 관련 데이터뿐만 아니라, 구조 및 유체 해석 결과, 조립을 위한 구속 조건, 제조비용 등과 같은 정보를

또한 공유하게 되었으며, 이는 점점 더 빈번하게 이루어지고 있다. 정보 집약적(information intensive)이고 협업적인 제품 개발 프로세스(collaborative product development process)가 증가함에 따라, 협업 제품 개발을 지원할 수 있는 컴퓨팅 환경 구축에 대한 다양한 연구와 개발이 수행되었으며, 다음과 같은 방법들을 대표적인 예로 들 수 있다.

1. 단순한 업무 협력 시스템(이메일, 메신저 등)
2. 기존의 CAD/CAM 소프트웨어를 기반으로 구축된 협업 시스템(ENOVIA SmartTeam, Windchill, Teamcenter 등)
3. 개별적인 소프트웨어 기술로 구현된 시스템(Web-based system, Agent-based system 등)

기존의 협업 시스템은 단일 기업 내의 각종 자원(하드웨어 및 소프트웨어)을 일련의 프로세스로 관리하는 것을 의미하였다. 최근에는 제품 생산 시간, 생산 비용의 절감 등을 고려하여 기업의 서로 다른 지역에 위치한 자원들까지 포함하도록 확장되고 있다. 기존의 자원 공급망 관리(SCM : Supply Chain Management), 스케줄링(scheduling)과 같은 기능뿐만 아니라, 지식 관리(KM : Knowledge Management) 및

글로벌 시장의 확대 및 경쟁의 가속화와 함께, 기업 내외의 분산된 자원에 대한 효율적인 관리를 위한 협업 시스템의 필요성이 증대되었다.

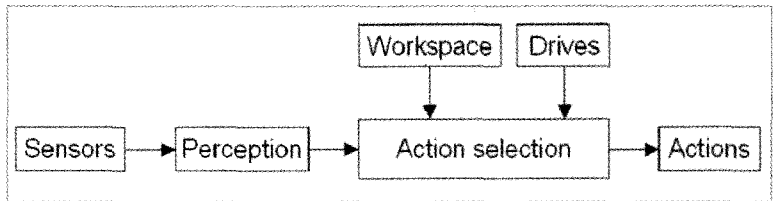


그림 1 자동화 에이전트의 구성도

공유(sharing) 등의 기능까지 포함을 하고 있다.

이러한 협업 시스템의 효과적인 구성을 위해 에이전트 시스템이 사용되기 시작하였다. 에이전트(agent)는 정의된 목적을 달성하기 위하여 주어진 환경에 따라 반응할 수 있는 자율적인 객체(object)이다. 에이전트 기반 시스템 혹은 Multi Agent System(MAS)은 이러한 에이전트들로 이루어진 자율 시스템(autonomous system)으로서 각각의 에이전트들이 자율적으로 생성/작동/소멸하면서 다른 에이전트와의 협력을 통해 문제를 해결하고 목표를 달성해 나아간다. 또한 각각의 에이전트들은 분산된(distributed) 환경에서도 네트워크를 통해 상호작용을 할 수 있기 때문에 분산 시스템에서 요구되는 특징에 잘 부합하여, 네트워크 및 컴퓨팅 기술의 발전과 함께 다양한 분산 시스템에 적용

되어 사용되고 있다.

## 에이전트 기반 협업 시스템

### 1) 에이전트

에이전트에 대한 연구는 인공지능(AI : Artificial Intelligent)에 대한 연구와 함께 진행되어 왔으며, 1990년대 초부터 분산 환경 및 지식 전달을 위한 요소(component)로서 독립적으로 연구되기 시작하였다. 에이전트의 일반적인 정의는 다음과 같다.

“자신의 센서(sensor)를 통해 환경(workspace)을 지각(perception)하여 작용기(action selection)를 통해 그 환경에 대해 반응(action)하는 시스템(그림 1)”

에이전트 소프트웨어는 자율성(autonomy), 협동성(collaboration), 적응성(learning) 중 적어도 두 가지 기능을 가지고 있어야 한다. 자율성은 에이전트가 엔지니어의 도움 없이 문제를 해

결할 수 있는 기능을 말하며, 협동성은 엔지니어 혹은 다른 에이전트와의 통신 기능을 뜻한다. 그리고 최근의 지능성 에이전트는 외부의 조건에 반응하면서 정보를 수집하여 적용할 수 있는 기능이 함께 추가되어 연구되고 있다.

이와 같은 에이전트는 개미 생태계를 이루는 기본 단위인 개미와 같이, 복잡한 시스템에서 그 시스템을 이루는 기본 단위로서, 정보를 받아들이고 이를 주어진 조건에 따라 처리하는 역할을 할 수 있도록 구성이 된다. 협업 시스템에 있어서 에이전트는 제품 개발 프로세스 내에서 기존에 수집된 다양한 정보들을 공정 혹은 세부 개별 단위별로 저장하고 조건에 따라 필요한 정보를 제공해주는 작은 전문가 소프트웨어로써 작동을 하게 된다.

## 2) 에이전트 기반 시스템

에이전트 시스템(이하 MAS)은 문제 해결(problem solving)을 위한 유연한 네트워크(loosely coupled network)로서, 개개의 에이전트가 갖는 정보와 문제 해결 능력을 넘어서는 협력의 결과를 보여준다. MAS가 갖는 대표적인 특성은 다음과 같다.

- 개별 에이전트의 제한된 정보와 문제 해결 능력
- 전역적인 제어의 불가
- 분산(decentralized)된 데이터
- 비동기(asynchronous) 컴퓨팅

그리고 다음과 같은 장점으로 인해 최근 다양한 분산시스템의 구성을 위한 기술로 각광을 받고 있다.

- 안정성 및 효율성 제공 능력
- 레거시(legacy) 시스템과의 연동 능력
- 데이터, 제어, 전문가가 분산된 환경에서의 문제 해결 능력

3) 에이전트 기반 시스템의 구성  
MAS 구성을 위한 방식은 크게 다음의 세 가지로 분류될 수 있다.

- 중앙 집중형(centralized approach)
- 연합형(federation approach)
- 자율형(autonomy-based approach)

중앙 집중형 방식은 가장 일반적인 방식으로 네트워크 중심(network-oriented)의 협업 시스템에 많이 사용되었으며, 메인 시스템에서 전체 데이터의 흐름을 주관할 수 있다는 장점이 있다. 하지만, 데이터 및 제어의 병목 현상(bottleneck problem), 시스템의 개방성 및 유연성의 저하 등의 문제점들이 지적되고 있다. 연합형은 일종의 분산형 시스템으로서, 안정성 및 개방성에서 우수하지만, 다양한 도메인간의 통신을 위한 추가적인 인터프리터(interpreter)의 적용이 요구된다. 최근에는 기존의 네트워크 모델을 기반으로 한 방법들과 달리, 분산 컴퓨팅과 요소 기술(component technology)과 함께

자율성 개념을 기반으로 한 새로운 방법이 제안되었다. 특정 엔지니어링 문제들에 대한 캡슐화를 하여 상호작용이 가능한 요소를 연결함으로써 서비스 교환 네트워크(service exchange network)의 제공이 가능하다.

## 적용 사례

에이전트 기반 시스템은 최근 에 분산형, 개방형, 지능형 컴퓨팅 시스템의 구성을 위한 기술로 주목을 받으며, '90년대 이후 설계 및 생산을 지원하기 위한 협업 시스템 개발과 관련하여 PACT, SHARE, DIDE, Co-Designer 등의 개발에 사용되었다. 본 절에서는 최근에 수행된 설계 및 생산에 관련 적용 사례를 소개한다.

### 1) Agent-based e-Engineering Environment

2003년부터 한국기계연구원(Korea Institute of Machinery and Materials, KIMM)과 National Research Council Canada's Integrated Manufacturing Technologies Institute(NRC-IMTE) 간의 협력 프로젝트인 Agent-based e-Engineering Environment는 에이전트 기반 협업 설계 환경을 제공한다. 제품 설계 프로세스의 주요 구성 요소를 workflow, project, job으로 정의하고 이들

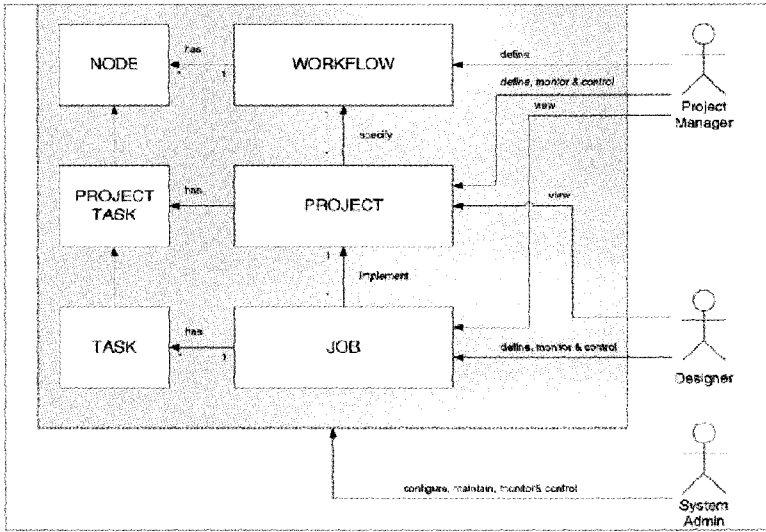


그림 2 Agent-based e-Engineering Environment 시스템의 데이터 및 사용자 간의 관계도

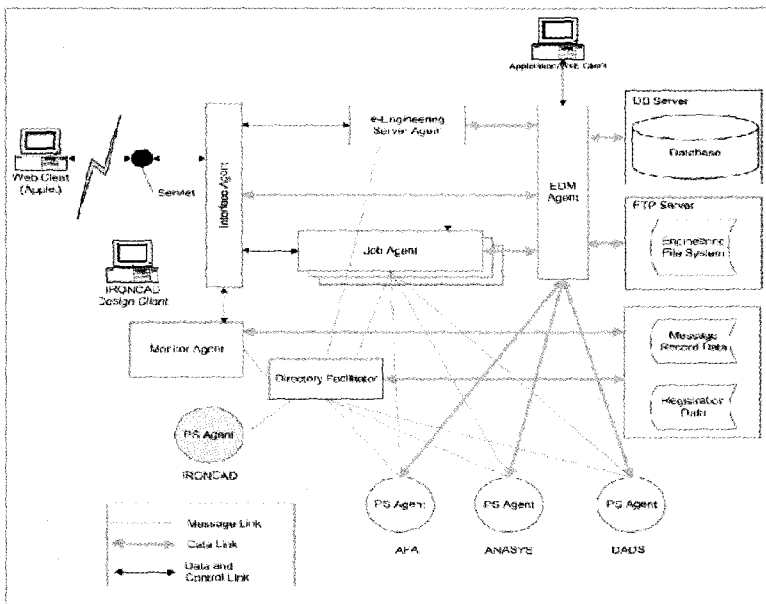


그림 3 Agent-based e-Engineering Environment 시스템의 구성

사이의 관계(relationship)를 설정하였다.(그림 2)

시스템 구현에 있어서는 설계 프로세스에서 사용되는 상용 CAD/CAE 소프트웨어를 모두

연동할 수 있도록 하였으며, 관련된 데이터들의 저장을 위한 데이터베이스 구축하였다. 그림 3은 전체 시스템의 구성을 보여준다. 전체 시스템을 주관하기 위한 e-

engineering server agent를 구성하고, 각 업무 요소간의 관리를 위한 job agent, 데이터 전달 및 제어를 위한 interface agent, monitor agent, 설계 프로세스에서 고려되는 다양한 문제 해결을 위한 problem solving agent 등을 추가하였다.

## 2) Manufacturing Managing Agent

National University of Singapore에서 연구된 협업 생산 시스템인 Manufacturing Managing Agent(MMA)는 생산 프로세스를 관리하기 위한 MAS으로서 다음과 같은 세부 에이전트로 이루어진다.

- Design Mediator Agent (DMA)
- Manufacturing Evaluation Agent(MEA)
- Manufacturing Resource Agent(MRA)
- Process Planning Agent (PPA)
- Manufacturing Scheduling Agent(MSA)
- Shop Floor Agent(SFA)
- Fault Diagnosis Agent (FDA)
- Digitalized Manufacturing Information Repository (DMIR)

그림 4는 MMA의 시스템 구성을 보여준다.

인터넷을 통한 각 에이전트간

다양한 소프트웨어 및 하드웨어 자원의 활용을 위해 에이전트 기술은 유연한 네트워크 시스템을 제공할 수 있다.

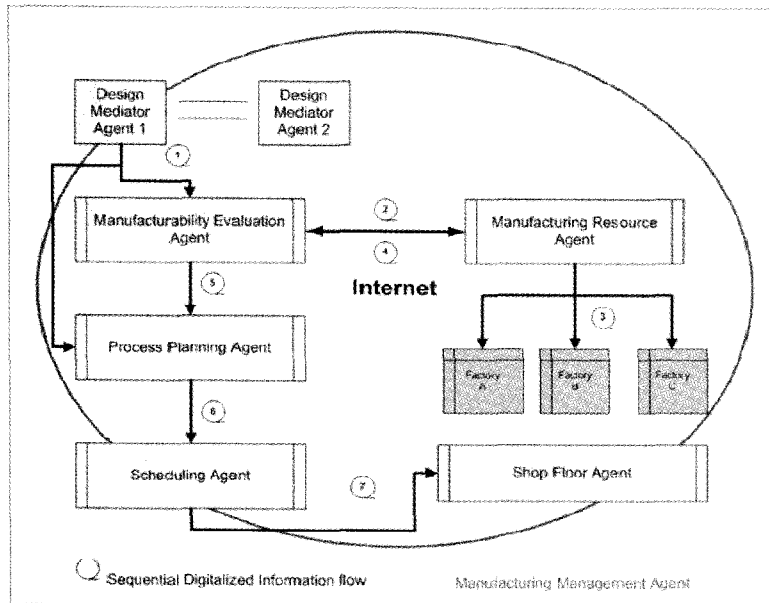


그림 4 MMA 시스템의 프레임워크

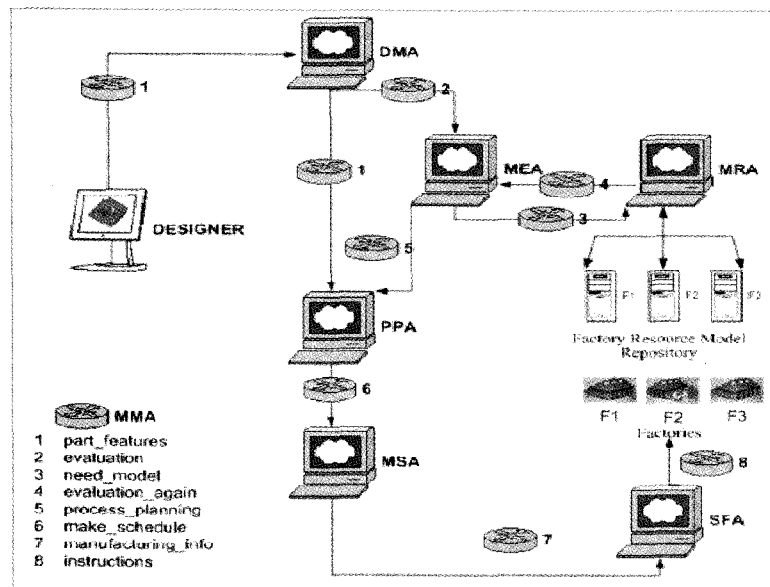


그림 5 MMA의 생산데이터 흐름도

의 통신을 위해 Knowledge Query and Manipulation Language(KQML)를 이용하였으며, 전달된 메시지의 자체적인 해석을 위하여 Agent Language(AL)를 정의하였다.

그림 5는 MMA에서의 데이터 흐름을 보여주며, 그림 6은 PPA 모듈의 사용 예를 보여준다. 생산 프로세스에 따른 에이전트의 상호 작용 및 그 결과로 공전 조건들이 선정됨을 볼 수 있다.

## 에이전트 기술의 향후 전망

에이전트 기술이 제품 개발 프로세스를 지원하기 위한 협업 시스템에 사용되기에는 시스템 구성의 복잡성, 기존 지식의 에이전트화 하는데 대한 어려움 등 다양한 문제가 존재해있다. 하지만 최근 발표되는 각종 연구 결과에서 보이듯이, 개별 에이전트뿐만 아니라 설계 및 생산 영역의 지식을 다루는 다수의 에이전트를 운용할 수 있는 네트워크들이 개발 및 연구되고 있다. 향후 네트워크 기술 및 제품 개발 프로세스 상에서 운용되는 각종 IT 기술의 발달과 인공지능, 데이터 마이닝(data mining)과 같은 자율적이며 다수의 데이터를 다루는 지식 처리 기술들이 발달함에 따라 앞서 언급된 것과 같은 문제점들을 보완해 줄 수 있을 것이다.

## 맺음말

위에서 에이전트 기반 협업 시스템의 특징과 사례를 살펴보았다. 최근 글로벌 시장의 변화와 함께 MAS의 기술적인 특징은 협업 시스템 구축에 있어서 주목받으며 연구되고 있으며, 향후 계속되는 설계 및 생산 분야의 협업 시스템 개발에 있어서 그 응용이 지속될 것으로 예상된다.

현재 국내 제조 기업들의 경험적 지식 및 IT 자원의 수준은 글로벌 경쟁시대에 있어서 주요한 강점이 될 수 있다. 이와 함께, 분산된 환경에서 유연하며 안정적인 협업 시스템을 구축할 수 있는 MAS와 제

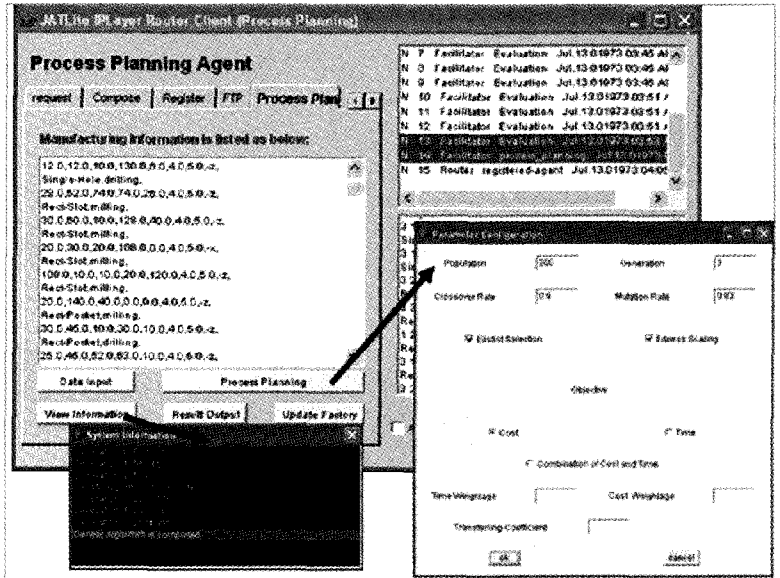


그림 6 MMA의 공정계획 에이전트

조 기술(manufacturing technology)과의 융합은 현 제조업의

기술력을 한 단계 끌어 올릴 수 있는 기회가 될 것이다.

## 기계용어해설

### 편심 차단 버터플라이 밸브(Eccentric Check Butterfly Valve)

유량을 조절하는 버터플라이밸브와 역류를 방지하는 체크밸브의 두 밸브의 역할을 동시에 하기 위해 회전축이 편심으로 설치되어 있는 버터플라이 밸브를 말한다.

### 위상최적설계(Optimization)

고정된 설계영역을 최대의 구조강성(Structural Rigidity)을 갖도록 재료를 재분배하여 주어진 목적함수와 구속조건에 맞는 설계위상을 도출하는 구조최적설계의 한 방법

### 트리구조 신경망(Tree-Structured Neural Networks)

냉연 강판 표면 결함들의 분류를 위하여 제안된 기법으로 다층퍼셉트론 신경망을 이용하여 결함들을 1차적으로 크게 3가지 타입(Area, Disk, Line)으로 분류한 후 각 타입들에 대하여 다층 신경망을 사용하여 최종적으로 결함의 종류를 분류한다.

### 특징선정(Feature Selection)

신경망의 입력으로 각 결함의 특징 정보들을 사용한다. 신경망 분류기의 분류율의 성능을 높이기 위해서는 적절한 특징 값의 종류와 개수의 선정이 필요하므로 다양한 통계적인 기법들을 사용하여 적절한 특징 값의 종류와 개수를 선정한다.