

GUI 기반의 발전계통 시뮬레이터의 설계 및 구현

피우호^o 최종필
한국산업기술대학교 컴퓨터공학과
{pi79^o, jpchoi}@kpu.ac.kr

Design and Implementation of GUI based Electronic Power System Simulator

Mu-ho Pi^o Jong-pil Choi
Dept. of Computer Engineering, Korea Polytechnic University

요 약

발전계통 시뮬레이션은 CFD(전산유체역학)를 이용한 시뮬레이션으로서 다차원 미시적인 현상에 대한 시뮬레이션을 뜻한다. 주요 특징으로써 다수의 컴포넌트로 구성된 계통의 다양성으로 보일러, 급수계통, 증기계통, 복수계통 등 다양한 계통들이 존재하고 있다. 따라서 다양한 컴포넌트 모듈을 저장할 수 있는 GUI(Graphic User Interface) 기반의 시뮬레이션 툴이 필요하게 되었다. 현재 발전계통 시뮬레이션 툴의 문제점은 외국의 상용화 툴에 전적으로 의존하고 있으며 이는 곧 시뮬레이터 유지 보수에 어려움을 초래하게 되었다.

본 논문에서는 발전계통 시뮬레이션을 위한 컴포넌트 모듈의 생성, 모듈과 그래픽 라이브러리간의 연결, 유량-압력 알고리즘을 이용한 계통 Solver를 설계하고 멀티스레드를 이용한 복수개의 계통 시뮬레이터 구현 방법을 소개한다.

1. 서 론

발전계통 시뮬레이션은 CFD(전산유체역학)를 이용한 시뮬레이션으로서 다차원 미시적인 현상에 대한 시뮬레이션을 뜻한다. 계통 시뮬레이션은 계통의 구성요소 간의 상호작용에 중점을 둔 거시적인 계통 시뮬레이션 해석(유동방향의 일차원)과 추가적인 데이터(설계 데이터, 운전데이터)를 결합한 것이다.

발전계통 시뮬레이션의 구성요소로서는 컴포넌트 모델과 GUI 기반의 시뮬레이션 환경 그리고 계통 시뮬레이션 Solver로 구성되어진다.

발전계통 시뮬레이션의 주요 특징으로는 두 가지가 있다. 첫 번째 특징으로는 컴포넌트 모듈의 다양성으로 파이프, 밸브, 펌프, 터빈과 같이 다양한 컴포넌트 모듈들이 있으며 두 번째 특징은 다수의 컴포넌트로 구성된 계통의 다양성으로 보일러, 급수계통, 증기계통 등 다양한 계통들이 존재하고 있다. 따라서 다양한 컴포넌트 모듈을 저장할 수 있는 GUI(Graphic User Interface) 기반의 시뮬레이션 툴이 필요하게 되었다.

현재 국외에서는 GSE, CAE, TRAX 등과 같은 상용화된 툴들이 있으며 국내에서는 GSim 시뮬레이터가 존재하지만 현재는 대학 강의에서만 사용되고 있는 실정이다.

현재 발전계통 시뮬레이션 툴의 문제점으로는 운전원 교육 및 훈련용 시뮬레이터 개발에 있어서 외국의 툴에 전적으로 의존하고 있으며 이는 곧 시뮬레이터 유지 보수의 어려움을 초래하게 되었다. 발전소 현장 사용자의 요구에 신속하게 대처하기 위한 툴의 개발이 필요하게 되었으며 이에 대체 방안으로써 국내에서 컴포넌트 모듈과 계통의 추가, 수정이 가능한 시뮬레이터의 개발을 하게 되었다.[1]

본 논문에서는 발전계통 시뮬레이션을 위한 효율적인 컴포넌트 모듈의 설계와 구현 및 복수개의 계통을 위한 시뮬레이터를 구현하였다. 2절에서는 관련 사례에 대하여 소개하며, 3절에서는 설계 및 구현 방법을 언급하며 4절에서 결론을 맺는다.

2. 관련 사례

본 논문에서 소개하는 GUI 기반의 발전계통 시뮬레이터를 구현하기에 앞서 기존 국외와 국내에서 사용되어지고 있는 발전계통 시뮬레이터의 특징을 정리해 보았다.

비교 대상으로는 국외의 TRAX와 국내의 GSim을 비교하였다. TRAX는 최근 15년간 열병합 발전소를 위한 시뮬레이터의 표준으로 자리 잡고 있는 시뮬레이터이며

GSim은 국내에서 개발된 발전계통 시뮬레이터로서 현재 대학 강의에서만 사용되어지고 있다.

TRAX	<ul style="list-style-type: none"> - 열병합 발전소 운전자를 위한 100여개의 시뮬레이터 제공 (보일러, 가스, 제어기기등) - 각각의 계통에 해당되는 틀이 개별적으로 존재 - 엔지니어링 등급 소프트웨어 - GUI 기반의 시뮬레이션 기능 - 상용화 프로그램
GSim	<ul style="list-style-type: none"> - 발전계통 시뮬레이션을 위하여 증기, 급수 단일 계통의 시뮬레이터 제공 - 국내의 일부 대학에서 교육용으로 사용 - GUI 기반의 시뮬레이션 기능 - 오픈 소스 프로그램

[표 1] 기존 발전계통 시뮬레이터 비교

표 1은 기존 발전계통 시뮬레이터들의 특징을 비교한 것이다. 위의 표와 같이 기존 시뮬레이터들은 상용화, 계통에 따른 다수의 틀, 단일 계통 지원 등의 문제점을 가지고 있다.

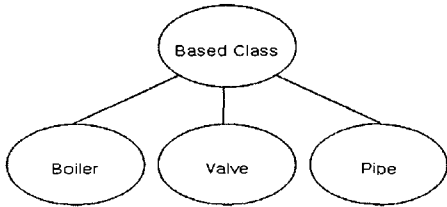
3. 설계 및 구현

3.1 컴포넌트 모듈의 설계

본 논문에서 소개하는 발전계통 시뮬레이션 틀에 사용되는 다수개의 컴포넌트 모듈의 기능은 다음과 같다.

- 1) 컴포넌트 모듈에 해당하는 변수 입력
- 2) 컴포넌트의 모니터링 변수 설정
- 3) 컴포넌트 모듈의 저장 및 불러오기

위와 같은 컴포넌트의 기능을 토대로 하여 컴포넌트 모듈들을 위한 기반 클래스를 설계하였다.



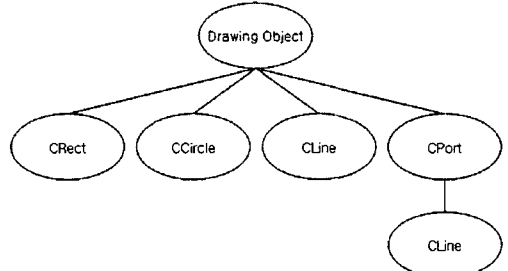
[그림 1] 클래스간의 상속관계

그림 1은 기반 클래스를 상속받아 만들어지는 모듈들을 표현한 것이다. 각각의 모듈들은 고유 기능에 맞게 기반 클래스를 상속받아 만들어지게 된다.

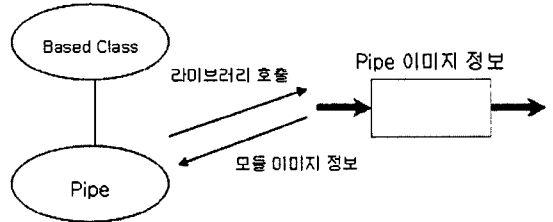
3.2 모듈 그래픽 라이브러리 구성도

GUI 기반의 시뮬레이션을 구현하기 위하여 컴포넌트 모듈들과 그래픽 정보를 매핑하기 위하여 컴포넌트 모듈

들에 해당하는 그래픽 정보를 저장하는 라이브러리 파일을 생성하였다. 라이브러리 파일에는 컴포넌트 모듈의 벡터 이미지 정보, 모듈의 입출력 포트 벡터 이미지 정보를 저장하였다.



[그림 2] 컴포넌트 모듈 이미지 구성도

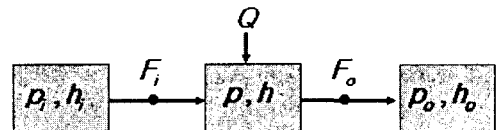


[그림 3] 라이브러리 호출

그래픽 에디터 윈도우에서 컴포넌트 모듈이 생성되면 그림 3과 같이 컴포넌트 모듈은 라이브러리 파일에서 모듈과 일치하는 그래픽 데이터를 검색하고 일치하는 데이터를 검색하게 되면 해당 그래픽 정보를 읽어오는 방식으로 구현되었다.

3.3 계통 Solver의 설계

각각의 계통 Solver들은 컴포넌트 모듈들의 매트릭스(Matrix) 구성을 통하여 구현되어진다. 매트릭스는 GUI 에디터를 통하여 설계된 컴포넌트 모듈들의 연결 상태(NetList)로 구현되며 유량-압력 계산 알고리즘에 의해 연산된다.



$$\begin{aligned}
 F_i &= F_o \\
 F_i &= a_i(p_i - p) + b_i \\
 F_o &= a_o(p - p_o) + b_o
 \end{aligned}$$

$$-a_i p_i + (a_i + a_o)p - a_o p_o = b_i - b_o$$

[그림 4] 유량-압력 계산 알고리즘

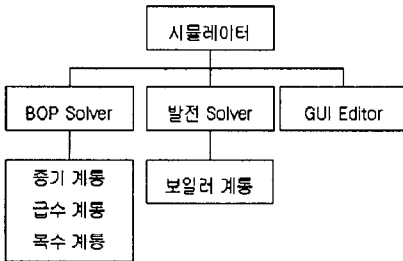
계통 Solver는 GUI 에디터에서 설계된 컴포넌트 모듈

간의 연결을 매트릭스로 구현한 후 그림 3의 유량-압력 계산 알고리즘을 사용하여 연결된 컴포넌트 모듈간의 연산을 하게 된다.

3.4 복수 개의 계통 시뮬레이터 구성

본 논문에서 소개하는 GUI 기반의 발전계통 시뮬레이터는 기존의 국의 상용 시뮬레이터의 문제점이었던 복수 개의 계통에 따르는 다수의 톨의 존재 문제점과 국내 교육용 시뮬레이터의 문제점인 단일 계통지원을 해결하기 위하여 복수개의 계통 시뮬레이터와 GUI 에디터를 단일 프로그램으로 통합하였다.

복수 개의 계통 시뮬레이션을 위한 시뮬레이터의 구성은 그림 5와 같다.



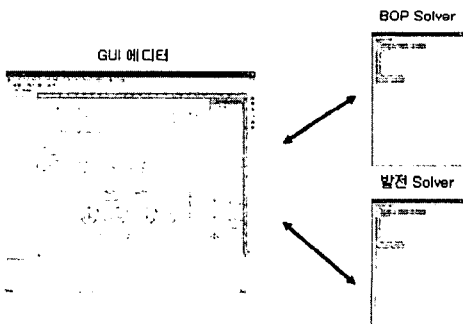
[그림 5] 시뮬레이터 S/W 구성도

3.5 구현

본 논문에서 소개한 GUI 기반의 발전계통 시뮬레이션을 위한 모듈들의 설계를 검증하기 위하여 실제 프로그램 환경에서 구현하여 검증해보았다.

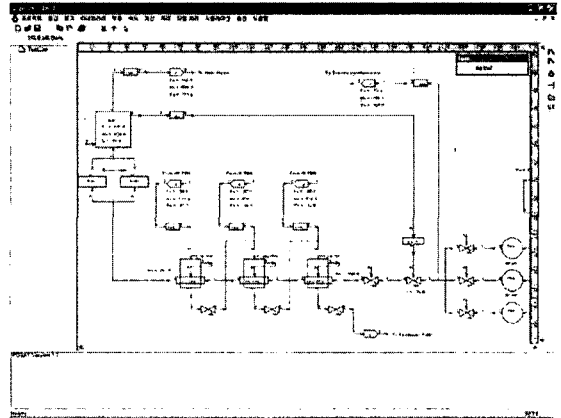
Microsoft Visual Studio의 Visual C++에서 제공하는 MFC 라이브러리를 이용하여 구현하였으며 다중 페이지 시뮬레이션을 위하여 MDI(Multiple Document Interface) 구조를 이용하였다.

복수 개의 계통 시뮬레이터와 GUI 에디터와의 통신을 위하여 멀티스레드 방식으로 구현하였다. [2]



[그림 6] GUI 에디터와 복수개의 계통 Solver 구성도

복수 개의 계통 시뮬레이터들은 각각의 계통에 맞는 형태로 구현되었으며 GUI 에디터와 계통간의 통신은 멀티스레드 형태로 이루어진다.



[그림 7] 실행 화면

그림 7은 본 논문에서 소개한 GUI 기반의 발전계통 시뮬레이터를 검증하기 위하여 설계된 컴포넌트 모듈들을 이용하여 검증한 결과 화면이다.

4. 결론 및 향후 과제

본 논문에서는 발전계통 시뮬레이션을 위한 GUI 기반의 시뮬레이터를 설계하고 구현하였다. GUI 기반의 시뮬레이터를 위하여 다수개의 컴포넌트 모듈과 해당하는 그래픽 라이브러리를 설계하였으며 유량-압력 알고리즘을 이용하여 계통 Solver를 구현하였다. 그리고 기존의 국외의 상용 시뮬레이터와 국내의 교육용 시뮬레이터의 문제점을 해결하기 위하여 멀티스레드를 이용한 복수개의 계통 Solver와 GUI 에디터간의 통신을 구현하였다.

향후 과제로서 복수 개의 계통 Solver들을 단일 프로세스로 통합할 예정이다.

참고 문헌

- [1] 박근옥, 이종복, 서용석, 구인수, "설계해석코드 기반의 원자력발전소 훈련용 시뮬레이터 개발전략" 2000 대한산업공학회/한국경영과학회 춘계공동학술대회
- [2] 김용성, Visual C++ 완벽가이드 2nd Ed. 영진.COM, 2004