韓國 컴퓨터情報學會 論文誌
第13卷 第7號, 2008. 12.

2008-13-7-2-6

컴포넌트 기반의 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 설계 및 구현

김 형 준*, 서 영 건**, 김 상 복*, 강 기 준*, 이 부 권*

Design and Implementation of Component-based Configuration and Data Management System for Weapon System R&D Proesses

Hyung Jun Kim*, Yeong Geon Seo**, Kim Sang Bok*, Ki Jun Kang*, Bu Kweon Lee*

요 약

무기체계 연구개발 프로세스를 위한 형상/정보관리시스템은 오랜 연구개발 과정에서 생산되는 문서, 도면, 구성품정보, 구조정보 등에 대한 동시공학 및 협업적 업무를 지원해야 한다. 본 논문에서는 웹 환경에서 운영되는 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템을 구현하기 위한 CBD (Component Based Development) 개발 및 모델링 방법론에 관한 논문으로서 기존의 연구에서는 일반적인 MVC 모델을 사용한 3계층의 시스템 아키텍처를 구성하는 반면 본 논문에서는 J2EE 환경하의 EJB 구조를 기반으로 한 4계층 시스템 아키텍처를 정의하였다. 본 논문에서는 4계층 시스템 아키텍처를 통하여 모델 계층과 제어 계층을 각각 두 단계로 세분화하여 컴포넌트의 속성을 구체화할 수 있는 방안을 제시하였으며, 컴포넌트 기반으로 시스템 개발 업무를 수행하여 각 개발 단계별 표현 모델에 대한 시스템 결과물을 산출하여 실제 시스템을 구현하였다.

Abstract

Configuration and data management system for weapon system research and development processes should assist concurrent engineering and collaboration activities for various documents, drawings, part informations and product structure informations. In this thesis we defined the system architecture using the CBD methodology and implemented the component based system development process. Most of the configuration and data management systems consist of three layered system architecture which use the general MVC models. In this thesis we defined four layered system architecture based on EJB structure under J2EE environments. Through the four layered system architecture, we break down the general model layer into two detailed business layers and the ordinary control layer into two system dependent layers. With these four layers, we proposed the methodology that detailed the characteristics of the components. Through the CBD approach and the component based development process, we can get the representation model and implement the actual system of the configuration and data management system for weapon system R&D.

▸ Keyword : 무기체계(Weapon System), 형상/정보관리시스템, CBD(Component Based Development)

• 제1저자 : 김형준 교신저자 : 서영건
• 접수일 : 2008. 7. 18, 심사일 : 2008. 9. 12, 심사완료일 : 2008. 12. 24.
* 경상대학교 컴퓨터과학과, 컴·정보통신연구원 ** 경상대학교 컴퓨터교육과, 컴·정보통신연구원

Ⅰ. 서 론

무기체계 연구개발은 개념연구에서부터 체계개발까지 오랜 기간 동안 다수의 개발자들이 상호 협력하여 연구개발 업무를 수행해야 하므로 무기체계 연구개발 지원을 위한 정보시스템은 다수의 개발자들을 위한 동시공학 및 협업적 업무수행을 위한 기능들을 제공하여야 한다. 또한 여러 종류의 관련성을 가지는 다양한 비정형 데이터들을 관리 및 공유하고, 개별 데이터 및 종합된 데이터 집합에 대한 형상과 이력을 잘 관리할 수 있어야 한다. 이러한 무기체계 연구개발 형상/정보관리 시스템은 일반적인 PDM(Product Data Management) 시스템에서 제공하는 기본적인 PDM 기본 기능인 자료 저장소 관리 기능, 작업 흐름 관리 기능, 제품구조 관리 기능, 분류 관리 기능 그리고 프로젝트 관리 기능을 갖추고 있어야하며 [1][2], 이러한 PDM의 기본기능을 바탕으로 요구사항 관리, 제품구조 관리, 구성품 관리, 도면 관리, 내장형 소프트웨어 관리, 문서 관리, 설계변경 관리, 체계종합 관리 등의 상호 긴밀하게 연관된 응용 기능들을 제공해야 한다.

무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 개발을 위한 요구분석 방법 및 내용은 '동시공학 개념의 연구개발 프로세스를 위한 정보시스템 요구분석' 논문에서 제시를 하였으며[3], 본 논문은 이러한 요구분석 결과를 바탕으로 무기체계 연구개발 업무에 적합한 시스템에 대한 구축 방안을 토대로 설계와 구현에 대한 내용을 제시하고자 한다.

Ⅱ. 관련연구

2.1 PDM

PDM 시스템은 제품 정보관리 시스템이라는 뜻으로 제조업체들이 생산에서부터 유통, 폐기에 이르기까지 제품에 대한 모든 정보를 보다 효과적으로 관리해주기 위하여 필요로 하는 시스템으로서, 제품의 개념 정의에서부터 설계, 개발, 제조, 출하 그리고 고객 서비스에 이르기까지, 제품의 전 라이프사이클에 걸쳐 발생하는 각종 데이터와 정보의 흐름을 효율적으로 제어하고 관리하여 주는 시스템 및 서비스를 통합하고 있다. 이러한 PDM 시스템은 제품과 관련된 모든 정보를 제품구조와 동기화하여 통합적으로 관리하고 필요한 사용자 또는 응용소프트웨어로 필요한 시점에 관련 정보를 정확히 전달할 수 있도록 지원할 수 있어야 한다[1][2].

PDM 시스템의 기능은 크게 사용자 기능과 응용 기능으로 구분할 수 있으며, 사용자 기능으로서는 제품 정보를 저장하고 관리하는 자료 저장소 및 문서 관리 기능, 작업흐름 관리 기능, 제품의 형상을 관리할 수 있는 제품구조 관리 기능, 제품을 구성하는 기본적인 구성품의 정보를 관리하는 구성품 관리 기능 그리고 일반적인 프로젝트 관리 기능으로 구분할 수 있다. PDM 시스템의 응용 기능으로서는 자료의 이동 및 전송 기능, 이미지 서비스 기능, 시스템 관리 기능 그리고 데이터 통신 기능 등을 들 수 있다[4][5][6]. 이러한 PDM 시스템을 개발 및 활용함으로써 설계와 제조의 정확성을 개선할 수 있으며, 팀워크를 통한 효과적인 업무 수행 및 자료에 대한 통합성과 보안성을 높일 수 있을 뿐 아니라 효율적인 프로젝트 관리와 함께 엔지니어링 변화에 대한 관리 효율을 높일 수 있다[4]. 본 논문에서는 이러한 일반적인 PDM 시스템의 기본 기능을 무기체계 연구개발이라는 업무 영역에 적용한 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템에 대한 설계 및 구현 내용을 제시하고자 한다.

2.2 J2EE

일반적인 PDM 시스템을 다양한 실행 환경 및 지역적으로 분산되어 있는 장소에서도 원활하게 사용되도록 구현하기 위하여 J2EE 규약을 시스템에 적용하여 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템을 설계 및 구현하였다.

J2EE란 선마이크로시스템즈사에서 제안된 분산 환경의 컴포넌트 설계 및 구현을 위한 규약으로서, 표준화되고 구조화된 컴포넌트와 관련 서비스들을 사용하여 웹 기반 엔터프라이즈급 응용 시스템을 개발하는 구조로 사용되고 있다[8]. J2EE 구조를 활용한 웹 기반의 엔터프라이즈급 응용 시스템은 기존의 클라이언트-서버 방식의 2-계층 구조와 달리 3-계층 개념의 구조를 갖추고 있다. 즉 화면 로직과 비즈니스 로직 및 데이터베이스 계층을 각각 분리하여, 클라이언트 계층, 웹 계층, EJB(Enterprise Java Bean)계층 그리고 EIS(Enterprise Information System)계층으로 J2EE 응용 시스템을 구현할 수 있다[9].

J2EE 응용 시스템의 일반적인 계층 구조를 통하여 시스템 구조의 유연성과 보안성을 강화할 수 있으며, 컴포넌트 기반의 구조를 제공함으로써 타 실행 환경에서의 확장성을 높일 수 있다[10]. J2EE 기반의 응용 시스템을 설계 및 구현하기 위하여 비즈니스 로직은 주로 EJB 로 구현하게 된다. EJB란 J2EE 환경하의 비즈니스 로직을 담당하는 분산 객체 컴포넌트이다. 이러한 분산 객체 컴포넌트를 식별하고 구현하기 위한 개발 방법론은 주로 CBD 개발 방법론을 사용하고 있다.

CBD 개발 방법론이란 소프트웨어 개발 방법론의 일종으로서, 컴포넌트를 개발하거나 재사용 가능한 상용 컴포넌트들을 조합하여 응용 프로그램을 개발하기 위한 개발 프로세스를 제공하고 있다[11].

CBD 개발 방법론을 사용함으로써 시스템 개발 전 과정을 지원하는 일관성 있는 모델링 및 산출물을 작성할 수 있으며 독립적인 기능을 수행하는 컴포넌트 단위로 응용 시스템을 분할하여, 재사용이 가능한 단위로 시스템을 개발 및 조립할 수 있는 방법을 제공하고 있다. 본 논문에서는 CBD 개발 방법론을 사용하여 J2EE 환경 하에서의 EJB 구조로 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템을 설계 및 구현한 내용을 제시하고자 한다.

2.3 ePDM

PDM 시스템의 기본적인 기능을 바탕으로 미국 육군에서는 무기체계의 연구개발 생산 및 배치 운용 단계에서의 무기체계에 대한 형상관리 정보를 통합 관리하기 위한 ePDM (Enterprise Product Data Management) 시스템을 구축중이다[7]. ePDM 시스템의 기본적인 시스템 구조는 표준화에 기반을 둔 개방성 및 확장성을 고려한 웹 기반 시스템 구조를 제안하고 있으며, 기능 구조는 <그림 1>과 같이 응용기능 부분과 응용하부 기능 부분으로 구성되어 있다.

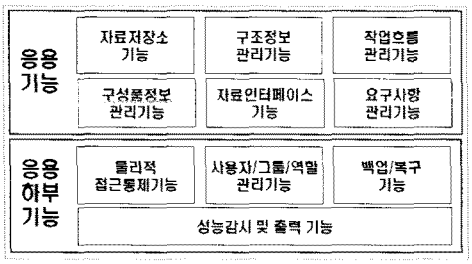

그림 1. ePDM 시스템 기능 구성도
Fig. 1. Functional configuration of a eDM System

기본적인 응용기능 부분에는 무기체계의 다양한 정보를 저장 관리할 수 있는 자료 저장소 기능, 무기체계의 구조 정보를 관리할 수 있는 구조 정보 관리 기능, 무기체계를 운용하는 운용자를 기준으로 한 작업 흐름 관리 기능, 무기체계를 구성하고 있는 다양한 구성품에 대한 제원 등의 정보를 관리할 수 있는 구성품 정보 관리 기능, 여러 무기체계간의 다양한 자료 형태에 대한 상호 교환을 위한 자료 인터페이스 기능 그리고 무기체계 수명 주기 간에 관리되는 각종 요구사항을 체계적으로 관리 및 추적할 수 있는 요구사항 관리 기능 등을 제안하고 있다. 기본적인 응용기능을 뒷받침하는 응용하부 기능으로서는 주로 데이터베이스나 보안 및 사용자 관리 등에 대한 사항으로써, 시스템에 대한 부적절한 외부의 물리적인 접근을 통제하는 기능, 시스템에 대한 내부 접근 제어를 위해 사용자와 사용자 그룹 및 역할 등을 관리할 수 있는 기능, 시스템 자료에 대한 백업 및 복구 기능, 시스템 성능을 감시하거나 주요 시스템 관련 정보를 출력하는 기능 등이 제안되어 있다. 현재 미 육군에서도 이러한 ePDM 시스템은 기능 상세 내역이 제안되어 있는 상황이며 이에 대한 구현 모습은 구체화되어 있지 않다. 본 논문에서는 이러한 ePDM 시스템의 기본적인 시스템 제안 기능 구조와 같이 J2EE 환경하의 EJB를 기반으로 한 다중 계층 구조의 개방형 웹 기반 시스템 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템의 설계 및 구현에 대한 내용을 제시하고 있다.

III. 시스템 개요

3.1 시스템 운영 개념

무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템은 소요 군을 포함한 다양한 이해 당사자들의 개발대상 무기체계가 갖추어야할 요구조건에 대한 정의를 시작점으로 하여 공학적인 형태의 체계수준 요구사항, 부체계/구성품 수준 요구사항으로 구체화하는 과정을 지원한다. 또한 식별된 요구사항을 기반으로 형상항목을 식별하고 설계기간 동안의 지속적인 형상통제를 통해 개발업무를 지원한다.

무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템은 개발기간 동안 축적된 설계/형상정보를 기반으로 TDP(Technical Data Package)를 자동으로 생성하며, 무기체계 개발업무를 완료한 이후 유지 보수를 지원하는 연구개발 프로세스 전 과정을 지원하는 것을 목표로 한다[12].

무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템에서의 설계 및 형상 정보관리는 개발목표 제품에 대한 설계정보와 기술 자료가 생성, 진화, 변경되어 가는 과정과 이력을 체계적으로 관리하고 활용 및 공유하는 것을 목표로 한다. 이러한 목표 달성을 위하여 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템에서 제공하는 주요 응용기능으로서는 요구사항관리, 구조관리, 구성품관리, 문서와 도면 및 내장형소프트웨어관리, 설계변경관리, 체계종합, TDP 작성 및 관리, 공용자료관리 기능 등이 있다. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템에서 관리하는 설계 및 형상자료는 각 베이스라인별 모델, 호기 등의 유효성을 기

준으로 관리되며, 각 데이터 항목(요구사항, 문서, 도면, 구성품 등)의 이력은 버전(version) 및 리비전(revision)으로 관리된다. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템에서 관리되는 체계 전체의 모든 데이터 및 상태에 대한 의미 있는 시점의 형상정보는 베이스라인별로 설정될 수 있다[13].

3.2 시스템 구성 및 주요 기능

무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템은 <그림 2>와 같이 공통기반소프트웨어 (CBS:Common Basic Software), 정보공유기반소프트웨어 (SDMS: Shared Data Management System), 설계/형상정보관리소프트웨어 (CDMS : Configuration & Data Management System), 사용자인터페이스의 4가지 계층으로 구성되며, 시스템 전체 구성 항목들의 계층구조는 <그림 3>과 같다.

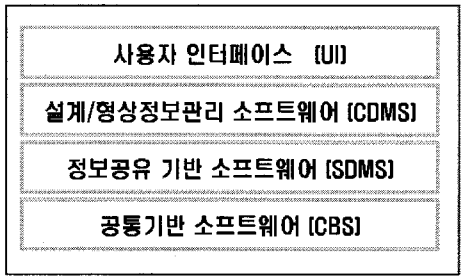

그림 2. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 기능 구성도
Fig. 2. Functional configuration of R&D Information System

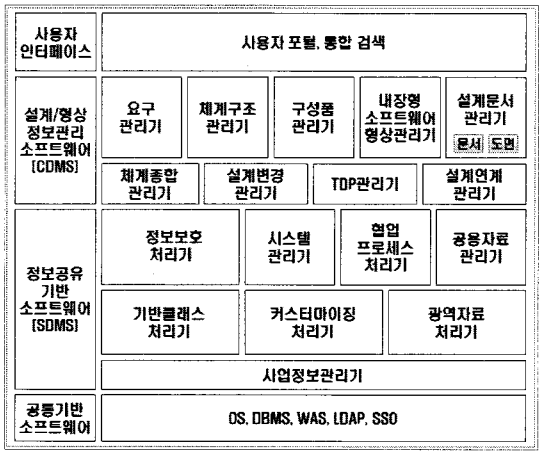

그림 3. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 기능 상세도
Fig. 3. Detailed Functional Configuration of R&D Information System

공통기반소프트웨어(CBS) 계층에는 컴퓨터 자원과 데이터의 운용 및 관리를 위한 기본적인 기능을 제공하는 운영체제, DBMS, WAS 등의 소프트웨어가 위치하며, 산업계의 표준이 되는 J2EE 환경을 지원하는 상용 소프트웨어를 사용한다. 서버급 컴퓨터를 위한 운영체제로는 UNIX를 우선적으로 고려하며 DBMS로는 Oracle 등을 대상으로 하고 있다.

정보공유기반소프트웨어(SDMS) 계층에서는 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템의 엔진으로서의 역할을 수행하며 DBMS, WAS 등의 기반소프트웨어를 활용하여 애플리케이션 개발을 위한 프레임워크(framework) 기능을 갖는 기반 클래스처리기, 외부 레거시 시스템과의 연결을 위한 인터페이스를 제공하는 광역자료처리기, 시스템 사용자 및 그룹 그리고 시스템 사용에 대한 접근 제어 기능을 담당하는 정보보호처리기, 시스템 운영 전반에 관한 사항을 관리 및 감시할 수 있는 시스템관리기, 협업을 위한 기반이 되는 업무흐름을 정의 및 관리하는 협업프로세스처리기, 여러 무기체계의 연구개발 과정에서 공용으로 활용될 수 있는 아이템을 관리하는 공용자료관리기, 라이프사이클이 상이한 여러 무기체계 사업들을 독립적인 도메인 단위로 운영되도록 하기 위한 사업정보관리기 및 각 무기체계 사업에 적합한 형태의 기능을 재 정의할 수 있는 커스터마이징처리기 기능을 제공한다.

설계/형상정보관리소프트웨어(CDMS) 계층에서는 SDMS 상위에 구축되어 사용자에게 필요한 기능을 제공하는 응용 계층으로서, 개발되는 체계의 성능 및 기능에 대한 연구개발 상의 요구사항을 정의하고, 해당 요구사항이 연구개발 과정에서 충실히 반영하고 있는지를 지속적으로 관리/추적하는 요구관리기, 무기체계의 다양한 구조정보들을 베이스라인을 기준으로 관리하여 무기체계 구조에 대한 형상관리가 가능하도록 지원하는 구조관리기, 사용자가 정의하는 분류를 기준으로 구성품별 특성을 고려하여 무기체계에 포함되어 있는 구성품/부품 정보를 체계적으로 관리하는 구성품관리기, 사용자가 정의하는 분류를 기준으로 무기체계에 포함되어 있는 문서/도면을 식별하기 위한 메타 정보들과 디지털 파일로 작성된 관련 문서 및 기술 도면들을 체계적으로 관리하는 설계문서(문서/도면)관리기, 내장형 소프트웨어 관리의 중요성이 커짐에 따라 내장형 소프트웨어 부품을 특성 및 관리 속성에 따라 체계적으로 관리하는 내장형소프트웨어형상관리기, 구조정보를 기반으로 체계를 구성하는 구성품의 중량 및 비용 종합과 베이스라인별 이력사항 및 통계를 제공하고 체계의 목표 성능, 기능 등의 정보를 통합 관리하는 체계종합관리기, 설계변경 제안 단계부터 시작하여 타당성을 검토하고 설계의 수정 여부를 판단하며 승인된 결과에 따라 진행되는 후속 작업까지를 지원

하는 설계변경관리기, 무기체계 개발단계에서 생성된 자료를 활용하여 TDP 자료(규격서, 도면, 자료목록 등)를 용이하게 생성 및 관리하는 TDP관리기, 개발과정에서 생성되는 시제업체의 설계 자료를 오프라인 방식으로 상호 관리할 수 있는 설계연계관리기의 기능을 제공한다.

사용자인터페이스 계층을 통하여 단일 통합사용자 인터페이스를 제공한다. 즉, 시스템 하부의 모든 기능은 통합사용자 인터페이스를 통하여 접근이 가능하며, 이러한 통합 인터페이스를 통하여 체계 하부의 응용소프트웨어 및 정보공유 기반 소프트웨어에 접근할 수 있도록 구성된다.

3.3 메타 데이터 모델

무기체계의 형상을 관리하기 위하여 각 무기체계 마다 독특하게 정의되는 분류 정보 및 속성 정보를 가변적으로 처리하고, 지속적으로 변화해 가는 무기체계 연구개발 환경의 변화에 적극 대처하기 위하여 무기체계에 중립적 형태의 메타 데이터 모델을 개발하였다. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템에서는 <그림 4>와 같이 무기체계를 하드웨어 및 소프트웨어 관점에서 물리적으로 구분하여 무기체계의 분할 구조를 트리 형태로 표현한 PBS(Product Breakdown Structure), 무기체계 개발에 활용되는 사업의 구성요소를 세분화하여 무기체계 개발 업무요소 및 업무요소 간의 상하 관계를 표시한 WBS(Work Breakdown Structure)를 중심으로 구조 정보를 구성하는 각 노드에 대하여 관련 구성품에 대한 정보를 연계하고 있으며, 구성품 정보에는 무기체계의 특성을 표현하는 규격서 및 도면 정보가 연계되고 있다. 그리고 이들 정보는 무기체계 연구개발의 주요 사업 단계별로 베이스라인을 형성하여 관리된다. 이와 같은 형태로 표현되는 무기체계 설계/형상 정보의 공통적인 특징인 PBS, WBS 등의 구조형태 및 분류 등을 표현하기 위한 구조 형태의 정보, 구성품 정보 등을 표현하기 위한 테이블 혹은 리스트 형태로 표현되는 정보, 형상 정보간의 연계 정보, 구성품의 특성치 및 문서/도면의 색인 정보와 같은 가변형 속성 정보, 문서 형태 등과 같이 가변 속성에 적용되는 데이터 목록 등을 관리해야 하는 특징과 함께 데이터 보안 측면에서 사용자의 접근을 제어해야 하는 특징, 물리적인 파일을 관리해야 하는 특징, 파일을 저장소에 독립적으로 관리할 수 있도록 파일 저장소를 관리해야 하는 특징 그리고 문서 및 도면과 같은 대상의 버전을 관리해야 하는 특징을 갖추고 있다.

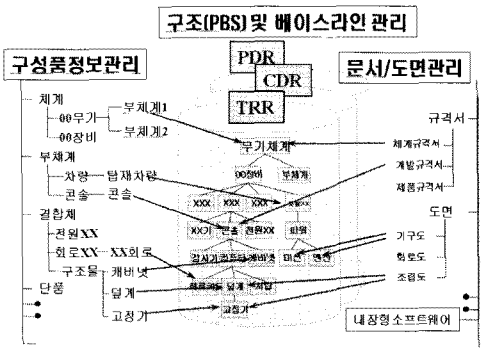

그림 4. 무기체계 연구개발 형상정보 데이터 모델
Fig. 4. Data Model of R&D Information System

IV. 시스템 아키텍처

무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템은 지리적으로 분산된 다수의 사용자가 웹브라우저를 통하여 시스템에 접속하는 환경에서 운영되며, 시스템의 확장성, 재사용성, 유지보수성 등의 품질 요소가 보장될 수 있어야 한다. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템의 아키텍처는 이와 같은 품질요소와 개발환경 및 운영환경을 고려하여 설계되었다[12][13].

무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템의 기능은 크게 Business 계층과 Infrastructure 계층의 2가지 범주로 구분되며, 이 2가지 범주의 기능은 시스템 개발과정의 분석 및 설계 단계를 거치면서 Business 계층은 Application 계층과 Business Process 계층으로 구분되며, Infrastructure 계층은 Business Infrastructure 계층과 Technical Infrastructure 계층으로 세분화 하였다. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템의 아키텍처는 <표 1>과 같이 4개의 계층적 구조를 갖는 컴포넌트로 구성된다. 제일 하부의 Technical Infrastructure 계층은 데이터베이스와 파일을 접근하기 위한 기반 기능을 제공한다. Business Infrastructure 계층은 각 응용 및 관리 기능에서 공통으로 활용되는 기능을 컴포넌트로 구성하여 시스템 유연성과 효율성을 증대시키며, 이 계층의 컴포넌트들은 유즈케이스 다이어그램의 <<include>>와 <<extend>> 관계를 공통으로 사용하는 유즈케이스로부터 도출될 수 있다. Business Process 계층은 업무로직의 핵심이 되는 컴포넌트들로 구성되며 시스템을 구성하는 여러 클래스들을 관리하는 기능과 다중 서버 운영환경 지원을 위한 원격인터페이스를 제공하고 있다. Application 계층은 클라이언트의 요구에 대한 최종적인 처리 결과를 제공하며, 관련되는 여러 컴포넌트들의 기능을 통하여 클라이언트 요구를 처리한다.

표 1. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 아키텍처 계층
Table 1. Architecture Layer of R&D Information System

계층명		기능
Business 계층	Application 계층	· Business 계층 의 기능을 활용하며, 클라이언트의 요구를 처리함 · 사용자 중심의 서비스 지원
	Business Process 계층	· 업무 로직에 따른 핵심 엔진 역할 · 시스템 관점에서의 컴포넌트화된, 기능 중심의 서비스 지원
Infrastructure 계층	Business Infrastructure 계층	· Business 계층을 지원하는 공통 모듈 · 컴포넌트 관리 데이터 특징별 공통 모듈
	Technical Infrastructure 계층	· 데이터베이스와 파일접근 서비스 지원 · 데이터베이스 독립적인 SQL 문 작성 지원

무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템은 J2EE 플랫폼을 기반으로 WAS 및 EJB를 활용하여 구축하였다. 연구개발 형상/정보관리시스템의 실행시점 아키텍처는 〈그림 5〉와 같이 3개의 계층으로 구성된다. 데이터계층은 데이터베이스와 파일 저장소로 구성된다. 파일 저장소는 실제 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템이 다루는 파일을 저장하는 장소로 사용되며, 문서/도면/기타 메타 정보를 다루기 위하여 JDBC를 통하여 데이터베이스를 사용하고 있다. 표현계층은 웹 브라우저를 통한 사용자 인터페이스를 담당하며, 자바 응용프로그램에서 RM를 통하여 비즈니스 계층의 애플리케이션 서버에 접근하거나, 클라이언트의 JSP가 웹서버와 Beans를 거쳐서 애플리케이션 서버에 접근할 수 있도록 구성되어 있다. 업무로직 계층은 응용 기능 및 비즈니스 로직을 처리하는 계층으로 분산 객체 컴포넌트인 EJB Bean으로 구성하였다. 각 EJB Bean은 〈표 1〉의 계층별로 컴포넌트화 되어 있으며, 각 컴포넌트 간에는 분산 환경을 위해서는 원격인터페이스를 분산 환경이 고려될 필요가 없는 컴포넌트 간에는 지역인터페이스를 사용하고 있다. 한편 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템은 각 무기체계 사업별로 애플리케이션 서버를 별도로 구현하여 활용하는 방식에 따라, 각 애플리케이션 서버 간에는 RMI 통신을 사용하고 있다.

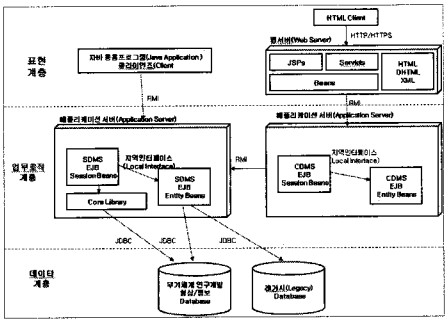

그림 5. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 실행시점 아키텍처
Fig. 5. Run-time Architecture of R&D Information System

V. 시스템 설계 및 구현

5.1 시스템 개발 환경

무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 개발을 위한 개발 환경은 〈그림 6〉과 같다. 서버로서는 HP UNIX 장비를 사용하고 있으며, WAS는 WebLogic 7.0.2를 사용하였다. DBMS는 Oracle 10g를 사용하였다. 클라이언트 장비로서는 기본적인 PC Pentium IV급 이상의 PC를 사용하였다. 개발 도구로 Borland 사의 JBuilder_X 와 모델링 도구로 Ration Rose 사의 Rational Rose 2003을, 대용량의 파일 업로드 및 다운로드 기능 처리를 위하여 (주)아리소프트사의 AriUploader Server 도구를 사용하였다. 약 90만 라인의 소스관리를 위하여 Microsoft사의 MS Visual Source Safe 도구를 활용하였다.

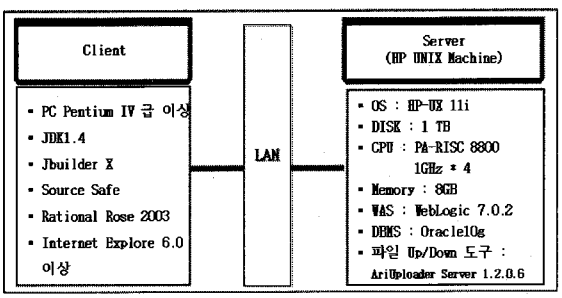

그림 6. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 개발 환경
Fig. 1. Development Environment of R&D Information System

5.2 개발프로세스 아키텍처

무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템은 CBD 개발 방법론을 통하여 시스템을 개발하였다[11]. CBD 개발 방법론을 적용하게 됨으로써, 응용 분야의 비즈니스 프로세스에 대한 비즈니스 모델링을 실시하여 요구사항을 정의할 수 있었으며, 분석된 요구사항을 바탕으로 개발계획을 수립한 후 분석 단계를 거치면서 요구사항에 대한 정형화된 모델을 표현하였으며, 설계단계를 통하여 화면 디자인 및 컴포넌트를 설계하였다. 개발단계에서 실제 코딩을 하여 시스템을 구현하였으며 테스트 단계를 거치면서 요구사항에 대한 검증 절차를 거치게 되었다. 이후 구현 단계에서 실 사용자에 대한 교육 과정을 거쳐 시스템을 릴리이즈 할 수 있게 되었다. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템의 개발 프로세스 아키텍처는 〈그림 7〉과 같다.

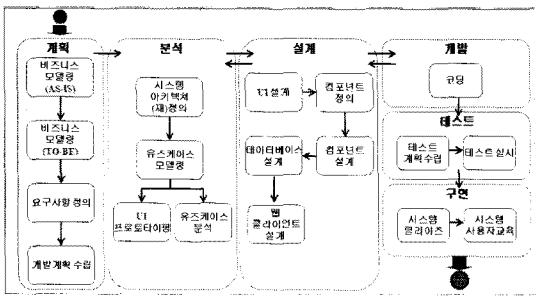

그림 7. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 개발프로세스 아키텍쳐
Fig. 7. Development Process Architecture of R&D Information System

5.2.1. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 개발 계획 단계 표현 모델

〈그림 7〉의 계획 단계에서는 시스템이 적용될 조직의 구조와 조직간 연관 관계를 분석하여 현 프로세스(AS-IS) 분석을 통해 문제점을 도출하고, 개선 프로세스(TO-BE)를 정의한 후 시스템 개발에 대한 타당성을 검토하였다. 고객, 사용자, 개발자 간에 대상 업무 도메인에 대한 공감대를 형성하였으며 사용자 요구사항을 정의한 후 시스템 개발 범위와 우선순위를 정의하여 개발 공정 계획 및 일정 계획, 자원 소요 계획을 수립하였다. 계획 단계에서의 '요구사항정의서' 일례를 〈표 2〉와 같이 나타내었다.

표 2. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 요구사항정의서 일례
Table 2. Use Case Specifications of R&D Information System

요구사항정의서					
유형	업무명	요구 ID	입력데이터	출력데이터	처리내용
기능	구조관리	RCS 001	- 체계코드 - 체계명 - 체계설명	- 체계 기본 정보 처리 정보	관리 대상 체계에 대한 기본 정보를 등록/수정/삭제/조회 기능 구현
기능	구조관리	RCS 002	- 체계식별아이디 - 체계명 - 대상 사용자 그룹	- 체계 접근권한 처리 정보	각 체계 정보에 대하여 접근이 가능한 사용자 그룹을 선정하여 권한을 부여/해지 기능 구현
기능	구조관리	RCS 003	- 체계식별아이디 - freezing / unfreezing 정보	- freezing / unfreezing 처리정보	베이스라인별 구조정보의 freezing /unfreezing 기능 구현
기능	구조관리	RCS 004	- 체계식별아이디 - 상위 구조정보 항목 아이디 - 하위 구조정보 항목 아이디	- 구조정보 항목 관계 처리 정보 - 구조정보 항목 연계 정보	구조 트리에서 각 노드에 대한 상/하위 노드 연결을 설정할 수 있도록 하며 사용자가 구조 트리 수정/삭제를 수행하는 경우 하위 항목에 영향을 미치는지에 대한 정보와 WBS/PBS/LCN간 연계 정보에 대한 영향 여부를 추적할 수 있는 기능 구현
기능	구조관리	RCS 005	- 체계식별아이디 - 구조정보 항목 아이디 - 마지막노드 정보	- 구조정보 항목 관계 처리 정보,구조정보 항목 연계 정보	트리구조의 마지막 노드를 표시할 수 있는 기능 구현
기능	구조관리	RCS 006	- 체계식별아이디 - 구조노드 아이디 - 구조트리노드정보	- 처리정보	트리구조를 한번에 전개하는 기능과 정전개/역전개 기능 구현
기능	구조관리	RCS 007	- 체계식별아이디 - WBS / PBS /LCN 구조 노드 식별 아이디 - 항목 기본 정보	- 항목 처리 정보	WBS/PBS/LCN 항목 정보를 등록/수정/삭제/조회 할 수 있는 기능 구현

5.2.2 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 개발 분석 단계 표현 모델

무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 개발 분석 단계에서는 개발할 시스템 구조를 정의하여, 시스템 아키텍처를 정

의한다. 사용자 요구사항을 시스템 개발 관점에서 구체화하고, 상세화함으로써 시스템에 대한 보다 정확한 이해를 높일 수 있다. 계획 단계에서의 사용자 요구사항을 분석 모델로 전환하여, 보다 구조적이고 정형화된 형태로 구체화하고, 설계 모델 작성을 위한 입력물로 활용한다. 분석 단계의 시스템 아키텍처 정의를 위해 〈그림 8〉과 같은 시스템 아키텍처 정의서를 도출하였으며, 유즈케이스 모델링 과정의 결과로 〈그림 9〉의 일례와 같은 유즈케이스 다이어그램을 도출하였다. UI(User Interface) 프로토타이핑 과정의 결과로 UI 프로토타입을 도출하였으며, 유즈케이스 분석 과정의 결과로서 유즈케이스 정의서를 도출하였다. 유즈케이스 정의서를 기반으로 〈그림 10〉의 일례와 같은 분석 클래스 다이어그램을 도출하였다.

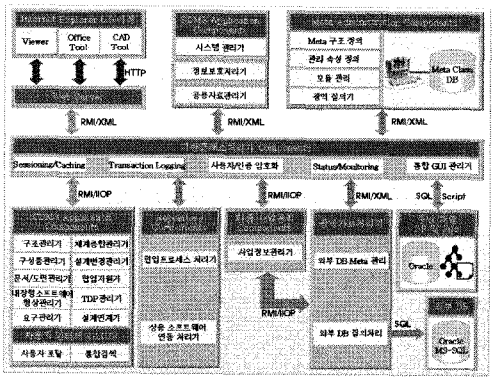

그림 8. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 아키텍처 정의서
Fig. 8. Architecture Specification of R&D Information System

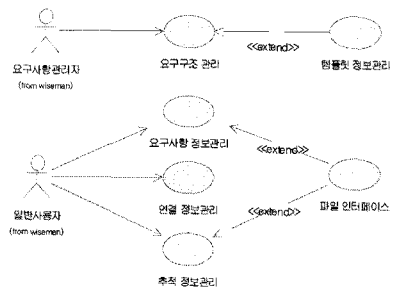

그림 9. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 개발 유즈케이스 다이어그램 일례
Fig. 9. Use Case Diagram of R&D Information System

5.2.3 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 개발 설계 단계 표현 모델

분석 단계에서 개발환경 및 기술을 배제한 도메인 관점에서의 용어를 사용하여 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템이 구비해야 할 기능을 표현한 반면, 설계 단계에서는 개발환경 및 기술을 고려하여 기능을 구현하기 위한 시스템 내부 구조를 설계한다. 시스템 기능의 근거가 되는 사용자 요구사항은 분석 단계에서 유즈케이스와 분석 클래스를 포함한 분석 모델로 정형화 된다. 이렇게 정형화된 사용자 요구사항은 설계 단계에서 시스템 내부 구조 설계를 통하여 보다 구체적인 시스템 레벨의 모습으로 구체화된다. 설계 단계에서는 시스템의 기능 구현을 위한 대부분의 로직과 개발환경 및 운영환경, 그리고 성능 등을 고려한 모든 설계 요소들을 결정하게 된다. 따라서 설계 단계에서의 산출물인 상세 설계 모델은 시스템 개발을 위한 모든 상세 항목이 결정된 모델이 된다. 설계 단계의 UI 설계 과정을 통하여 UI 레이아웃을 도출하였으며, 컴포넌트 정의 과정을 통하여 〈표 3〉의 일례와 같은 인터페이스 클래스 목록과 〈그림 11〉의 일례와 같은 컴포넌트 아키텍처 다이어그램을 도출하였다. 정의된 컴포넌트의 인터페이스 클래스와 바운더리(Boundary) 클래스의 상호 작용으로 유즈케이스를 구체화하면서 컴포넌트에서 제공해야하는 서비스를 정제화하기 위한 목적(즉, 컴포넌트가 구현할 인터페이스 클래스의 오퍼레이션을 정의 및 정제하기 위한 목적)으로 시퀀스 다이어그램을 〈그림 12〉의 일례와 같이 도출하였다.

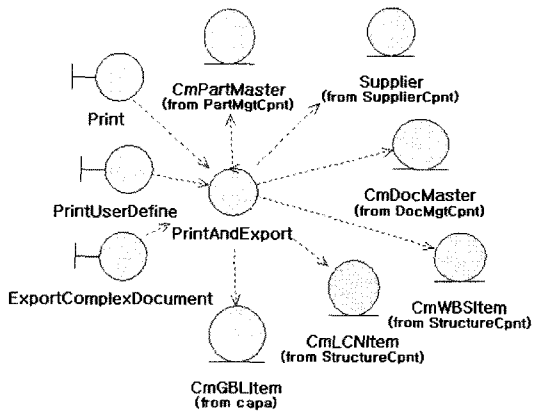

그림 10. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 개발 분석 클래스 다이어그램 일례
Fig. 10. Analysis Class Diagram of R&D Information System

표 3. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 인터페이스 클래스 목록 일례
Table 3. Interface Class Lists of R&D Information System

인터페이스 클래스 목록			
서브시스템명 : 구조관리기			
NO	인터페이스 클래스명	컴포넌트명	비고
1	IManagerSystemMgr	SystemMgtCpnt	무기체계정보관리
2	ISystemMgr	SystemCpnt	무기체계정보관리
3	IManagerBaseline Mgr	StructureMgtCpnt	베이스라인정보관리
4	IManagerModelMgr	StructureMgtCpnt	모델정보관리
5	IManagerStructure Mgr	StructureMgtCpnt	구조정보관리
6	IStrutcture	StructureCpnt	구조정보, 모델 정보, 베이스라 인정보관리
7	IManagerLinkedPro jectMgr	LikedProjectMgt Cpnt	연계사업정보관리
8	LinkedProjectMgr	LinkedProjectCpnt	연계사업정보관리
9	IManagerWBSImpo rtMgr	WBSImportCpnt	WBS연동관리

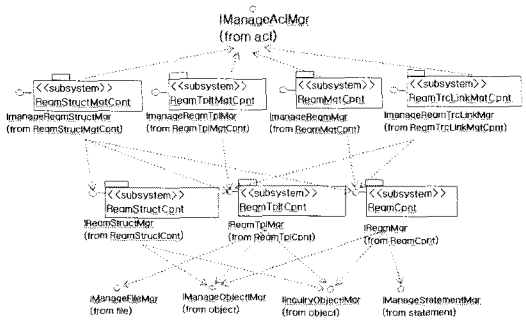

그림 11. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 컴포넌트 아키텍쳐 다이어그림 일례
Fig. 11. Component Architecture Diagram of R&D Information System

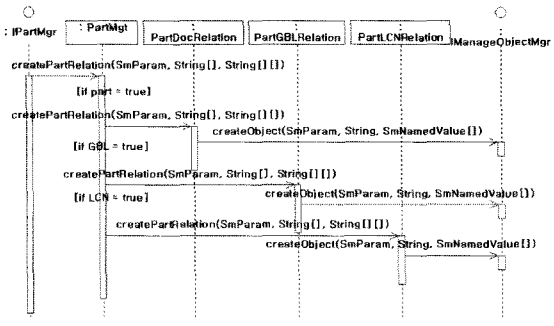

그림 12. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 시퀀스다이어그램 일례
Fig. 12. Sequence Diagram of R&D Information System

〈그림 11〉의 일례와 같은 컴포넌트를 도출하기 위하여 다음과 같은 4가지 컴포넌트 추출 기법을 활용하였다.

- 유즈케이스 다이어그램에서 〈〈include〉〉와 〈〈exclude〉〉로 정의되는 유즈케이스를 공통 서비스 컴포넌트로 도출한다.
- UI 레이아웃 설계 부분에서 공통으로 사용되는 기능을 공통 서비스 컴포넌트로 도출한다.
- 분석클래스 다이어그램에서 비즈니스 로직상의 핵심이 되는 중심 클래스(〈〈entity〉〉 클래스)와 해당클래스에 종속되는 클래스를 하나의 그룹으로 만들어, 그룹 내 클래스간의 밀접도는 높이고, 그룹간의 관련성을 낮추어 이 그룹을 컴포넌트를 도출한다.
- 유즈케이스와 클래스 간의 상관 관계를 분석하여 유즈케이스에 종속적인 클래스를 도출할 수 있다. 이렇게 분석된 결과를 바탕으로 해당 프로세스와 데이터가 캡슐화되며 이를 컴포넌트로 도출한다.

설계 단계의 컴포넌트 정의 과정을 거치면서 분석 단계에서의 유즈케이스를 기반으로 4가지 컴포넌트 도출방법을 활용하여 〈표 1〉의 Business 계층과 Infrastructure 계층상의 논리적 컴포넌트를 업무적 특성만을 고려하며, 시스템적인 특성은 배제된 상태로 도출한다. 이렇게 도출된 논리적 Business 계층은 다시 〈표 1〉과 같이 사용자 중심의 UI를 지원하기 위한 로직을 구현할 Application 계층의 물리적 컴포넌트들과 주요 비즈니스 로직을 구현할 Business Process 계층의 물리적 컴포넌트들로 구분할 수 있다. 논리적 Infrastructure 계층은 〈표 1〉과 같이 Business Process 계층의 영역을 지원하는 업무적 공통 컴포넌트를 구현할 Business Infrastructure 계층의 물리적인 컴포넌트들과 DBMS, 파일시스템 등의 데이터 입/출력에 대한 지원 컴포넌트를 구현할 Technical Infrastructure 계층의 물리적 컴포넌트들로 재구성된다.

설계 단계의 컴포넌트 설계 과정에서는 분석 단계의 분석 클래스다이어그램을 기반으로 설계 단계에서 정의된 컴포넌트와에 관련 클래스를 대입하면서, 컴포넌트별로 컴포넌트가 제공해야 하는 서비스를 구현하는데 필요한 클래스를 정제하고 컴포넌트 내부의 클래스간 관계를 정의하며, 컴포넌트 내부 클래스 다이어그램에서 식별된 각각의 오퍼레이션에 대한 상세 명세 및 트랜잭션 내역을 결정하게 된다. 설계 단계의 컴포넌트 설계 과정에서 J2EE 환경에 적합한 형태의 컴포넌트 내부 클래스 다이어그램을 〈그림 13〉의 일례와 같이 도출하였다.

설계 단계의 데이터베이스 설계 과정에서는 컴포넌트 아키텍처 다이어그램 및 컴포넌트 내부 클래스 다이어그램을 바탕으로 데이터베이스 스키마를 설계한 후 데이터베이스에 저장할 정보를 선정하고 데이터베이스 구조를 정의한다. 설계 단계의 데이터베이스 설계 과정에서는 테이블 목록과 테이블정의서를 도출하였다.

설계 단계의 웹 클라이언트 설계 과정에서는 사용자에게 보이는 화면 구성을 위한 HTML 화면들과 JSP 페이지들을 설계하여 구성하였다. 실제 서버 컴포넌트의 설계과정을 통하여 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템은 J2EE 개발 환경에 맞추어 컴포넌트를 도출하였으며, 각각의 컴포넌트들을 Application 계층과 Business Process 계층을 담당하는 cdms.jar, Technical Infrastructure와 Business Infrastructure 계층을 담당하는 sdms.jar 그리고 파일 처리만을 담당하도록 하는 vault.jar 의 형태의 서버 패키지로 구성하였다.

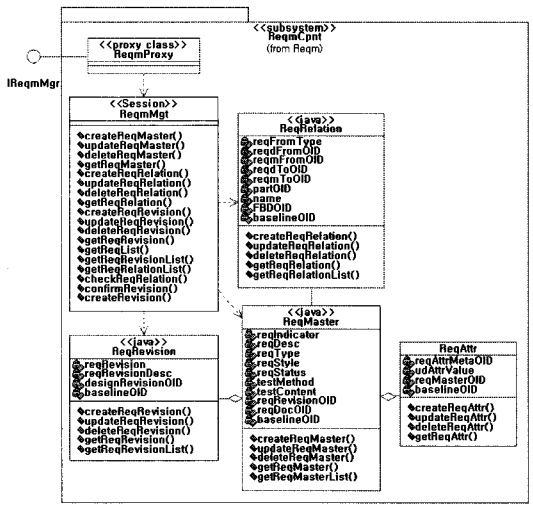

그림 13. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 컴포넌트 내부 클래스 다이어그램 일례
Fig. 13. Component Class Diagram of R&D Information System

5.2.4 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 개발 단계

무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 개발 단계에서는 설계 모델에서 작성된 설계 산출물을 바탕으로 해당 개발 환경에 맞춰서 코딩을 실시하였다. 즉, 설계 사양에 따라 실행 가능한 소스 코드를 UI, 서버 레이어로 작성하고 코드 리뷰와 단위테스트를 실시하여 완정성을 검증하였다. 먼저 UML 모델링 툴을 활용하여 설계된 내용이 구현 환경에서 자동 생성될 수 있도록 함으로써 설계서와 구현 소스의 정합성이 유지될 수 있도록 하였다.

계층화된 컴포넌트로 정의된 시스템 아키텍처를 활용한 프로그래밍 방법 및 구현 메커니즘을 통하여 사용자가 웹 브라우저에서 특정 서비스를 요청하면 Application 계층의 관련 컴포넌트 인터페이스가 호출된다. 호출된 Application 영역 컴포넌트 인터페이스는 필요한 여러 Business 영역의 컴포넌트 인터페이스를 호출하여 Application 차원의 처리를 한다.

〈그림 14〉의 일례와 같이 Business Process 계층의 컴포넌트는 단위 처리 기능에 필요한 해당 단위 클래스의 업무 규칙에 따라 데이터에 대한 오류 체크 및 실제 데이터베이스에 대한 입/출력 요청을 처리하게 된다. 따라서 Business process 계층은 설계 과정에서 도출된 단위 클래스의 업무 규칙과 데이터 입/출력을 담당하며 Application 계층은 이러한 Business Process 계층의 컴포넌트를 이용하여 사용자가 원하는 실제 데이터 처리를 할 수 있도록 한다. 이와 같이 클래스 또는 테이블 등의 단위 항목을 제어하는 기능과 이를 조합하는 로직이 서로 분리되어 사용자에 필요한 응용기능을 처리함으로써, 재사용성이 높고 수정이 용이한 시스템을 개발할 수 있는 구조를 갖게 된다.

Business Process 영역 : PartSBean

```
패키지위치 : mil.wm.cdms.part.partMgt.partCpnt
JavaBean : PartsBean
Method : createPart(Smparam, PartParam partInfo)
public String createPart(SmParam param, PartParam partInfo) throws SmException{
        SmNamedValue[] partSmNameValue;
        partSmNamedValue = mil.wm.cmn.SmNamedValueInspector.getSmNamedValue(partData)

        < 중 략 > // Business 규칙에 따라 구성품 정보 점검

        // Business Infrastructure Layer 호출 : 구성품 Object 생성 등록
        String object_id = this.objectControlS.createObject(param,"Part",partSmNamedValue);
        return object_id;
}
```

그림 14. Business Process 계층 컴포넌트 소스 코드 일례
Fig. 14. Source Code of Business Process Layer

〈그림 15〉의 일례에서 Business Infrastructure 계층은 Business Process 계층의 컴포넌트의 요청에 대하여 '구조 데이터', '단순 데이터', '데이터간 릴레이션', '파일 데이터' 등 데이터 특성에 따라 데이터 처리 인터페이스를 제공하고, 그 밖에 데이터의 라이프사이클을 지원하기 위한 공통 기능 모듈을 제공한다. 이러한 데이터 특성에 따른 인터페이스 단일화는 결과적으로 Business process 계층의 업무 규칙과 데이터 처리를 위한 SQL문 생성을 분리하게 되고 이에 따라 Business process 계층의 프로그램이 단순화되고 시스템 개발 과정이 용이해질 수 있는 장점을 제공한다.

```
Business Infrastructure 영역 : ObjectControlSBean
패키지위치 : mil.wm.cdms.fd.object.ObjectMgtCpnt
JavaBean : ObjectControlSBean
Method : createObject(Smparam, PartParam partInfo)
public String[] createObject(SmParam param, String clasName, SmNamedValue[][] values)
        throws SmException{

    // Technical Infrastructure Layer 호출 : DBMS 종류에 따라 insert SQL 문 생성 요청
    String[] insertArray = getStatementLocal().makeInsertStatement(param,classNme,values);
    // Technical Infrastructure Layer 호출 : insert SQL 문 실행 요청

    dbUtil.executeUpdate(insertArray[0], ErrorCode.DB_INSERT_ERROR);

    cdInterface.createObject(param, classNme, values, insertArray[1]);
    return insertArray[1];
}
```

그림 15. Business Infrastructure 계층 컴포넌트 소스 코드 일례
Fig. 15. Source Code of Business Infrastructure Layer

Technical Infrastructure 계층은 물리적인 DBMS와 파일시스템에 대한 처리를 수행하며 상위 계층의 프로그램에서 DBMS 업체에 독립적인 프로그램 개발을 가능하게 하고 있다. 즉 Business Infrastructure 계층까지는 SQL문을 생성하지 않고 내부 표현 방식으로 데이터에 대한 처리 요청을 하고 있으며 Technical Infrastructure 계층에서 해당 SQL 문을 생성하도록 하여 사용하는 DBMS가 변경되는 경우 Technical Infrastructure 계층의 컴포넌트만을 변경하여 SQL 구문상의 차이를 반영하는 방법으로 각종 DBMS에 독립적인 형태의 프로그램 개발을 가능하게 한다.

이와 같은 구현 과정은 설계시의 모델링 결과를 활용하여 이루어졌으며, 프로그래밍 과정에서 아키텍처 구성 개념과 특성을 고려하여 구현되었다. 구현된 결과는 별도의 독립된 시험 조직에 의하여 단위시험(기능 및 컴포넌트), 통합시험, 운용성시험(성능 및 시나리오)의 단계로 시험을 수행하였다. 시험결과에 따른 수정 및 보완 그리고 재시험의 과정을 반복 수행하여 시스템의 안정성과 성능을 향상시킬 수 있었다.

5.3 성능 시험 결과

무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템에 대한 성능 시험은 HP RP4440 장비(PA-RISC 875Mhz 4 CPUs, 6GB Main Memory)에서 성능 시험을 실시하였으며, 시험 결과는 〈표 4〉 와 같다. 성능시험에서 실시한 시험 항목은 사용자 로그인 시간, 메타데이타 조회, 등록 및 수정 사항에 대한 성능시험을 실시하였으며, 대용량의 파일을 처리하기 위한 시험을 실시하였다. 〈표 4〉에서와 같이 성능 시험에서는 1,000건의 구조정보 데이타에 대한 데이터베이스 등록 작업이 평균 20초 이내에 수행되었으며, 대 용량의 파일 처리에 대하여 약 1분 이내에 응답함을 알 수 있었다.

표 4. 성능시험 결과
Table 4. Results of the Performance Test

시험항목	시험결과(단위:초)
사용자 로그인(20/30 명 사용자 로그인)	0.561/0.631
메타데이터 조회(10/100/1,000/10,000 행 문서목록)	0.212/0.217/0.198/0/949
메타데이타 등록(1,000건의 구조정보 복사 3회)	18.81/19.10/19.03
메타데이타 수정(구성품정보 1,000개 분류 이동)	77
메타데이타 삭제(게시물 1,000 건 삭제)	120
파일등록(100Mb/523.7Mb/656.1Mb 파일 등록)	11.9/44.6/55.8
파일조회(523.7Mb/656.1Mb 파일 조회)	61.8/75.9
파일삭제(656.1Mb 파일 삭제)	1

VI. 결론

본 논문에서는 웹 환경에서 운영되는 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 구축을 위한 설계와 구현 방안을 시스템 아키텍처 기준 및 관점으로 제시하였다. 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템 시스템을 구현하기 위하여 CBD 개발 및 모델링 방법론과 도구를 활용하였으며 정의된 시스템 아키텍처를 기반으로 시스템 개발 업무를 수행하여 시스템 각 개발 단계에서의 CBD 기반 산출물을 체계적으로 정의할 수 있었다. 또한 시스템 기능의 확장과 유지보수 활동을 수행하는 과정에서 무기체계 연구개발 형상/정보관리시스템을 구성하는 각 계층의 컴포넌트를 적절히 활용하게 됨으로써 추가적인 개발 노력의 절감과 기존 기능을 수정하는 활동에 있어서도 시간과 비용 절감의 효과를 기대할 수 있게 되었다.

참고문헌

[1] Ivica Crnkovic, "Implementing and Integrating Product Data Management and Software Configuration Management", ARTECH HOUSE, INC., 2003.

[2] CIM-Data, www.cimdata.com/PLM/cpdm.html, 2007.

[3] 박삼준, 노효상, "동시공학 개념의 연구개발 프로세스를 위한 정보시스템 요구분석", 한국군사과학기술학회 종합학술대회논문집, VOL I, pp328-333, 2001.
[4] Q.A. Siddiqui, N.D. Burns and C.J. Backhouse, "Implementing product data management the first time", International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol. 17, NO. 6, pp.520-533, 2004.
[5] Samir Mesihovic, Johan Malmqvist and Peter Pikosz, "Product data management system-based support for engineering project management", Journal of Engineering Design, Vol. 15, NO. 4, pp.389-403, 2004.
[6] J.X. Gao, Hayder Aziz, "Application of product data management technologies for enterprise integration", International Journal of Computer Integrated Manufacturing, Vol. 16, NO. 7-8, pp.491-500, 2003.
[7] US Army Material Command, MIS-PRF-55011, "Performance Specification System Specification for the Enterprise Product Data Management System", 2003.
[8] Sun Microsystems, Java 2 Platform Enterprise Edition Specification, v 1.4, 2003.
[9] H.F. Zhan, W.B. Lee, "A web-based collaborative product design platform for dispersed network manufacturing", Journal of Materials Processing Technology, pp.600-604, 2003.
[10] M.Y. Huang, Y.J. Lin, "A framework for web-based product data management using J2EE", International Journal of Advanced Manufacturing Technology, Vol 24, pp.847-852, 2004.
[11] "CBD 방법론(EJB)", 삼성SDS 멀티캠퍼스, 서울, 2002.
[12] 김형준, 오형근, 박삼준, 김도형, "연구개발정보체계 체계규격 및 설계 연구", IEDC-412-060429, 연구보고서, 국방과학연구소, 2006.
[13] 김형준, 오형근, 박삼준, 김도형, "연구개발정보체계 구축 방안 연구", IEDC-412-060430, 연구보고서, 국방과학연구소, 2006.

저 자 소 개

김 형 준

1987년 부산대학교 계산통계학과
1989년 숭실대학교 전산과 석사
1989년~현재 : 국방과학연구소
관심분야 : JPEG2000, CIM, MPEG21, 원격교육

서 영 건

1987년 경상대학교 전산과 학사
1997년 숭실대학교 전산과 박사
1989년~1992년 삼보컴퓨터
1997년~현재 경상대학교 컴퓨터교육과 부교수
2001년~현재 경상대학교 컴퓨터정보통신연구소원
관심분야 : 멀티미디어통신, 영상인식, 원격교육

김 상 복

1989년 중앙대학교 전자공학과 박사
1984년~현재 경상대학교 컴퓨터과학과 교수
2001년~현재 경상대학교 컴퓨터정보통신연구소원
관심분야 : 멀티미디어통신, 영상인식, 보안

강 기 준

2000년 경상대학교 컴퓨터과학과
2002년 경상대학교 교육대학원 컴퓨터 교육과
2007년 경상대학교 대학원 컴퓨터과학과 박사
〈관심분야〉 JPEG2000, MPEG,

이 부 권

1972년 경상대학교 농경제학 학사
1978년 미시건주립대학 대학원 시스템 공학전공 석사
2001년 경남대학교 대학원 컴퓨터공학과 박사
1980년~현재 경상대학교 컴퓨터과학과 교수
관심분야: 시뮬레이션, 멀티미디어, 원격교육