

한국정보기술학회논문지

The Journal of Korean Institute of Information Technology

2009년 04월 제7권 제2호 ISSN 1598-8619

◆ 반도체, 부품, 회로 및 시스템

3축 위치 센서를 위한 차동 용량자-시간 변환기	원창수, 박지만, 정원섭, 손상희, 최창익	1
휴대폰을 위한 정보형 사용자 생산 콘텐츠 플랫폼의 설계 및 구현	민병현, 이이섭	8
멀티스레드 프로그램의 디버깅을 위한 수행그래프	김병철, 전용기	16
FPGA를 이용한 블루투스 암호화 모듈의 구현	이상훈	26
이종 복합 임베디드 시스템의 상호운용성 검증을 위한 모델링 및 시뮬레이션 기반 시험환경 설계 및 구현	류동국, 김영철	33
멀티모드를 적용한 면적 감소된 PGZ 알고리즘 BCH 복호기	조태원, 서해준	41
반도체식 가스센서 시스템에서의 가스분류 및 고장진단	이인수, 심창현	48
저전력 RISC 코어 및 Interface 블록 설계	김세호, 양현미, 김희석	58

◆ 이동통신, 신호처리, RF

단일지향조건과 지향 스펙트럼을 이용한 고속 신호 입사각 추정 알고리즘 연구	주종혁, 송우영	65
유비쿼터스 네트워크 응용을 위한 RFID 시스템 개발	고덕영, 정동규, 최종호	71
차동 용량 변환기를 위한 스위치드-커패시터 인터페이스 회로 설계	정진용, 정원섭	77
HUD를 위한 영상 보간과 보색 알고리즘 구현	안병수, 강대성	83
임베디드 생체인식 시스템을 위한 특징 추출 알고리즘 개발에 관한 연구	김병주	89
이동물체 변위평가를 위한 에지맵 생성	김하식, 이주신	98
휴대단말용 RFID 대역 소형 원형편파 마이크로스트립안테나	최익권, 강민식	109

◆ 유비쿼터스, 네트워크

지그비 기반 생체신호 센서보드의 맞춤형 측정을 위한 제어 프로토콜	최진탁, 이병문, 이영훈	116
센서네트워크 기반의 차량 돌발구간 예측 시스템 설계와 구현	이동원, 김시관, 정광욱	124
상황 정보와 폭소노미를 이용한 협업 필터링 모바일 콘텐츠 추천 어플리케이션	이해성, 권준희	132
유비쿼터스 환경에서의 정확도와 처리 속도 개선을 위한 서비스 추천 기법	장창복, 이은순, 김병희, 최의인	141

◆ 정보보호

SCADA 시스템 스니핑 테스트 장치 설계	정성모, 김석수	153
가상화 환경에서의 디지털 포렌식 조사 방법론 연구	권태석, 방계완, 임경수, 이상진	159
프라이버시 보호가 강화된 원격 건강모니터링 시스템	이용희, 최천호, 김순석, 이주영	168
타인수락율 감소를 위한 음성기반 지문인증 시스템	채승훈, 반성범	175
디지털 포렌식 수사를 위한 유사 파일 탐지	서기민, 임경수, 이상진	182

◆ 데이터베이스, 인공지능, e비지니스

Project Information Assessment with MDA Metrics	Haeng-Kon Kim	191
Intensional Query Processing in Object-Oriented Spatial Database Systems	Yang Hee Kim	199
자카드 직물 디자인을 위한 시직 시뮬레이터의 개발	김병수, 강병익	212

◆ 멀티미디어, 웹, IT정책

대학에서 면대면 수업 대안으로서의 블렌디드 러닝에 대한 연구	우종정, 김보나, 이옥형	219
Windows CE.net을 이용한 임베디드 전자책 구현	한새론, 최관순, 김동식, 전창완, 이순흠	226
Provisioning Transmission Paths Given Alarm Collecting Agents	Minseok Oh	235
Answer Set 구축을 위한 클러스터링 방안의 비교 분석	윤보현	242
PC 그리드 환경에서 자원제공자의 연산 형태 분석을 위한 로그 시스템의 개발	손진곤, 김준민	249
Study on Intelligent Load Redistribution in Grid Environment	Seong-Hoon Lee, Hyun-Cheul Shin, Jeong-Gyu Jee	258
공학인증 프로그램에서 플러깅팝콘을 이용한 효과적인 영어어휘학습	문은주, 박옥희, 오영재, 최원경	264
객체 추출과 해마 신경망을 이용한 필기체 숫자 인식 시스템 구현	김창희, 강대성	276
데이터 집중 워크플로우의 실행비용 최소화를 위한 그리드 스케줄링 기법	조정현, 김윤희	282
전자정부통신망의 운영 및 관리를 위한 신규서비스 모델 제안	이영훈, 송인호, 박윤식, 최진탁	290

한국학술진흥재단의 등재후보학술지

이 학술지는 2008년도 정부재원 (교육과학기술부 학술연구구성 사업비)으로 한국학술진흥재단의 지원을 받아 출판되었습니다



사립 한국정보기술학회
Korean Institute of Information Technology
http://www.ki-it.or.kr

차 례

제 7권 2호
2009년 04월

◆ 반도체, 부품, 회로 및 시스템

3축 위치 센서를 위한 차동 용량차-시간 변환기	원창수, 박지만, 정원섭, 손상희, 최창억
휴대폰을 위한 정보형 사용자 생산 콘텐츠 플랫폼의 설계 및 구현	민병현, 이이섭
멀티스레드 프로그램의 디버깅을 위한 수행그래프	김병철, 전용기
FPGA를 이용한 블루투스 암호화 모듈의 구현	이상훈
이중 복합 임베디드 시스템의 상호운용성 검증을 위한 모델링 및 시뮬레이션 기반 시험환경 설계 및 구현	류동국, 김영철
멀티모드를 적용한 면적 감소된 PGZ 알고리즘 BCH 복호기	조태원, 서해준
반도체식 가스센서 시스템에서의 가스분류 및 고장진단	이인수, 심창현
저전력 RISC 코어 및 Interface 블록 설계	김세호, 양현미, 김희석

◆ 이동통신, 신호처리, RF

단일지향조건 과 지향 스펙트럼을 이용한 고속 신호 입사각 추정 알고리즘 연구	주종혁, 송우영
유비쿼터스 네트워크 응용을 위한 RFID 시스템 개발	고덕영, 정동규, 최종호
차동 용량 변환기를 위한 스위치드-커패시터 인터페이스 회로 설계	정진웅, 정원섭
HUD를 위한 영상 보간과 보색 알고리즘 구현	안명수, 강대성
임베디드 생체인식 시스템을 위한 특징 추출 알고리즘 개발에 관한 연구	김병주
이동물체 변위평가를 위한 에지맵 생성	김하식, 이주신
휴대단말용 RFID 대역 소형 원형편파 마이크로스트립안테나	최익권, 강민식

◆ 유비쿼터스, 네트워크

지그비 기반 생체신호 센서보드의 맞춤형 측정을 위한 제어 프로토콜	최진탁, 이병문, 이영훈
센서네트워크 기반의 차량 돌발구간 예측 시스템 설계와 구현	이동원, 김시관, 정광욱
상황 정보와 폭소노미를 이용한 협업 필터링 모바일 콘텐츠 추천 어플리케이션	이해성, 권준희
유비쿼터스 환경에서의 정확도와 처리 속도 개선을 위한 서비스 추천 기법	장창복, 이은순, 김봉희, 최의인

◆ 정보보호

SCADA 시스템 스니핑 테스트 장치 설계	정성모, 김석수
가상화 환경에서의 디지털 포렌식 조사 방법론 연구	권태석, 방재완, 임경수, 이상진
프라이버시 보호가 강화된 원격 건강모니터링 시스템	이용희, 최천호, 김순석, 이주영
타인수락을 감소를 위한 용선기반 지문인증 시스템	채승훈, 반성범
디지털 포렌식 수사를 위한 유사 파일 탐지	서기민, 임경수, 이상진

◆ 데이터베이스, 인공지능, e비즈니스

Project Information Assessment with MDA Metrics	Haeng-Kon Kim
Intensional Query Processing in Object-Oriented Spatial Database Systems	Yang Hee Kim
자카드 직물 디자인을 위한 시직 시뮬레이터의 개발	김병수, 강병익

◆ 멀티미디어, 웹, IT정책

대학에서 면대면 수업 대안으로서의 블렌디드 러닝에 대한 연구	우종정, 김보나, 이옥형
Windows CE.net을 이용한 임베디드 전자책 구현	한새론, 최관순, 김동식, 전창완, 이순흠
Provisioning Transmission Paths Given Alarm Collecting Agents	Minseok Oh
Answer Set 구축을 위한 클러스터링 방안의 비교 분석	윤보현
PC 그리드 환경에서 자원제공자의 연산 형태 분석을 위한 로그 시스템의 개발	손진곤, 길준민
Study on Intelligent Load Redistribution in Grid Environment	Seong Hoon Lee, Hyun-Cheul Shin, Jeong-Gyu Jee
공학인증 프로그램에서 플라이팝콘을 이용한 효과적인 영어어휘학습	문은주, 박옥희, 오영재, 최원경
객체 추출과 해마 신경망을 이용한 필기체 숫자 인식 시스템 구현	김장희, 강대성
데이터 집중 워크플로우의 실행비용 최소화를 위한 그리드 스케줄링 기법	조정현, 김윤희
전자정부통신망의 운영 및 관리를 위한 신규서비스 모델제안	이영훈, 송인호, 박윤식, 최진탁

이종 복합 임베디드 시스템의 상호운용성 검증을 위한 모델링 및 시뮬레이션 기반 시험환경 설계 및 구현

류동국*, 김영철**

Design and Implementation of M&S Based Test Environment for Interoperability Verification of Heterogeneous Composite Embedded System

Dong-Kuk Ryu*, Robert Young-Chul Kim**

“본 연구는 지식경제부 및 정보통신연구진흥원의 대학 IT연구센터육성지원사업의 연구결과로 수행되었음”
(C1090-0903-0004)

요약

각종 산업기기, 가전용품, 국방 무기체계 등에서 임베디드 시스템의 활용성이 증대되고 있다. 그리고 임베디드 시스템은 인터넷 등 유무선 통신망의 발달로 다른 시스템에서 제공하는 정보를 활용하여 임무기능을 수행하는 이종 복합 시스템의 형태로 발전하고 있다. 따라서 이종으로 구성되는 복합 시스템 간의 유기적인 상호운용성 확보는 임무중심적인 기능을 수행하는 무기체계, 금융/행정업무체계, 공장자동화체계, 등의 분야에서 매우 중요한 요소가 되고 있다. 그러나 이종 복합 임베디드 시스템간의 상호운용성을 효과적으로 검증하기 위한 연구는 미진한 실정이다. 내장형 시스템의 경우 H/W 형태로 구현되기 때문에 설계를 마치고 H/W로 구현한 후에 상호운용 오류가 발생되면 H/W를 재설계 하여야 하는 문제점이 있다. 본 논문에서는 임베디드 시스템의 설계단계에서 적용 가능한 모델링 및 시뮬레이션 기반의 상호운용성 시험환경을 구현하였다. 본 논문의 시험환경에서는 모델기반 개발이 가능한 임베디드 시스템 개발도구를 포함한다. 따라서 본 시험환경은 설계단계에서 모델기반 개발도구로 내장형 시스템을 개발함과 동시에 시뮬레이션을 통하여 상호운용성을 검증하므로 운영단계에서 발생하는 상호운용성 오류를 사전에 효과적으로 검증할 수 있다.

Abstract

Embedded System is used widely in industrial machines, home appliances and military weapon systems. According to the development of wire and wireless telecommunication network, embedded system uses the information which is provided by the other system to perform missions. So it is very important element to achieve interoperability among heterogeneous composite embedded systems especially in the weapon, finance, administration and factory automation information systems. But it is not have studied to certify interoperability among heterogeneous composite embedded system efficiently. In this paper, we propose interoperability test environment which is composed of MDA(Model Driven Architecture) based development tool and test simulators. Because we can use MDA based development tool and interoperability test simulators at the design phase of embedded system development, it is possible to certify interoperability among heterogeneous embedded system at the design phase prior to the operation phase of embedded system.

Key words

Test Environment, Modeling & Simulation, Embedded System

* 홍익대학교 컴퓨터공학과 박사과정

** 홍익대학교 컴퓨터정보통신 부교수

· 제1저자(First Author): 류동국

· 접수일: 2009년 01월 08일, 수정일: 1차 - 2009년 02월 26일, 게재확정일: 2009년 04월 17일

I. 서론

각종 국방 무기시스템, 산업기기 그리고 가전용품에 이르기 까지 다양한 분야에서 임베디드 시스템이 활발히 적용되고 있다. 일반적으로 임베디드 시스템은 사용자와 직접 상호작용하여 H/W의 운용을 효과적으로 제어하는 기능을 수행한다. 근래 인터넷 등 유무선 통신환경이 발전함에 따라 임베디드 시스템은 외부 시스템과 상호운용하여 임무기능을 수행하는 형태로 발전하고 있다. 전차에서 상황도시 컴퓨터가 정보를 실시간으로 전송받아 이동로를 결정하는 것이나, 로봇병사가 인근의 로봇병사나 기기들과 정보를 주고받으면서 협업하여 임무를 수행하는 것들은 임베디드 시스템이 외부 시스템과 상호작용하는 예가 될 수 있다. 무인 로봇이나 유비쿼터스 환경이 발전됨에 따라 시스템간의 원활한 상호운용은 임베디드 시스템 개발에 있어서 더욱 중요한 요소가 되고 있다[1]-[3].

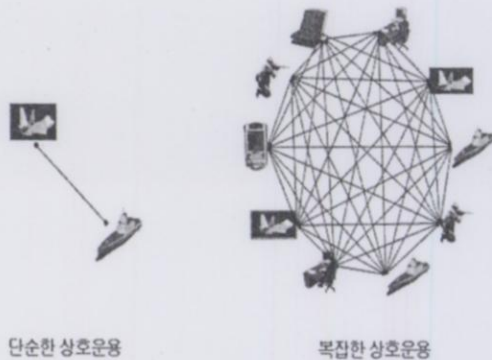


그림 1. 상호운용 형태
Fig. 1. Form of Interoperability

그림 1에서 보는 바와 같이 이종의 복합 시스템이 원활하게 상호운용하기 위해서는 상호운용 대상이 되는 시스템에 대하여 상호간의 인터페이스를 적합하게 조정해 주어야 한다. 따라서 n개의 시스템으로 구성되는 복합시스템의 경우, $(n-1) + (n-2) + \dots + 1$ 개의 시스템 수준 상호운용 요소가 내부적으로 존재하게 된다. 만약 연동되는 시스템 수가 적은 경우 이들을 개별적으로 상호운용하는 방법이 가능하나, 국방이나 금융, 행정 분야와 같이 임무중

심적(Mission Critical)인 기능을 수행하는 다수의 시스템들이 통합적으로 운용되는 복합 시스템의 상호운용성에는 많은 문제점이 발생하고, 이를 해결하기 위하여 많은 비용과 시간이 필요하게 된다[4].

특히 무기체계 복합 시스템에서 상호운용성을 확보하기 위한 연구는 LISI(Levels of Information System Interoperability) 모델과 같은 상호운용성 평가모델분야에서 많은 연구가 수행되었다[5]. 상호운용성 평가모델에서 대표적인 모델인 LISI는 시스템간의 연동기술을 표준화하고 수준으로 측정하여 복합시스템의 상호운용성을 증진할 수 있도록 도와준다. 즉 LISI는 시스템간의 연동기술 표준화로 상호운용성의 가능성을 보장할 뿐 실질적으로 시스템간 상호운용이 되는지를 검증할 수는 없는 한계가 있다. 이러한 LISI 평가모델의 문제점을 해결하기 위해서는 시스템간의 상호운용이 실제적으로 수행되는지를 검증하는 시험기법이 필요하다. 본 논문에서는 이종 임베디드 복합 시스템간의 상호운용성을 효과적으로 검증할 수 있는 시험환경을 제시한다.

일반적으로 상호운용성에 대한 시험은 구현이 끝나고 인수시험 단계에서 수행된다. 구현단계 시험에서는 개발환경에서 기능을 확인하는 시험을 하게 되어 상호운용 대상 시스템과 직접 연결하여 시험을 수행하기는 현실적으로 어렵다. 따라서 일반적으로 구현단계에서의 상호운용성 시험은 제한적으로 수행되어, 내재된 상호운용 오류를 식별하는데 한계가 있다. 특히 복합 시스템을 구성하는 임베디드 시스템은 H/W 형태로 구현되기 때문에 설계단계에서 결함을 발견하지 못할 경우, 구현단계에서 H/W로 구현된 시스템을 재설계하여야 하는 위험성이 존재한다. 본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 임베디드 시스템의 설계단계에서 상호운용성 검증이 가능도록 MDA 기반 개발도구와 모델링 및 시뮬레이션(M&S : Modeling and Simulation)기술을 이용하는 상호운용성 시험환경을 설계 및 구현하였다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제2장에서는 관련연구로 상호운용성 기술에 대하여 기술한다. 제3장에서는 상호운용성 시험환경 구성요소에 대한 설계에 대하여 기술하였고, 제4장에서는 상호운용성

시험환경의 구현에 대해서 기술하였다. 제5장에서는 시험사례를 기술하고, 끝으로 제6장에서 결론을 기술하였다.

II. 관련연구

상호운용성에 대한 연구는 국방, 행정, 금융 등 임무중심적인 분야에서 활발히 연구되고 있다. 특히 미군은 국방정보시스템간의 상호운용성 증진을 위하여 많은 연구비를 투자하여 연구를 수행하고 있다[4]. 지금까지 상호운용성 분야의 연구는 크게 평가기술 분야와 시험기술 분야로 분류할 수 있다[2]. 상호운용성 평가기술 분야는 시스템 개발에 적용되는 기술의 표준화를 통하여 상호운용성이 증진되도록 하는 기술이다[5]. 대표적인 예가 상호운용 적용되는 기술의 수준에 따라 상호운용 정도를 측정하는 LISI 모델이다[1]. 그러나 상호운용성 평가기술의 문제점은 연동에 관련된 기술표준의 적용성만을 확인할 뿐 실제 시스템에 적용된 기술표준이 상호운용이 가능한 형태로 적합하게 구현 되었는지를 검증하여 주지는 못한다는 점이다.

실질적으로 시스템간의 상호운용성을 확인하기 위해서는 시스템간의 상호운용성을 검증하는 시험이 필요하다[6]. 이러한 상호운용성 시험을 효율적으로 수행하기 위하여 시험자동화 도구를 개발하여 시스템간의 상호운용성을 시험하고 인증하는 일부 도구가 개발되었다. 먼저 국방과학연구소에서 개발한 '국방 자동화 정보체계 상호운용성 시험평가 시스템' [2]과 한국정보통신기술협회의 'ION 상호운용성 시험인증 서비스' [7]가 있다. 먼저 [2]에서의 상호운용성 시험기능은 시험대상이 국방 자동화 정보체계이다. 국방 자동화 정보체계의 개발과정에서 상호운용하는 단위기능 모듈을 시험하여 상호운용성을 검증하는 역할을 수행한다. 임베디드 시스템에 대한 상호운용성 시험을 위해서는 추가적 개발이 필요하다. 그리고 [7]은 한국정보통신기술협회 주관으로 각종 통신표준이 여러 상용제품에 적용되면서 제품간의 상호운용성이 확보되는지를 인증하여주는 역할을 수행한다. 즉, 통신장비 개발업체의 제품이 통신표준을 적합하게 구현하여 상호운용성

측면에서의 문제점이 없는지에 대한 인증시험을 수행한다.

시스템들이 복합 시스템 형태로 통합되면서 시스템간의 상호운용에 많은 문제점이 발생하고 있다. 그러나 이러한 문제점을 해결하기 위하여 상호운용성을 검증하는 시험도구의 개발이 필요하다. 개발된 상호운용성 검증도구는 매우 저조한 현실이다. 특히 내장형 시스템에 대한 상호운용성 시험도구 개발에 관한 연구는 매우 부진한 실정이다.

III. 상호운용성 시험환경 구성요소 설계

3.1 상호운용성 시험의 필요성

상호운용성 시험은 그림 2와 같이 개발하는 시스템과 이와 상호운용되는 운용 시스템간의 연동성을 확인하는 시험이다. 개발자는 개발시스템의 기능을 운용중인 시스템에 시험하여 결과를 확인하는 방식으로 진행된다. 상호운용성 시험평가에는 문법적, 의미적 시험 그리고 LISI 평가 등이 있을 수 있다 [5]. 문법적 시험은 정확한 자료가 전송되는 지를 시험하는 것이고, 의미적 시험은 전송된 데이터가 정확하게 이해되어 처리되는지를 확인하는 것이다. LISI 평가는 LISI 모델의 평가 메커니즘을 이용하여 시스템간 상호운용의 수준을 평가하는 것이다 [2]-[13].

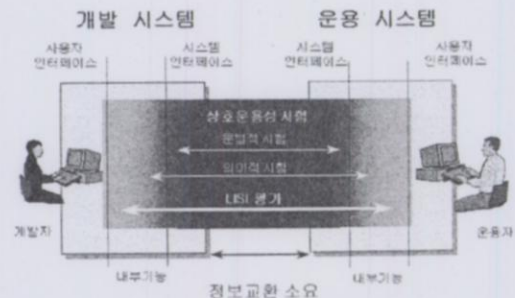


그림 2 상호운용성 시험
Fig. 2. Interoperability Test

상호운용성 시험은 일반적으로 구현이 완료된 후에 시스템 통합과정에서 타 시스템과의 연동성을 확인하게 된다. 그러나 이러한 상호운용성 시험은

운영 중인 시스템과 연동하여 시험을 하여야 하므로, 시험에 많은 제약이 존재한다. 만약 연동 대상 시스템이 임무중심적인 기능을 수행하는 경우, 상호 운용성 시험을 위하여 시스템의 운영을 중단하는 것이 현실적으로 어려운 경우가 있을 수 있다.

이렇듯 상호운용성 시험에는 많은 제약이 존재하여 설계단계에서의 상호운용성에 대한 검증 또한 매우 미흡하게 수행된다. 따라서 설계단계에서 내재되어 있던 상호운용성 분야의 오류들이 구현단계로 손쉽게 전이된다. 이러한 내재된 오류들은 인수시험이나 시스템 운용 중에 반드시 발견되게 된다. 개발이 완료된 시스템의 초기 운영단계에서 많은 오류가 발생하는 것은 이러한 이유 때문이다. 따라서 설계단계에서 상호운용성 오류에 대한 검증은 시스템간의 상호운용성 확보에 있어서 매우 중요하다.

3.2 시뮬레이션을 이용한 설계단계 상호운용성 시험

설계단계에서 상호운용성을 확보하는 방법은 여러 가지가 있다. 일반적인 방법은 설계단계 산출물인 설계문서를 검토하여 시스템 간의 인터페이스나 상호운용 데이터들이 정확하게 기술되었는지를 확인하는 방법이다. 그러나 이러한 방법은 설계문서를 사람이 일일이 검토하는 방식이어서 실질적인 검증에 한계가 있다. 자동화 도구를 사용하지 않고 사람이 문서를 검토하는 방식이므로 자료가 방대할 경우 오류가 쉽게 발생할 수 있고, 개발과정에서 설계자의 설계문서는 다르게 개발자가 구현하여 오류가 발생할 수도 있다.

본 논문에서는 이중 복합 시스템을 대상으로 실질적인 상호운용성 검증을 위하여, MDA 기반 개발 도구와 모델링 및 시뮬레이션 기술을 이용한 상호 운용성 시험환경을 제안한다. 본 논문의 MDA 기반 개발 도구에서는 설계단계에서 모델기반으로 설계와 구현을 동시에 가능하게 한다. 즉 executable UML 과 같은 모델링 언어를 이용하면 시스템 모델링 과정이 구현과정을 포함하게 된다[8]. 국방분야에서 시스템 획득과정에서 활발하게 사용하는 모델링 및 시뮬레이션 기술을 이용하여 시스템간의 상호운용

에 관련된 사항을 모델링하여 시뮬레이터로 개발하였다[9]. 기존의 상호운용성 시험은 그림 3과 같이 인수시험단계에서 발생하는 오류를 수정하기 위하여 재설계 및 구현과정을 반복한다. 본 논문에서 제시하는 상호운용성 시험은 MDA 기반 개발 도구와 시뮬레이션 환경을 이용하여 설계단계에서 상호운용성 오류를 발견하고 수정하는 것이다. 이러한 방식은 개발의 초기단계인 설계단계에서 상호운용성 오류를 검증하여 개발시험 및 인수시험에서의 상호운용성 오류를 줄이는 장점이 있다. 특히 복합 임베디드 시스템의 경우 H/W 형태로 구현된 이후에 상호운용성 부분에 오류가 발생하게 되면 H/W를 재설계 하는 과정을 반복하게 되어 개발비가 증가하는 문제점이 발생할 수 있는데, 설계단계에서 상호운용성을 검증하면 이러한 문제점을 해결할 수 있게 된다.

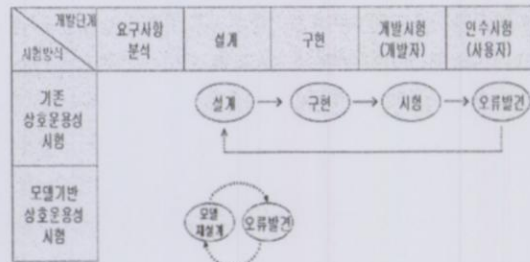


그림 3. 상호운용성 시험 단계
Fig. 3. Phase of Interoperability Test

3.3 상호운용성 시험환경 구성요소

본 장에서는 상호운용성 시험환경의 구성요소를 설명한다. 본 시험환경은 그림 4에서와 같이 상호운용성 시뮬레이터, 개발 도구 그리고 상호운용성 시험 제어기를 포함한다.

3.3.1 상호운용성 시뮬레이터

상호운용성 시뮬레이터는 연동대상 시스템들과 상호운용 규격(상호운용 데이터 및 인터페이스)에 대한 정합성 시험이 가능한 시뮬레이터를 말한다. 이러한 시뮬레이터들은 복잡한 인터페이스들로 연결된 복합시스템의 상호운용성을 검증하는 역할을 수행한다. 시뮬레이터 개발을 위하여 상호운용 시험

에
스

저
자
는
Arc
Excl
델링

표 1.
Table

니드
식별
m.Syn
사람
조직
m.Syn
담당
조직
m.Syn
고객
조직

표
중의
용 데
MND-
를 참.
MND-
연동
IEDD:
동 데

에 필요한 규격정보인 상호운용 데이터와 인터페이스를 모델링하여 활용한다.

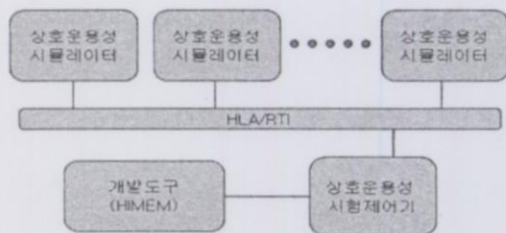


그림 4. 상호운용성 시험환경 구성요소
Fig. 4. Element of Interoperability Test Environment

○ 상호운용 데이터 모델링

상호운용성 시뮬레이터를 개발하기 위해서는 먼저 시스템이 외부에 제공하거나 제공받는 상호운용 자료에 대한 정보가 필요하다. 국방분야에서 사용되는 MND-AF (Ministry of National Defense - Architecture Framework)의 IER(Information Exchange Requirement) 문서는 상호운용 자료를 모델링 하는데 좋은 방안이 될 수 있다[10].

표 1. IER
Table 1. IER

니드라인		정보교환		Sending Activity	Receiving Activity	정보			
식별자	상상노드	소비노드	요구사항			형식	매체	...	보안
hw.Syst. 사람정보 조회	입력관련 시스템	통합관리 시스템	사람정보 요구		사람정보 수신	사람정보	CB	2급	발생 시
hw.Syst. 입항정보 조회	입력관련 시스템	통합관리 시스템	입항정보 요구		입항정보 수신	입항정보	CB	2급	발생 시
...									
hw.Syst. 고적정보 조회	고적관리 시스템	통합관리 시스템	고적정보 요구		고적정보 수신	고적정보	CB	2급	발생 시

표 1. IER은 MND-AF에서 요구하는 27가지 문서 중의 하나로 개발시스템과 연동시스템간의 상호운용 데이터에 대한 세부적인 사항을 기술하고 있다. MND-AF를 적용하여 개발되는 시스템은 IER 문서를 참고하여 상호운용 데이터를 모델링 할 수 있다. MND-AF를 적용하지 않은 시스템의 경우에도 여러 연동관련 설계문서(ICD:Interfce Control Document, IEDD: Information Exchange Data Description)에 연동 데이터들이 기술되어 있으므로 이러한 자료들을

활용하여 상호운용 데이터를 모델링한다. 그리고 개발된 시뮬레이터의 연동 데이터에 대한 신뢰성을 확보할 수 있도록, 다른 시스템의 상호운용성 검증 과정에 반복적으로 적용하면서 정확성을 검증 받는다.

○ 상호운용 인터페이스 모델링

상호운용성을 시뮬레이션하기 위하여 필요한 또 하나의 요소는 외부 인터페이스 부분이다. 외부 인터페이스 규격에 대한 정보는 앞 절에서 설명한 개발 관련 설계문서(ICD, IEDD 등)에 일반적으로 잘 정의되어 있으므로 이를 식별하여 모델링 한다. 인터페이스 모델링도 데이터 모델링과 같이 상호운용성 시험에 반복적으로 적용하면서 정확성을 검증 받는다.

○ 시뮬레이터 구축 기술

시뮬레이터 구축을 위한 구현기술로는 HLA/RTI(High Level Architecture/Run Time Infrastructure)를 이용한다. HLA는 1990년 중반에 국방 무기시스템 개발과정에서 발생하는 시뮬레이터의 중복 개발을 방지하기 위하여 미 국방부 산하기구인 DMSO(Defense Modeling & Simulation Office)에서 재사용성 및 상호운용성을 고려하여 만든 시뮬레이션 개발 표준기술이다[11]. 무기 시스템 개발 과정에서는 다양한 분야의 시뮬레이터를 필요로 하는데 HLA는 이러한 이질적인 시뮬레이터들을 하나로 연동할 수 있는 기반을 제공한다.

HLA/RTI는 그림 5와 같은 구조를 가지고 있다. 소프트웨어 버스 역할을 수행하는 RTI 시스템 소프트웨어가 시뮬레이터들을 연결하는 역할을 수행한다. RTI는 HLA 표준에 따라 제정되는 페더레이트(Federate)의 실행을 위한 시스템 소프트웨어이다. RTI는 페더레이트 개발을 위한 라이브러리, RTI 실행파일 그리고 환경설정 파일로 구성된다. RTI는 HLA 인터페이스 명세를 구현한 시스템 소프트웨어로써 페더레이션의 생성 및 페더레이트 사이의 통신을 제어 및 관리한다. RTI는 페더레이트가 네트워크에 대한 세부적인 정보 없이도 데이터 통신을 할 수 있도록 지원한다. 시뮬레이터는 HLA 규격을 준수하는 페더레이트(Federate)와 페더레이트의 집

개발하
가 같이
이 위치
문에서
:도구와
상호운
러한 방
:운용성
의 상호
복합 임
이후에
H/W를
가 증가
에서 상
결할 수

연수시험
(사용자)
→ 오류발견

구성요소를
같이 상호운
용성 시험

시스템들과
인터페이스)에
터를 말한다.
이들로 연
하는 역할을
상호운용 시험

합인 페더레이션(Federation)으로 구분된다. 시뮬레이터는 페더레이트의 객체 모델인 FOM에서 표준 인터페이스 정보를 제공받는다. 그리고 RTI를 통하여 다른 페더레이트(시뮬레이터)와 연동하게 된다.

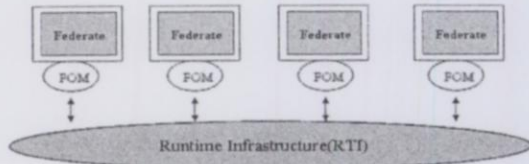


그림 5. HLA/RTI 구조
Fig. 5. Structure of HLA/RTI

3.3.2 MDA 기반 개발도구 확장

본 논문의 상호운용성 시험환경에는 시뮬레이터 부분과 함께 상호운용성 시험을 지원하는 개발도구가 포함된다. 개발도구는 [12]에서 개발한 HiMEM의 기능을 확장하여 개발한다.

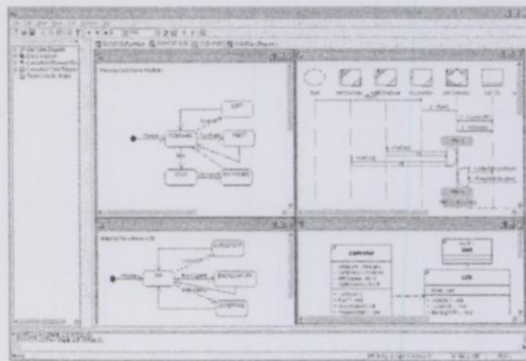


그림 6. HiMEM의 모델기반 개발
Fig. 6. Model based Development of HiMEM

HiMEM은 그림 6과 같이 executable UML을 사용하여 모델기반의 임베디드 시스템을 개발한다. 본 논문에서는 HiMEM의 시스템 모델링과정에 상호운용성 시험 정보(상호운용 데이터, 상호운용 인터페이스)를 입력하고 이를 시뮬레이터와 연계하여 상호운용할 수 있는 시험기능을 개발한다. HiMEM은 executable UML 모델링 언어의 다양한 다이어그램을 지원하여 정적 또는 동적으로 임베디드 시스템 모델링 및 구현을 지원한다. HiMEM에서의 상호운용성 시험의 특징은 MDA 기반 개발도구 이므로

executable UML 모델을 이용한 시스템의 설계가 개발에 해당된다는 점이다. 즉 내장형 시스템의 모델 기반 개발이 가능하여 설계단계에서 개발이 완료되므로 그림 3에서와 같이 설계단계에서 구현수준의 상호운용성 검증이 가능하게 된다.

3.4 상호운용성 시험 제어기

상호운용성 시험제어기는 그림 4에서 보는 바와 같이 HiMEM에서 입력받은 상호운용성 시험 데이터를 이용하여 시뮬레이터들과 상호운용성 시험을 수행한다. 그리고 상호운용성 검증 결과를 HiMEM에 통보하는 역할을 수행한다.

IV. 상호운용성 시험환경 구현

본 장에서는 앞 장에서 제시한 설계단계 상호운용성 시험환경의 구현에 관한 내용을 기술한다. 본 논문의 상호운용성 시험환경은 그림 7과 같은 구조를 갖는다. 먼저 RTI를 이용하여 기 구축된 시뮬레이터들이 상호 연결한다. 그리고 TCP/IP 망을 이용하여 외부 기관에서 운영하는 시뮬레이터들을 분산 환경에서 활용하는 것도 가능하다.

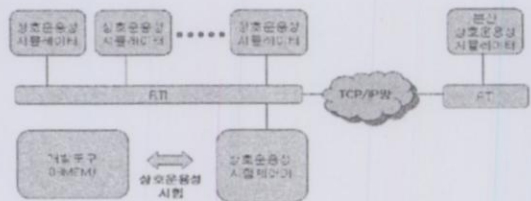


그림 7. 상호운용성 시험환경 구조
Fig. 7. Structure of Interoperability Test Environment

4.1 상호운용성 시뮬레이터의 설계 및 구현

상호운용성 시험환경에서 HLA/RTI 기반의 모의 시뮬레이터를 개발하기 위해서는 먼저 RTI 소프트웨어가 구동할 수 있는 환경을 설정하고 시뮬레이터에 해당하는 RTI 페더레이트를 개발하여 시뮬레이터를 구현한다. HLA/RTI에서의 시뮬레이터는 페더레이션 구현을 의미한다. 페더레이션의 구현은 앞

장에서 기술한 상호운용 규격 리스트(상호운용 데이터 및 인터페이스 리스트)를 바탕으로 구현된다. 본 논문의 연구범위가 상호운용성 검증이므로 상호운용 데이터가 내부 응용 프로그램에서 어떻게 처리되는지는 시뮬레이터에서 구현되지 않는다. 즉 체계의 외부 인터페이스에서 데이터가 잘 송수신되는지를 확인하는 부분이 시뮬레이터로 구현한다.

4.2 HiMEM의 상호운용성 시험기능 확장 개발

HiMEM은 MDA 기반으로 이종 소프트웨어 컴포넌트 모델링이 가능한 개발도구이다. 본 논문에서는 기존 HiMEM 개발도구의 기능에 추가하여 상호운용성 시험이 가능하도록 확장하였다. HiMEM이 사용하는 executable UML 노테이션을 확장하여 그림 8과 같이 상호운용성 시험규격 정보를 입력하여 모델링 할 수 있는 기능을 개발하였다.

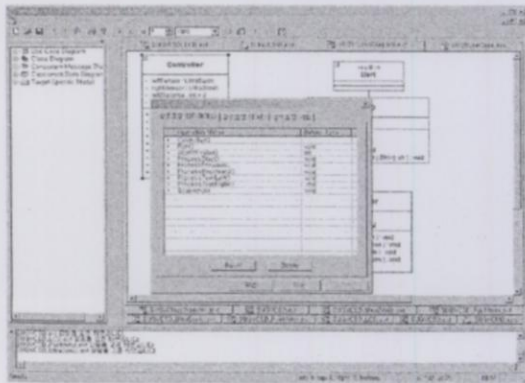


그림 8. 상호운용 시험정보 입력화면
Fig. 8. Input GUI of Interoperability Test Information

V. 시험사례

본 논문에서는 상호운용성 시험환경을 검증하기 위하여 그림 9와 같은 시험사례에 적용하였다. 시뮬레이션 환경은 이종 복합 시스템의 구성요소인 로봇병사[3]로 가정한 6축 로봇을 대상으로 로봇간의 상호운용성을 검증하였다. 로봇의 내장형 S/W를 HiMEM을 이용하여 개발하고, 본 논문에서 제안하는 시험환경을 이용하여 상호운용성 시험을 하였다 [14].

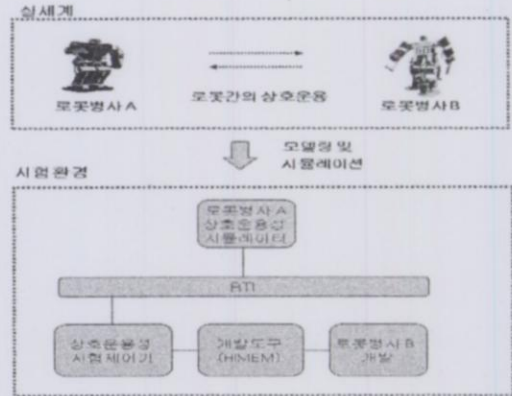


그림 9. 시험사례
Fig. 9. Test Case

그림 9에서 로봇병사 A는 이미 개발된 로봇병사이고 로봇병사 B는 로봇병사 A와 상호운용하는 신규 개발로봇이다. 이들 로봇간에는 40여 개의 외부 인터페이스를 이용하여 상호운용한다. 로봇병사 A는 기 개발 로봇이므로 로봇의 외부 인터페이스를 시뮬레이터로 구현하였다. 새로 개발하는 로봇병사 B는 HiMEM을 이용하여 설계단계에서 상호운용성을 검증하고 개발하였다. 검증과정에서 발생한 오류는 그림 10과 같이 HiMEM 개발도구에서 수정하고 시험하는 과정을 반복하였으며, 결과적으로 상호운용성이 검증된 로봇을 개발할 수 있었다.

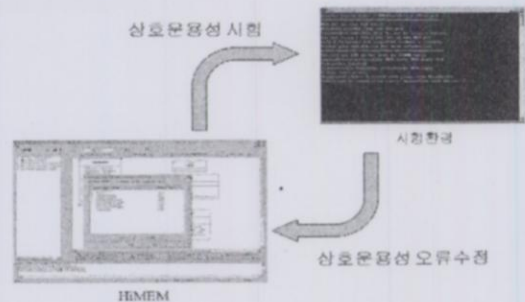


그림 10. 상호운용성 검증과정
Fig. 10. Interoperability Verification Process I

본 사례연구에서는 두 병사로봇간의 단순한 상호운용을 검증하였다. 그러나 이러한 시험결과를 그림 1의 복잡한 상호운용에 적용할 경우, 복합 시스템의 내부에 존재하는 복잡한 상호운용 요구사항을 효율적으로 검증할 수 있을 것이다.

VI. 결 론

본 논문에서는 이중 복합 임베디드 시스템의 상호운용성을 증진하기 위하여 설계단계에서 적용 가능한 모델링 및 시뮬레이션 기술을 이용한 상호운용성 시험환경을 제안하였다. 제안한 시험환경은 이미 개발된 시스템은 시뮬레이터로 시험환경을 구축하고, 새로 개발하는 시스템은 MDA 기반의 개발도구에서 시스템의 개발과 동시에 상호운용성을 검증한다. 본 시험환경은 MDA 기반의 개발방식을 사용하여 설계단계에서 상호운용성 검증이 가능하므로 임베디드 시스템의 H/W 구현 이전에 효율적으로 상호운용성을 확보할 수 있게 한다.

향후 연구분야는 구현단계에서 상호운용성 시험을 지원할 수 있는 시험도구의 개발 그리고 상호운용성 시험평가에 대한 통합된 프레임워크의 정립이 필요하다.

참 고 문 헌

- [1] "Level of Information System Interoperability (LISI)", C4ISR Architectures Working Group, 1998.
- [2] 류동국, 이상일, 조병인, 안병래, "국방 자동화 정보체계 상호운용성 시험 및 평가 시스템" 한국정보과학회지, 제23권, 제7호, 2005. 7
- [3] "Future Combat System", 미 국방부, <http://www.fcs.army.mil>
- [4] "C4I for the warrior: The Joint Vision for C4I Interoperability", 미국 국방부, 1998
- [5] 오행록, 한익준, 구홍서, "국방 소프트웨어 상호운용성 평가모델 현황", 한국정보과학회지, 제25권, 제9호, 2007. 9
- [6] 강성원, 신재휘, 성종진, 홍경표, "소프트웨어 상호운용성 시험체계와 방법론", 한국정보과학회 논문지 소프트웨어 및 응용, 제31권, 4호, 2004. 4
- [7] "ION 상호운용성 인증서비스", 한국정보통신기술협회, http://www.tta.or.kr/Home2003/ittl/ION_caleNDARlist.jsp

- [8] Mellor Stephen J., Marc J. Balcer, "Executable UML: A Foundation for Model Driven Architecture", Addison-Wesley, 2002
- [9] 윤석준, "SBA 추진을 위한 국방 M&S 핵심기술", 한국정보과학회지, 25권, 11호, 2007. 11
- [10] MND-AF 1.2, 국방부, 2007. 7
- [11] "Defense Modeling and Simulation Office", 미 국방부, <http://www.dmsomil>
- [12] 김우열, 김영철, "확장된 xUML을 이용한 MDA 기반 이중 임베디드 소프트웨어 컴포넌트 모델링에 관한 연구", 한국정보처리학회논문지 D, 제 14-D권, 제1호, 2007. 2
- [13] 류동국, 김영철, "이중 분산 컴포넌트 기반 시스템간의 상호운용성 수준 측정 기법", 한국정보처리학회논문지 D, 제12-D권, 제1호, 2005. 2
- [14] 김상원, 조선호, 허윤석, "구름 이동 로봇의 퍼지 제어기 연구", 한국정보기술학회 논문지, 제6권, 제1호, 2008. 2

저자소개

류 동 국 (Dong-Kuk Ryu)



1994년 : 중앙대학교 컴퓨터공학과 (공학사)

1996년 : 중앙대학교 컴퓨터공학과 (공학석사)

2003년 ~ 현재 : 홍익대학교 컴퓨터공학과 박사과정

관심분야 : 상호운용성 시험평가, 시험성숙도 모델, CBD 방법론

김 영 철 (Robert Young-Chul Kim)



2000년 : Illinois Institute of Technology (공학박사)

2000년 ~ 2001년 : LG 산전 중앙연구소 Embedded System 부장

2001년 ~ 현재 : 홍익대학교 컴퓨터정보통신 부교수

관심분야 : 테스트 성숙도 모델, 임베디드 S/W 개발 방법론 및 도구 개발, 상호운용성 시험