



한국정보처리학회

12권 제1호
Vol. 12 No. 1



2010

한국 소프트웨어공학 학술대회 논문집

Proceedings of 2010 Korea Conference on
Software Engineering

- 일시 : 2010년 2월 8일(월)~10일(수)
- 장소 : 한화 휘닉스 파크(강원도 평창)

주최 : 한국정보과학회, 한국정보처리학회

주관 : 한국정보과학회 소프트웨어공학 소사이어티
한국정보처리학회 소프트웨어공학 연구회
정보통신산업진흥원 부설 소프트웨어공학센터
한국 전자 통신 연구 원 (E T R I)

후원 : KAIST 프로세스 개선센터(SPIC), 고려대학교 고신뢰 융합
소프트웨어공학센터(CEEDS), 단국대학교 금융IT를 위한
소프트웨어공학연구센터(SERC-FIT), (주)모아소프트, 서강
대학교 SW 요구 및 검증공학 센터(ReVeT), 포항공과대학교
융합소프트웨어개발 연구센터(COSDEC), 숭실대학교 모바일
서비스 소프트웨어공학센터(MSSEC)

4. 요구사항 단계에서의 메뉴 관계 분석을 통한 휴대폰의 사용성 측정 이희진(KAIST), 이준상(LG전자), 배두환(KAIST)	228
5. AUTOCL을 이용한 전장용 소프트웨어 Basis Software의 구문 검사 임형주, 권기현(경기대), 한태만, 남현순(ETRI)	234
6. 요구공학단계에서 가치기반의 테스트 계획 수립 한영섭(국방기술품질원), 김능희, 이동현, 이명락, 인호(고려대)	240
7. 서비스 코래어그래피 기반 웹 서비스 조합의 상호작용 테스트 기법 정아랑, 국승학, 김현수(충남대)	248
8. 동적 심볼릭 수행을 응용한 테스트 케이스 자동 생성 도구 비교 김윤호, 김문주(KAIST)	256
9. ESC/Java2를 위한 루프 불변 조건 제안 박호진, 권기현(경기대)	263
10. 계층형 큐잉 패트리넷 모델을 이용한 소프트웨어 수행성 분석 도구 박철현, 윤현상, 이은석(성균관대)	269
11. PLC 응용소프트웨어 재사용성 및 유지보수성 향상을 위한 소프트웨어 공학 원칙 적용 사례연구 양진석(포항공대), 김용수(포스코), 강교철(포항공대) 이상은, 이혁재(NIPA)	276
12. 시스템 프로파일 기법을 이용한 이종 복합 시스템의 상호운용성 검증모델 설계 류동국, 장우성, 김영철(홍익대)	283
13. SMT Solver를 이용한 프라임 경로 커버리지 기준을 만족하는 실행 가능한 테스트 경로 찾기 홍승안, 권기현(경기대)	289
14. Metric과 SW Visualization을 이용한 Modifiability의 측정과 개선 김남순, 배두환(KAIST)	297
15. 고신뢰 융합소프트웨어를 위한 소프트웨어공학 기술 적용 차성덕, 인호, 최진영, 김선한, 백두권, 백준걸, 이희조, 장길수, 최재순, 이정주, 남원홍(고려대), 이상은, 이혁재, 선요섭(NIPA)	304

산업체 문제제기 및 SE 선진화 포럼 발표

<산업체 문제제기>

1. 산학과제를 통한 맞춤형 인재 양성 제언 홍성의(오토에버시스템즈)	315
---	-----

시스템 프로파일 기법을 이용한 이중 복합 시스템의 상호운용성 검증모델 설계

류동국

홍익대학교 컴퓨터공학과
서울 마포구 상수동 72-1
dkryu@selab.hongik.ac.kr

장우성, 김영철

홍익대학교 컴퓨터정보통신공학과
충남 연기군 조치원읍 신안리 300
bob@selab.hongik.ac.kr

요약: 국방, 금융, 행정 등 여러 분야의 시스템들이 이중 복합 시스템으로 구성되어 개발되고 있다. 이러한 시스템들은 데이터 및 서비스를 다른 시스템에 의존하여 시스템간 상호운용이 많이 발생한다. 그러나 이중 복합 시스템으로 복잡하게 구성된 시스템들권을 체계적으로 상호운용되도록 개발하는 것은 매우 어려운 문제로 인식되고 있다. 본 논문에서는 이중 복합 임베디드 시스템의 개발과정에서 개발자가 상호운용 모듈이 정확하게 구현되었는지를 검증할 수 있는 상호운용성 검증모델을 설계하였다.

복잡해짐에 따라, 개발이 완료된 후 타 시스템과의 상호운용에 많은 문제점이 발생하여 운영에 어려움을 겪는 현상이 자주 발생하고 있다[1,4]. 이러한 문제점들은 체계 개발과정에서 외부 시스템과의 상호운용성을 체계적으로 검증하지 못하여 발생하는 문제점이다. 상호운용성 검증은 사용자가 요구하는 상호운용 요구사항이 시스템에 정확하게 반영되어 개발되었는지를 확인하는 작업이다. 즉, 개발이 완료된 시스템이 외부 시스템과의 상호운용이 정확하게 동작하는 가를 확인하는 것이다[5].

핵심어: 프로파일, 상호운용성, 검증

1. 연구배경

국방, 금융, 행정 등의 시스템들은 대규모의 복합 시스템으로 시스템을 개발하고 있다. 이러한 형태의 시스템은 이중의 운영체제 및 개발환경으로 개발된 시스템을 포함하는 이중 복합 시스템으로 구성된다[4]. 이중 복합 시스템은 시스템을 구성하는 단위 시스템 간 또는 외부 시스템 간에 많은 상호운용성이 발생한다. 예를들어 국방정보 시스템은 국방정보 시스템을 구성하는 여러 단위 (육·해·공군) 시스템들을 통합한 하나의 이중 복합 시스템이고 단위 시스템간에 많은 상호운용이 발생한다[7]. 일반적으로 복합 시스템을 구성하는 단위 시스템들은 동종의 시스템 형태로 구현되지 않고, 여러 이중 시스템 형태로 구성된다. 그리고 현재 개발되는 많은 복합 시스템들이 <그림 1>에서와 같이 상호운용의 형태가

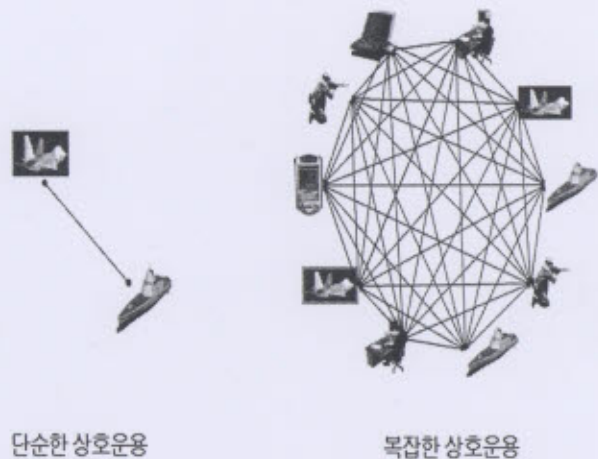


그림 1 상호운용의 형태

이중 복합 시스템에서 시스템간 상호운용성 확보

* 본 연구는 교육과학기술부와 한국산업기술진흥원의 지역혁신인력양성사업으로 수행된 연구결과임.

를 위한 기존 연구는 <그림 2>와 같이 평가모델 기술과 시험기술로 분류할 수 있다. 평가모델 기술은 LISI(Levels of Information System Interoperability), SOSI(System of System Interoperability)와 같이 상호 운용성 평가모델을 개발하여 상호운용성을 증진하는 방법이다[8,9]. 그리고 시험기술은 개발 및 운용시험에서 정적 또는 동적 시험기법을 이용하여 상호운용성을 증진하는 방법이다.

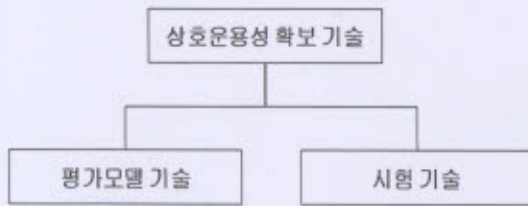


그림 2 상호운용성 확보기술 분류

기존 연구의 문제점은 평가모델과 시험기술에서 체계적으로 시스템간의 상호운용성을 검증하지 못한 점이다. 기존의 평가모델에서 대표적인 모델인 LISI는 시스템의 설계까지 적용되는 기술의 표준화에만 기여할 뿐, 상호운용 모듈의 구현이나 검증에는 적용할 수 없다. 또한 시험기술은 상호운용 요구사항을 확인하는 방식의 시험이 이루어진다. 평가모델의 자료를 이용하여 체계적인 상호운용성 검증은 이루어지고 있지 않고 있다.

본 논문에서는 대표적인 상호운용성 평가모델인 LISI 모델의 시스템 프로파일링 메커니즘을 활용한 상호운용성 검증 모델을 제시한다. 본 논문의 상호운용성 검증모델은 기존 LISI 프로파일에 상호운용성 검증에 필요한 정보를 추가하고, 프로파일의 정보를 활용하여 상호운용성을 검증하는 모델이다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 제 2 장에서는 관련연구로서 LISI 모델에 대하여 설명한다. 3 장에 프로파일을 이용한 상호운용성 검증 기법을 제시한다. 그리고 4 장에서 결론을 맺는다.

2. 관련연구

2.1 LISI 모델 개요

본 장에서는 정보 시스템의 상호운용성을 측정하는 모델인 LISI(Level of Information System Interoperability)에 대하여 설명한다 [1]. LISI는 미국방성에서 1998년에 개발되어 사용되어 오고 있다. LISI의 구성은 CMM(capability Maturity Model)에서의 성숙도 모델과 유사한 구조를 가지고 있다. LISI는 상호운용성을 5단계의 수준으로 정의하고 있으며 상호운용성을 평가할 수 있는 평가 프레임워크와 프로세스를 포함하고 있다. 평가 모델과 평가 프로

세스는 공개되어 있으나 구체적인 평가를 위한 질의서는 현재 외부에 공개되어 있지 않다. 따라서 LISI 평가 모델에 따라 상호운용성을 평가하기 위해서는 상호운용 대상 시스템의 정보를 수집하는 질의서의 개발이 중요하고 선행되어야 한다. 본 논문에서는 국방기술구조에서 정의하는 국방정보기술표준을 기반으로 하는 질의서를 개발하여 사용하였다.

2.2 LISI 모델 구성요소

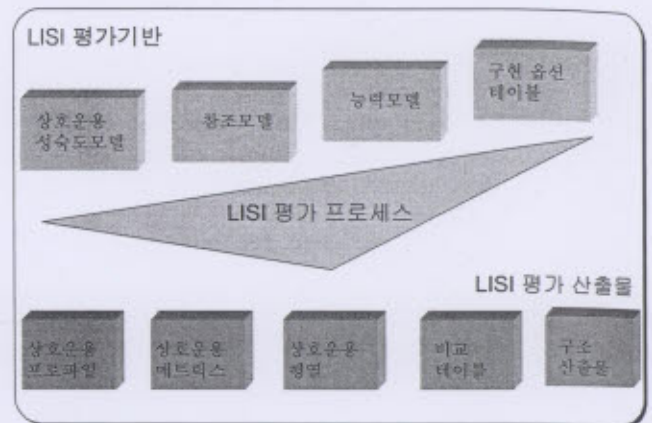


그림 3 구성요소

<그림 3>은 LISI 모델의 구성요소를 나타낸다. LISI 모델은 상호운용성을 평가하는 기반환경이라 할 수 있는 LISI 평가 기반과 이를 활용하여 평가 하는 평가 프로세스 그리고 평가 결과에 해당하는 LISI 평가 산출물로 구성된다. LISI에 의한 상호운용 평가는 먼저 구조화된 상호운용 질의서를 이용하여 평가 대상 시스템의 정보를 수집한다. 질의서를 통하여 수집된 정보는 LISI 평가 기반에서 정의된 상호운용 성숙도 모델, 참조 모델, 능력 모델, 구현 옵션 테이블을 이용하여 LISI 평가 프로세스를 통하여 상호운용 프로파일, 상호운용 매트릭스, 상호운용 행렬, 비교 테이블, 구조 산출물 등의 LISI 평가 산출물을 생성하게 된다. 생성된 평가 산출물을 바탕으로 시스템의 상호운용성을 평가 분석한다.

○상호운용 성숙도 모델 : 시스템의 상호운용 요구능력을 <그림 4>와 같이 6개의 수준으로 표시한다. 요구되는 상호운용 능력을 정보 교환, 상호협력, 자료와 응용 관계, 컴퓨팅 환경에 따라 격리, 불완전, 연결, 기능적, 도메인, 전군적으로 상호운용 수준을 구분한다. 각 수준의 세부적인 요구 능력은 다음과 같다.

- 수준 0 (격리): 타 시스템과의 상호운용이 이루어지지 않고 독립적으로 운용되는 수준

· 수준 1 (불완전): 상호운용이 이루어지고 있으나 사람이 디스켓 등을 이용하여 수동적으로 이루어지는 수준

· 수준 2 (연결): 동종의 자료를 이용하여 컴퓨터간에 1:1 방식으로 이루어지는 상호운용 수준

· 수준 3 (기능적): 개별적인 응용 프로그램으로 이종의 자료에 대하여 상호운용이 가능한 수준

· 수준 4 (도메인): 도메인 내부에서 개별적인 응용 프로그램으로 공유된 데이터베이스를 이용하여 상호운용이 가능한 수준

· 수준 5 (전군적): 전군의 도메인간의 자료공유와 협력의 가상공간을 제공하는 상호운용 수준

특징 수준	정보교환	상호협력	자료 & 응용관계	컴퓨팅 환경
5 전군적	전군적 공유자료	협력가능 공간	공유된 자료 공유된 응용	
4 도메인	공유된 데이터베이스	전보통	공유된 자료 개별적 응용	
3 기능적	이종의 자료	특정만	개별적 자료 개별적 응용	
2 연결	동종의 자료	기본	개별적 자료 개별적 응용	
1 불완전	수동적 교환	인간	개별적 자료 개별적 응용	
0 격리	없음	없음	개별적 자료 개별적 응용	

그림 4 성숙도 모델

2.3 상호운용성 평가 메커니즘

상호운용성의 평가 메커니즘은 <그림 5>와 같다. 상호운용 능력모델에서 상호운용성 수준에 대한 정의를 한다. 이러한 상호운용 능력을 평가하기 위하여 질의서를 바탕으로 평가자가 대상 시스템에 대하여 상호운용 능력을 평가한다. 평가 결과는 대상 시스템이 사용한 구현옵션(제품, 표준 등)에 대하여 상호운용 능력결과를 상호운용 프로파일 형태로 저장하게 된다. 저장된 상호운용 프로파일을 바탕으로 평가 대상 시스템에 대한 상호운용성을 평가한다.

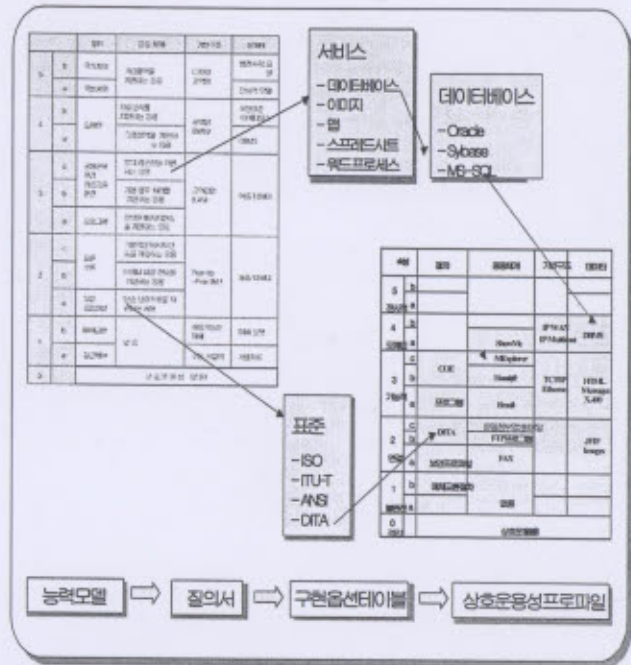


그림 5 평가 메커니즘

상호운용성의 측정 결과는 <그림 6>과 같이 표시한다. 먼저 수준 측정 유형은 일반적인 상호운용 시험 유형을 나타낸다. 일반적인 형태의 G는 시스템 자체의 상호운용 능력을 나타내며 체계 쌍 간의 상호운용성은 E, 특정한 환경에서의 상호운용성은 S로 표시한다. 그 다음에 표시되는 숫자는 시스템의 상호운용성속도를 나타낸다. LISI에는 상호운용을 5단계의 성속도로 표시한다. 끝에 표시된 앞파벳 문자는 세부 단계를 표시한다. 일반적으로 a, b, c 3 단계로 나눈다.

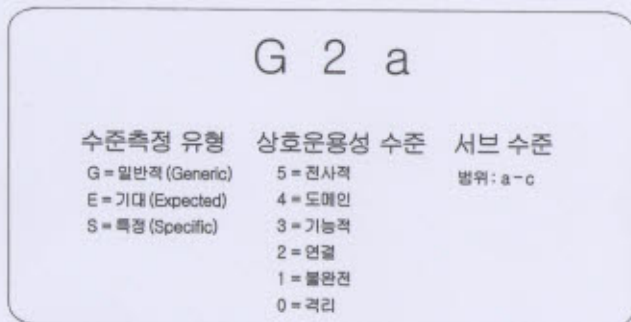


그림 6 상호운용성 수준

2.4 LISI 모델 평가 프로세스

LISI의 상호운용 평가 프로세스는 <그림 6>과 같다. 그림에서 ①단계와 ②단계는 상호운용성

평가를 위한 지침을 제정하여 표준 및 평가 모델을 만드는 단계이고, 일반적인 상호운용성 평가는 ③단계에서 ⑥단계까지를 포함한다. 평가 단계별 내용은 다음과 같다.

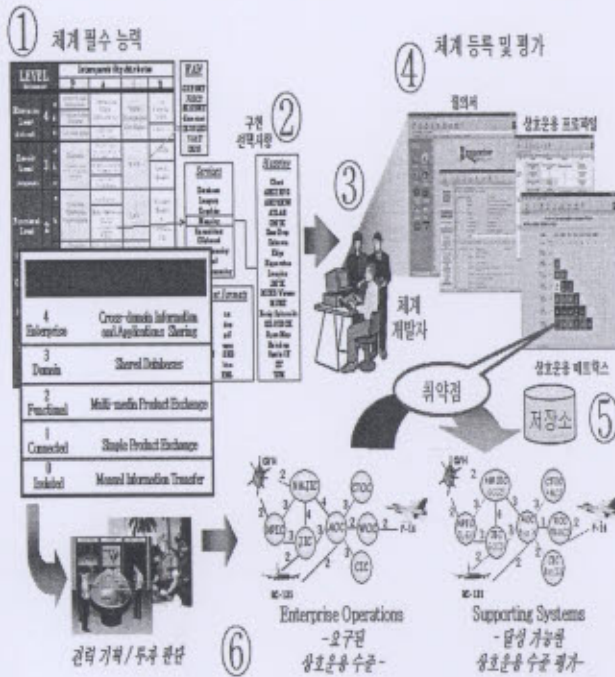


그림 7 평가 프로세스

- 상호운용에 대한 정의, 표준, 지침을 제정하여 상호운용 평가 환경을 정립한다.
- LISI 성숙도 모델, 참조 모델, 구현 옵션을 개발하여 상호운용성 평가를 가능하게 한다.
- 상호운용 질의서에 개발 시스템에 대한 구현 정보(구현 옵션)를 입력한다.
- 질의서에 입력된 정보를 바탕으로 평가 대상 시스템의 상호운용 능력에 관련된 정보를 종합한 상호운용 프로파일을 작성한다.
- 상호운용 프로파일을 바탕으로 상호운용성을 평가하고 평가 결과를 저장한다.
- 더욱 향상된 상호운용 수준을 확보하기 위하여 시스템의 구현 옵션을 조정하고 시스템 개발에 반영한다.

3. 상호운용성 검증모델 설계

본 장에서는 상호운용성 검증모델의 설계에 필요한 사항에 대하여 기술한다. 먼저 검증 모델에서 필요한

정보를 포함하고 있는 LISI 파일을 기술하였다. 그리고 상호운용성 속성 변경, 검증을 위한 프로파일을 기술하고, 검증모델의 구조를 설계에 대하여 기술하였다.

3.1 기존 LISI 모델 프로파일

<그림 8>은 LISI 모델의 프로파일의 근간이 되는 능력모델이다. 능력모델은 LISI 성숙도 모델의 각 수준에서 요구되는 상호운용 능력을 체계적으로 기술한 표이다. LISI 모델의 평가결과는 이러한 능력모델에 해당하는 구체적인 적용기술이 입력하여 하나의 집합으로 관리하는 것이다. LISI 평가과정에서 입력된 기술들이 LISI 평가결과 산출물인 프로파일이다. 즉, LISI 모델의 상호운용성 속성인 PAID, 즉 절차(Procedure), 응용(Application), 기반구조(Infrastructure), 데이터(Data) 별로 시스템에 적용된 기술표준들이 프로파일에 식별된다. LISI 프로파일은 기술표준의 집합이라고 할 수 있다. 시스템의 개발에 적용된 기술표준, 절차, 응용 등을 식별하여 속성에 따라 분류한 것이다. 그리고 그 식별된 정보를 분석하여 상호운용성 수준이 결정되게 된다.

		절차	응용 체계	기반구조	데이터
5	b	국가차원	가상협력을 지원하는 응용	다차원 광역망	법 정시적 모델
	a	국방차원			전시적 모델
4	b	도메인	자료공유를 지원하는 응용	광역망 (WAN)	국방표준 데이터요소
	a		그룹협력을 지원하는 응용		
3	c	공동운용 환경	임의 접근성을 지원하는 응용	근거리망 (LAN)	이중 데이터
	b	자료공유 환경	기본 업무 처리를 지원하는 응용		
	a	프로그램	전보된 메시지 전송을 지원하는 응용		
2	c	표준 응용	기본메시지 전송을 지원하는 응용	Peer-to-Peer 통신	동등 데이터
	b		데이터 파일 전송을 지원하는 응용		
	a	보안 프로파일	단순 상호작용을 지원하는 응용		
1	b	매체교관	없음	이동가능한 매체	매체 포맷
	a	접근개어		수동 제어력	개별자료
0		상호운용성 없음			

그림 8 LISI 프로파일

3.2 상호운용성 속성 변경

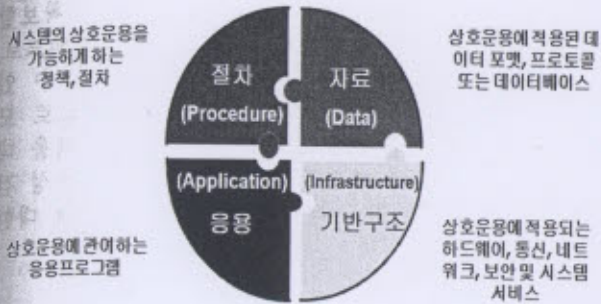


그림 9 LISI 상호운용성 속성

상호운용성 검증을 위해서는 먼저 LISI의 상호운용성 속성의 변경이 필요하다. 기존 LISI 속성은 <그림 9>와 같이 절차, 응용, 기반구조, 자료로 단순 분류한 것이다. 본 논문에서는 기존 LISI 속성을 <그림 10>과 같은 형태로 변경하였다. LISI 모델에서 수준으로 측정되기 위해서는 해당 수준의 모든 속성이 만족되어야 하므로, 기술표준들을 하나로 통합하는 것이 효과적이다. 즉, <그림 10>과 같이 기술표준 하나의 속성으로 통합이 가능하다. 그리고 상호운용성 검증을 위하여 인터페이스 및 방법 속성을 추가한다. 인터페이스 속성은 상호운용성 검증에 필요한 인터페이스를 정의한다. 그리고 방법속성에서는 시스템 개발에 관련된 방법론 등이 포함된다.

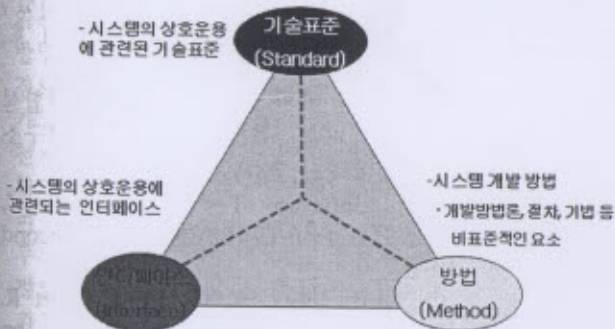


그림 10 검증모델의 상호운용성 속성

○ 기술표준 속성 : 기술표준 속성은 시스템에 적용된 기술표준을 말한다. 본 논문에서는 국방기술표준인 DITA(Defense Information Technical Architecture)를 표준 기술로 활용하였다. DITA는 국방 정보 시스템의 개발에 있어서 상호운용성에 관련된 표준을 식별한 것이다. 따라서 DITA 적용 여부를 프로파일에 포함하면 시스템간 상호운용에 필요한 표준을 식별할 수 있다.

○ 인터페이스 속성 : 인터페이스 속성에는 시스템의 외부 인터페이스에 대한 명세를 포함한다.

상호운용은 두 체계간의 인터페이스 정보가 필요하므로 두 체계의 인터페이스 스펙과 연동하는 데이터에 대한 정보가 포함된다.

○ 방법 속성 : 방법 속성은 기술표준 속성에는 포함되지 않지만 시스템 개발에 적용되는 표준 방법론을 의미한다. 시스템 개발에 적용되는 국방 아키텍처 프레임워크(MND-AF), 개발 프로세스, 컴포넌트 개발 방법론 등이 이에 해당된다. 이러한 방법론들은 문서 산출물을 생산하고, 상호운용에 관련된 정보를 포함하게 된다.

3.3 상호운용성 검증 프로파일

상호운용성 검증을 위한 프로파일은 검증을 위한 시스템간의 인터페이스와 개발에 적용된 표준 그리고 관련된 보안기술, 개발 문서들을 포함되어야 한다. 시스템간의 인터페이스는 체계간의 상호운용성 인터페이스 명세가 포함된다. 인터페이스 명세는 인터페이스 이름, 상호운용 데이터, 개발언어 등의 구체적인 정보를 기술한다. 그리고 인터페이스에 적용된 표준들을 식별하여 기술한다. 그리고 개발문서들은 별도로 등록되고 저장소에 저장하여 관리한다.

3.4 상호운용성 검증 모델 구조

<그림 11>은 상호운용성 검증모델의 구조이다. 기존 LISI 모델의 구조와 비슷하게 평가기준을 이용하여 질의 및 응답을 수행한다. 평가기준은 상호운용성 검증을 위한 구조로 설계한다. 평가산출물은 평가결과인 상호운용성 프로파일, 상호운용성 수준이 생성되고 상호운용성 검증을 위한 모의 시험환경 및 구성자료가 생성된다. 끝으로 상호운용성 검증을 위하여 모의기 및 실체계를 활용한다.

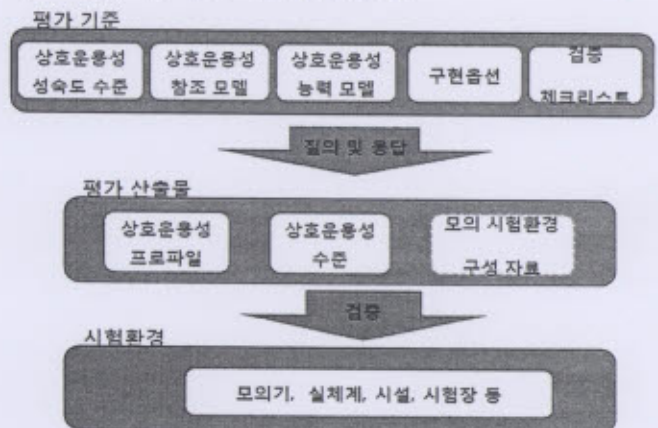


그림 11 상호운용성 검증모델 구조

3.5 상호운용성 검증 메커니즘

상호운용성 검증은 프로파일 비교를 통한 상호운용성 검증 방식과 프로파일의 정보를 이용하여 시뮬레이터를 개발하는 방식이 있을 수 있다. 먼저 프로파일 비교를 통한 상호운용성 검증은 <그림 12>과 같이 프로파일 내부에 기술된 상호운용성 인터페이스 정보를 비교하여 두 체계의 외부 인터페이스가 상호운용이 가능한지를 검증하는 방식이다. 이러한 방식의 상호운용성 검증은 시스템 설계단계에서 유용한 상호운용성 검증기법이다. 설계단계에서는 설계문서를 작성하는 단계이므로, 설계문서 수준에서 외부 인터페이스를 정확하게 식별하여 시스템의 상호운용에 관련된 모듈이 정확하게 설계될 수 있도록 지원 및 검증할 수 있다[5].

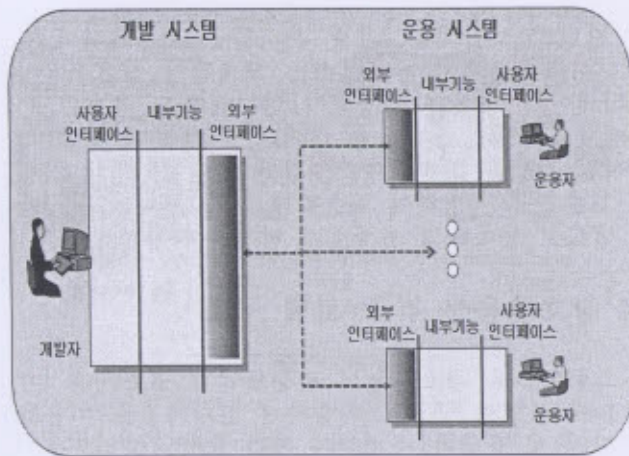


그림 12 상호운용성 검증 범위

설계단계 이후에는 소스코드가 개발되므로 소스코드 수준의 상호운용성 검증이 필요하다. 상호운용성 검증을 위한 시험을 수행하기 위해서는 실제계와 연결한 상태에서의 시험이 필요하다. 그러나 실제 운영중인 임무중심적인 체계를 대상으로 상호운용성 시험을 수행하기 위해서는 많은 어려움이 발생한다. 이러한 경우 실제 체계와 유사한 시뮬레이터를 개발하여 시험에 사용하는 방법을 이용하여 시험을 할 수 있다.

4. 결론 및 향후 연구

이종 시스템으로 구성되는 복합 시스템의 개발에 있어서 상호운용성의 검증이 중요한 요소로 부각되고 있다. 본 논문에서는 기존 LISI 모델을 개선하여 상호운용성 검증을 지원하는 모델을 설계하였다. 본 논문에서 제안하는 상호운용성 검증 모델은 시스템의 분석 및 설계 과정에서 상호운용성 검증에 필요한 자료를 프로파일에 저장하고, 이 자료를 상호운용성 검증에 활용하는 방식으로 상호운용성을 검증한

다. 본 논문에서 제시하는 상호운용성 검증모델은 이종 복합 시스템의 상호운용성을 효과적으로 확보할 수 있고, 프로파일 정보들이 저장되어 관리되므로, 시스템간의 상호운용성을 체계적으로 관리할 수 있다. 현재 검증모델은 국방정보시스템을 대상으로 모델이 설계되어 있다. 향후 일반적인 정소시스템을 대상으로 모델 확장이 필요하다. 그리고 상호운용성 검증모델을 지원하는 도구의 개발 및 검증환경에 대한 연구도가 필요하다.

참고문헌

- [1] "Level of Information System Interoperability (LISI)", C4ISR Architectures Working Group, 1998.
- [2] 오행득, 한익준, 구홍서, "국방 소프트웨어 상호운용성 평가모델 현황", 한국정보과학회지, 제 25 권, 제 9 호, 2007. 9
- [3] 류동국, 이상일, 조병인, 안병래, "국방 자동화 정보체계 상호운용성 시험 및 평가 시스템" 한국정보과학회지, 제 23 권, 제 7 호, 2005. 7
- [4] "C4I for the warrior: The Joint Vision for C4I Interoperability", 미국 국방부, 1998
- [5] 류동국, 김영철, "이종 복합 임베디드 시스템의 상호운용성 검증을 위한 모델링 및 시뮬레이션 기반 시험환경 설계 및 구현, 한국정보기술학회 논문지, Vol 7 No2, 09. 4
- [6] 류동국, 김영철, "이종 분산 컴포넌트 기반 시스템간의 상호운용성 수준 측정 기법", 한국정보처리학논문지 D, 제 12-D 권, 제 1 호, 2005. 2
- [7] 김영철, "컴포넌트 기반 체계 상호운용 적합성 평가 및 인증 기술 연구", 국방과학연구소 위탁과제, 홍익대학교, 2004
- [8] Boria Beizer, "Software Testing Techniques", International Thomson Computer Press Second Edition, 1990
- [9] Thomas C. Ford, John M. Colombi, Scott R. Graham, David R. Jacques, "A Survey on Interoperability Measurement", 12th ICCRTS, 2006. 6.