

# 윈도즈 NT/2000에서의 발전플랜트 동특성 해석시스템 그래픽 사용자 인터페이스 구현

이동수\* · 이기현\* · 조창호\*

## A GUI Implementation of a Power Plant Dynamic Simulation System on Windows NT/2000

Lee Dongsu, Lee Kihyun, Cho Changho

### Abstract

APESS(Advanced Plant Engineering & Simulation System) is a dynamic simulation software for power plant which is being developed by Doosan Heavy Industries & Construction Co., Ltd. This Paper represents the GUI implementation of APESS on Windows NT/2000 operating system.

**Key Words** : Dynamic Analysis(동특성 해석), Dynamic Simulation(동특성 시뮬레이션)  
APESS(Advanced Power Plant Engineering & Simulation System)

## 1. 서론

최근 화력발전 플랜트의 용량격상 및 효율증대에 따른 플랜트 설비의 고도화 및 복잡화와 더불어 중간부하 조정용으로써 빈번한 기동정지 및 변압운전 등의 조건에서 안전하고 신뢰성 있는 운전의 중요성이 강조되고 있고 현재 국내의 발전플랜트 시장에서는 사전 동특성해석 결과제출이 의무화 되고 있으며, 프랑스의 EdF, Finland의 VTT, 미국의 CE, 독일의 SIEMENS, 미국의 TRAX사 등 해외 업체들은 동특성 해석을 위한 자사의 시스템을 확보하고 계속 연구 중에 있다. 이러한 시스템들은 초기 유닉스 계열의 운영체제에서 동작하도록 개발되었으나 개인용 컴퓨터의 급속한 성능향상으로 PC 윈도즈 환경으로 이식되고 있다

APESS(Advanced Power plant Engineering & Simulation System)는 본 연구에서 개발된 발전플랜트 동특성 시뮬레이션 시스템으로써, 시뮬레이션 전용언어를 사용하지 않는 GUI(Graphical User Interface) 기반의 모듈단위 모델링기법(Modular Modeling Method)을 적용하였다. 본 논문에서는 Microsoft사의 Windows NT/2000 운영체제에서의 APESS GUI 구현에 대하여 기술한다.

## 2. 설계 및 구현

### 2.1 구현환경

APESS는 32비트 윈도즈 운영체제 상에서 윈도즈에서 제공하는 시스템 호출, 명령어와 라이브러리 함수를 이용하여 C/C++ 및 포트란 언어로 구현하였으며, 원시코드는 이식성을 고려하

\* 두산중공업(주)

여 작성하였다. 개발 도구로써는 마이크로소프트사의 Visual Studio 6.0과 GNU 컴파일러 gcc-2.95.2를 사용하였다.

## 2.2 APESS의 전체구조

APESS는 모듈단위 모델링(Modular Modeling) 기법을 지원하도록 설계되었으며, 이를 위한 단위모듈 작성기(Component Module Builder), 시뮬레이션 모델 편집기, 시뮬레이션 모델 소스코드 및 실행이미지 생성기 그리고 디버깅 기능을 갖춘 통합 시뮬레이션 환경을 구비하고 있다. Fig.1에 APESS의 전체적인 구조를 개략적으로 나타내었다.

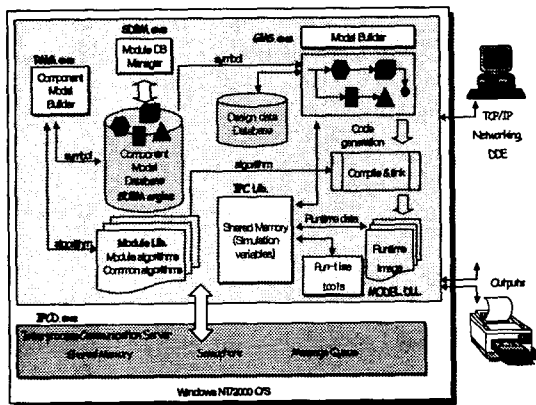


Fig. 1 APESS의 전체구조

### 2.2.1 IPCD(Interprocess Communication Daemon)

IPCD는 APESS의 통합환경에서 여러 개의 프로세스들 사이에 실행동기 및 데이터통신을 할 수 있도록 공유메모리(Shared memory), 세마포어(Semaphore) 그리고 메시지큐(Message queue) 메커니즘을 제공하는 데몬(Daemon) 프로그램으로써, UNIX System V IPC 패키지의 기능을 구현한 것이다. Fig.2는 IPCD의 실행 화면이다.

Message	id	type	bytes	status	owner
512	512	274000	632	1	0
513	513	296179	32	1	0

Fig.2 IPCD의 실행화면

### 2.2.2 RMS(Resource Modeling System)

RMS는 단위모듈(Component Module) 개발 도구로써, 발전소용 기계모듈과 제어모듈을 개발할 수 있다.

기계모듈은 유동인터페이스 및 신호인터페이스를 통하여 다른 모듈 및 유동해석알고리즘과 데이터를 교환할 수 있고, 제어모듈은 다른 모듈들과 신호인터페이스를 통하여 데이터를 교환할 수 있다. Fig.3에 유동네트워크 해석알고리즘 및 단위 모듈간의 데이터 전송 방법에 대한 개략적인 구조를 나타내었다.

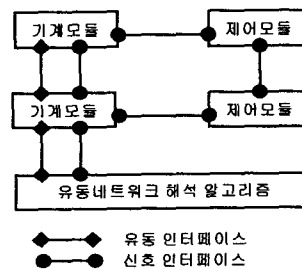


Fig.3 RMS Interfaces

모듈알고리즘은 포트란 언어로 작성할 수 있도록 하였고, 모듈알고리즘의 모듈헤더(포트란 서브루틴 및 파라미터 선언부)의 소스코드는 모듈의 입출력 인터페이스 및 그들의 파라미터 정의에 따라 자동적으로 생성되도록 하였다.

Fig.4에 나타낸 모듈 편집기는 GUI를 통하여 단위모듈의 형상, 내부 계산알고리즘, 모듈 설계데이터 및 튜닝데이터 그리고 모듈의 데이터 입출력을 위한 인터페이스를 정의할 수 있도록 하였다.

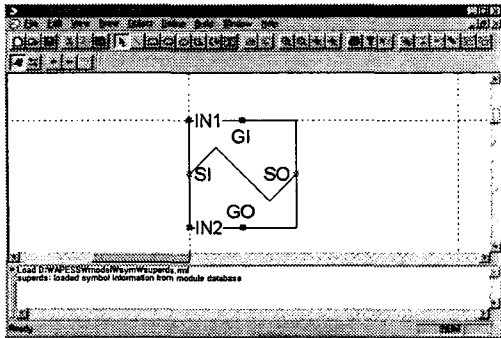


Fig.4 모듈편집기

단위 모듈의 형상(Symbol)은 선, 사각형, 원, 다각형 그리고 문자 등을 이용하여 그릴 수 있으며, 모듈의 계산 알고리즘은 내장 알고리즘 편집기를 이용하여 쉽게 작성할 수 있도록 하였다. 모듈 형상정보를 포함한 모듈의 모든 정보는 모듈 심볼 데이터베이스에 저장된다.

### 2.2.3. SDBM(Symbol Database Manager)

Fig5에 나타낸 SDBM은 RMS에서 만들어진 단위모듈 데이터베이스 시스템으로써, 최대 4G 개수의 레코드를 지원하며, 하나의 레코드는 최대 64K byte 크기를 가질 수 있다. 각 레코드는 수치데이터 및 문자데이터를 저장할 수 있으며, B-tree 데이터구조의 1차색인 검색 및 다중키 인덱싱(Indexing)을 지원한다.

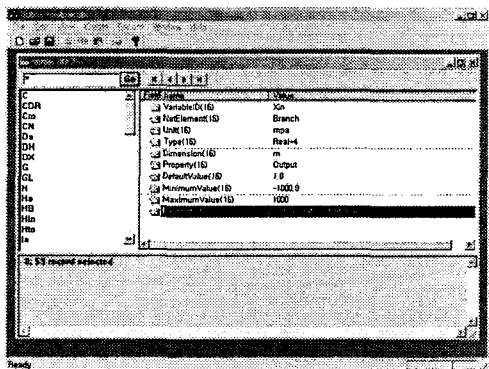


Fig.5 SDBM의 실행화면

### 2.2.4 GMS(Graphical Modeling System)

GMS는 RMS에서 개발된 단위모듈들을 조합

하여 동특성 시뮬레이션 모델을 만들고 시뮬레이션 할 수 있도록 하는 S/W로써, 단위모듈들을 사용하여 시뮬레이션 모델의 작성, 편집, 설계데이터 입력, 시뮬레이션 모델 소스코드 생성 및 실행 시간 이미지 생성 그리고 모델의 동적 시뮬레이션 등의 기능을 하나의 시스템에 구현하였다.

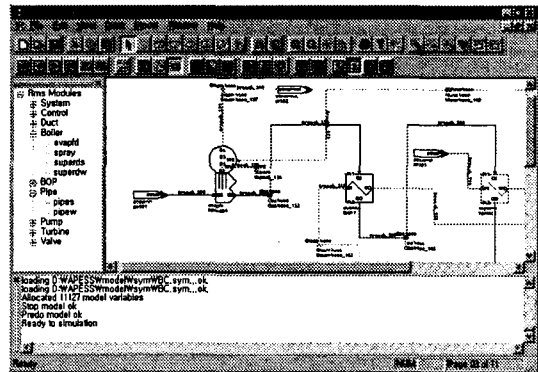


Fig.6 모델편집기

Fig6의 모델편집기는 RMS에 의해 만들어진 단위모듈을 이용하여 GUI 방식의 드래그 드롭(Drag and Drop)방식으로 동특성 시뮬레이션 모델을 만들 수 있도록 하였고, 단위모듈 사이의 입출력 연결은 단위모듈에 정의된 인터페이스를 통하여 이루어지도록 하였다. 화면 상단의 메뉴 바에는 모델 편집에 필요한 그래픽 도구들과 모델 소스코드 작성, 시뮬레이션 모드로의 전환 등을 위한 버튼들이 구현되어 있다. 윈도우 하단에는 시뮬레이션 모델 작성 및 시뮬레이션 동안에 시스템으로부터 사용자에게 내보내는 메시지가 구현되어 있다.

동특성 시뮬레이션 모델의 유체해석과 관련된 부분은 유동네트워크(Flow Network)로 표현되며, 유체 압력, 온도 및 엔탈피를 효과적으로 계산하기 위하여 형상해석(Topology analysis) 과정을 거쳐 인접행렬 형태의 유동네트워크 매트릭스로 변환 처리하였다. 희소행렬의 연산에 적합한 Bi-Factorization 알고리즘을 적용하여 큰 규모의 유동네트워크를 가지는 모델의 계산 시간을 줄일 수 있도록 하였다.

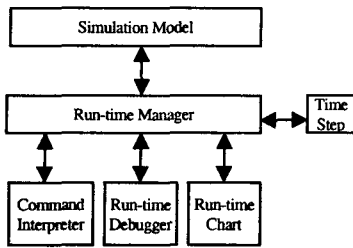


Fig.7 실행시간 모델관리자

실행시간 모델 관리자(Run-time Model Manager)는 시뮬레이션 모델의 실행시작, 실행 중단, 실행 재개, 상태저장 및 복구, 시뮬레이션 모델변수의 검색 등 시뮬레이션 모델의 실행시간 조작기능을 지원한다. 시뮬레이션 모델과 사용자 인터페이스의 실행동기화는 다음과 같은 장점을 제공한다. 첫째, 사용자 인터페이스의 폴링(Polling) 오버헤드를 제거함으로써 전체 시스템의 실행 속도를 빠르게 할 수 있다. 둘째, 실행시간 모델관리자만 제어하면 되므로 전체 시스템의 조작이 간편해 진다. Fig.7에 실행시간 모델관리자 및 사용자 인터페이스 도구들과의 상호 작용 관계를 나타내었다.

Fig.8은 GMS의 시뮬레이션 지원 도구 중의 하나인 실행시간 변수디버거로써, 변수 브라우저와 변수 데이터 창으로 구성되어 있으며, 변수 데이터 창에 등록 된 변수들을 실시간으로 모니터링 및 편집할 수 있게 하였다.

lcp2	hprsh1:WGE	310.52
lpevap1	hprsh1:TGE	676.523
lpevap1_B1	hprsh2:WGE	310.52
lpevap1_B2	hprsh2:TGE	676.523
lpevap1_B3	hpevap1:PSL	8.01
lpevap1_Lv	hpevap1:WSL	17.09
lpevap2	hpevap1:WWE	17.09
WSL	hpevap1:LD	0
RGE	hpevap2:PSL	8.01
UD	hpevap2:WSL	17.09
OP17	hpevap2:WWE	17.09
RWE	hpevap2:LD	0
PRI	lpevap1:PSL	1.78
EX1	lpevap1:WSL	9.91
XSL	lpevap1:WWE	9.91

Fig.8 변수 디버거

실행시간 명령처리기는 윈도우 화면을 통한 대화형식의 사용자 인터페이스를 제공하며, 시뮬레이션 모델의 제어를 위한 일괄처리(Batch Processing)기능도 구현되었다. Fig.9는 명령처리기 실행 화면이다.

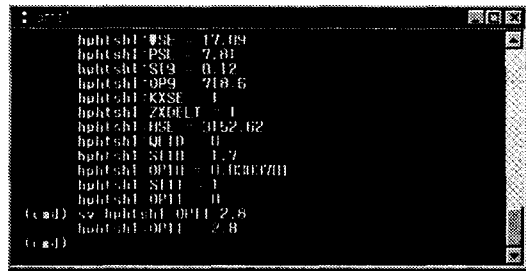


Fig.9 명령처리기

Fig.10은 시뮬레이션 모델변수 데이터를 실행 시간에 실시간으로 그래프로 출력해주는 지원도구로써, 한 개의 시간 축에 여러 개의 데이터 축을 연결할 수 있도록 하였고, 각 축은 데이터 눈금, 색상, 글자모양 등 다양한 속성을 지정할 수 있도록 하였다. 하나의 데이터 윈도우의 크기는 최대 10시간으로 하였다.

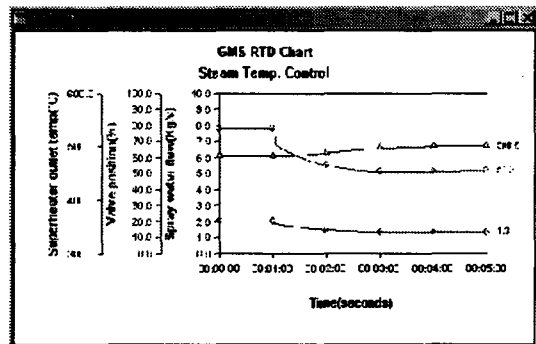


Fig.10 변수데이터 그래프 윈도우

Fig.11에 앞에서 기술한 APSS를 사용하여 국내의 LG부곡 HRSR 발전소의 기동 동특성을 시뮬레이션 한 결과를 소개한다.

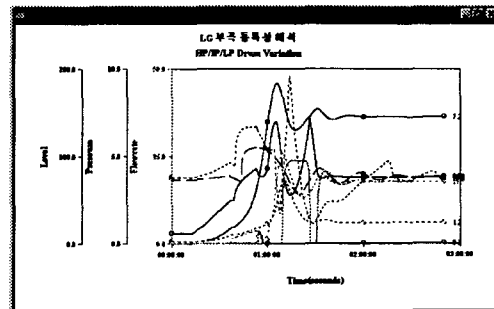


Fig.11 LG부곡 HRSR 기동해석 결과

#### 4. 결론

본 논문은 당사에서 자체 개발한 Windows NT/2000 운영체제에서의 발전 플랜트의 동특성 해석 및 모사시스템의 구현에 대하여 기술하였다. 개발된 APSS 시스템은 완벽한 GUI 통합 시뮬레이션 기능이 구현되었으며, Windows 95/98에서도 잘 동작됨을 확인하였다. 향후 기능상 완벽할 수 있도록 시스템을 수정 보완하는 작업이 남아 있으며, 단위모듈 알고리즘의 정도 향상 및 현장 데이터와의 지속적인 결과비교를 통하여 전체 시스템의 신뢰성을 높여 나갈 예정이다.

#### 참고문헌

- 1) N.Sato and W.F, Tinney. *Techniques for exploiting the sparsity of the network admittance matrix. IEEE Transactions on Power Apparatus and Systems* 82(1963), 944-950.
- 2) W.F. Tinny and J.W. Walker, *Solutions of sparse network equations by optimally ordered triangular factorization. Proc. IEEE.* 55(1967), 1801-1809.
- 3) W.F. Yinny, *Some examples of sparse matrix methods for power network problems. In "Proceedings of the 3<sup>rd</sup> Power Systems Computation Conference".* Rome, 1969.
- 4) Henry F. and Abraham Silberschatz, *Database system concepts*, McGRAW-HILL international editions, 1991.
- 5) William H. Press and Brian P. Flannery, *Numerical recipes in C*, Cambridge University Press, 1998.
- 6) 한상영,오해석, *전자계산 수치해석*, 대영사, 1992.
- 7) Microsoft, *MSDN Library Visual Studio 6.0*, Microsoft, 1999
- 8) John R. Levine, Tony Mason & Doug Brown, *Lex & Yacc*, O'Reilly & Associates, Inc., 1995.
- 9) 박준기, 김소영, *Inside secrets Visual C++6*, 삼각형프레스, 1999.
- 10) M. Bach. *The Design of the UNIX Operating System*. Prentice Hall, 1986