

협업설계를 위한 엔지니어링 프레임워크 개발에 관한 연구 - 자동차 서스펜션 모듈에의 적용 -

e-Engineering Framework to Support Collaborative Design of Automotive Suspension Systems

박 성 환† 이 재 경* 이 한 민*

Park, Seong-Whan Lee, Jai-Kyung Lee, Hanmin

(논문접수일 : 2008년 11월 4일 ; 심사종료일 : 2008년 12월 5일)

요지

본 논문에서는 한국기계연구원에서 개발된 자동차 서스펜션을 대상으로 한 협업설계 지원 엔지니어링 프레임워크 개발에 관하여 기술한다. 개발된 엔지니어링 프레임워크는 각 분야별 전문가 지식에 기초한 엔지니어링 task agent를 포함한 다양한 복수 계층의 소프트웨어 에이전트로 구성된다. 본 프레임워크는 폭 넓은 국내 중소제조기업 적용 확산을 목적으로 JADE(Java Agent DEvelopment Framework)와 같은 공개 소스 프로그램 기반으로 개발하였으며, 프레임워크의 확장성을 유지하기 위하여 관련 H/W 및 응용 S/W의 독립성을 가능한 한 유지하도록 노력하였다. 개발된 프레임워크는 제품개발과정에 있어 지역적으로 분산된 사용자 및 엔지니어링 자원 등을 효과적으로 활용할 수 있는 통합된 협업 설계환경을 제공한다. RR/FR lower arm 및 RR cross member와 같은 몇 개의 실제 자동차 서스펜션 모듈의 설계엔지니어링 문제에의 적용을 통하여 본 시스템의 적용성과 효율성을 확인하였다.

핵심용어 : 엔지니어링 프레임워크, 에이전트, 협업설계, 자동차 서스펜션

Abstract

This paper describes an e-Engineering framework to support collaborative design of automotive suspension systems developed at KIMM(Korea Institute of Machinery and Materials). The e-Engineering framework is proposed and developed on the base of the multi-layered software agents including engineering task agent which is generated from the domain knowledge of experts. The developed framework is aim to widely spread application to the small and medium enterprises by adopting open source technologies such as JADE(Java Agent DEvelopment Framework) and by using the independent characteristics related with applicant H/W and S/W system. This framework can provide an integrated design environment to support distributed personnel, design activities and engineering resources during product development process. For the validation of the system's applicability and efficiency, the several practical design processes for automotive suspension systems of RR/FR lower arms and RR cross member are applied and discussed.

Keywords : engineering framework, agent, collaborative design, automotive suspension systems

1. 서 론

최근 자동차업계에서는 제품개발시간의 단축을 위하여 PLM(Product Lifecycle Management) 기술의 적용 및 자동차 부품의 모듈화가 경쟁적으로 진행되고 있다. 또한 글로벌 아웃소싱 환경에서 국내 완성차 업계와 부품공급업체와

의 협업은 기술경쟁력 확보를 위하여 매우 긴요한 핵심요소 중의 하나이다.

모델링 & 시뮬레이션 기술, 분야별 전문가 협업기술 등에 기초하여 컴퓨터와 네트워크로 구현되는 가상공간에서 설계 및 성능평가를 일관되고 동시적으로 수행하고자 하는 소위 e-Engineering 기술(신병천 등, 2004)은 이러한 기술 추세에

† 책임저자, 한국기계연구원 시스템엔지니어링연구본부 책임연구원
Tel: 042-868-7414 : Fax: 042-868-7418

E-mail: swpark@kimm.re.kr

* 한국기계연구원 시스템엔지니어링연구본부

• 이 논문에 대한 토론을 2008년 2월 28일까지 본 학회에 보내주시면 2009년 4월호에 그 결과를 게재하겠습니다.

맞추어 새로운 설계 패러다임 기술의 하나로 떠오르고 있다.

제품개발 시간단축, 제품성능향상 등을 위해서는 제품개발 엔지니어링 프로세스의 통합화, 자동화 등도 필요한 기술 중의 하나이다. 복잡한 엔지니어링 설계문제는 보통 많은 시간 소요가 요구되는 task의 구성으로 나타나는데, 이를 통합된 엔지니어링 환경, 즉 다분야 설계 팀의 다양한 설계행위를 자동화하고 조정할 뿐만 아니라 지역적으로 분산된 설계 정보, 지식, 자원을 통합적으로 지원할 수 있는 통합 설계 프레임워크의 구축을 통해 단순화 할 수 있다. 따라서 통합설계 환경(프레임워크)는 CAE 도구를 통한 개개 엔지니어링 task의 통상적인 자동화뿐만 아니라 설계 프로세스의 흐름 내 개별적인 task 간의 협업이 가능하도록 중재하는 기능 또한 필요하다.

이러한 협업 통합설계 프레임워크에 연관한 시장동향을 살펴보면, 먼저 IBM/Dassault사와 같은 세계적인 대형 CAD/PLM 벤더를 중심으로 한 통합 엔지니어링 솔루션 개발을 들 수 있다. 이는 CAD 프로그램에 CAE 프로그램이나 자사 제품정보관리 시스템을 연동시킴으로써 사용자로 하여금 하나의 솔루션을 사용하는 것 같은 기능을 제공하는 것이다.

이러한 대형 벤더들이 제공하는 통합 솔루션 이외에도 통합 프레임워크 만을 제공하는 대표적 사례로는 미국 Phoenix사의 Model Center(<http://www.phoenix-int.com>)와 Engineous Software사의 iSIGHT(<http://www.engineous.com>), VR & D사의 VisualDOC(<http://www.vrand.com>), 국내 Framax사의 PIAnO (<http://www.iframax.com>)등을 들 수 있다. 대형 벤더들의 통합 솔루션에 비해 이들 통합 프레임워크는 분산환경 하에 다양한 CAD, CAE 솔루션을 활용할 수 있는 통합 환경을 제공하며, 분산자원을 이용하여 parametric study, 최적설계 알고리즘, 근사기법, 신뢰성 해석을 수행할 수 있는 환경을 제공한다.

한편, 이기종 컴퓨팅 환경하의 다양한 엔지니어링 자원을 효과적으로 통합 활용하고 또한 공간적으로 분산된 설계팀간의 협업을 지원하기 위해서는 웹기반의 협업설계환경 요구가 증가하고 있다(Toye 등, 1993; Shen 등, 2001). MSC Software사는 엔지니어링 포털(portal) 개념의 SimManager (<http://www.msccsoftware.com>)를 개발하여 자사의 CAE 프로그램들을 연동하고, 해석데이터를 데이터베이스로 관리하고 있다.

한편, 이러한 상용 엔지니어링 프레임워크는 단지 미리 정의된 엔지니어링 프로세스를 수행하고, 또한 각 프로세스에서의 일부 실패가 전체 시스템의 기능 저하를 초래한다는 단점은 가진다. 또한 적용된 웹 기술이 협업설계를 위한 기초 인프라를 제공하는 수준에 머무르기 때문에 설계 프로세스

동적변화에 대한 적응성, 비집중화된 설계 프로세스의 수행, 다분야 설계환경의 통합 등의 관점에서는 일정 한계를 가지고 있다. 이러한 한계를 극복하는 방법으로 전문가 간의 엔지니어링 정보, 데이터, 지식의 공유를 가능하게 하는 지능형 소프트웨어 에이전트 기법의 적용이 요구된다(Hao 등, 2006). 이하에서는 동시공학과 협업설계를 지원하기 위한 복수계층 에이전트에 기초한 엔지니어링 프레이워크(특히 자동차 서스펜션 모듈의 실제 설계 문제에 초점을 둔)의 개발에 관하여 기술한다.

2. e-엔지니어링 프레임워크

2.1 시스템 요구사항

엔지니어링 설계문제의 동시공학적 처리와 웹 환경 하에서 전문가간의 협업을 지원하기 위하여 다음과 같은 시스템 요구사항이 엔지니어링 프레임워크의 설계 및 구현에 고려되었다.

- 멀티-유저(multi-user), 멀티-잡(multi-job), 멀티-프로세스(multi-process)의 처리 지원: 엔지니어링 프레임워크 내에서 다양한 종류의 엔지니어링 프로젝트가 관리될 수 있고 다수의 엔지니어링 전문가가 관련 프로젝트에 참여하고 동시에 각각의 작업을 처리할 수 있는 엔지니어링 프레임워크
- 시스템 유지보수성 및 향후 확장성
- 시스템 관리자, 엔지니어링 전문가, 프로젝트 매니저 등 의 다양한 사용자 그룹의 지원
- 각 엔지니어링 단계에서의 처리 상황 및 결과를 검사하고 확인할 수 있는 모니터링 기능의 지원
- 지역적으로 분산된 엔지니어링 자원(컴퓨터, 엔지니어링 소프트웨어 등)의 인터넷을 이용한 활용
- 관련 H/W 및 응용 S/W의 독립적인 운영
- 다양한 엔지니어링 소프트웨어를 활용할 수 있는 사용하기 쉬운 인터페이스 프로그램의 제공

2.2 엔지니어링 프로세스 모델링

엔지니어링 프로세스는 현재 일반적인 제품의 제조 실무과정에서 수행되고 있는 설계/해석 task의 협업절차를 모델링하였다. 엔지니어링 프로세스는 다양한 설계/해석 task(CAD 모델링, 구조해석, 동역학해석 등)로 구성된 순차적인 또는 병렬적인 워크플로우 형태로 구성된다. 각 설계/해석 task는 해당 엔지니어링 작업에 따라 고유의 설계변수를 가지며 관련 엔지니어링 소프트웨어(CATIA, NASTRAN, ADAMS, ANSYS

등)을 이용하여 수행된다. 엔지니어링 프레임워크는 특정 엔지니어링 설계문제를 처리하기 위하여 구성된 워크플로우에 따라 엔지니어링 task를 수행하며 엔지니어링 task간 설계 변수 및 파일 등의 변환 및 전송은 자동적으로 처리된다. 그림 1은 엔지니어링 프로세스 구조와 모델링을 나타내며, 그림 2는 엔지니어링 프레임워크 내에서의 엔지니어링 프로세스의 처리 및 그 예를 나타낸다. 엔지니어링 프로세스 모델링에 사용된 요소의 정의는 다음과 같다.

- 테스크(task): 특정 엔지니어링 소프트웨어를 이용하여 수행되는 설계/해석 작업이며 독립적 처리 단위이다. 각 task는 입/출력 설계변수들을 가지며 프레임워크에서는 엔지니어링 프로세스 자동화 및 통합화 단위로 사용된다(그림 1의 T_i).
- 파라미터(parameter): task에서 사용되는 입/출력 변수 및 파일을 의미한다. 사용자 입력 값 또는 task 수행 결과로 변경된다(그림 1의 X_i).
- 프로세스(process): 특정 엔지니어링 설계문제를 처리하기 위하여 관련 task들이 순차적 또는 병렬적으로 구성된 워크플로우이다.
- 잡(job): 특정 값을 가진 파라미터로 수행된 프로세스의

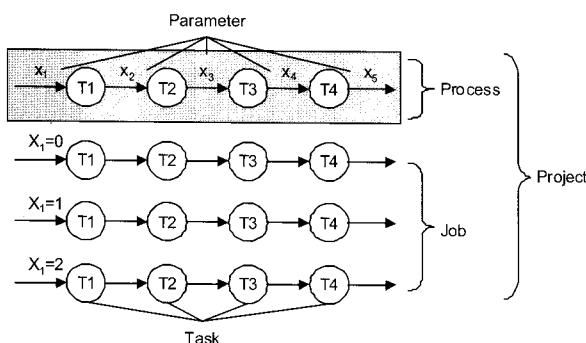


그림 1 Modeling of the engineering process

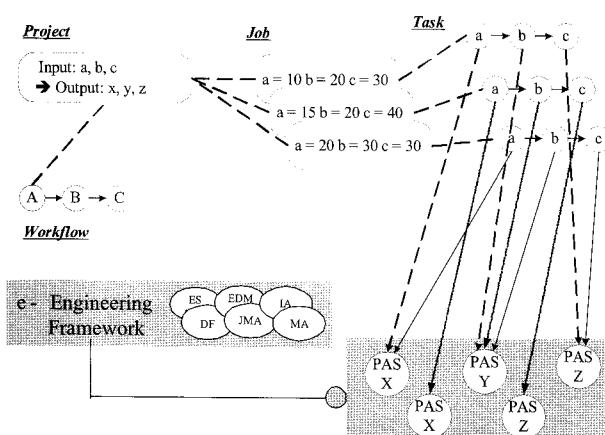


그림 2 Processing of the engineering problem

실행 예(instance)이다.

- 프로젝트(project): 프로세스와 관련된 실행 예들(instances)의 집합(job)을 의미한다.

2.3 시스템 설계 및 구조

엔지니어링 프레임워크는 제품 개발에 필요한 엔지니어링 설계문제가 엔지니어링에 참여하는 전문가 간의 협업과 이들 간의 효율적인 정보교환을 중심으로 이루어진다는 정의 하에서 각 전문가 팀을 독립적인 해석을 수행하는 단위 에이전트로 정의하고 제품개발의 엔지니어링 업무흐름에 따라 단위 에이전트간의 협업 및 정보교환을 관리한다. 각 전문가는 CAD 모델링, 구조해석, 동역학, 피로해석 등을 통하여 제품 개발에 참여하는 디자이너 또는 해석 전문가 등을 의미한다 (Lee 등, 2006; Han 등, 2006).

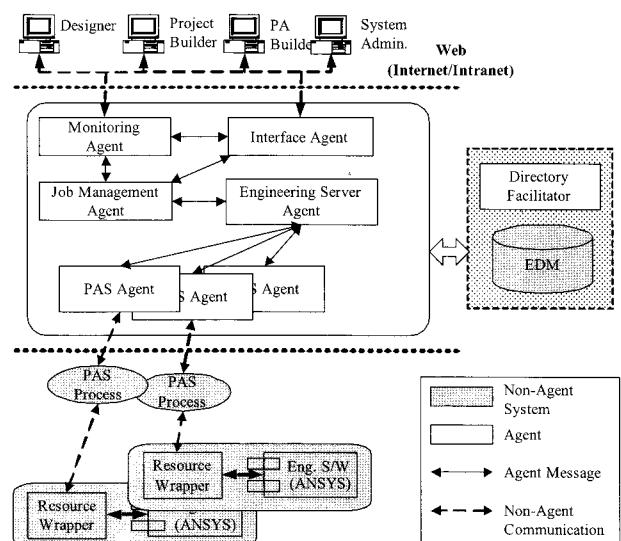


그림 3 System architecture of the framework

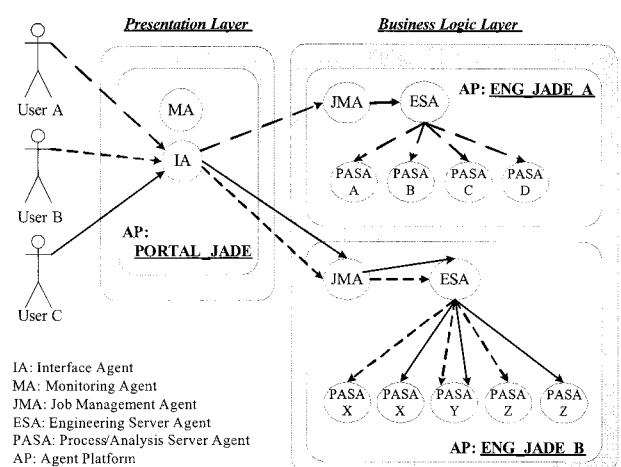


그림 4 Multi-user and multi-job processing

그림 3은 전술한 시스템 정의 및 도출된 시스템 요구사항에 따라 개발된 멀티 에이전트 기반 엔지니어링 통합 프레임워크의 시스템 구성도이다.

- 엔지니어링 프레임워크는 멀티 에이전트 미들웨어인 JADE (Java Agent DEvelopment framework) (Bellifemine 등 2001) 환경 하에서 개발되었다. 시스템 구성 에이전트는 Interface Agent, Job Management Agent, Optimization Agent, Engineering Server Agent, Process/Analysis Server Agent(Task Agent를 의미)이다. 시스템 관리 및 운영에 필요한 데이터 관리를 위한 EDM(Engineering Data Management)은 관계형 데이터베이스와 FTP를 활용한 파일 시스템으로 구성되었다.
- 그림 4는 사용자 A, B, C가 동시에 엔지니어링 프레임워크를 사용하고 있으며(multi-user), 사용자 B와 사용자 C는 동일한 엔지니어링 프로젝트를 수행함을 나타낸다(multi-job). 엔지니어링 프레임워크에 multi-job, multi-user 개념을 적용하기 위하여 시스템 구성 에이전트별로 작업 큐(queue)의 관리 및 에이전트 통신을 구성하였다.
- 시스템의 확장성을 고려하여 복수 계층 구조(multi-layered architecture)를 프레임워크에 적용하였다. 웹상의 여러 형태의 사용자를 위한 인터페이스를 위한 프리젠테이션 계층의 에이전트 그룹(Interface Agent, Monitoring Agent), 시스템 레벨 그룹(Directory Facilitator, Engineering Data Management), 엔지니어링 task 및 협업을 수행하는 에이전트 그룹(Engineering Server Agent, Job Management Agent, Process/Analysis Server Agent), 그리고 분산된 엔지니어링 리소스를 제공하는 그룹(PAS process)으로 구성되어 있다.
- 엔지니어링 프로세스 자동화를 지원하기 위하여, 그림 5의 agent(task) builder와 XML 기반의 프로세스 자동화 도구인 리소스 래퍼(resource wrapper)를 제공한다. 리소스 래퍼는 엔지니어링 소프트웨어를 구동하고 모니터링하기 위하여 소프트웨어 래핑(software wrapping) 기법을 이용하였다. XML 기반의 리소스 래퍼와 EDM을 이용하여 엔지니어링 소프트웨어의 구동에 필요한 입력 설계변수/파일을 준비하고 수행결과를 저장 및 관리한다.

2.4 에이전트 및 상호작용

Interface Agent와 Monitoring Agent는 사용자 작업 요청을 Job Management Agent에 전달한다. Job Management

Agent는 사용자 작업 요청, 즉 잡(job) 수행 또는 잡 모니터링을 받고 이를 처리한다. 이때, 잡 수행 요청이 파라메트릭 스타디라면 해당 잡은 다수의 서브-잡(sub-job)으로 분할된다. 전송된 잡 또는 서브-잡에 대하여 Engineering Server Agent는 엔지니어링 프로세스에 정의된 워크플로우에 따라 Process/Analysis Server Agent들을 활용하여 처리한다. Process/Analysis Server Agent는 PAS Process를 이용하여 해당 엔지니어링 task를 수행한다. PAS Process는 XML 기반 리소스 래퍼를 이용하여 실제 엔지니어링 소프트웨어를 실행한다는 점에서 에이전트가 아니며 프로세스로 정의된다.

다수의 에이전트 간의 통신을 위하여 엔지니어링 프레임워크에서는 "submit job", "run", "monitor", "cfp" 등과 같은 고유의 온톨로지를 구축하였다. 시스템 구성 에이전트 간의 통신은 대부분 FIPA(Foundation for Intelligent Physical Agents, <http://jade.tilab.com/>) Request Protocol을 이용하여 처리되며, Engineering Server Agent와 Process/Analysis Server Agent간의 통신은 로드 밸런싱(load balancing)을 위하여 FIPA Contra-Net Protocol을 사용한다. 즉, Process/Analysis Server Agent들에게 엔지니어링 task 수행 요청을 하기 전에 Engineering Server Agent는 각 에이전트들의 가용상태 및 수행이력에 대하여 call-for-proposal(CFP)를 보내고, 이에 응답하는(bidding) 에이전트는 각자의 작업 큐(queue) 및 상태를 참조하여 Engineering Server Agent에게 응답(bids)을 보낸다. 개발된 엔지니어링 프레임워크에서는 개별 Process/Analysis Server Agent의 효율적 활용에 초점을 맞춘 로드 밸런싱을 위한 협상만을 지원하나 향후에는 비용, 시간, 신뢰성(정밀도 및 해석결과의 정확함), Engineering Server Agent와의 거리 등과 같은 다양한 개념을 처리할 수 있도록 쉽게 확장이 가능하다.

2.5 사용자 그룹 및 인터페이스

엔지니어링 프레임워크의 사용자 그룹은 시스템 관리자, PA(Process/Analysis) 생성자, 프로젝트 관리자, 프로젝트 수행자(designer) 등으로 분류된다. 각 사용자 그룹의 역할은 다음과 같다.

시스템 관리자는 네트워크, DB, 에이전트, 서버 등 컴퓨팅 환경을 관리한다. 또한 사용자 관리, 에이전트 관리, 공학해석 소프트웨어의 설정을 담당한다.

PA 생성자는 해당 엔지니어링 task를 분석하고 정의하며 그림 5의 agent(task) builder를 이용하여 PAS 컴포넌트(PAS Process)를 생성한다. PAS 컴포넌트의 생성을 위하

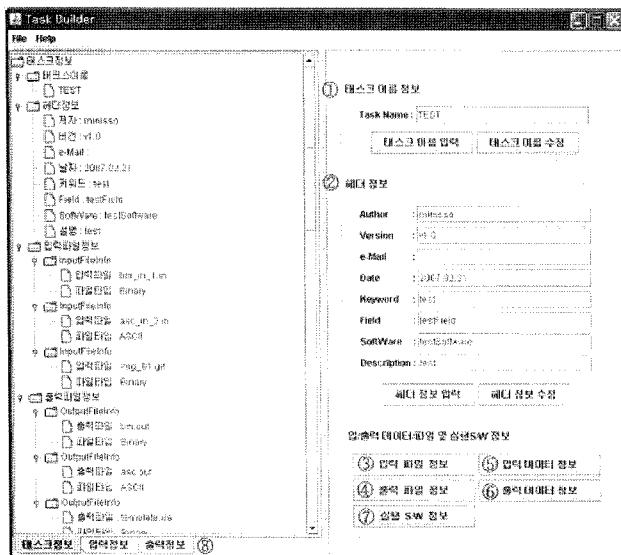


그림 5 Main page of agent(task) builder

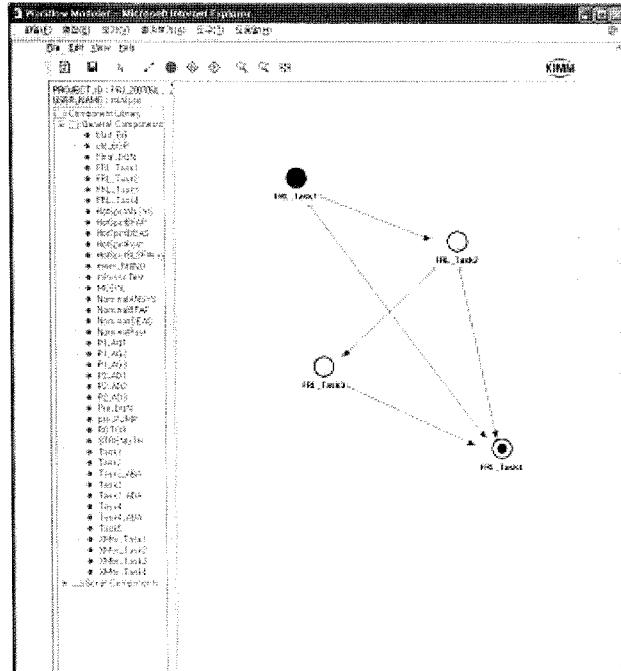


그림 6 Workflow builder

여 네트워크 운영환경, 엔지니어링 리소스 정보, 입/출력 설계변수 및 파일(파라미터), 요구되는 전/후처리(pre/post)에 필요한 기능들에 대하여 정의한다. 또한, PA 생성자는 설계 변수들에 대한 종류 및 범위, 성능(효율성, 비용, 정밀도 등)과 관련된 판단기준을 반드시 정의하여야 한다. 정의된 PAS 컴포넌트의 정보는 온톨로지 뱅크에 관리된다.

프로젝트 관리자는 프로젝트 수행자(designer)와 동일인일 수도 있고 별개일 수도 있다. 프로젝트 수행자는 기 구축된 프로젝트를 실행한다는 측면에서 프로젝트 관리자와 구분된다. 프로젝트 관리자는 그림 6의 workflow builder를 이

PARAMETRIC JOB INFO							
Job ID	Job Name	Description	Status	Run Status	Created	Updated	Detail
108_200703090411	Parametric Simulation Test	parametric simulation test	idle	idle	2007.03.09 10:45:06	2007.03.09 10:45:06	GetDetail
JOB INFO							
Job ID	Job Name	Run Status	Parametric Job	Parametric Job	Run Status	Run Status	Detail
108_200703090411	108_200703090411	idle	parametric simulation test	idle	idle	idle	GetDetail
TASK INFO							
Task ID	Task Name	Run Status	Parametric Job	Parametric Job	Run Status	Run Status	Detail
108_Task1	108_Task1	idle	parametric simulation test	idle	idle	idle	GetDetail
108_Task2	108_Task2	idle	parametric simulation test	idle	idle	idle	GetDetail
108_Task3	108_Task3	idle	parametric simulation test	idle	idle	idle	GetDetail
108_Task4	108_Task4	idle	parametric simulation test	idle	idle	idle	GetDetail
JOB PARAMETER							
Parameter ID	Parameter Name	Value	Min Value	Max Value	Unit	Unit	Detail
108_param1	108_param1	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param2	108_param2	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param3	108_param3	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param4	108_param4	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param5	108_param5	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param6	108_param6	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param7	108_param7	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param8	108_param8	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param9	108_param9	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param10	108_param10	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param11	108_param11	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param12	108_param12	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param13	108_param13	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param14	108_param14	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param15	108_param15	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param16	108_param16	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param17	108_param17	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param18	108_param18	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param19	108_param19	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param20	108_param20	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param21	108_param21	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param22	108_param22	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param23	108_param23	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param24	108_param24	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param25	108_param25	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param26	108_param26	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param27	108_param27	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param28	108_param28	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param29	108_param29	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param30	108_param30	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param31	108_param31	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param32	108_param32	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param33	108_param33	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param34	108_param34	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param35	108_param35	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param36	108_param36	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param37	108_param37	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param38	108_param38	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param39	108_param39	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param40	108_param40	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param41	108_param41	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param42	108_param42	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param43	108_param43	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param44	108_param44	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param45	108_param45	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param46	108_param46	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param47	108_param47	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param48	108_param48	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param49	108_param49	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param50	108_param50	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param51	108_param51	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param52	108_param52	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param53	108_param53	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param54	108_param54	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param55	108_param55	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param56	108_param56	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param57	108_param57	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param58	108_param58	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param59	108_param59	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param60	108_param60	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param61	108_param61	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param62	108_param62	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param63	108_param63	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param64	108_param64	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param65	108_param65	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param66	108_param66	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param67	108_param67	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param68	108_param68	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param69	108_param69	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param70	108_param70	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param71	108_param71	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param72	108_param72	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param73	108_param73	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param74	108_param74	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param75	108_param75	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param76	108_param76	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param77	108_param77	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param78	108_param78	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param79	108_param79	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param80	108_param80	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param81	108_param81	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param82	108_param82	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param83	108_param83	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param84	108_param84	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param85	108_param85	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param86	108_param86	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param87	108_param87	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param88	108_param88	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param89	108_param89	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param90	108_param90	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param91	108_param91	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param92	108_param92	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param93	108_param93	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param94	108_param94	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param95	108_param95	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param96	108_param96	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param97	108_param97	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param98	108_param98	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param99	108_param99	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param100	108_param100	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param101	108_param101	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param102	108_param102	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param103	108_param103	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param104	108_param104	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param105	108_param105	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param106	108_param106	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param107	108_param107	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param108	108_param108	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param109	108_param109	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param110	108_param110	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param111	108_param111	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param112	108_param112	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param113	108_param113	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param114	108_param114	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param115	108_param115	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param116	108_param116	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param117	108_param117	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param118	108_param118	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param119	108_param119	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param120	108_param120	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param121	108_param121	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param122	108_param122	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param123	108_param123	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param124	108_param124	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param125	108_param125	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param126	108_param126	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param127	108_param127	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param128	108_param128	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param129	108_param129	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param130	108_param130	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param131	108_param131	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param132	108_param132	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param133	108_param133	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param134	108_param134	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param135	108_param135	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param136	108_param136	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param137	108_param137	100	0	100	mm	mm	GetDetail
108_param138</td							

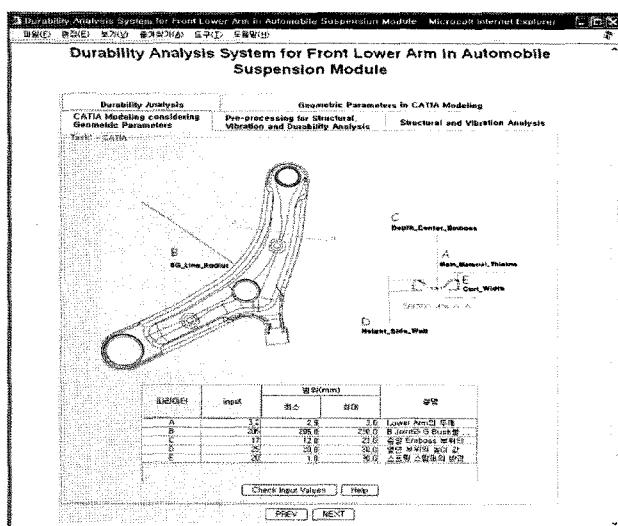


그림 8 CATIA modeling considering geometric parameter for automotive member



그림 9 Mid-surface mesh and imposition of load and boundary conditions

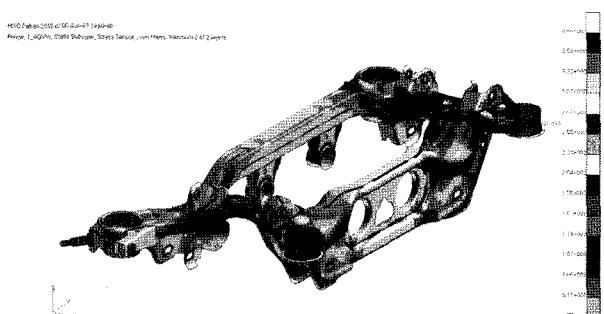


그림 10 Stress distribution under 1.0GVW for RR cross member

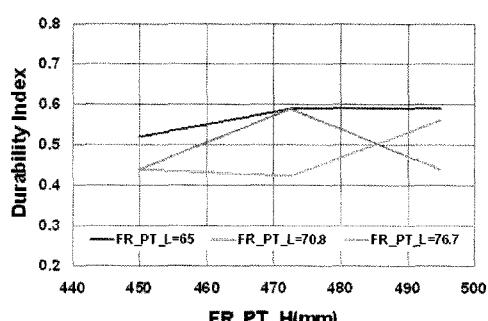


그림 11 Fatigue durability index due to change of FR_PT_H and FR_PT_L under 1.0GVW+1.0GVW_x for RR Cross Member

그림 8, 9, 10, 11은 4개 세부작업에 대한 대표적인 작업화면 예를 보이고 있다.

4. 결 론

본 논문에서는 지역적으로 분산된 사용자 및 엔지니어링 자원 등을 효과적으로 활용하고, 협업설계환경을 통합적으로 지원할 수 있는 복수 계층 에이전트에 기초한 엔지니어링 프레임워크에 대하여 소개하였다. 본 프레임워크는 서비스 포탈을 통한 주어진 임무영역에 참여가 가능하며, 또한 과제 참여자 간에 엔지니어링 프로세스 및 결과를 공유할 수 있게 한다. RR/FR lower arm 및 RR cross member와 같은 몇 개의 실제 자동차 서스펜션 모듈의 설계엔지니어링 문제에의 적용을 통하여 본 시스템의 적용성과 효율성을 확인하였다.

본 프레임워크는 국내 중소기업의 협업설계를 지원하기 위한 시제 시스템으로 개발되었으며, 국내 제조사의 설계프로세스 혁신을 통한 제품개발 효율과 경쟁력 제고를 위하여 다양한 제품 및 기업 환경에 커스터마이징 용이성을 고려하여 개발하였다. 즉 실제 제품의 설계과정에서는 많은 변화가 일어날 수 있지만 엔지니어링 프레임워크는 시스템 자체의 큰 변화 없이 적용이 용이할 것이다.

감사의 글

본 논문은 과학기술부 지원에 의하여 수행된 “자동차모듈 설계용 e-엔지니어링 프레임워크 개발” 과제 및 한국기계연구원 기본연구사업 과제 “기계시스템 설계프로세스 혁신 핵심 기술 개발”의 일부임을 밝히며, 관계기관의 연구비 지원에 깊은 감사를 드립니다.

참 고 문 헌

- 신병천, 남용운, 박성환, 이종원 (2004) e-엔지니어링 기술 개발 현황. 한국전산구조공학회, 17(3), pp.7~13.
- Bellifemine, F., Poggi, A., Rimassa, G. (2001) JADE a FIPA2000 compliant agent development environment, Proc. of the Int. Conf. on Autonomous Agents, pp.216~217.
- Han, S. H., Bang, J. S., Lee, J. K., Song, S. Y. (2006) Application of Integrated Design System based on Multi-Agent to assess Cumulative Fatigue Damage of Large Scaled Welded Structure, Key Engineering Materials, 326, pp.581~584.

- Han, S. H., Han, J. W., Lee, J. K.** (2007) Fatigue life evaluation of control arms in automobile suspension module based on the platform of e-engineering framework, presented at 2nd International Conference on Advanced Nondestructive Evaluation, Busan, Korea.
- Hao, Q., Shen, W., Zhang, Z., Park, S. W., Lee, J. K.** (2006) Agent-based Collaborative Product Design Engineering: An Industrial Case Study, *Computers in Industry*, 57, pp.26~38.
- Lee, J. K., Kim, H. S., Kuk, S. H., Park, S. W.** (2006) Development of an e-Engineering environment based on service-oriented architectures, Cooperative Design, Visualization, and Engineering, Y. Luo, (Ed.), LNCS 4101, Springer-Verlag, pp.251~258.
- Shen, W., Norrie, D. H., Barthes, J. P.** (2001) Multi-Agent Systems for Concurrent Intelligent Design and Manufacturing, Taylor and Francis, London and New York.
- Toye, G., Cutkosky, M. R., Leifer, L. J., Tenenbaum, J. M., Clicksman, J.** (1993) Share: A Methodology and Environment for Collaborative Product Development, Proc. of Second Workshop on Enabling Technologies: Infrastructure for Collaborative Enterprises, pp.33~47.