

무기체계 임베디드 SW의 CBD 기반 테스트 프로세스 설계

김재환*, 윤희병**

국방대학교 전산정보학과

e-mail:kimch092@yahoo.co.kr*, hbyoon@kndu.ac.kr**

Design The CBD based Test process for Weapon System Embedded SW

Jaehwan Kim* Heebyung Yoon**

Dept of Computer & Information Science, Korea National
Defense University

요 약

본 연구에서는 CBD기반 무기체계 임베디드 SW의 테스트 프로세스를 설계한다. 설계는 두 가지 방법으로 수행되며, 하향식 접근방법으로 프로세스 개발과정을 분석하고 상향식 접근방법으로 산출물을 분석한다. 이를 위해 정보체계 개발방법론으로 국방부의 '국방 CBD 방법론'과 한국전자통신연구원의 '마르미III'를 분석하고, 무기체계/임베디드 개발 방법론으로는 미국 국방성의 'MIL-STD-498'과 유럽의 임베디드 개발방법론인 'DESS' 방법론을 분석한다. 분석 자료를 토대로 무기체계 임베디드 SW 테스트를 위한 구성요소를 도출하고, IDEFO 표기법을 활용하여 테스트 프로세스를 설계한다. 또한 제안한 테스트 프로세스를 TPI 모델을 통하여 평가한다.

1. 서론

최근 무기체계는 첨단화·정밀화 추세로 발전하고 있으며, HW 중심에서 SW 중심으로 급속히 전환되어 가고 있다[1]. 군에서 사용하는 정밀무기 뿐만 아니라 첨단 전자·정보통신기기의 핵심이 SW라는 것은 주지하는 사실이며, 항공기, 함정, 미사일 등에 내장·운용되는 임베디드 SW는 핵심중의 핵심으로 일반 범용 SW와는 달리 매우 복잡하고, 국방분야에서 그 비중이 급속히 늘어나고 있다.

테스트 측면에서 보면 SW의 복잡도 증가에 따라 결합가능성이 증가하고 있으며 테스트의 특성상 설계단계의 결합수정비용에 비해 시스템 테스트의 결합수정비용은 50배이상 소요되며[2] 테스트 비용이 전체 개발비용의 60%를 차지하는 등 테스트의 중요성은 점차 증가하고 있다[3]. 또한 규모가 큰 SW 개발에서 동작실패로 인한 SW 실패 비율은 75%를 상회하고 있으며[1], 이에 따라 새로운 개발환경에 적합한 무기체계 임베디드 SW의 품질향상을 위한 테스트 프로세스가 필요하다.

이에 본 논문에서는 국방 무기체계 임베디드 SW 테스트를 위한 테스트 프로세스를 설계하여 SW의 테스트 데이터 재사용성을 통한 SW의 유지보수성을 제고하고, 국방 무기체계 임베디드 SW 테스트를 위한 테스트 가이드라인을 제시하는데 그 목적이 있다.

2. 관련 연구

2.1 CBD 기반 개발방법론

SW 개발방법론은 SW를 개발하기 위한 작업방법이나, 절차, 산출물, 기법 등을 논리적으로 정리해 놓은 체계를 말한다[4]. 이러한 개발방법론은 프로그래밍 언어의 발전과 함께 진화하였는데, 1970년대에는 구조적 개발방법론으로, 1980년대에는 객체지향 개발방법론으로, 이후 2000년대에서는 컴포넌트 기반 개발방법론으로 발전하였다[5]. 컴포넌트 중심 SW 개발이란 독립적인 기능을 수행하는 다양한 컴포넌트 SW의 집합으로부터, 필요한 기능을 수행하는 하나 이상의 컴포넌트를 결합하여 원하는 SW를 개발하는 기술이다[6]. 이러한 컴포넌트 중심 개발은 과거 구

조적 방법이나 객체지향기술이 해결하지 못한 개발 생산성, SW 재사용성, 시스템 유지보수성을 향상시킬 수 있는 대안으로 주목 받고 있다.

2.2 임베디드 시스템 개발절차 및 테스트

일반적인 SW 개발절차에 비해 임베디드 시스템 개발절차는 설계 단계에서 HW 설계, SW 설계 그리고 인터페이스 영역 설계가 HW/SW 설계와 동시에 이루어진다는 것이 특징이다. 이러한 임베디드 시스템 개발은 단순한 범용 SW 개발에 비해 복잡하며 고난도의 기술을 요구할 뿐만 아니라, 테스트에서도 HW를 고려한 테스트가 이루어져야 한다.

컴포넌트 기반 임베디드 시스템 테스트는 독립적으로 하나의 기능을 수행하는 컴포넌트 테스트를 기본으로 한다. 테스트 단계로는 컴포넌트 테스트, 통합 테스트, 시스템 테스트 등이 있으며, 인수테스트나 필드 테스트는 연구범위에서 제외한다.

컴포넌트 테스트는 SW 단위 기능이 제대로 수행되는가를 테스트 하고, 통합 테스트는 컴포넌트와 컴포넌트의 결합 혹은 SW와 HW의 통합을 인터페이스를 통해서 시스템이 정상작동 하는지를 테스트한다. 그리고, 시스템 테스트는 하나 이상의 서브-시스템의 결합을 확인하는 것으로 임베디드 시스템의 최종단계 산출물을 통하여 사용자가 요구하는 시스템 요구사항을 만족하는지 테스트한다.

3. 기존 개발방법 분석

3.1 개발특징 분석

본 논문에서는 컴포넌트 기반 무기체계 SW 테스트 프로세스를 설계하기 위하여 기존 개발방법론 중에서 정보체계 개발방법론인 국방부의 '국방 CBD 방법론'과 한국전자통신연구원의 '마르미 III'를 분석하고, 무기체계/임베디드 개발방법론으로는 미국 국방성의 무기/정보체계 개발방법론인 'MIL-STD-498'과 유럽 6개국에서 공동 개발한 임베디드 개발방법론인 'DESS'에 대하여 분석하였다. <표 1>은 개발특징을 비교 분석한 것으로 각각의 방법론에 따른 개발 특징을 알 수 있으며, 이들 개발방법론은 모두 CBD 기반의 방법론을 채택하고 있다. 또한 개발방법론에 비해 무기체계/임베디드 개발방법론의 특징은 'MIL-STD-498'과 'DESS' 개발방법론 모두 개발 과정에 테스트를 위하여 "HW 통합 및 테스트"를 채택하고 있다. 이는 임베디드 개발과정의 특징이기도 하다.

<표 1> 개발특징 분석

구 분	정보체계 개발방법론		무기체계/임베디드 개발방법론	
	국방CBD	마르미 III	MIL-STD-498	DESS
목적	국방분야 표준화된 CBD 방법론 제공	체계적인 컴포넌트 기반 개발 및 관리절차 확립	무기/자동화 정보시스템 개발적용	임베디드 실시간 시스템을 위한 컴포넌트 기반 개발방법론
범위	공학적 생명주기	공학적 생명주기	공학적 생명주기 + 사업관리 요소	공학적 생명주기 + 관리지침
HW 통합 및 테스트	×	×	○	○
CBD 프로세스 지원	○	○	개발지침 제공하나 개발방법론은 규정의 없음	○
개발특징	정보화 시스템 개발로 제한	검진적/진화적 개발 및 프로토타입 개발	총괄적 설계 및 검진적/진화적 개발 수용, 프로토타입 부분적 기능 제공	반복 개발 및 반복 검증

3.2 테스트 프로세스 분석

SW 테스트에서 품질향상을 위한 중점은 크게 테스트 프로세스 관점의 Verification 과 산출물 중심의 Validation 으로 구분할 수 있다. <표 2>에서는 프로세스 측면의 세부절차를 분석하기 위하여 4가지 방법론을 테스트 프로세스 측면에서 분석한 결과이다.

<표 2> 기존 테스트 프로세스 비교 분석

구 분	작업	정보체계 개발방법론		무기체계/임베디드 개발방법론		공통/필수 항목
		국방CBD	마르미 III	MIL-STD-498	DESS	
테스트 준비	테스트 계획	●	●	●	●	계획
	컴포넌트 테스트 설계	●	●			계획
컴포넌트 테스트	데이터베이스 구축	●				저장소
	SW컴포넌트 테스트	●	●	●	●	SW컴포넌트 테스트
	HW컴포넌트 테스트			●	●	HW컴포넌트 테스트
통합 테스트	사용자 인터페이스 구현	●				설계단계에서 실시
	통합 테스트 설계	●	●			계획
	SW 통합 테스트	●	●	●	●	SW통합 테스트
시스템 테스트	SW/HW 통합 테스트			●	●	SW/HW 통합 테스트
	시스템 테스트 설계	●	●	●		계획
	시스템 테스트 수행	●	●	●	●	시스템 테스트

공통/필수 항목으로는 크게 테스트 준비 단계인 테스트 계획과 컴포넌트 테스트, 통합 테스트, 시스템 테스트 단계로 구분되며 특히, 임베디드 개발방법론은 HW와 SW의 통합테스트를 실시하므로 정보체계 개발방법론과 차별화를 두고 있음을 알 수 있다.

3.3 테스트 프로세스 입력물 분석

테스트 프로세스에 입력되는 입력물을 분석한 결과 '테스트 계획'에서는 시스템 요구사항 명세서, HW/SW설계 명세서, 아키텍처 기술서 등이 입력물로 사용되었으며, '컴포넌트 테스트'에서는 HW/SW 설계 명세서, 개발보드, 소스코드, 테스트 계획서가 입력물로 확인되었다. 또한 '통합 테스트'에서는 아키텍처 기술서, 개발보드, 소스코드, 테스트 계획서가 식별되었고, '시스템 테스트'에서는 시스템 요구사항 명세서와 테스트 계획서가 식별되었다. 이렇게 식별된 입력물은 무기체계 임베디드 SW 테스트 프로세스 개발에 필수 입력물로 사용된다.

3.4 테스트 프로세스 산출물 분석

테스트 프로세스에서 산출물은 제품의 품질을 확인하는 자료이며, 또한 유지보수를 위해서 매우 중요하다. <표 3>은 테스트 프로세스의 산출물을 비교 분석한 것으로 공통/필수 항목으로는 테스트 계획서, 컴포넌트 테스트 결과서, 통합 테스트 결과서, 시스템 테스트 결과서 등이 식별되었다.

<표 3> 테스트 프로세스 산출물 비교 분석

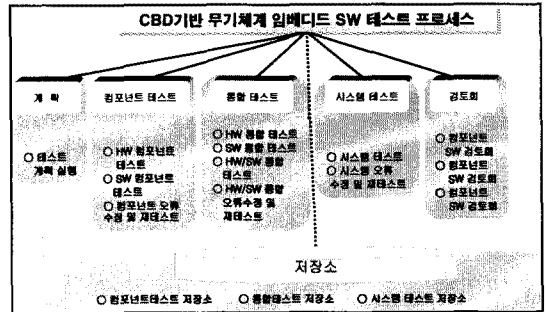
구분		정보체계 개발방법론		무기체계/임베디드 개발방법론		중통/필수 항목
활동	작업	국방CBD	마르미 III	MIL-STD-498	DESS	
테스트 준비	테스트 계획	테스트 계획서	테스트 계획서	SW시험계획서		테스트 계획서
컴포넌트 테스트	컴포넌트 구현 및 테스트	컴포넌트 테스트 결과서	컴포넌트 테스트 결과 보고서	SW시험보고서	컴포넌트 테스트 결과	컴포넌트 테스트 결과서
	HW 컴포넌트 테스트				컴포넌트 테스트 결과	컴포넌트 테스트 결과
통합 테스트	SW 통합 테스트	통합 테스트 결과서	통합 테스트 결과 보고서 통합실행코드 통합소스코드	SW시험보고서	통합 테스트 결과	통합 테스트 결과서
	SW/HW 통합 테스트			SW시험보고서	통합 테스트 결과	통합 테스트 결과서
시스템 테스트	시스템 테스트 설계	시스템 테스트 설계서	시스템 테스트 설계 명세서	SW시험명세서		테스트 계획서
	시스템 테스트 수행	시스템 테스트 결과서	시스템 테스트 결과 보고서	SW시험보고서	시스템 테스트 결과	시스템 테스트 결과서

4. 무기체계 임베디드 SW 테스트 프로세스 설계

4.1 테스트 프로세스 구성요소 도출

테스트 프로세스의 구조를 설계하기 위한 중점사항으로는 3.2절에서 언급한 테스트 공통/필수 항목인 '테스트계획 - 컴포넌트 테스트 - 통합테스트 - 시스템 테스트'로 구성 하였다. 임베디드 시스템의 테스트 프로세스의 특징을 고려한 HW 와 SW를 결합

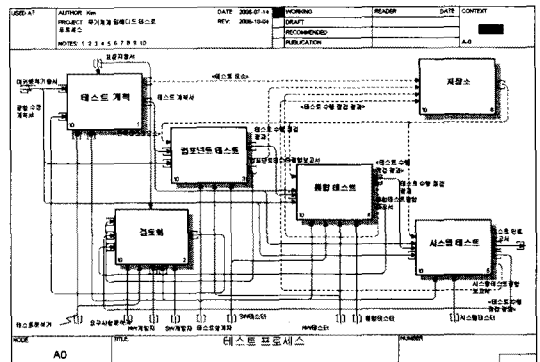
한 테스트 실시가 필요하고, 무기체계 개발시 위험(Risk) 관리를 위하여 검토회(Review)를 통한 요구사항 분석가 혹은 이해당사자의 테스트 참여가 필요하다. 이통해 변경되는 요구사항의 수정이 가능하다. 그리고 무기체계 SW의 시험성(Testability) 및 유지보수성 증대를 위하여 저장소(Repository)를 활용한 테스트 자료 저장 및 테스트 완료 자료에 대한 재사용등이 필요하다. (그림 1)은 이러한 구성요소를 종합하여 테스트 프로세스의 구조를 설계한 것으로 저장소를 제외한 총 5개 활동, 13개 작업으로 분류하였다.



(그림 1) 테스트 프로세스 구성요소

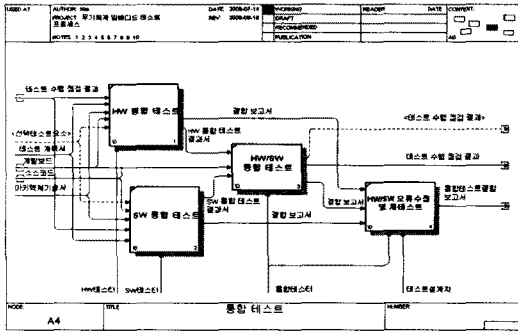
4.2 테스트 프로세스 설계

3장의 테스트 프로세스 구조와 입력물/산출물을 기준으로 IDEF0 표기법으로 테스트 프로세스를 설계하였다. 각 5개 활동 외에 재사용성을 위하여 저장소를 두어 테스트 자료가 저장되고, 재테스트 없이 변경되는 부분만 테스트한다. 이러한 저장소에서는 테스트 자료가 지속적으로 진화/변경되어 유지보수를 위한 기초 자료가 된다. (그림 2)는 제안한 테스트 프로세스를 나타내고 있다.



(그림 2) 제안 테스트 프로세스 종합 테스트 프로세스는 실선을 이용하여 5개 활동으로

구분되며 각각의 활동을 세부 작업으로 구성하였다. 저장소는 재사용 및 유지보수성을 위한 자료를 저장하며 점선은 자료의 흐름을 나타낸다. 무기체계/임베디드 SW의 가장 큰 특징을 나타내는 통합 테스트 프로세스의 세부 작업은 (그림 3)과 같이 4개의 작업으로 세분화된다. 이와 같이 각각의 활동들은 세부 작업으로 구성되어있다.



(그림 3) 통합 테스트 프로세스

5. TPI 모델 기반 테스트 프로세스 평가

제안 테스트 프로세스를 평가하기 위해 TPI 테스트 모델을 활용하였다. TPI 모델은 테스트 업계의 요구사항을 반영하여 개발된 테스트 프로세스 개선 모델이며 SW의 품질, 비용, 테스트 프로세스의 소요 시간 등 모든 정보서비스의 최적화를 위한 모델이다 [7]. 본 논문에서는 TPI의 핵심영역 20가지 중 무기체계 임베디드 SW에 적합한 프로세스에 관계된 7가지 핵심영역을 평가하였다[8]. 비교평가 대상으로는 성능개량사업으로 수행되었던 시스템의 테스트 활동(BTXX)을 비교 평가하였다. <표 4>는 제안한 테스트 프로세스의 평가 결과이다.

<표 4> 테스트 프로세스 평가

핵심영역	평가대상	제어(Controlled)					효율적(Efficient)					최적화(Optimized)			
		0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
테스트 전략	BTXX 테스트														
	제안 테스트 프로세스	A													
생명주기 모델	BTXX 테스트														
	제안 테스트 프로세스	A				B									
테스트 명세 기술	BTXX 테스트														
	제안 테스트 프로세스	A				B									
정적 테스트 기술	BTXX 테스트														
	제안 테스트 프로세스						A			B					
의사소통	BTXX 테스트														
	제안 테스트 프로세스														
보고	BTXX 테스트														
	제안 테스트 프로세스														
결함관리	BTXX 테스트														
	제안 테스트 프로세스														

기존 방법론의 장점을 이용하여 테스트 프로세스를 개발하였으므로, 평가에서 제어(Controlled) 수준의 결과를 나타냈다.

6. 결론

본 논문에서는 무기체계 임베디드 SW 테스트 프로세스 설계를 위하여 기존 개발방법론을 프로세스 측면과 산출물 측면으로 구분하여 분석하였으며, 이를 통해 저장소를 포함하여 6개의 구성요소를 도출하였다. 또한 이를 종합하여 5개 활동 13개 작업을 IDEF0 표기법을 활용하여 무기체계 임베디드 SW의 CBD 기반 테스트 프로세스를 제안하였다. 그리고 제안한 테스트 프로세스를 TPI 모델을 통하여 평가하여 제어수준의 결과를 얻었다. 본 연구에서 제안한 테스트 프로세스를 무기체계 SW 테스트 분야에 기초 자료로 활용하면 무기체계 SW의 품질 향상에 기여할 것이다.

참고문헌

- [1] Software Technology Support Center, *Guidelines for Successful Acquisition and Management of Software-Intensive Systems (GSAM)*, Department of the Air Force, Ver. 3.0, 2000.5.
- [2] Ted L. Bennett and Paul W. Wennberg, "Eliminating Embedded Software Defects Prior to Integration Test," *CrossTalk Journal*, 2005.12.
- [3] SW 테스트 저널, "소규모 테스트 조직의 테스트 프로세스 관리 및 개선방법," *STEN*, vol.3, pp.29-31, 2005.
- [4] L.Trussell, "Essential software development methodology," *Power Engineering Society 1999 Winter Meeting, IEEE Vol.1*, pp.357 - 361,1999.1.
- [5] 최상영, *무기체계 내장형 SW 개발 발전연구*, 국방대학교, 2003.
- [6] N.Pukkhem and W.Vatanawood, "Instructional design using component-based development and learning object classification," *5'th IEEE ICALT 2005, International Conference on*, pp.492-494, 2005.7.
- [7] Thomas. C, "Can a Testing Maturity Model Help Improve My Testing Process," *Journal of quality of assurance Institute*, 2002.
- [8] 윤수진,윤희병, "무기체계 임베디드 소프트웨어의 TPI 기반 테스트 프로세스 개선," *한국군사과학기술학회, 종합학술대회2005*, p.20, 2005.8.