

소프트웨어 프로덕트 라인공학을 적용한 동적 재구성 컴포넌트 개발 : 유도무기체계

이재오¹ · 이재진¹ · 석지범¹ · 서운호^{1†}

A Development of The Dynamic Reconfigurable Components based on Software Product Line : Guided Weapon System

Jaehoh Lee · Jaejin Lee · Jeebeom Suk · Yoonho Seo

ABSTRACT

The concern of Software Product Line(SPL) engineering is spreading widely because the program or product developers are able to satisfy the customer's demands quickly and give a way to handle maintenance efficiently. SPL is a reuse paradigm that reuse common parts and adopts variable parts optionally to form a differentiated product by analyzing domains. Purposes of this paper are to design an architecture which has a dynamic reconfiguration function and to develop basic components which are the basic unit of reconfiguration to raise the reuse level of the guided weapon system using the SPL. Initially we design an architecture and define basic components for developing a dynamic reconfigurable components based on SPL. Then we develop the composer for physical components and behavior components referenced by behavior models of OneSAF.

Key words : SPL(Software Product Line), Component, Reconfiguration, M&S(Modeling and Simulation)

요약

고객과 시장의 요구에 맞는 제품을 신속하게 개발하고 효율적인 유지 보수를 위해 소프트웨어 프로덕트 라인 공학의 관심이 확산되고 있다. 소프트웨어 프로덕트 라인 공학은 도메인을 분석하여 공통적인 부분과 가변적인 부분을 식별하여 공통적인 부분을 재사용 하면서 가변적인 부분을 선택적으로 적용하여 차별화된 프로덕트 라인을 생성 할 수 있는 재사용 패러다임이다. 이 논문의 목적은 국방 분야에 필요한 유도무기체계의 재사용성을 높이기 위해 소프트웨어 프로덕트 라인 공학을 적용하여 동적 재구성이 가능한 유도무기체계 아키텍처를 설계하고 재구성의 기본 단위인 기본 컴포넌트를 개발하는 것이다. 먼저 SPL 을 통해 유도무기체계 아키텍처 설계하고, 이를 토대로 재구성이 가능한 기본 컴포넌트를 정의한다. 그리고 아키텍처와 기본 컴포넌트를 기반으로 물리와 행위 컴포넌트를 구성하여 물리 컴포넌트뿐만 아니라 OneSAF의 행위모델을 기초로 한 행위 컴포넌트에 대한 재구성기를 개발하였다.

주요어 : 소프트웨어 프로덕트 라인, 컴포넌트, 재구성, 모델링 및 시물레이션

* 본 연구는 방위사업청과 국방과학연구소의 지원으로 수행되었습니다.(UD080042AD)
접수일(2010년 9월 29일), 심사일(1차 : 2010년 11월 4일), 게재 확정일(2010년 11월 15일)

¹⁾ 고려대학교 정보경영공학과

주 저 자 : 이재오

교신저자 : 서운호

E-mail: yoonhoseo@korea.ac.kr

1. 서 론

1.1 연구 배경 및 필요성

모델링 및 시뮬레이션(Modeling and Simulation, M&S) 분석 기법은 국방 분야에서 크게 3가지, 전력분석, 무기체계 획득, 교육훈련 등에 응용되어 왔으며, 특히 실전장과 무기체계 데이터를 모델링하고 시뮬레이션을 통해 얻은 결과는 훈련비용과 무기체계 개발비용을 절약하는데 많은 역할을 해왔다.

모델링 기술은 사람의 추상화 능력을 이용하는 반면, 시뮬레이션 기술은 컴퓨터 기반 기술과 정보 통신기술 등 첨단 과학기술에 의존한다. 또한 시뮬레이션 기술은 사용자에게 실제 세계에서 일어날 수 있는 일들에 대한 간접 경험을 제공하고, 동일한 실험환경과 실험 요인 및 조건을 바탕으로 적은 비용으로 반복 테스트 할 수 있는 장점이 있다. 이러한 시뮬레이션의 장점은 가상모델을 이용하여 실제 세계에서 실험하기에 제한되는 요인들과 비용 문제를 극복하는데 도움을 준다.

하지만 최근 모델링 및 시뮬레이션에서의 관심은 재구성 가능한 시뮬레이션 모델을 개발 하는 것이다. 고객의 개인화가 중요시 되어 다품종 소량생산 체제가 일반화 되었고, 이러한 고객의 요구와 시장 상황에 대응하기 위해 소프트웨어 프로덕트 라인(Software Product Line, SPL) 공학이 이슈가 되었다. 소프트웨어 프로덕트 라인 공학은 유사한 프로덕트에서 공통부분을 재사용하는 패러다임인데 이는 시간과 경제적 제한 사항을 만족시키면서 새로운 프로덕트 개발을 위한 유연적인 선택이라고 할 수 있다(Chen, Yu 등, 2006).

소프트웨어 프로덕트 라인 공학은 소프트웨어 재사용을 통해 적은 노력으로 단 시간에 높은 질을 가지는 다양한 프로덕트 개발뿐만 아니라 변화하는 환경에 유연하게 대응할 수 있는 장점을 가지고 있다.

이 논문은 소프트웨어 프로덕트 라인 기법을 적용하여 유도무기체계 아키텍처를 설계하고 기본 컴포넌트 개발한다. 그리고 개발된 기본 컴포넌트를 동적으로 재구성할 수 있는 재구성기를 개발하고 테스트 한다.

1.2 연구 내용의 개괄

동적 재구성 가능한 유도무기체계 공통부분의 재사용 해결책으로 소프트웨어 프로덕트 라인 공학을 적용하여 효과적인 유도무기체계 아키텍처를 설계하고 무기체계의 특성을 분석하여 물리와 행위에 대한 기본 컴포넌트를 개발하고, 이 기본 컴포넌트들을 재구성하고 재사용

할 수 있는 물리 컴포넌트와 행위 컴포넌트에 대한 재구성기를 개발 한다. 이는 향후 도메인 요구에 적합한 어플리케이션 개발을 위한 기초를 제공한다.

1.3 논문의 구성

본 논문의 구성은 2장에서는 소프트웨어 프로덕트 라인 공학에 대한 관련 연구를 살펴보고, 3장에서는 동적 재구성 가능한 유도무기체계 개발에 대한 도메인 분석과 아키텍처를 설계한다. 4장에서는 무기체계의 특성과 전술적 특성을 고려하여 기본 컴포넌트를 개발하였고, 5장에서는 제안된 아키텍처를 적용하여 개발된 기본 컴포넌트를 동적 재구성을 보장할 수 있는 동적 재구성기를 개발하고, 6장에서 결론 및 향후 연구 방향으로 구성된다.

2. 관련 연구

2.1 소프트웨어 프로덕트 라인(SPL) 공학

소프트웨어 프로덕트 라인 공학의 정의는 플랫폼과 mass customization을 이용하여 소프트웨어 어플리케이션을 개발하기 위한 패러다임이다(Pohl 등, 2005).

이는 하나의 기본적인 플랫폼에 프로덕트를 운영자의 선택 취향에 따라 선택사항을 정하고, 선택에 따라 생산하는 것이다. 초기 소프트웨어 프로덕트 라인인 소프트웨어 재사용 분야로부터 등장하였고, 소프트웨어 프로덕트 라인 공학의 목적은 소프트웨어 집합에 속하는 멤버들 사이에 공통점과 차이점을 분석하여 보다 전략적으로 재사용이 이루어지게 하여 개발 효율성을 높이고자 하는 것이었다. 소프트웨어 프로덕트 라인 공학의 기본은 프로덕트의 특징들 중에서 공통적인 특성을 이해하고, 가변적인 특성을 명백하게 구별시켜 응용 프로그램들 사이의 가변성을 지원하는데 있다(Clements 등, 2002). 세부적으로 살펴보면 소프트웨어 프로덕트 라인 공학 구조는 그림 1과 같다.

도메인 공학과 어플리케이션 공학으로 분류하며 도메인 공학은 공통성과 가변성 분석을 통해 공통기능을 핵심 자산화 하여 개발하는 과정으로 개발된 핵심자산을 효과적으로 활용하기 위해 요구사항과 컴포넌트들의 특이점을 특화하여 기본 아키텍처 구조에 접목시킨다.

어플리케이션 공학은 도메인공학에서 정의한 공통적인 특성과 새로 반영하여야 할 가변적인 특성을 분류하여 어플리케이션 공학에서 목표 어플리케이션에 맞게 어플리케이션을 개발한다.

최근에는 다양한 컴포넌트 기반의 프로덕트 라인 개발

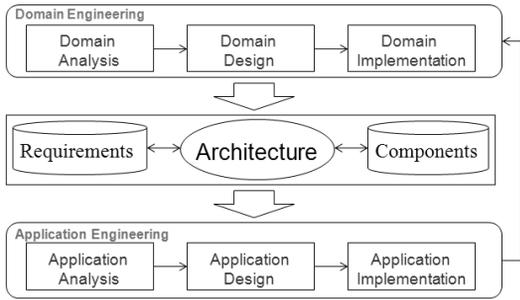


그림 1. 도메인 공학과 어플리케이션 공학 흐름

방법들이 도입되었으며 이러한 방법론의 핵심은 프로덕트 라인 개발 시 프로덕트 라인 아키텍처와 컴포넌트들을 모델링하는 것이라 할 수 있다. 이를 통해 필요한 어플리케이션 개발을 할 때 사전 모델링된 컴포넌트들을 재구성하여 공통적인 특성은 재사용하고 가변적인 특성들만 추가하여 빠르게 프로덕트를 재구성 할 수 있는 것이다.

2.2 국내외 관련 연구

국외의 경우에는 미국을 중심으로 SPL 기법을 적용하여 국방 관련 시뮬레이션 시스템에 적용하고 있으며 그 대표적인 예로 OneSAF(One Semi-Automated Forces) 시뮬레이션 모형을 있다. OneSAF는 첨단개념 및 소요분야(Advanced Concepts and Requirements, ACR), 연구개발 및 획득 분야(Research, Development and Acquisition, RDA), 군사 훈련/작전 분야(Training, Exercise and Military Operations, TEMO)에 활용하기 위한 포괄적인 모형이다(Giampapa 등, 2004). OneSAF모형은 조립형 프로덕트 라인 개념을 중심으로 여러 개의 컴포넌트들의 조합이 하나의 프로덕트를 만들고, 여러 개의 프로덕트들이 모여 하나의 시스템을 완성한다. 특히 주목할 점은 무기의 물리적 특성 및 기능을 나타낸 물리 컴포넌트뿐만 아니라 프로덕트의 기본적인 행위와 전술적 기능을 수행하는 복합 행위를 표현 할 수 있다. 기존의 단순한 컴포넌트들을 구성한 시뮬레이터들과 달리 행위 컴포넌트를 구성한 것은 운용자의 판단에 의존한 개체의 행동이 아니라 상황에 맞게 구성된 전술 및 교리를 따르는 행위 모델이다.

또한 OneSAF는 컴포넌트의 또 다른 조합으로 사용자가 원하는 다양하고 차별화된 프로덕트를 구성 할 수 있으며(Henderson 등, 2002), 현재 한국에서도 OneSAF 시뮬레이션 모형을 도입하여 적용하고 있는 중이다(문현곤 등, 2008). 이러한 OneSAF 아키텍처의 재구성 개념은 본

논문에서 말하고자 하는 소프트웨어 프로덕트 라인 공학의 재구성 개념을 포함하고 있다.

반면 현재 국내 유도무기체계 컴포넌트 구성 기술에 있어 재구성과 재사용성이 가능한 연구는 매우 부족하다. 시뮬레이터 또는 시뮬레이션 시스템 개발단계에서부터 소프트웨어 프로덕트 라인 공학을 적용하여 동적 재구성이 가능한 컴포넌트 구성 기술에 관한 연구는 찾아볼 수 없었으며, 개발된 시뮬레이터는 확정되고 현존하는 물리(속도, 고도 등) 데이터를 이용하여 시뮬레이터의 성능 테스트 위주로 개발되어 다양한 무기체계에 대한 시험은 어려운 실정이다. 이러한 단점을 보완하고 여러 가지 상황과 다양한 무기체계를 시험하기 위해서는 개발된 기본 컴포넌트들의 재구성이 가능하도록 설계단계부터 고려하여 시뮬레이터를 개발하여야 한다.

따라서 이러한 취약점을 보완하고 향상시키기 위해서 설계 단계에서부터 소프트웨어 프로덕트 라인 공학을 적용하여 유도무기체계 아키텍처를 설계하고, 컴포넌트 단위의 모델들을 구성하여 동적 재구성이 가능한 컴포넌트 재구성기를 개발할 필요성이 있다. 따라서 본 연구에서 무기체계의 확장성을 고려하여 이전까지 국내에서 다뤄지지 않은 소프트웨어 프로덕트 라인 공학을 적용하여 공통성과 가변성을 분류한 후 다양한 프로덕트를 생성하여 효과적으로 컴포넌트의 동적 재구성 할 수 있는 방향을 제시하고자 한다.

3. 동적 재구성 아키텍처 설계

3.1 도메인 분석

도메인이란 개발하고자 하는 시뮬레이션 시스템의 사용자를 지칭하며 도메인 분석은 이러한 사용자의 요구사항 분석으로부터 출발한다. 일반적으로 국방 M&S분야의 모의 시뮬레이션 체계의 도메인은 크게 훈련, 분석, 획득, 시험평가 분야를 기반으로 Live, Virtual, Constructive 분야로 분석하는 경우가 많으나 이는 기능체계와 시스템의 사용목적을 기준으로 그림 2처럼 분류한 것이다.

본 논문에서는 사용자를 기준으로 한 도메인 분석을 실시한다. 우선 유도무기 시뮬레이터의 사용자 입장에서 도메인을 구분한다면 크게 육군, 해군, 공군으로 크게 구분 지을 수 있으며, 이 중 각 군의 대표적인 유도무기 체계인 지대공, 지대함, 공대공 유도 미사일 체계를 중심으로 도메인 분석을 실시하면 다음과 같은 결과를 얻을 수 있다.

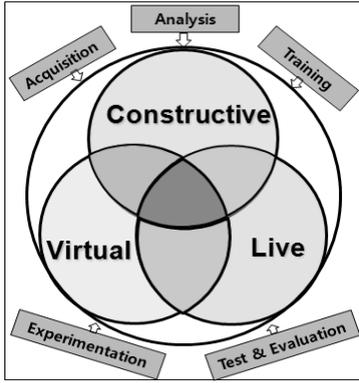


그림 2. LVC 분석

표 1. 유도무기 시뮬레이터 공통성 분석

구분	Application			공통성 구현
	SAM	SSM	AAM	
현존하고 있는 해당 무기체계 모의	○	○	○	physical composer
적 항공기 체계 적용	○		○	
적 함정 체계 적용		○		
Interface 제공	○	○	○	system Interface
전술 행위 묘사	○	○	○	Behavior composer
환경 데이터 적용	○	○	○	Environment composer
해당 기상표현		○		
아군 레이더 체계 적용		○	○	
컴포넌트 재사용	○	○	○	physical composer
분석기능	○	○	○	사후분석기

3.1.1 지대공미사일(SAM) 시뮬레이터 요구사항

- 현존하는 지대공 유도무기 모의 가능
- 가상 적 항공기 체계 적용 가능
- 사용자 편의성을 제공하는 인터페이스 제공
- 다양한 전술적 행동 적용 가능
- 모의 후 분석기능 제공
- 사용자 요구에 따른 환경 데이터 적용
- 재사용성에 기반을 둔 새로운 무기체계 시험

3.1.2 지대함미사일(SSM) 시뮬레이터 요구사항

- 현존하는 지대함 유도무기 모의 가능

- 다양한 해상 기상 적용 가능
- 가상 적 함정 체계 적용 가능
- 가상 적 잠수함 체계 적용 가능
- 사용자 편의성을 제공하는 인터페이스 제공
- 아군 레이더 체계 적용 가능
- 모의 후 분석기능 제공
- 사용자 요구에 따른 환경 데이터 적용
- 재사용성에 기반을 둔 새로운 무기체계 시험

3.1.3 공대공미사일(AAM) 시뮬레이터 요구사항

- 현존하는 공대공 유도무기 모의 가능
- 항공 무기체계와 연동 가능
- 가상 적 항공기 체계 적용 가능
- 사용자 편의성을 제공하는 인터페이스 제공
- 다양한 비행 전술 적용 가능
- 모의 후 분석기능 제공
- 사용자 요구에 따른 환경 데이터 적용
- 재사용성에 기반을 둔 새로운 무기체계 시험

이러한 사용자 요구사항을 바탕으로 유도무기 시뮬레이터의 공통성을 식별하여 정리한 표 1에서 볼 수 있듯이 사용자의 요구사항을 충족시킬 수 있는 핵심 자산으로 물리 재구성기(Physical Composer), 행위 재구성기(Behavior Composer), System Interface Manager, Environment Composer, System Result Analyser 5가지 자산을 도메인 분석을 통해 도출 하였으며 이를 기반으로 아키텍처를 설계한다.

3.2 아키텍처 설계

앞 절에서 도출한 사용자 요구사항과 핵심자산을 기반으로 동적 재구성이 가능한 유도무기체계 아키텍처를 그림 3과 같이 제안한다.

이전 시뮬레이터들은 해당 프로젝트에 관해서만 성능 평가 및 검증을 위한 것이 주를 이뤘다. 하지만 다른 프로젝트들을 시뮬레이터에 사용하여 테스트하는 것이 어려워 또 다른 시뮬레이터 개발이 요구되었다. 하지만 본 연구에서 설계한 아키텍처의 재구성기는 컴포넌트 단위로 각각의 성능을 구성하였기 때문에 새로운 시뮬레이터 개발이 불필요하므로 개발 비용과 시간을 절감할 수 있다.

기본 플랫폼을 바탕으로 크게 시스템 계층, 프로젝트 계층, 컴포넌트 계층으로 구분하고 이를 지원하기 위한 지원 도구들로 구성한다. 가장 기본이 되는 컴포넌트는 크게 물리, 행위, 환경으로 나누고 이들 기본 컴포넌트의

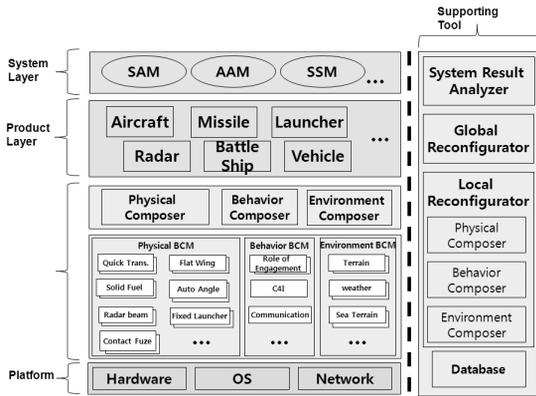


그림 3. 동적 재구성 유도무기체계 아키텍처

재구성을 이용하여 이를 재구성(프로덕트 재구성)하면 하나의 프로덕트들을 생성할 수 있고 필요한 프로덕트를 재구성(시스템 재구성)하면 하나의 시스템 즉, 시뮬레이터를 구성할 수 있다.

이를 지원하기 위한 도구로 프로덕트 및 시스템 재구성과 그 결과를 분석할 수 있는 분석도구를 지원한다.

4. 기본 컴포넌트 개발

4.1 기본 컴포넌트 정의

기존 연구에서는 물리 컴포넌트에 관한 개발이 주를 이루어 프로덕트의 행위는 운용자가 직접 판단하여 수동적으로 움직이게 된다. 하지만 본 연구에서 컴포넌트는 물리 컴포넌트와 행위 컴포넌트로 구분되어 물리적 특성을 기반으로 행위적 특성을 컴포넌트로 선택 및 구성하여 사용자의 의도를 구체적이고 논리적으로 반영할 수 있다. 이를 통해 기존 행위 조작자의 오류와 불편함 등을 줄이고 행위에 관한 컴포넌트를 미리 설정하여 상황에 맞는 행동 컴포넌트를 미리 정의할 수 있다.

본 연구에서 제시하는 동적 재구성 방법은 크게 프로덕트 재구성과 시스템 재구성 방법으로 나눌 수 있고, 프로덕트 재구성을 위한 최소 단위가 기본 컴포넌트이다. 기본 컴포넌트는 물리와 행위 컴포넌트로 나뉘고 물리 기본 컴포넌트는 개체의 물리적 특징, 행위 기본 컴포넌트는 전술과 상황판단을 묘사하는 기본 단위가 된다.

예를 들어 유도 미사일을 크게 유도장치, 미사일 몸체, 추진 장치로 구분하면 유도장치는 능동 호밍, 수동호밍 등의 방식 등이 존재하고 이러한 물리적 특성을 나타내는 파라미터 값을 가진 최소 단위의 컴포넌트가 물리 컴포넌

트의 예가 된다. 이러한 물리 기본 컴포넌트의 조합으로 하나의 물리적 특성을 가지는 유도 미사일을 생성할 수 있다.

행위 기본 컴포넌트의 재구성 방법도 물리 기본 컴포넌트의 조합방법과 동일하며 이렇게 기본 컴포넌트를 재구성하는 것을 프로덕트 재구성이라 하고, 프로덕트 재구성에 의해 생성된 프로덕트들을 도메인 요구에 맞게 재구성 하는 것을 시스템 재구성이라 한다.

4.2 기본 컴포넌트 개발 및 구성

4.2.1 물리 기본 컴포넌트 개발

물리 기본 컴포넌트를 개발하기 위해서 먼저, 어느 정도의 단위까지 묘사할지 그 기준이 필요하다. 무기체계의 시스템단위, 유닛단위 또는 개체단위 수준 등 어떤 단위를 기본으로 모의 할 것인지 시뮬레이터와 도메인의 요구에 따라 결정하여야 한다.

본 논문에서는 개체단위로 묘사할 수 있도록 그 기준을 설정하여 개발하였다. 예를 들면 시뮬레이터 내부에서 표현하는 기본 단위는 유도무기 시스템 단위나 유도무기를 운용하는 부대단위가 아니라 유도 미사일 개체단위까지 표현할 수 있도록 기준을 설정하였다.

다음, 유도미사일 등 각 개체를 어느 정도 현실과 일치하도록 정확하게 표현하느냐 하는 충실도(Fidelity)를 고려할 필요가 있다. 충실도가 높으면 현실성은 높아지지만 기본 컴포넌트를 개발하기 힘든 단점이 있으며, 그 반대의 경우에는 현실성이 떨어지는 반면 개발하기는 용이한 이점이 존재한다. 따라서 우리는 적절한 수준의 충실도를 고려하고 개발의 용이성을 고려하여 표현하고자 하는 각 개체의 구조 분석을 통하여 각 기본 컴포넌트를 구분하였다.

예를 들면 유도미사일은 그 기능성과 구조를 분석하여 핵심적인 4가지(Guide, Propulsion, Fuel, Fuze) 기능 및 구조로 분석하였고 그 결과는 다음과 같다.

- a. **Guide** : 미사일을 각 유도장치별로 정해진 알고리즘을 적용하여 유도
- b. **Propulsion** : 유도미사일의 운동에너지를 생성하여 목표물로 이동
- c. **Fuel** : 유도미사일의 가속도를 결정하고, 사거리를 결정하는 요인
- d. **Fuze** : 유도미사일이 목표물 접촉 또는 근접 폭발을 나타내는 요인

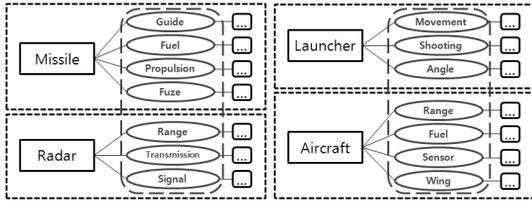


그림 4. 동적 재구성 유도무기체계 아키텍처

이렇게 개체 즉, 유도미사일의 구조와 기능을 분석하여 Guide, Propulsion, Fuel, Fuze를 기본 컴포넌트로 도출하였다. 기본 컴포넌트 중 유도장치는 능동 호밍, 수동 호밍 등 여러 가지 종류가 있으며 각 종류를 묘사할 수 있는 파라미터 값을 부여하여 Guide의 기본 컴포넌트를 개발하였으며 나머지 Propulsion, Fuel, Fuze의 개발 방법도 동일하게 적용하여 개발하였다. 유도미사일 개체에 대한 개발이 완료되면 추가적으로 필요한 개체에 대한 구조분석을 통하여 기본 컴포넌트를 개발하였다. 그림 4는 주요 개체를 분석하여 얻은 물리 기본 컴포넌트를 나타낸다.

4.2.2 행위 기본 컴포넌트 개발 배경

앞에서 언급하였듯이 본 논문에서 말하는 행위는 각 개체들이 표현하고 묘사하는 전장에서의 전술적 행동이나 판단 등을 나타낸다.

지금까지 국방관련 시뮬레이터에서 이러한 행위를 표현하는 것은 상당히 제한되어 운용자에 의해 조작되는 경우가 대부분이었으며, 이러한 전술적 행동들을 동적으로 재구성 및 재사용이 가능한 기본 컴포넌트로 개발한 사례는 국내에서는 찾아보기 힘들었다. 그러나 미군에서는 1990년대 중반부터 연구되어 현재 다양한 도메인을 만족시키는 통합 시뮬레이션 모델로 사용되고 있는 OneSAF 개발 시 이러한 행위를 기본 컴포넌트로 개발하였다. OneSAF 라는 이름 자체가 One+SAF (Semi-Automated Forces)의 합성어로서 One은 여러 도메인을 통합한다는 의미로 사용되었고, SAF는 반자동화 부대, 즉 행위 기본 컴포넌트들의 동적 재구성으로 생성된 전술적 행위들에 의해 사용자의 조작 없이 개체가 자동으로 행위를 할 수 있도록 설계되었다. 이러한 OneSAF 시뮬레이션 모델 내부의 행위 컴포넌트의 구성은 기본행위와 복합행위로 이루어진다. 기본행위는 각 개체가 가지는 기본적인 행위이다. 복합행위는 기본행위 뿐만 아니라 특수 상황에 대처하는 행동을 추가하여 복합적인 행위를 표현한다. 이러한 기본과 복합행위를 조합하여 여러 전술적 행동을 표현 할 수 있다.

OneSAF를 제외한 대부분의 시뮬레이터에서는 물리 컴포넌트의 물리 파라미터만 가지고 운용자가 직접 조작하여 전술적 활동을 표현하였지만, 본 논문에서는 물리 컴포넌트와 행위 컴포넌트를 구별하여 개발하였고, 기본 행위 및 복합행위를 동적 재구성하여 상황에 맞는 전술 및 교리를 행동하는 개체를 표현할 수 있다.

4.2.3 행위 기본 컴포넌트 개발

OneSAF의 행위 기본 컴포넌트 개발 방법을 참고하여 행위 컴포넌트를 기본 행동(Basic Behavior), 복합 행동(Composition Behavior)과 판단(Judgment)의 3가지 기준으로 구분하여 개발하였다.

- a. **기본 행동** : 프로덕트(개체)가 행동할 수 있는 기본적인 행위들을 말한다. 예를 들어 발사대 프로덕트의 기본행동은 미사일 발사, 발사 취소 등을 들 수 있다.
- b. **복합 행동** : 기본적으로 발사대가 하는 행위들을 제외하고 특별하거나 복합적인 행동을 말한다. 기본행동 그룹이면 복합 행동은 기본행동 외에 추가적인 행동으로 추가 되거나 특별한 목적에만 행동하는 것 등을 복합행위라고 볼 수 있다. 예를 들어 발사대가 기본적으로 미사일 발사와 발사취소 행동을 할 수 있지만 복합행위는 연속 사격, 조준 사격 등 특별한 사격으로 복합적으로 더해지는 고급행동을 의미한다.
- c. **판단** : 개체 또는 프로덕트가 어떠한 상황에 직면했을 때 자동으로 판단하고 결심하도록 하는 컴포넌트이다. 예를 들어 유도미사일을 발사하여 적기 격추에 실패하였을 경우 재사격을 할 것인지 하지 않을 것인지 주어진 상황을 판단, 결심하여 표현하는 것 등이 될 수 있다. 발사대 및 유도미사일의 행위 모델 기본 컴포넌트를 분류하면 그림 5와 같은 결과를 얻을 수 있다.

이렇게 각 프로덕트 별로 도출한 행위 기본 컴포넌트의 행위를 묘사하기 위해 파라미터 값과 논리 값을 이용하여 각 기본 컴포넌트를 개발하였다.

5. 동적 재구성기 개발

5.1 동적 재구성기 설계

4장에서 개발된 기본 컴포넌트를 이용하여 유도무기체계의 프로덕트들을 동적으로 재구성하기 위해 물리 재구

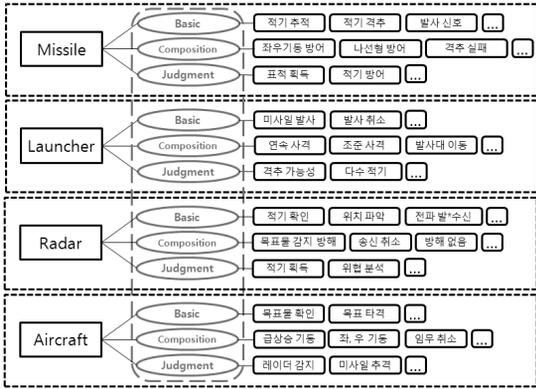


그림 5. 행위 기본 컴포넌트

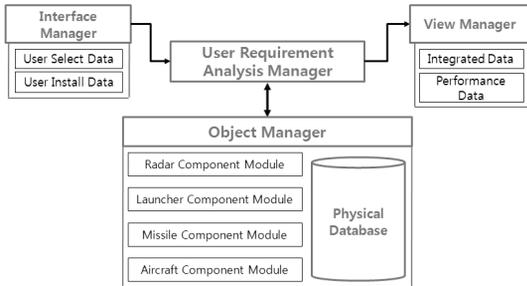


그림 6. 물리 재구성기 프로세스

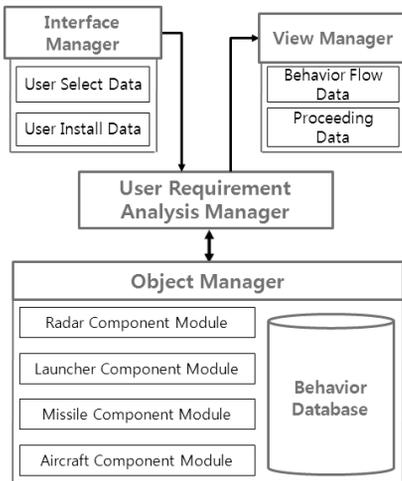


그림 7. 행위 재구성기 프로세스

성기와 행위 재구성기를 설계하였다.

그림 6은 물리 재구성기 내부 정보흐름을 보여준다. 물리 재구성기는 Interface Manager를 통해서 물리 데이터베이스 안에 있는 각 프로덕트들의 컴포넌트를 확인하며 선택한 정보를 User Requirement Analysis Manager를

통해 전달하며 데이터들을 처리하며 View Manager를 통해 확인 시켜준다. 물리 컴포넌트를 조합하여 재구성한 프로덕트들은 하나의 phy란 고유 형태의 물리 모델 파일로 저장된다.

그림 7은 행위 재구성기 내부 정보흐름을 나타낸 그림으로 행위 재구성기는 데이터베이스 내에 저장되어있는 행위 기본 컴포넌트들을 Interface Manager를 통해서 확인하면서 원하는 행동을 선택한다. 사용자에게 의해 선택된 행위정보는 User Requirement Analysis Manager를 통해서 View Manager로 전달되고 View Manager는 행위 컴포넌트들의 흐름을 Flow Chart를 통해 나타내며 우리는 원하는 위치에 행위 컴포넌트를 배치하며 상황에 따른 행동들을 구성한다. 행위 컴포넌트를 배치하여 재구성한 전술행위들은 하나의 bhv란 고유 형태의 행위 모델 파일로 저장된다.

5.2 동적 재구성기 구현(물리, 행위)

모든 프로덕트는 물리모델과 행위모델로 구성된다. 즉, 행동을 하기 위한 물리모델이 구성되고, 이러한 물리모델에 맞는 규칙이나 반응, 행위 등을 상황에 맞게 설정하여 조립된다. 즉, 물리 컴포넌트의 조합과 행위 컴포넌트들이 모여서 하나의 독립적인 프로덕트로 동적 재구성하는 컴포넌트 동적 재구성기로 물리 재구성기와 행위 재구성기를 구현하였다.

물리 재구성기는 프로덕트들의 컴포넌트들이 가지고 있는 물리적 특성을 요소별로 그룹화 시켜서 그 무기체계의 컴포넌트 중에 물리적인 특성들로만 재구성하여 하나의 프로덕트 물리모델이 될 수 있게 조립을 도와주는 재구성기이다. 다른 하나는 행위 재구성기로 규칙 및 반응 등을 선택하여서 완전하고 독립적인 프로덕트로 구성되기위해 행위 컴포넌트들의 조립을 도와주는 재구성기이다. 또한 물리 재구성기와 행위 재구성기는 사용자가 다양한 물리와 행위 컴포넌트를 화면을 보면서 원하는 컴포넌트 선택하여 동적으로 프로덕트에 반영 할 수 있게 최종 하나씩의 물리모델, 행위모델 구성을 위해 요소별로 컴포넌트들을 선택하여 테스트하는 그래픽기반 재구성기이다.

따라서 개발된 물리 및 행위 재구성기를 통해 기존 시뮬레이터의 불편함을 보완할 뿐만 아니라 프로덕트에 관한 성능을 확인 할 수 있는 편의도 제공한다. 무기체계 시스템을 컴포넌트별로 구성하여 다른 시뮬레이터와 연동성 및 확장성을 고려하였고 물리 재구성기를 통해서 각각 컴포넌트가 조합되었을 때의 전체 성능도 확인 할 수 있

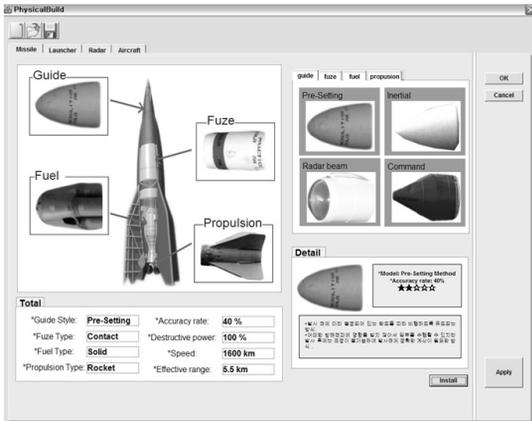


그림 8. 물리 재구성기

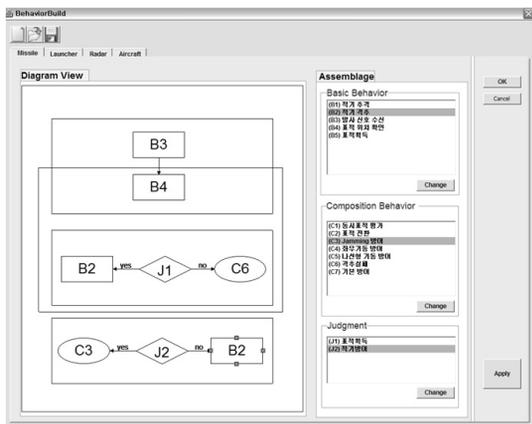


그림 9. 행위 재구성기

게 된다. 또한 행위의 재구성기를 통해 사용자가 의도한 행위를 선택적으로 취하면서 전체 프로세스의 방향도 확인할 수 있다.

그림 8은 물리 재구성기 화면이다. 물리 재구성기는 오른쪽에 각 프로덕트마다 여러 개의 항목별로 4개의 박스로 구성된 컴포넌트 선택박스가 있고 그중 하나의 박스를 선택하게 되면 해당 컴포넌트의 특징이나 효과에 대해 사용자가 확인할 수 있다. 선택한 컴포넌트를 저장하고 싶으면 Install버튼을 사용하여 현재 항목에서 선택한 컴포넌트가 임시 저장되어 왼쪽에 컴포넌트가 장착된 모습을 보여준다. 이러한 방식으로 각 프로덕트 Missile, Radar, Launcher, Aircraft별로 각 항목에 하나씩 사용자가 원하는 컴포넌트를 동적으로 재구성 할 수 있고 하나의 프로덕트의 물리모델이 완성되면 물리모델에 대한 전체 파라미터를 확인할 수 있다. 이러한 방식으로 각 프로덕트,

Missile, Radar, Launcher, Aircraft의 물리모델을 하나의 물리모델 파일로 저장할 수 있다.

그림 9는 행위 재구성기 화면이다. 행위 재구성기는 왼쪽의 Diagram View를 이용하여 사용자가 행동 컴포넌트를 선택하여 원하는 Diagram자리에 위치시켜 선택된 행위에 대해서 바로 확인 가능하며 간단한 Sequence구조로 구성된 행동 컴포넌트가 어떤 행동 다음에 발생하고, 어떤 상황에서 반응할지 행위의 전체흐름을 파악 할 수 있다. 재구성기 우측에는 행위 컴포넌트들이 리스트 형태로 나열되어 있고 앞에서 언급한 카테고리별로 구분하였다. 기본행동, 복합행동과 판단으로 각 카테고리에 맞게 컴포넌트들이 분류되어있고 ID코드와 명칭이 부여 되어 사용자는 상황에 맞게 카테고리별 컴포넌트를 선택할 수 있다. 이러한 방식으로 각각의 프로덕트별로 행위 컴포넌트들을 재구성하여 하나의 파일로 저장할 수 있다.

6. 결론 및 향후 연구 방향

본 연구를 통해 전장에서 사용하는 유도무기체계에 대해 쉽고 빠르게 다양한 시스템을 동적으로 재구성하기 위해 소프트웨어 프로덕트 라인 공학을 적용하여 유도무기체계 아키텍처를 설계하고, 재사용과 재구성기 기본 단위인 기본 컴포넌트를 구성하여, 재구성기를 통해 재구성 효과와 그 가능성을 확인 할 수 있었다.

시시각각 변화하는 시장에 맞서 소프트웨어 프로덕트 라인 공학을 무기체계 시뮬레이터에 적용하여, 현존하는 무기체계 뿐만 아니라 사용자가 원하는 다양한 무기체계와 사용목적에 적합한 시뮬레이터를 동적으로 재구성하고 재사용이 가능한 시스템을 설계하고 개발할 수 있다. 이때 재구성과 재사용의 기본 단위인 기본 컴포넌트를 설계하고 개발하는 것은 매우 중요한 기초 작업이었다.

소프트웨어 프로덕트 라인 공학을 적용하여 유도무기체계 시뮬레이터를 분석하여 동적 재구성 가능한 아키텍처를 제안하였으며, 이를 이용하여 기본 컴포넌트 모델 요소를 설계하고 개발하였다. 또한 이러한 기본 컴포넌트를 동적으로 재구성할 수 있는 물리 컴포넌트 재구성기와 행위 컴포넌트 재구성기를 개발하였다. 이는 C++, MFC 기반 개발로 사용자는 컴포넌트 구성을 확인할 수 있으며 어떤 퍼포먼스를 나타 낼 수 있는지 확인함으로써 사용자의 편의를 고려하여 개발되었다.

향후 이러한 기본 컴포넌트를 바탕으로 사용자가 원하는 어플리케이션 개발에 관한 연구가 진행되어야 하며,

여러 컴포넌트들을 생성하였을 때 각 컴포넌트들의 내용을 수정 및 저장 할 수 있는 관리 도구가 필요할 것이다.

또한 이미 구성되거나 새롭게 만든 컴포넌트들이 여러 어플리케이션에서 재사용될 수 있는지 여부를 확인하기 위해 재사용성을 테스트를 할 수 있는 검증기를 개발하여 시뮬레이터와 연동하여 구동할 수 있는 시스템을 개발할 필요성이 있다.

참 고 문 헌

1. 강정호, 이성준, 차주환, 유성진, 이효광, 이규열, 김태완, 고용석 “DEVS 기반 모델링을 적용한 잠수함의 어뢰회피 성능 분석 시뮬레이션”, 한국시뮬레이션학회 논문지, 14(2), pp. 57-71, 2005.
2. 김기환, 서유훈, “지대공미사일 요격 성능 분석 시뮬레이터 개발”, 한국시뮬레이션학회 논문지, 19(1), pp. 63-71, 2010.
3. 김용, 대공유도무기체계 발전추세, 국방과 기술, pp. 52-59, 2008.
4. 문현곤, 유승근, 김태홍, OneSAF 모형 도입 실용화, 한국 국방연구원, 1, pp. 130-140, 2008.
5. 이승연, 권오천, 신규상, “아키텍처에 기반한 컴포넌트 조립 시스템의 설계 및 구현 방법과 지원 도구의 개발”, 정보과학회 논문지, 30(9,10), pp. 812-820, 2003.
6. 이영욱, 권호영, 유도무기개론, 골드, pp. 13-67, 2006
7. 최승훈, “특성 구성과 GenVoca 아키텍처에 기반한 컴포넌트 재구성 자동화 도구”, 한국 인터넷 정보학회 논문지, 5(4), pp. 125-134, 2004.
8. Babar, M. A., Chen, L. and Shull, F., “Managing Variability in Software Product Lines”, IEEE software, 27(3), pp. 89-94, 2010
9. Chen, Yu, Gannod, Gerald C., Collofello and James S., “A software product line process simulator”, Software process improvement and practice, 11(4), pp. 385-409, 2006.
10. Chou, S.C. and Chen, Y.C., “Retrieving reusable components with variation points from software product lines”, Information processing letters, 99(3), pp. 106-110, 2006.
11. Clements, Paul and Northrop, Linda, Software Product Lines: Practices and Patterns, Addison-Wesley, pp. 5-50, 2002.
12. Giampapa, J. A., Sycara, K., Owens, S., Glinton, R., Seo, Y.-W., Yu, B., Grindle, C. E. and Lewis, M., “Extending the OneSAF Testbed into a C4ISR Testbed”, Simulation, 80(12), pp. 681-691, 2004.
13. Gomaa, Hassan, Designing Software Product Lines with UML : From use cases to pattern-based software architectures, Addison-Wesley, pp. 63-118, 2005.
14. Hallsteinsen, S., Hinchey, M., Park, S. and Schmid, K., “Dynamic Software Product Lines”, Computer, 41(4), pp. 93-95, 2008.
15. Henderson, C. and Rodriguez, A., “Modeling in OneSAF”, Computer generated forces and behavioral representation, pp. 337-348, 2002.
16. John D. M., Dirk M, Kentaro Y. and Paul J., “Successful Software Product Line Practices”, IEEE software, 27(3), pp. 16-21, 2010.
17. Khurum, M. and Gorschek, T., “A systematic review of domain analysis solutions for product lines”, The Journal of systems and software, 82(12), pp. 1982-2003, 2009.
18. Magnus Eriksson, Jurgen Borstler and Kjell Borg, “Managing requirements specifications for product lines-An approach and industry case study”, The Journal of Systems and Software, 82, pp. 435-447, 2009.
19. Pohl, Klaus and Bockle, Gunter, Software product line engineering : Foundations, Principles, and Techniques, Springer, pp. 159-370, 2005.
20. Shih-Chien Chou and Yuan-Chien Chen, “Retrieving reusable components with variation points from software product lines”, Information Processing Letters, 99, pp. 106-110, 2006.
21. Vander Alves, Nan Niu, Carina Alves and George Valenca, “Requirements engineering for software product lines: A systematic literature review”, Information and Software Technology, 52, pp. 806-820, 2010.



이재오 (etozt@korea.ac.kr)

2009 인제대학교 산업공학과 학사
2009~현재 고려대학교 정보경영공학부 석사 과정

관심분야 : 소프트웨어 프로덕트 라인, 모델링&시뮬레이션, 스케줄링



이재진 (ongs6455@korea.ac.kr)

1999 육군사관학교 토목공학 학사
2008 University of Texas at Austin 운영분석 석사
2010~현재 고려대학교 정보경영공학부 박사 과정 / 육군사관학교 수학과 전임강사

관심분야 : Supply chain management, 메타휴리스틱, 모델링&시뮬레이션



석지범 (sjb1010@korea.ac.kr)

2010 고려대학교 산업공학과 학사
2010~현재 고려대학교 정보경영공학부 석사 과정

관심분야 : 모델링&시뮬레이션, 제조시스템설계, 메타휴리스틱



서윤호 (yoonhoseo@korea.ac.kr)

1984 고려대학교 산업공학과 학사
1990 미국 Pennsylvania State University 산업공학과 석사
1993 미국 Pennsylvania State University 산업공학과 박사
1993~2003 울산대학교 산업공학과 교수
2003~현재 고려대학교 정보경영공학부 교수

관심분야 : 제조, 조립 및 물류 시스템의 VR적용 스케줄링