

# 시스템 설계 프레임워크의 개발 및 효율적 통합방안

## Development and Integration of Various System Design Frameworks

김우현\*, 이재우\*\*  
Yu Xuan Jin\* and Jae-Woo Lee\*\*

### ABSTRACT

For the development of system framework, which provides multidisciplinary design environment, the integration of analysis codes written in various computer languages, the integration of CAD and DBMS, and the development of complex GUI are indispensable. In this study, three different design frameworks which have been developed in Konkuk University with the aids of a company and other university, are compared and analyzed with respect to the analysis code integration method and the module interface technique. Moreover, the way to develop an efficient framework is proposed.

## 1. 서 론

항공기 설계는 설계초기 단계에서부터 여러 설계 분야가 밀접하게 관련되며 전체 시스템이 복잡하기 때문에 설계 자동화 환경의 구축과 이를 위한 통합적 환경 하의 설계 프레임워크의 개발이 필요하다<sup>(1)</sup>. 프레임워크란 설계하고자 하는 대상에 대한 설계/해석 방법의 정의에서부터 새로운 해석 도구들의 통합, 해석 도구 간의 연계 자동화, 데이터 교환의 자동화, 해석 및 최적화 결과의 분석 및 설계적 판단 자료의 제공이 GUI(Graphic User Interface) 상에서 사용자의 직관적인 판단에 의해서 이루어질 수 있는 설계 도구적 기능과 분산 환경에서 설계 대상에 관련된 여러 설계 분야 전문가들의 동시적 참여가 가능한 통합적 설계 환경으로서의 기능을 만족시키는 전산환경이라 정의할 수 있다<sup>(2)</sup>. 즉 설계순기의 단축, 개발비용의 절감, 시스템 전체의 최적설계를 목적으로 하는 다분야 통합설계 자동화 도구를 의미한다. 자동화된 설계 프레임워크를 구축하는데 있어서 중요한 문제는 어떻게 해석 코드와 CAD/CAE(Computer Aided Design/Computer Aided Engineering) 도구 등의 설계자원을 통합하고 자동화할 것인가에 있다.

본 논문에서는 건국대학교 공력설계 및 시스템 통합 최적화 연구실에서 국내 산업체 및 대학과 공동으로 개발하였거나 또 개발 중인 세 개의 설계프레임워크(전투기 형상설계 프로그램, 초고온 진공로 통합설계 프로그램, 발사체 통합설계 프레임워크)의 구조와 실제 구현된 해석자원의 통합방법을 분석하고 CAD, GUI, DBMS(DataBase Management System) 등 여러 모듈로 구성된 프레임워크의 기능을 비교하며 프레임워크의 용이성과 확장성을 검증하고 아울러 향후 프레임워크의 발전방향을 제시하고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 통합설계 프레임워크 구성

전형적인 통합설계 프레임워크는 사용자의 접속장치인 GUI 모듈, 형상을 설계하기 위한 CAD 모듈, 데이터를 저장하고 관리하기 위한 DBMS, 그리고 인프라구조인 해석자원, 최적화모듈 등으로 구성된다. 이러한

\* 건국대학교 항공우주공학과 석사과정

\*\* 건국대학교 항공우주공학과 교수

모듈들은 DBMS에 접속하여 데이터를 관리하고 각 모듈에 할당된 작업을 수행할 수 있도록 한다. 또한 최신기술 및 향후 기술의 발전을 고려한 수정과 확장이 용이하도록 개발됨으로써 전체 시스템이 경제성과, 확장성, 개방성을 가지게 된다. 각 설계 및 해석모듈 선정시 고려할 점들은 다음과 같이 정리할 수 있다<sup>(3)</sup>.

표 1. 각 설계 및 해석 모듈 선정 시 고려사항

모듈	주요 고려사항
Database	-데이터의 일관성 및 무결성 유지 -효율성 및 보완 증대 -Hierarchy 제공 -각각의 모듈에 따른 적합한 데이터 모듈의 개발
CAD	-Parameter-based Design 구현 가능 -해석에 필요한 형상 데이터 획득 -Database와의 효율적 연결
설계해석	-요구되는 해석 데이터 획득 -새로운 해석 모듈 적용의 용이성 -Database와의 효율적인 연결
설계 최적화	-다분야 최적화 문제의 구성과 실행 -Data Flow 정의에 유연한 구성
GUI	-통합적 작업환경 구축 -직관적이고 편리한 사용자 환경 -수정 및 확장이 용이한 설계

## 2.2 건국대학교 시스템 설계 프레임워크의 소개 및 분석

### ● 전투기 형상설계 프로그램(MADE)

MADE(Multidisciplinary Analysis & Design Environment)는 국방과학연구소에서 위탁하여 (주)지오메니아, 세종대학교, 건국대학교에서 공동으로 개발한 통합설계 프레임워크이다<sup>(4)</sup>. MADE는 Oracle 데이터베이스 시스템을 기반으로 하였고 작업자 환경을 제공하는 GUI는 객체지향 언어인 Microsoft VC++를 이용하여 구성하였으며, 형상설계 CAD 모듈은 CATIA (Computer-graphics Aided Three-dimensional Interactive Application)를 이용하였다. 해석코드의 통합은 DLL(Dynamic Link Library)과 Fortran, C++의 Mixed Language를 이용하였다. CATIA와 범용 최적설계 프로그램인 Visual DOC 2.1과의 통합은 자체적으로 제공되는 API(Application Program Interface)를 사용하였다. GUI는 설계 및 구현은 개념 설계 단계의 순기를 따르면서 전체적인 구조를 직관적으로 쉽게 파악하고 사용할 수 있도록 하였으며, 새로운 해석코드를 쉽게 통합할 수 있는 구조로 설계 및 구현하였다. 그림 1은 MADE의 시스템 통합 구성도를 보여주고 있다.

새로운 해석자원의 통합, 데이터 흐름의 정의, 해석 및 최적화 과정의 실행은 데이터베이스에 저장된 설계 정보를 이용하여 이루어진다. 데이터베이스에 근간하여 GUI, 해석모듈, 최적화 모듈, CAD 모듈은 각각 데이터베이스와의 독립된 연결을 가지고, 이로부터 전달받은 데이터의 흐름과 해석 및 최적화 실행 정보, 실제 해석에 필요한 입출력 데이터에 의해 각 모듈에 할당된 작업을 수행하게 된다.

MADE의 GUI 설계, DB 연동, 수치계산 등이 VC++로 이루어졌기 때문에 섬세한 프로그래밍이 가능하여 Mouse Drag, Tree View 같은 편리한 사용자 인터페이스의 구현이 가능하지만 설계개발에 많은 시간이 소요되는 단점을 가지고 있으며 형상설계를 위해서는 설계된 비행체 형상에 대해 면적, 길이, 무게 등 다양한 변수를 추출할 수 있는 함수를 제공하여 해석코드 실행을 위한 데이터를 획득하는 장점을 가지고 있는 CATIA를 이용하며 CATIA 내의 CAA (CATIA Application Architecture) 기능을 이용하여 형상해석을 수행한다. 해석코드 실행, 최적화 설계의 실행은 데이터베이스를 중심으로 통합할 수 있다.

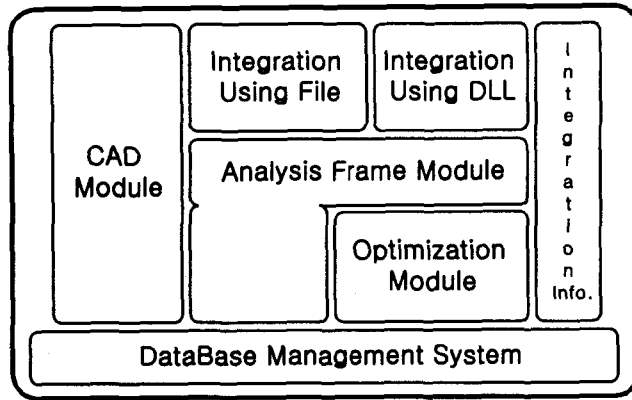


Fig. 1 MADE의 시스템 통합 구조

해석코드는 DLL 방식으로 통합하였으므로 새로운 버전의 코드가 생성되거나 새로운 최적화 모듈이 통합되는 등 수정이 필요한 경우 모든 라이브러리가 업데이트되기 때문에 전체 시스템을 다시 컴파일 해야 하는 큰 단점을 가지고 있으며 프로그램 자체가 하나로 구성되어 있고 단일 PC에서 운영되며 분산환경이 가능하지 못하며 윈도우즈 계열의 운영체제에서만 구현이 가능하다는 제약이 있다.

● 초고온 진공로 통합설계 프로그램

진공로는 공업로의 한 분류로써 알맞은 분압(Partial Pressure)으로 배기시킨 밀폐 공간에서 금속을 열처리하는 로를 말한다.

초고온 진공로 통합설계 프로그램은 에너지 관리공단의 지원으로 건국대학교와 (주)썸백엔지니어링에서 공동 개발 중인 프레임워크이다. 진공로 통합설계 프로그램은 분산환경의 프레임워크로서 미들웨어 분산시스템(Plinda)을 중심으로 통합을 이루며 사용자 인터페이스인 GUI는 VB를 사용하였고, 형상설계 CAD 모듈은 AutoCAD를 이용하였다. 최적설계 프로그램은 구배기반의 상용 최적화 프로그램인 DOT를 사용하였으며 해석코드는 FileWrapper과 Fortran, C++의 Mixed Language를 이용하여 통합하였다. AutoCAD는 프로그램 자체에서 제공한 VBScript를 사용하여 프레임워크에 적용시켰다. 그림 2는 진공로 통합설계 프로그램의 시스템 통합 구성도를 보여주고 있다.

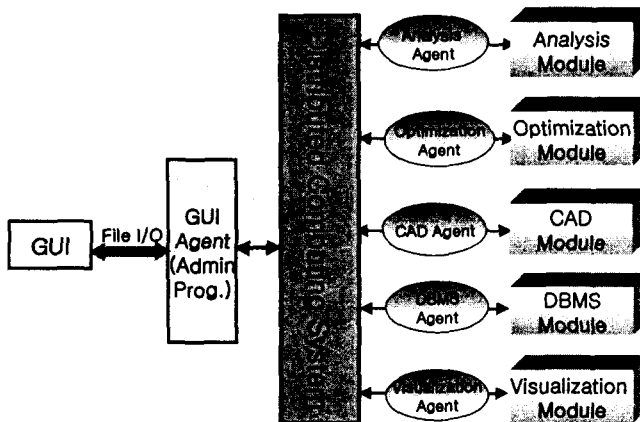


Fig. 2 진공로 통합설계 프로그램 시스템 통합 구조

초고온 진공로 통합설계 프로그램에서 해석코드의 통합방식은 파일의 입, 출력을 이용한 것이다. 해석코드의 입력은 사용자가 GUI를 통한 입력과 데이터베이스에서 호출한 파일을 통한 입력으로 구성되며 입력파일은 GUI Agent를 거쳐 미들웨어의 튜퍼에 올리게 된다. Wrapper는 튜퍼에 올린 데이터를 읽어서 정확한 입력파일을 형성하여 Agent에 의해 기동된 해석코드에 보내준다. 해석모듈에 의해 정확한 결과가 나오면 해당된 Agent를 통해 튜퍼에 데이터를 올리며 튜퍼에 올려져 있는 데이터들이 파일로 생성 되어 GUI Agent를 통해서 GUI에 값을 반환한다. 결과는 최종적으로 Contour Plot의 형태로 GUI에서 사용자에게 보여준다.

초고온 진공로 통합설계 프로그램의 GUI 설계, 데이터베이스 연동은 Visual Basic(VB)언어를 사용하므로써 프로그래밍이 쉽고 빠르며 해석자원의 결과를 간단하고도 보기 좋게 보여줄 수 있지만 수치계산이 약한 단점을 가지고 있다. CAD 도구로는 설계대상이 주로 이차원 도면으로 설계되는 진공로임을 감안하여 AutoCAD로 선정하였다. AutoCAD는 데이터베이스 연동 컴포넌트를 지원하기 때문에 데이터베이스와 쉽게 통합할 수 있는 장점을 가지고 있다.

초고온 진공로 통합설계 프로그램은 분산컴퓨팅이 제공되기 때문에 해석자원을 분리시켜서 프로그램 자체를 가볍게 가져갈 수 있는 장점을 가지고 있지만 해석자원과 사용자가 서로 신뢰성이 있는 통신을 하기 위해서는 정확한 통신 프로토콜이 필요하게 된다. 진공로 통합설계 프로그램에서는 주로 파일을 이용하여 통신한다. 해석코드 통합이 파일의 입출력을 통하여 이루어 지기 때문에 새 버전의 해석코드가 생성될지라도 해석코드의 입력과 출력형식이 변화되지 않으면 코드의 수정이 필요가 없는 장점을 가지고 있다.

● 발사체 통합설계 프레임워크

발사체 통합설계 프레임워크는 건국대학교에서 자체 개발 중인 웹 버전의 프로그램이다. 발사체 통합설계 프레임워크는 웹서버(Internet Information Server 5.0)를 중심으로 Aspexec라는 컴포넌트를 이용하여 전체 시스템 통합을 수행하였다. 본 프로그램의 사용자 인터페이스인 GUI는 ASP(Active Server Page)를 사용하여 개발 되었고, 형상설계 및 CAD 모듈은 CATIA를 이용하였으며 CAITA의 Macro 리코딩 기능을 이용하여 VBScript언어로 전체 시스템에 통합 시켰다. 해석코드는 Aspexec라는 컴포넌트를 이용하여 GUI와 데이터를 전송 하도록 개발되었고 추후 최적화 프로그램의 통합과 DBMS 모듈이 추가될 예정이다. 상세한 시스템 통합구조는 그림 3과 같다.

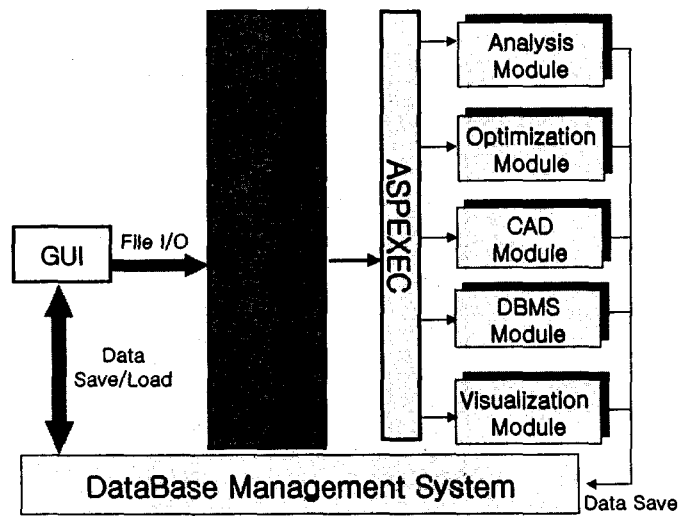


Fig. 3 발사체 통합설계 프레임워크 시스템 통합 구조

발사체 통합설계 프레임워크의 해석코드 통합은 웹서버에서 실행파일을 기동시키는 Aspexec 라는 컴포넌트를 이용하여 해석자원을 웹서버에 등록시키는 방법을 사용하였다. 웹 환경(Internet Explorer) 즉 GUI에서 입력받은 값들은 ASP 언어를 통해 파일로 구성되어 웹서버를 거쳐 Aspexec가 기동한 해당 해석모듈을 찾아간다. 해석 결과는 데이터베이스 시스템에 직접 접속하여 저장되며 웹에서는 데이터베이스에 접속하여 해석결과를 ChartFx 컴포넌트 혹은 ASP 언어를 이용하여 Dynamic하게 보여준다.

발사체 통합설계 프레임워크의 GUI 설계, 수치계산은 ASP로 이루어졌기 때문에 GUI 기능에서 제한을 받으며 수치계산이 약하고 CAD 모듈인 CATIA는 웹버전으로 개발되어 있지 않기 때문에 클라이언트 측 사용자 측에 CATIA가 깔려 있어야 한다는 단점과 데이터의 유출 등 서버의 보안도 강화해야 하는 부분이 있다. 그러나 ASP 언어로 구현한 발사체 통합설계 프레임워크 사용자 인터페이스(Internet Explorer)는 언제, 어디서나 접속이 가능하며 Operating System에 구축을 받지 않으며 해석자원의 연산이 웹서버에서 이루어지기 때문에 분산 컴퓨팅이 가능하게 된다.

### 2.3 후보 프레임워크의 기능 비교

2.2 절에서는 본 연구실의 세 개의 프레임워크에 관하여 설명하였다. 다음은 Eyeball-to-Eyeball Comparison을 통하여 각 프레임워크의 기능을 비교 하고자 한다. 프레임워크의 각 기능의 랭킹은 저자의 프레임워크에 대한 지식에 크게 의존하며 또한 저자의 주관적인 의견이 포함되어 있다.

표 2. 각 통합설계 프레임워크의 비교<sup>(5)</sup>

- Excellent, ● Good, ● Fair, ○ Poor/None
- A: 전투기 설계 프로그램(MADE),
- B: 초고온 진공로 통합설계 프로그램,
- C: 발사체 통합설계 프레임워크

Desirable Properties	A	B	C
Tool-box Capability	●	●	○
Object-Oriented	●	●	●
Interface Specs	●	●	●
Efficient Object Linking	●	●	●
Good Graphical Interface	●	●	●
High-Performance Computing	●	●	●
Plug and Play Capabilities	●	●	●
Multimedia Collaborativity	○	●	●
Functional Interactivity	●	●	●
Configurational Archival	●	●	●
Resource Allocation	●	●	●
Problem Inputs & Outputs	●	●	●
Time-line of frameworks	○	○	○
Sharing Program resource	○	●	●
Framework Lightness	○	●	●
Platform Independence	○	●	●

평가결과를 살펴보면 프레임워크 B와 C가 프레임워크 A 보다 좋은 것으로 보여진다. 하지만 이는 프레임워크 A의 방법이 실제 설계에 적용 가능하지 않음을 내포하는 것은 아니며 특정된 문제에 대해서는 더 좋은 결과를 가질 수도 있다. 또한 프레임워크의 구성 모듈에 의해서도 랭킹의 순위가 많이 좌우 될 수 있다.

### 3. 결 론

본 연구에서는 세 개의 통합설계 프레임워크를 개발하여 각 프레임워크의 구조와 해석자원의 통합방법과 구성모듈을 비교하였다. 실제 개발된 프레임워크 설계에 적용하여 장, 단점을 분석하였고 또 이러한 해석자원의 통합방법을 이용하여 전체 시스템을 구성하였을 때의 기능을 비교하였다.

이러한 비교를 통하여 향후 개선된 프레임워크의 개발에 꼭 필요한 사항은 다음과 같이 요약할 수 있다.

첫째, 사용자 인터페이스가 잘 설계되어야 한다. 예를 들면 해석결과 Contour Plot, Optimization History를 통하여 사용자가 시각적으로 정확한 판단을 줄 수 있게 한다.

둘째, 분산컴퓨팅, 병렬컴퓨팅이 가능해야 하고 프로그램 리소스가 공유되어야 하며 OS (Operating System)에 무관하게 작동되어야 한다.

이 두 가지 뿐만 아니라 향후 발전할 프레임워크에는 더 많은 요구 사항들이 대두되고 있다. 현재는 병렬 처리의 슈퍼컴퓨터가 주로 이용되지만 향후에는 PC 네트워크로 이루어진 인터넷시대가 형성될 것으로 예측되므로 이를 고려한 개발이 필요하다. 또한 통합설계 프레임워크의 통합방법은 구성모듈에 의해 많이 영향을 받기는 하지만 소프트웨어 기술의 비약적 발전으로 통합 자체는 항상 가능해 지는 방향으로 진행되고 있으며 따라서 현재는 프레임워크의 기능이 단조롭고 부족하지만 큰 잠재력을 가지고 있는 웹기반 시스템 통합설계 프레임워크의 발전 가능성이 매우 크다고 판단된다.

#### 후기

본 연구는 국방과학연구소의 장기기초연구(과제번호 ADD-03-01-01)와 국방과학연구소 3-대합-3의 2002년 위탁연구의 지원으로 수행되었으며 연구비를 지원해 주신 국방과학연구소에 감사드립니다.

#### 참고 문헌

1. 이재우, "다분야 통합최적설계(MDO, Multidisciplinary Design and Optimization): 설계개념, 연구동향 및 응용", 한국항공우주학회지, 제2권 제5호 2001년 8월.
2. 조상오, 이재우, 변영환, "MDO 프레임워크 개발을 위한 해석코드 및 최적화 과정 통합에 관한 연구" 한국항공우주학회지 30권, 제7호 2002년 10월.
3. 정주영, 조상오, 김종환, 이재우 "항공기 형상 최적설계를 위한 통합환경 개발에 관한 연구", 항공우주학회 2001년 추계 발표, 2001년 4월.
4. 조상오, 마은경, 길인환, 이재우, 강인모, 유홍철, 김명성. "분산환경의 통합설계 프레임 워크 개발에 관한 연구" 한국항공우주학회논문집, 2001년 11월.
5. Ramki Krishnan, "Evaluation of Frameworks for HSCT Design Optimization" NASA/CR-1998-208731, 1998.