2004 유체기계 연구개발 발표회 논문집, pp. 711~714
인하대학교 정석학술정보관 및 2북호관 2004. 12. 3~4

분산, 협업 환경에서의 펌프 설계/해석을 위한 Agent 모듈 개발

최범석* · 김명배* · 박무룡* · 이공훈*

Development of Agent Module for Pump Design and Performance Analysis Under Distributed and Cooperative Environment

Bum Seog Choi*, Myung Bae KIM*, Moo Ryong Park*, Kong Hoon Lee*

Key Words: Agent(에이전트), Pump Design(펌프설계), Performance Analysis(성능해석), e-Engineering(e-엔지니어링), System Integration(시스템 통합)

ABSTRACT

A project to develop internet based collaborative engineering environments using agent technology is started to develop an agent based soft system for design and performance analysis of centrifugal pumps. This paper introduces the feasible technology needed to construct a pump design system based on software agent.

1. 서 론

IT기술과 전통적인 엔지니어링 기술의 접목을 통한 제품의 품질 향상, 생산성 증가, 설계 및 제조 공정의 최적화를 위한 새로운 패러다임으로 e-엔지니어링 기술이 주목받고 있다. e-엔지니어링 기술은 네트워크로 연결된 컴퓨터 hardware 및 software들로 구현되는 가상공간에서 모델링이나 시뮬레이션, 설계 등을 수행하고 여러 가지 프로세스를 통합하고 최적화하여 특정한 목표를 실현시킬 수 있는 엔지니어링 기술을 지칭한다.

미국 정부가 지원하는 "Integrated Manufacturing Technology Roadmapping Project : Modeling and Simulation"에서는 21세기 제조산업의 핵심기술로서 e-엔지니어링 기반의 모델링 및 시뮬레이션 기술의 중요성을 강조하고 있다. GM은 "Virtual Vehicle 개발" 프로젝트를 통하여 자동차의 설계, 제작, 시험평가 및 판매(marketing)에 이르는 전 과정을 가상공간에서 수행할 수 있는 기술을 개발하고 있다. 독일에서도 가상 시제 기술 및 시스템 개발 사업(Integrated Virtual Product Creation)을 수행하여 웹기반의 가상시제 도구를 제공하는 ASP(Application Service Providers) 시스템 개발을 완료하였다.

국내에서도 KIST 및 KAIST에서 가상 제조 기술을 중심으로한 연구가 진행되고 있다. 한국전자통신연구원에서는 산업지원 가상실험 소프트웨어 개발, CALS 요소기술 개발 및 동시공학 기술 개발 과제를 통해 협업적 제품거래 기술에 대한 연구가 수행되었다. 또한 한국기계연구원에서는 캐나다의 NRC-IMTI(National Research Council of Canada - Integrated Manufacturing Technology Institute)와의 공동연구를 통하여 윤축 시스템의 설계 및 최적화를 위한 software agent 기반의 e-engineering prototype framework에 관한 연구가 수행된 바가 있다.

본 연구에서는 agent 기반의 e-엔지니어링 환경을 개발하고 펌프 설계 및 성능평가에 적용하기 위한 요소기술을 개발하고 있다.

* 한국기계연구원 열유체공정기술연구부
E mail : bschoi@kimm.re.kr

2. Agent 관련 기술 분석

2.1. Agent의 개념

오래 전부터 인공지능 분야에서 에이전트(agent)에 관한 연구가 진행되어 오기는 했지만, 에이전트가 많은 사람들의 관심을 집중시키면서 독립된 분야로 연구되기 시작한 것은 네트워크와 분산환경이 구축되기 시작한 1990년대 초반부터이다. 에이전트란 스스로 센서(sensor)를 통해 주위 환경을 인지(percept)하여 작용기(effectors)를 통해 환경에 대해 반응하는 시스템을 지칭한다. Fig. 1에는 이런 에이전트의 개념을 표현하였다. 그러나 에이전트를 명확하게 정의할 수는 없으나 에이전트는 다음과 같은 중요한 특징들을 가진다.

- 자율 : 특정 목적을 위해 적절한 작업을 수행하는 자율적 프로세스이다.
- 목표지향 : 어떤 목표가 달성되거나 실현 불가능할

때까지 그 목표에 대한 의무를 유지한다.

-위임 : 한 에이전트가 다른 에이전트에게 권한이나 작업을 위임하거나 부과할 수 있다.

-환경성 : 주어진 환경(computational and/or physical)에 속해있고, 환경을 인식하거나 상황에 반응할 수 있다.

-협업 : 주어진 임무를 수행하기 위해 다른 에이전트와 협업한다.

-통신 : 다른 에이전트와 통신을 한다.

-적응 : 경험을 바탕으로 믿음이나 행위를 수정한다.

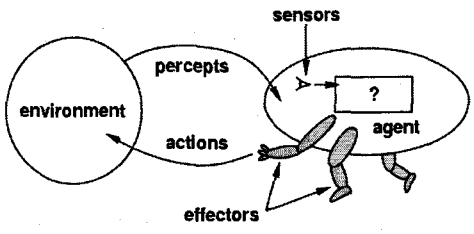


Fig. 1 에이전트(agent) 개념

2.2. Agent Framework

현재 에이전트 개발 도구로는 FIPA(Foundation for Intelligent Physical Agent) 규격을 만족하고 있어 호환성과 확장성이 좋은 FIPA-OS와 JADE가 가장 광범위하게 사용된다.

1996년에 설립된 에이전트 시스템에 대한 국제 표준화 단체인 FIPA에서는 멀티 에이전트 시스템간의 통신규약이나 시스템 구조를 정의하고 있으며 구현단계의 지침이나 제약조건은 없다. Agent Platform이 시스템의 기본 단위이며, Fig.2에는 FIPA의 Agent reference model을 표현하였다. 한 에이전트가 같은 platform 내의 다른 에이전트나 다른 platform에 있는 다른 에이전트와 협업을 하기 위해서는 최소한 하나의 platform에는 등록되어 있어야 한다. Agent platform은 Fig.1에 표시한 것처럼 agent간의 메시지(message) 전송과 통신을 지원하는 ACC(Agent Communication Channel)과 에이전트들이 제공하는 능력이나 서비스에 대한 정보를 다른 에이전트들에게 제공하는 DF(Directory Facilitator), 에이전트의 등록 및 제거 등의 전반적인 에이전트 관리를 담당하는 AMS(Agent Management System)을 구성요소로 가지고 있다.

JADE는 이탈리아 TILAB에서 개발되었다. JADE의 Agent platform은 main container에서 DF와 AMS를 가지며 main container에 등록된 독립적인 에이전트인 다른 platform을 관리할 수 있다. Fig. 3에는 multi agent 형태의 JADE agent platform 예를 보여준다. FIPA-OS는 2002년 이후 지속적인 개발이 이루어지지 않은 반면, JADE는 지속적인 개발이 이루어지고 있으며 FIPA 표준과의 호환성도 뛰어나다.

에이전트들 사이에서는 ACL(Agent Communication Language)를 사용해서 통신을 한다. Fig. 4에는 에이전트간의 통신 예를 보여준다.

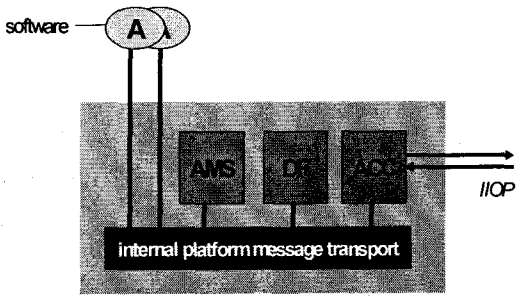


Fig. 2 FIPA Agent Platform

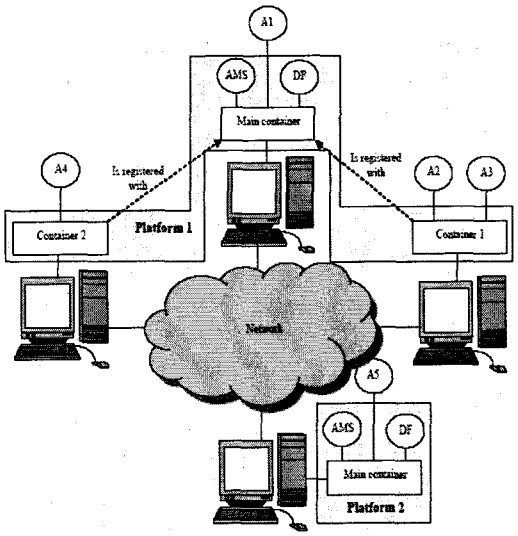


Fig. 3 JADE Multi-agent system

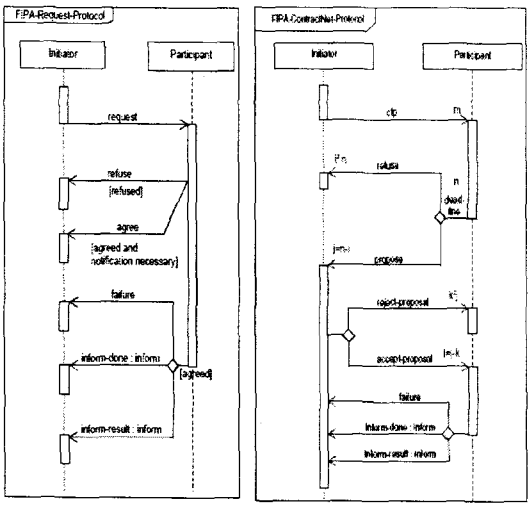
3. 펌프의 설계 및 성능평가 시스템의 모델링

3.1. 펌프 설계/평가 절차의 분석

펌프의 설계 및 성능평가를 위한 에이전트 모듈 개발을 위해서는 펌프 설계/평가의 절차에 대한 분석이 필요하다. Fig. 5에는 서로 다른 종류의 소프트웨어 들로 구성된 펌프 설계/해석 절차를 도식화하였다. 펌프의 설계/평가 절차는 다음과 같이 구성하였다.

1. 펌프 요구사양 결정
2. 1차원 성능해석 및 기본 형상 설계
3. 임펠러 블레이드 3차원 형상 설계

4. 펌프 내부 3차원 유동해석 및 수력성능 평가
5. 펌프형상 상세설계
6. 구조해석 및 안전성 평가
7. 회전체 해석 및 축계 설계
8. 펌프 종합 성능에 대한 DB화



(a) Request Protocol (a) ContraNet Protocol

Fig. 4 Communication examples

각 단계에서의 task에 대한 표준화와 parameterization이 필요하다. 또한 각 단계에서 다음 단계 혹은 연계된 다른 단계로 전달되어야할 인자와 입,출력 파일들에 대한 정의와 규격화가 요구된다.

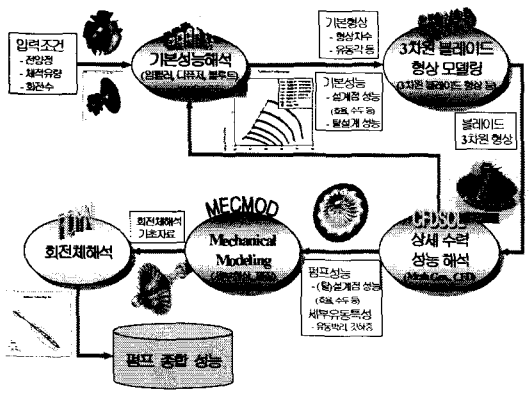


Fig. 5 Workflow for pump design and performance analysis

3.2. PSWrapper의 구현

3.2.1. PSWrapper의 개요

공학계산에 이용되는 공학 소프트웨어를 에이전트 시스템과 연결하기 위해서는 소프트웨어 래핑(software wrapping) 기법이 필요로 한다. 소프트웨어 래핑은 다음과 같이 정의될 수 있다. 소프트웨어 래핑은 프로세서 인티그레이션의 한 방법이며, 프로세서 인티그레이션을 위한 블록재(building block)와 같이 사용된다.

Wrapping을 제공하는 소프트웨어 모듈을 Wrapper라 부르며 다음과 같이 정의될 수 있다. Wrapper는 어떤 응용 소프트웨어가 다른 응용 소프트웨어에 연결(link)될 수 있도록 입/출력 데이터를 표준화된 형태로 바꾸어주는 소프트웨어 어뎁터이다.

3.2.2. FIPA 표준안에서의 Software Integration

FIPA 표준 Spec. 79 FIPA Agent Software Integration Specification 내용으로 멀티에이전트 시스템에서 에이전트가 아닌 소프트웨어와의 통합방법을 다루고 있다. 에이전트 시스템이 아닌 소프트웨어를 FIPA 호환 에이전트 시스템에서 사용하고자 할 때에는, 해당 소프트웨어에 대한 정보, 서비스 정보를 ARB(Agent Resource Broker) 에이전트에 등록하고 소프트웨어를 사용할 Client Agent는 ARB를 통하여 해당 소프트웨어와의 연동을 제공하는 Wrapper Agent를 찾아서 해당 소프트웨어를 이용할 수 있다.

3.2.2. PSWrapper의 설계

본 연구에서는 자바 기반의 래핑 프로그램(PSWrapper)를 개발하였다. Fig. 6은 PSWrapper의 개념도이며, PSWrapper는 공학 소프트웨어를 실행하고 실행상태를 모니터링하여 PS(Problem Solver) 에이전트가 공학 소프트웨어를 연동시키는 방법을 제공한다.

PSWrapper는 PSAgent와 공학 소프트웨어 사이의 일종의 게이트웨이라 할 수 있다. Fig. 7은 PSWrapper와 에이전트 시스템과의 상호작용을 나타낸다.

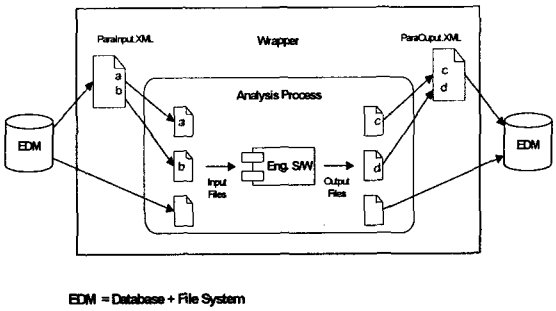


Fig. 6 Concept of PSWrapper

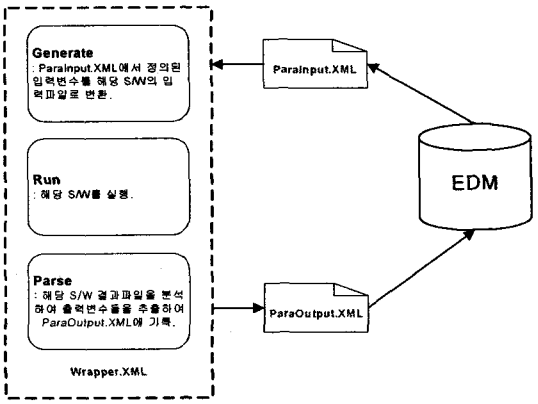


Fig. 7 Architecture of PSWrapper

4. 펌프의 설계 및 성능평가 시스템의 요구사항

4.1. 시스템의 구성

Engineering Server Agent 와 각종 해석 Agent (기본설계, 블레이드 3차원 형상설계, 전산유동해석, 구조해석, 회전체해석)로 구성된다.

4.2. 각 해석 Agent의 기능

(1) 다양한 resource를 효과적으로 활용하는 제어 기능을 가진다.

(2) 필요한 경우 각각의 업무를 구분하여 sub 개념의 task 수행 module을 가진다. 이 경우 sub task 수행 모듈의 기능은 단순 process로 국한한다.

(3) 각종 parametric study 결과를 저장하는 DB 기능

(4) DB에 저장된 결과를 주어진 rule 혹은 process에 따라 결과를 판단하는 기능을 가진다.

(5) 현재 작업 중인 Engineering Server Agent로부터 특정의 명령이 주어지면 이를 고려할 수 있어야 한다.

4.3. Engineering Server Agent의 기능

(1) 각 해석 agent에서 필요로 하는 data (이 data는 User로부터 혹은 다른 해석 agent로부터 생성)를 중계하는 기능을 가진다.

(2) 특정 해석 agent로부터 전체 설계과정에 반드시 고려되어야 하는 제약조건이 발생하는 경우, 이를 관련 agent에 통보하는 기능을 갖는다.

(3) 전체 과정에서 업무 조절이 필요로 하면 이와 관련한 해석 agent의 작업을 통제하고 새로이 지시한다.

(4) 해석 agent의 작업지시는 여러 가지 상황에 따라 달리 수행되어 질수 있다.(유연 시스템) 즉, User 혹은 DB 상의 정보 확보 수준에 맞추어 업무진행이 가능하여야 한다.

(5) ES Agent는 기본적으로 User Interface와 DB 그리고 각 해석 Agent 간을 중계한다.