

웹 서비스 기반 e-엔지니어링 프레임워크의 신뢰성 향상을 위한 회복 기법

(The Recovery Techniques on the
Web Services-based
e-Engineering Framework for
Reliability Improvement)

김 동 욱[†] 국 승 학^{**}
(Dong Uk Kim) (Seung Hak Kuk)

김 현 수^{***} 이 재 경^{****}
(Hyeon Soo Kim) (Jai-Kyung Lee)

요 약 제품 개발 기간을 단축하고 품질과 생산성을 향상시키기 위하여 설계/해석 프로세스의 자동화가 요구된다. 일반적으로 설계/해석 프로세스는 시간과 자원을 많이 필요로 하는 작업이기 때문에 분산 환경에서 다양한 엔지니어링 자원을 효과적으로 활용할 수 있어야 한다. 분산 환경에서의 유연한 엔지니어링 프로세스의 통합과 자동화를 가능하게 하기 위해 한국기계연구원에서는 SOA(Service Oriented Architecture)기반의 e-엔지니어링 프레임워크를 구축하였다. 본 논문에서는 한국기계연구원의 e-엔지니어링 프레임워크의 개념 및 구조를 설명한다. 또한 e-엔지니어링 프레

임워크에서 발생할 수 있는 예외사항에 중점을 두고 이러한 예외사항에 대해서 엔지니어링 프로세스 측면과 태스크 측면으로 분류하여 장애진단 및 회복 기법을 제시한다.

키워드 : 웹서비스, SOA, 회복 기법, e-엔지니어링 프레임워크

Abstract In order to reduce a product life cycle and to improve productivity, it is required to automate the design/analysis processes. In general, since the design/analysis processes need a lot of time and resources, the various engineering resources should be integrated and utilized effectively in the distributed environments. KIMM (Korea Institute of Machinery and Materials) constructed the SOA-based e-Engineering framework to automate the execution of the design/analysis processes and to integrate the engineering resources in the distributed environments. This paper presents the concepts and the structures of the e-Engineering framework. Also it classifies the exceptional cases that will be able to occur in the e-Engineering framework and suggests the recovery techniques from the exceptional cases with viewpoints of the engineering process and the task, respectively.

Key words : Web Services, SOA, Recovery Techniques, e-Engineering Framework

1. 서 론

기업의 생산성 및 제품 품질의 향상을 위해서 동시공학을 통한 협업, 설계/해석 프로세스 및 시스템 통합, 데이터 및 정보의 체계적인 관리와 이를 통한 제품개발 시간/비용의 단축이 필요하다. 또한 기업의 글로벌화가 진행되면서 시공간적으로 분산되고 다양한 컴퓨팅 환경의 Engineering Resource를 보다 효과적으로 지원하기 위한 통합 시스템을 필요로 하게 되었다[1]. 이러한 필요성에 부합하기 위해 한국기계연구원에서는 SOA기반의 e-엔지니어링 프레임 워크를 구성하였다. 1996년 Gartner 그룹에 의해 소개된 SOA(Service Oriented Architecture)[2]는 웹 서비스의 기반이 되는 개념이다. 웹 서비스는 XML언어를 사용하여 이기종간 통합 구축 시 유연성을 장점으로 지니고 있으며 XML기반의 WSDL방식의 배포는 약결합 연결 방식으로 제공되기 때문에 플랫폼에 유연성을 제공할 수 있다. 이에 한국기계연구원에서는 e-엔지니어링 프레임워크에 웹서비스 개념을 접목하여 엔지니어링 자원을 효율적으로 사용하기 위한 방안을 구현하였으며 본 논문에서는 웹 서비스에서의 신뢰성 향상을 위한 회복기법을 적용하여 e-엔지니어링 프레임워크에 접목하는 방안을 논의하고자 한다.

2. 관련 연구

- 본 연구는 한국기계연구원 기본사업의 지원으로 이루어진 결과임
- 이 논문은 2007 한국컴퓨터종합학술대회에서 '웹 서비스 기반 e-Engineering 프레임워크의 신뢰성 향상을 위한 회복 기법'의 제목으로 발표된 논문을 확장한 것임

- † 학생회원 : 충남대학교 컴퓨터공학과
niveal@cnu.ac.kr
 - ** 정 회 원 : 충남대학교 컴퓨터공학과
triple888@cnu.ac.kr
 - *** 종신회원 : 충남대학교 컴퓨터공학과 교수
hskim401@cnu.ac.kr
 - **** 정 회 원 : 한국기계연구원 e-엔지니어링 연구센터 연구원
jkleece@kimm.re.kr
- 논문접수 : 2007년 10월 2일
심사완료 : 2007년 12월 28일

Copyright©2008 한국정보과학회 : 개인 목적이나 교육 목적인 경우, 이 저작물의 전체 또는 일부에 대한 복사본 혹은 디지털 사본의 제작을 허가합니다. 이 때, 사본은 상업적 수단으로 사용할 수 없으며 페이지에 본 문구와 출처를 반드시 명시해야 합니다. 이 외의 목적으로 복제, 배포, 출판, 전송 등 모든 유형의 사용행위를 하는 경우에 대하여는 사전에 허가를 얻고 비용을 지불해야 합니다.

정보과학회논문지 : 컴퓨팅의 실제 및 레터 제14권 제1호(2008.2)

2.1 통합 설계 엔지니어링

동시공학을 통한 엔지니어링의 문제를 해결하기 위한 통합 솔루션들은 IBM/Dassault사와 같은 대형 CAD 벤더를 중심으로 개발/출시 중에 있으며, 이러한 대형 벤더들의 통합 솔루션 이외에도 통합 시스템만을 제공하는 대표적 사례로는 미국의 Phoenix사의 ModelCenter와 Engineous Software사의 iSIGHT와 FIPER를 들 수 있다. 대형 벤더들의 통합 솔루션에 비해 이들 통합 시스템은 분산 환경 하에 다양한 CAD, CAE 솔루션을 활용할 수 있는 통합 환경을 제공한다. 국내에서도 이러한 통합 설계 시스템을 제공하는 연구 개발이 진행되고 있으며, 대표적인 예로 최적설계기술연구센터의 E MDIOS [3]를 들 수 있다.

2.2 e-엔지니어링 시스템 설계 및 구조

e-엔지니어링 프레임워크는 제품 개발에 필요한 엔지니어링 업무가 엔지니어링에 참여하는 전문가 팀 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. 그림 1은 다수의 에이전트간의 상호작용과 의사소통을 위한 멀티 에이전트 개념을 적용한 e-엔지니어링 프레임워크를 확장하여 서비스 지향 아키텍처 개념을 적용한 시스템 구조도이다 [4].

웹상의 여러 권한을 가지고 있는 각각의 사용자를 위한 인터페이스 및 프리젠테이션 계층, 공학적 문제를 분할하고 수행하기 위한 에이전트 그룹 계층, 그리고 분산된 엔지니어링 자원을 Web Services로 통합하기 위한 계층으로 구성하였다. e-엔지니어링 프레임워크 아키텍처에서 PAS 프로세스와 UDDI 레지스트리, 엔지니어링 리소스는 서비스 지향 아키텍처에서 서비스 사용자, 서

표 1 SOA와 e-엔지니어링 프레임워크와의 연관관계

서비스 지향 아키텍처의 구성요소		e-Engineering 프레임워크의 구성요소
서비스 통합 및 조정		Job management Agent Engineering Server Agent PAS Agent
서비스 중계 및 연결	서비스 등록	UDDI Registry
	서비스 명세	WSDL(Web Service Description Language)
	프로토콜 정의	SOAP(Simple Object Access Protocol)
	데이터 전송	HTTP(Hyper Text Transfer Protocol)
서비스		Engineering Service Server

비스 레지스트리, 서비스 제공자에 대응된다. 이를 기반으로 e-엔지니어링 프레임워크를 웹 서비스에 기반하여 기능적으로 3개 요소로 나누었고 이에 대한 시스템을 구축하였다.

서비스 지향 아키텍처와 한국기계연구원의 e-엔지니어링 프레임워크와의 연관관계는 표 1과 같다.

각 에이전트에 대한 설명은 [1]에 자세히 기술되어 있다. 본 논문에서는 이러한 e-엔지니어링 프레임워크에서 발생할 수 있는 fault에 대한 회복 기법 적용방법에 대해 논하고자 한다.

3. e-엔지니어링 프레임워크 회복 기법 적용

3.1 엔지니어링 프로세스 측면에서의 회복 기법 적용

엔지니어링 프로세스는 프로젝트(project), 잡(job), 태스크(task)로 처리된다. 태스크(task)는 엔지니어링 전문가가 수행하는 엔지니어링 업무를 모델링하여 표현한 개념으로 엔지니어링 각 분야별(CAD 모델링, 구조해석, 동역학, 피로해석 등) 대상 체별(대차프레임, 원심펌프 등)로 정의되며 통합 프레임워크 내의 Process/Analysis Server(PAS) Agent가 수행하는 역할이 된다. 통합 프레임워크에서는 엔지니어링 프로세스 자동화 및 통합화 단위로 태스크를 사용한다. 프로젝트(project)란 특정 제품개발을 위하여 정해진 엔지니어링 업무 흐름에 따라 구성된 일련의 엔지니어링 태스크의 집합으로 표현되며 통합 프레임워크에서는 특정 제품개발을 위해 필요한 PAS 에이전트들의 집합으로 관리된다. 잡(job)은 프로젝트 별로 사용자의 설계/해석 변경(제품개발 엔지니어링)시 생성되는 작업을 모델링한 개념으로 엔지니어링 데이터 및 사용자 작업의 관리 단위가 된다. 이때 발생 가능한 엔지니어링 프로세스의 fault-handling을 위해 세 가지 회복 기법을 적용한다.

• TO Continue

실행시스템이 마치 fault가 일어나지 않은 것처럼 fault 발생 시점에서부터 엔지니어링 프로세스가 계속된다. 예를 들어 그림 2에서 태스크가 전체 엔지니어링 프로세스에 특별한 영향을 미치지 않거나 무시해도 될

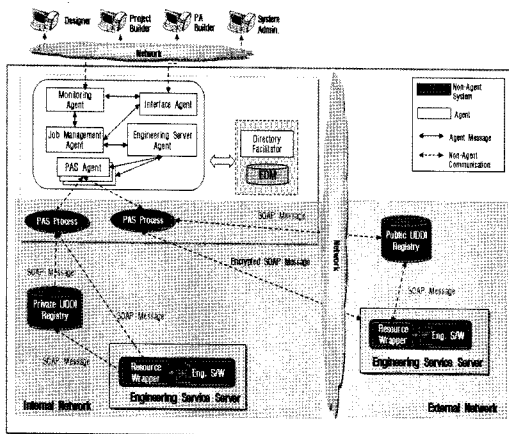


그림 1 e-엔지니어링 시스템 아키텍처

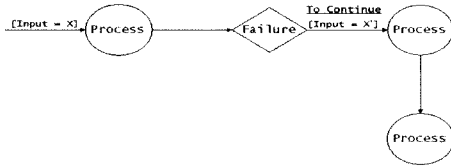


그림 2 To Continue

경우에는 프로세스에서 태스크에 대해 해당 태스크에서 fault가 발생하더라도 무시하고 전체 엔지니어링 프로세스를 계속 진행하게 된다.

• To Restart

실행 시스템이 취소된 지점으로부터 엔지니어링 프로세스의 실행이 재시작 된다. 이 방법은 엔지니어링 프로세스 수행 중 fault가 발생되면 롤백(roll back)을 통해 작업을 재개한다. 예를 들어 a에서 x값을 갖는 파라미터를 전송 중에 그림 3의 지점에서 fault가 발생한다면 파라미터를 입력했던 시점인 a지점으로 되돌아 온 뒤 x'의 값을 갖는 파라미터를 전송하고 이전의 태스크를 다시 시작한다.

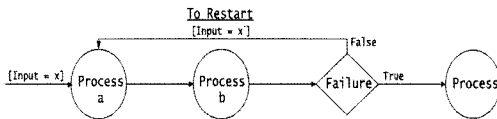


그림 3 To Restart

• To Stop Notify

프로세스 수행 중 fault에 의해 프로세스가 심각한 영향을 받는 경우에는 전체 프로세스를 중단한다. 그림 4에서 프로세스 진행 중에 이상이 없으면(True) 그대로 진행하고 fault가 발생하면(False) 조속한 복구를 위해 관리자에게 통보하고 엔지니어링 프로세스의 수행을 중지한다.

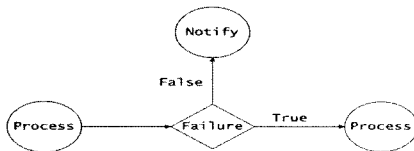


그림 4 To Stop Notify

3.2 엔지니어링 태스크 측면에서의 회복 기법 적용

웹 분산처리시스템 환경인 WAS(Web Application Server) 환경에서 운영되는 컴포넌트 소프트웨어로 구성된 서비스지향 아키텍처 소프트웨어는 자율성을 보장하고 변화에 용이하지만 발생 가능한 예외사항 또한 다양하다. 이와 마찬가지로 한국 기계연구원의 통합 프레임

워크 또한 분산시스템이기 때문에 운영 시 다양한 예외사항이 발생할 수 있다. 이에 본 논문에서는 e-엔지니어링 프레임워크의 PAS Process, UDDI, Engineering Service Server에서 내부적으로 발생할 수 있는 예외사항에 대한 회복 기법을 제시한다.

3.2.1 UDDI 장애 시 회복 기법

PAS Process에서 UDDI Registry로 미리 정의된 횡수의 서비스 검색을 요청하였으나 UDDI Registry에 failure가 발생하여 응답이 없을 경우 이를 UDDI Server의 Crash로 간주하고 UDDI Server 재시작 또는 네트워크점검을 해야 하며, 해당 서비스에 대해 관리자에게 e-mail로 연락을 취하여 서비스를 복구한다.

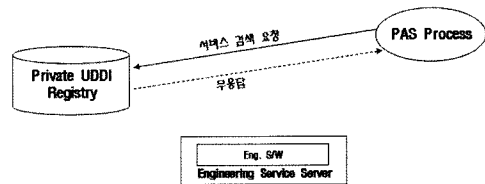


그림 5 UDDI 장애 시 회복 기법

3.2.2 PAS Process 장애 시 로그 기반 회복 기법

PAS Process에서 ESS로 서비스를 요청하면 서비스가 시작되고 모니터링을 시작한다. 이때 정전이나 네트워크 장애가 발생하게 되면 이에 대한 해결책으로 로그 기반의 회복 기법을 적용하여 failure 이전 상태의 태스크를 계속 수행할 수 있도록 지원한다.

그림 6은 PAS Process 장애 시 로그 역 탐색을 통한 회복 기법이다. PAS Process에서 ESS로 서비스 요청(1) 시 이를 로그 파일로 저장 하고(2) 모니터링을 시작한다(3). 이때 PAS Process의 failure가 발생하여 서비스가 중지되면 장애를 진단하여 PAS Process를 복구하고 PAS Process의 로그 역 탐색(4)을 통해 failure 발생이전의 서비스 요청 시점으로 돌아간다. PAS Process는 로그에 기록된 서비스 요청 이후의 태스크를 재시작 하게 되며 다시 모니터링(5)을 시작하고 서비스

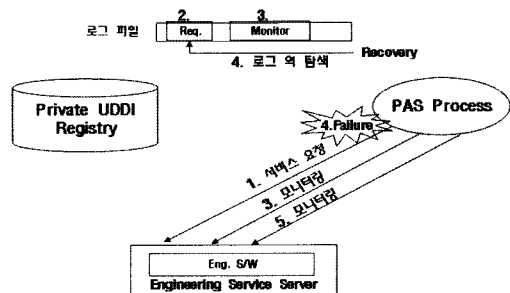


그림 6 PAS Process 장애 시 회복 기법

를 계속 진행하도록 한다.

3.2.3 ESS 장애 시 PAS Process에서의 회복 기법

PAS Process에서 ESS1로 서비스 요청 후 ESS1의 서버가 무응답이나 정지가 되는 failure가 발생하게 되면 ESS1의 미리 정의된 응답 시간이 초과해도 PAS Process는 서비스 요청에 대한 응답을 받지 못하게 된다. 응답을 받지 못한 PAS Process는 무기한 대기하게 되며 이를 해결하기 위한 방법으로 ESS1의 장애 발생 시 일정 시간 안에 응답이 없으면 PAS Process는 ESS2에 서비스를 요청하는 방법을 이용하여 서비스를 지속하게 된다.

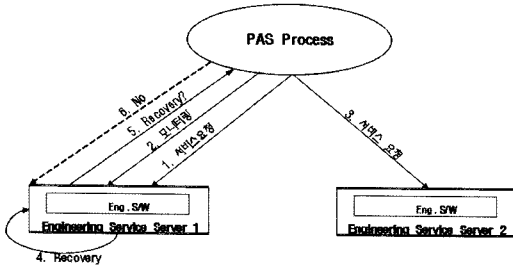


그림 7 ESS 장애 시 ESS2를 이용한 회복 기법

그림 7은 ESS2를 이용한 회복 기법을 보여주고 있다. PAS Process에서 ESS1로 서비스 요청 메시지(1)를 보내고 모니터링(2)을 시작한다. 이때 ESS1에 failure가 발생하게 되어 서버가 응답을 할 수 없는 상황이 되면 PAS Process에서 ESS1로 요청하는 미리 정의된 횟수의 재요청 메시지 이후에도 ESS1은 응답을 하지 못하게 된다. 이러한 PAS Process가 무기한 대기하게 되는 경우가 발생하게 되면 PAS Process는 일정 시간 후에 자동적으로 ESS1과 동일한 역할을 할 수 있는 ESS2에 서비스를 요청(3)하게 된다. (이는 기존의 애플리케이션이 강결합을 가짐으로써 민첩성을 발휘하지 못한 것에 비해 웹 서비스는 약결합 특성으로 인해 조합이 가능하다.) 차후 ESS1이 복구 되면(4) PAS Process에 회복을 할 것인지를 요청(5)하고 No(6)응답이 오면 회복하지 않고 대기한다.

3.2.4 Engineering Service Server Crash 회복 기법

서비스 요청이 빈번하게 이루어지는 과정에서 ESS에 Crash가 발생하게 되면 요청된 서비스의 순서와 진행 단계에 있어서 순차적인 복구가 이루어져야 한다. 다음은 여러 횟수의 서비스 요청과정에서 발생할 수 있는 ESS Crash에서의 회복 기법을 제시한다.

그림 8은 PAS Process1, 2, 3을 통해 회복 기법의 예를 설명한다. PAS Process1에서 ESS로 서비스를 요청한다(1). 요청된 서비스는 Queue에 적재(2)되고 로그

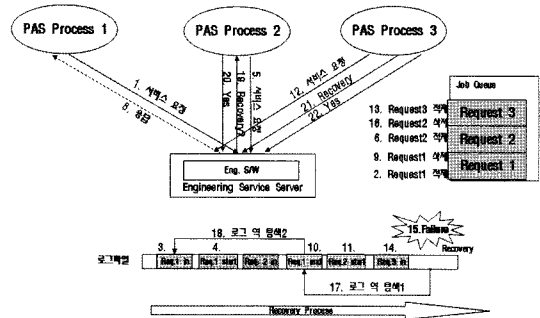


그림 8 Engineering Server Crash 복구

파일에 저장(3)된다. PAS Process1의 서비스가 시작(4)되고, 이때 PAS Process2에서 서비스를 요청한다(5).

PAS Process1과 마찬가지로 Queue에 적재(6)되고 로그파일에 저장된다(7). ESS에서 PAS Process1의 서비스 요청에 대한 응답(8)을 보내게 되면 Job Queue에서는 요청이 삭제(9)되고 로그파일에 PAS Process1의 요청에 대한 최종 로그(10)를 기록하게 된다. 로그 기록 후 PAS Process2의 서비스가 진행되는 상황(11)에서 PAS Process3의 서비스가 요청(12)되면 큐에 적재(13)되고 로그에 기록된다(14). 이러한 진행과정 중 ESS에 crash가 발생하게 되면 장애로부터 복구 한 뒤 crash발생 이전의 진행 상황의 서비스를 재시작하기 위해 로그 회복 기법을 적용한다. 먼저 로그 역 탐색 과정을 통해 crash 발생 이전에 기록된 로그를 탐색하여 PAS Process1의 서비스가 완료된 시점(10)을 로그 역 탐색(17)한 후 완료된 서비스가 로그에 처음 삽입된 기록(3)을 로그 역 탐색(18)을 통해 찾는다. (3) 이후에 기록된 저장에 대해 순차적인 서비스 복구를 시작하게 되며 처음 삽입된 로그(3)가 기록된 과정 이후에 진행중이었던 서비스(11)에 대해서 서비스를 재시작하게 되며 ESS는 PAS Process2와 PAS Process3에 회복을 할 것인지를 요청(19)(21)하고 Yes(20)(22)응답이 오면 회복하고 순차적으로 재시작 한다.

4. 사례 연구

그림 9는 Pump 성능 평가 시뮬레이션을 위한 엔지니어링 프로세스이다. 기본 성능 해석은 기계연구원의 in-house 프로그램인 Pre_Pump를 이용하여 수행되고, 블레이드 형상 모델링 과정은 CFX-BladeGen을 이용하여 기본 성능 해석에서 구해지는 기하 데이터를 입력으로 3차원 블레이드 형상을 모델링한다. 현재 Pump 시스템을 위한 프로토타입이 개발 중이다. 시스템은 Pre_Pump, CFX_BladeGen, CFX-BladeGenPlus, Rhino3과 같이 4개의 엔지니어링 소프트웨어로 구성된다. 이러한 분

산된 엔지니어링 소프트웨어들은 서비스 지향 아키텍처 개념을 이용하여 통합되어 하나의 성능 평가 시뮬레이션 서비스를 제공한다[5].

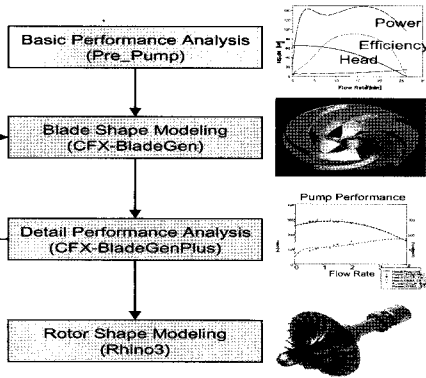


그림 9 엔지니어링 프로세스의 예

그림 9는 엔지니어링 프로세스의 사례이며 그림 10은 이러한 엔지니어링 프로세스의 진행 과정을 보여주고 있다.

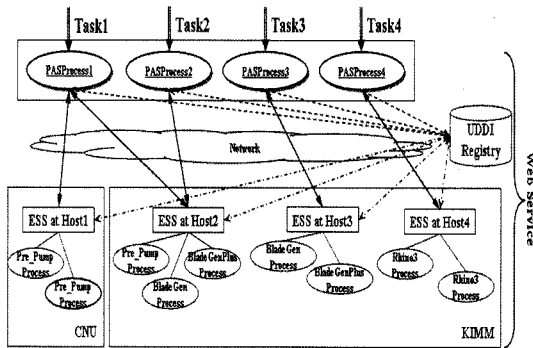


그림 10 엔지니어링 프로세스 진행의 예

본 사례연구에서는 PAS Process에서 ESS at Host에 서비스 요청 시 정전, 회선 장애, 킷터의 불량 등으로 인한 failure 또는 Crash 발생 시 엔지니어링 태스크 측면에서의 회복 기법 적용하여 시나리오를 구성하고 이를 해결한 사례에 대해 설명한다.

• Power failure

PAS Process1에서 ESS at Host1에 서비스 요청을 하고 응답을 기다리는 과정에서 ESS at Host1의 전원을 차단하여 두 개의 Pre_Pump Process의 진행을 중지했다. PAS Process1은 ESS at Host1의 응답을 무기한 기다리지 않고 ESS at Host2의 Pre_Pump Process에 서비스 요청을 함으로써 이를 해결했다.

• Circuit failure

PAS Process1에서 ESS at Host1의 Pre_Pump Process에 서비스 요청을 하고 응답을 받은 뒤, PAS Process1은 ESS at Host2의 Blade Gen Process에 서비스를 요청 한다. PAS Process1이 ESS at Host2의 응답을 기다리는 상황에서 회선장애를 가정하여 Blade Gen Process의 진행 중인 서비스를 중지하고 복구한다. ESS at Host2는 회선장애 발생 이전에 서비스 진행중이었던 상태로 되돌리기 위해서 ESS at Host2의 로그를 기반으로 Blade Gen Process의 서비스를 복구하고 재시작 한다.

5. 결론 및 향후 연구

e-엔지니어링 프레임워크에서 엔지니어링 업무를 수행하는 PAS 에이전트에 서비스 지향 아키텍처 개념을 적용하는 것은 분산된 엔지니어링 자원들을 효율적으로 사용하고 나아가 고가의 엔지니어링 자원을 공동 활용하여 구매/유지비용의 감소를 가져올 수 있을 것으로 판단된다. 본 논문에서는 SOA 기반 e-엔지니어링 프레임워크를 소개하고 신뢰성 향상을 위한 회복기법을 제시하였다. 엔지니어링 프로세스 측면과 태스크 측면의 연구를 통해 분산 환경에서 발생 가능한 예외사항의 장애 진단 및 회복 기법을 적용하였다. 향후에는 엔지니어링 업무 자체를 서비스 단위로 확대하여 한국기계연구원 내부의 협업뿐만 아니라 다른 기업과의 협업도 지원이 될 수 있는 방안에 대해 연구를 시행할 예정이다.

참고 문헌

- [1] 박성환, 이재경, 방제성, “자동차 모듈 설계용 e-Engineering 프레임워크 개발”, 2005 한국 CAD/CAM 학회 학술 발표회 논문집.
- [2] Roy W. Schulte Yefim V. Natis, “Service Oriented Architecture,” Gartner Group, SSA Research Note SPA-401-068, 1996.
- [3] 주민식, 이세정, 최동훈, “다분야통합최적설계를 지원하는 분산 환경 기반의 설계 프레임워크 개발”, 2005 한국 CAD/CAM학회 학술발표회 논문집, 10권 2호, p p. 143-150.
- [4] Jai-Kyung Lee, Hyeon Soo Kim, Seung Hak Kuk, and Seong-Whan Park, “Service-Oriented Architecture Based e-Engineering Framework To Support Collaborative Design”, Proceeding of the 2007 IEEE Internal Conference on Services Computing, pp. 340-347.
- [5] 이재경, 박성환, 방제성, 이한민, “서비스 지향 구조 개념을 적용한 통합 설계 시스템 개발에 관한 연구”, 2005 한국정밀공학회 추계학술대회 논문집.