

# 윈도우즈 기반의 시뮬레이션 환경 개발

홍진혁<sup>o</sup>, 이명수, 박신열, 유현주

한전전력연구원 원자력연구실 원전I&C그룹 시뮬레이터 개발팀

## Development of the Environment Tool for the Model Software for the Simulators

Hong Jin Hyuk, Lee Myeong Soo, Park Shin Yeol, Yoo Hyun Joo  
Nuclear Instrumentation & Control Group  
Nuclear Power Laboratory  
Korea Electric Power Research Institute

### Abstract

본 논문은 시뮬레이터 소프트웨어의 개발, 문서화, 실시간 수행 및 시험 등을 용이하게 하는 시뮬레이션 환경을 위해 개발중인 시뮬레이션 환경을 소개하는 것을 목적으로 하고 있다. 개발중인 시뮬레이션 환경은 원자력고육원 2호기 시뮬레이터 노심모델을 기본 모델로 하고있으며, 현재 멈춤/실행 (Freeze/Run), 운전상태의 저장 (Snapshot), 임의의 변수에 대한 동적인 변수값 도시 (Display), 실시간 형상화 툴 등 몇 가지 기능은 이미 구현하여 실행중이며, 조속한 시일에 전체적인 통합 환경이 구축될 것으로 예상된다. 본 시스템의 구축으로 모든 시뮬레이션 모델 및 각종 코드의 실시간 실행/빠린실행/느린실행 등의 개별 운전모드 시간조정도 가능해져 시뮬레이터 모델 이외에도 기존의 사용 프로그램의 통합 등 다양한 응용이 가능할 것으로 기대된다.

### I. 서론

본 논문은 시뮬레이터 소프트웨어의 개발, 문서화, 실시간 수행 및 시험 등을 용이하게 하는 통합 소프트웨어 시스템(시뮬레이션 환경)에 대한 개념 및 개발중인 개발환경을 소개하는 것을 목적으로 하고 있다. 현재 부분적인 기능을 수행하는 시뮬레이션 환경으로서 시뮬레이터용 노심모델을 탑재하여 구동중인 PREMARK에 대한 개요 및 주요 기능을 제시하며, PREMARK에서 구현된 초기조건 저장, 멈춤/실행 (Freeze/Run), 운전상태의 저장 (Snapshot), 임의의 변수에 대한 동적인 변수값 도시 (Display), 실시간 형상화 툴 등에 대한 내용을 다룬다.

### II. 본론

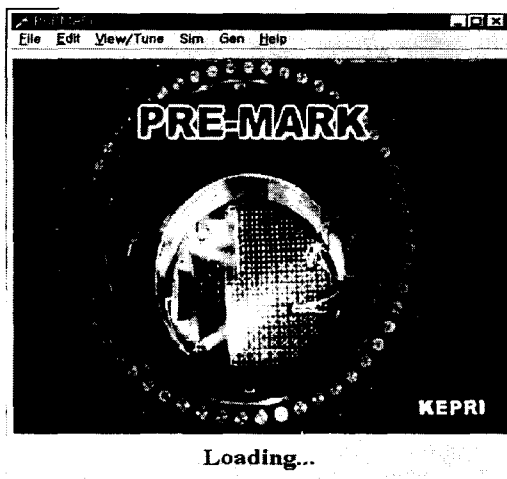
기존의 시뮬레이터에 탑재되어 있는 노심모델은 DOS 기반의 텍스트 모드로 되어 있어 노심모델 입력자료 생성과 노심모델 결과 분석시 많은 수동작업이 요구되고 있으며, 또한 현재의 시뮬레이터 환경은 실제 노심의 물리적 현상과 동일한 결과를 생산하기 위하여 많은 조율(Tuning) 과정을 거친다. 따라서 PREMARK(PREprocessor of the Multigroup Advanced Reactor Kinetics)을 개발함으로 GUI (Graphic User Interface) 환경으로ダイナ믹하게 연동하여 노심모델 입력자료를 자동생산하고 노심모델 결과를 실시간으로 형상화할 수 있도록 하였으며, 노심의 실제 물리적 현상과 동일한 결과를 생산하는 노심모델 개

발을 위한 Tuning Constant 조율 작업을 용이하게 하기 위해 기존의 노심모델을 모듈형태로 라이브러리화하여 GUI환경에서 조율작업을 할 수 있게 하였다. 개발된 노심모델의 동적 제어를 위하여 멈춤/실행, 초기조건 저장 및 호출, 내부 변수값에 대한 동적 변경 및 도시 (Display) 등 여러 제어조치를 할 수 있도록 하였으며, 이를 확대하여 추후 통합모델에 대한 시뮬레이션 환경을 제공할 수 있도록 하고자 한다.

다음은 PREMARK의 특성들이다.

### 1. 주화면

[그림.1]은 PREMARK의 주화면을 나타내고 있다.



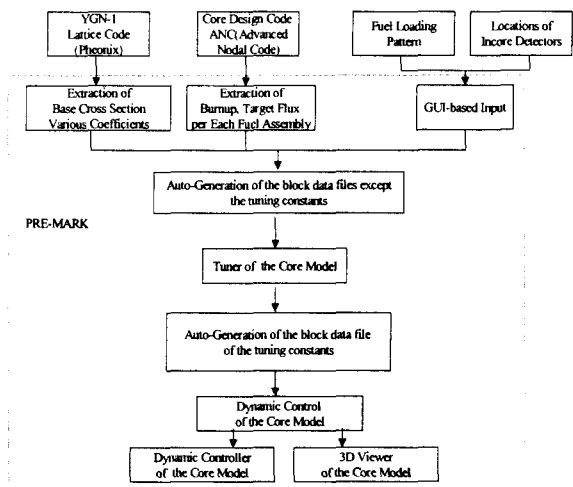
[그림.1] PREMARK 주화면

### 2. 노심모델 입력자료 자동생성

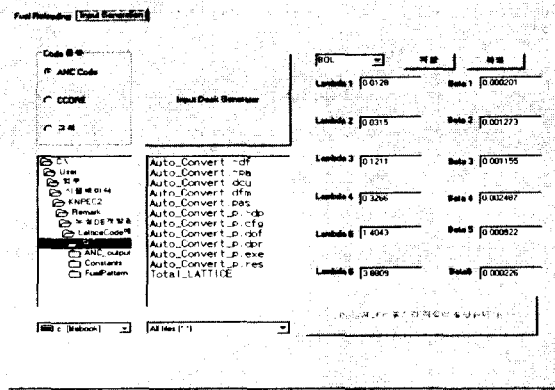
노심 설계 코드 및 Lattice 코드의 결과는 텍스트 모드로 되어 있고, 노심모델에서 필요로 하는 입력자료가 약 10만개이므로 이를 수동으로 작업하기는 사실상 거의 불가능하다. 따라서 노심 설계코드 및 Lattice 코드의 결과를 가지고 노심 모델에서 필요로 하는 입력자료의 값 및 형식을 자동으로 추출하여 생성해주는 기능을 가지고 있다.

[그림.2]는 PREMARK의 전체적인 기능도를 나타내고 있다. 노심모델 입력데이터를 생성하기 위하여 먼저 필요한 입력변수를 분석한 후 원자력교육원 2호기 시뮬레이터의 기준발전소인 영광 1호기 노심설계 코드인 ANC (Advanced Nodal Code) 코드에서 핵연료별 Burnup 및 Target Flux를 자동 추출하였고, Lattice 코드인 Phoenix로부터 Base Cross Section 및 각종 Cross Section 보정상수를 자동추출한다. 또한 기준발전소의 Fuel Loading Pattern을 노심 모델로 용이하게 입력시키기 위하여 GUI (Graphic User Interface) 기반의 입력을 할 수 있도록 하였으며, 노내(외) 중성자속 검출기의 탑재 위치도 GUI 기반으로 입력할 수 있게 하였다.

[그림.3]은 노심 설계코드 및 Lattice 코드 결과가 있는 디렉토리를 순항하여 해당화일을 지정하고 'Input Deck Generator'버튼을 누름으로 그 파일에서 필요한 Group Constants(즉, Base Cross Sections 및 Cross Section 보정상수)를 추출하게 된다. 또한 BOL, MOL, EOL마다의 지발중성자의 분율( $\beta$ ) 및 붕괴상수( $\lambda$ )를 에디트 박스에 직접 입력함으로 노심모델에서 요구하는 형식으로 변형을 시켜줄 수 있도록 하였다.

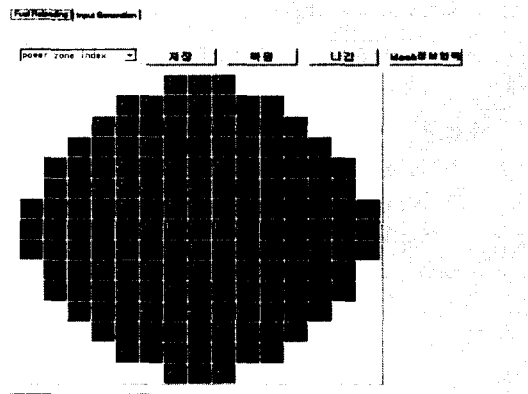


[그림.2] PREMARK의 기능도



[그림.3] PREMARK 노심모델 입력자료 자동생성틀-1

[그림.4]는 Power Zone Index, 각 노드당 제어봉의 개수, 제어봉 Index, 노내 중성자 검출기 (SRM, IRM, PRM) 위치 등을 그룹박스를 통해 결정함으로 GUI를 통해 사용자가 용이하게 입력하여 노심모델의 형식으로 자동으로 변화시켜주는 도구이다.



[그림.4] PREMARK 노심모델 입력자료 자동생성틀-2

### 3. GUI 기반의 노심모델 조율

위의 틀들을 이용하여 생성된 노심모델 입력자료는 GUI를 기반으로 조율상수를 결정하기 위한 [그림.5]의 도구로 자동입력되게 된다. 이 도구의 『Start Tuning』 버튼을 누름으로 실제 노심과 동일한 결과를 생성하는 조율 (Tuning) 변수를 GUI 기반으로 결정할 수 있게 한다.

번호	이름	값
1	control1	1.129000E+001
2	control2	0.000000E+000
3	control3	7.000000E+000
4	control4	8.000000E+000
5	control5	2.750000E+001
6	control6	8.970000E+000
7	control7	8.200000E+000
8	control8	1.510000E+001
9	control9	1.000000E+000
10	control10	1.000000E+000
11	control11	4.500000E+010
12	control12	2.000000E+000
13	control13	3.200000E+001
14	control14	3.000000E+001
15	control15	2.750000E+001
16	control16	2.000000E+001
17	control17	4.170000E+007
18	control18	0
19	control19	1.000000E+000
20	control20	1.000000E+000

[그림.5] 노심모델 Tuner/Dynamic Controller

### 4. 노심모델 동적 제어

또한 위의 [그림.5]은 실행되는 노심모델의 동적 제어를 GUI 기반으로 가능케하는 도구이다.

#### 1) 멈춤/실행 (Run/Freeze)

『Run/Freeze 버튼』 혹은 『명령어 Edit Box』에 'run/freeze' 명령을 지시함에 따라 노심 시물레이션을 실행하거나 멈출 수 있도록 하였다.

#### 2) 초기조건 저장/호출

『명령어 Edit Box』에 'snap/reset' 명령을 지시함에 따라 사용자가 원하는 노심상태를 컴퓨터 메모리에 저장 및 기저장된 조건을 호출할 수 있도록 하였다.

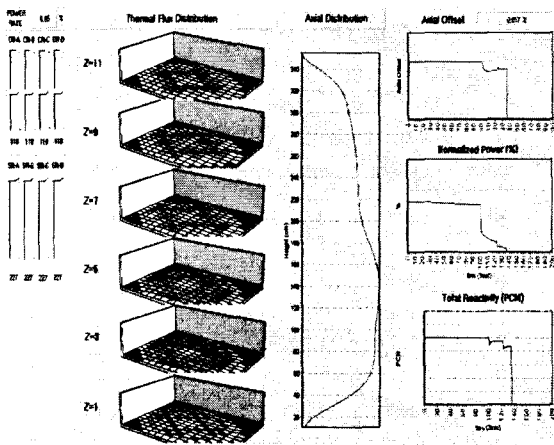
#### 3) 변수값 동적 도시 및 변경

『명령어 Edit Box』에 도시 (Display)를 원하는 변수명을 지시함에 따라 사용자가 원하는 노

심 변수의 현재값을 동적으로 화면에 출력해주고, 원하는 변수치를 동적으로 변경할 수 있도록 해준다. 한 화면에 최대 40개까지 도시가 가능하다.

### 5. 노심모델 3차원 형상화 틀

실시간으로 구동되는 노심모델의 노심내 열중성자속, 핵연료 온도, 냉각재 온도를 3차원으로 6개의 노드별로 형상화하며, 반응도(reactivity), 출력 (Power), 노외 수직출력 경사도 (External Axial Offset), 노내 평균 핵연료/냉각재 온도, 지논/사마리움 반응도를 시간별 2차원 그래프로 제공하고, 각 제어봉의 현재 위치를 지시하여 노심모델이 제공하는 여러 중요 물리적 변수를 동적으로 사용자가 알 수 있게 함으로 노심 현상에 대한 이해를 높이고자 하였다. 이 3차원 형상화 틀은 그래프의 평행이동, 축소/확대, 회전 등의 여러 옵션을 설정해 줌으로써 사용자가 사용하기에 용이하도록 편의를 도모하였다. 노심모델 3차원 형상화 틀은 [그림.6]에 나타내었다.



[그림.6] 노심모델 3차원 형상화 틀

### III. 결론 및 추후 과제

PREMARK을 개발함으로 시뮬레이터 소프트웨어의 개발, 문서화, 실시간수행 및 시험 등을 용

이케하는 시뮬레이션 환경을 부분적으로 구현하여, 현재 멈춤/실행 (Freeze/Run), 운전상태의 저장 (Snapshot), 임의의 변수에 대한 동적인 변수값 도시 (Display), 실시간 형상화 틀 등의 기능은 구현되었으며, 조만간 전체적인 통합 환경이 구축될 것으로 예상된다. 본 시스템의 구축으로 모든 시뮬레이션 모델 및 각종 코드의 실시간 실행/빠린실행/느린실행 등의 개별 운전모드 시간조정도 가능해져 시뮬레이터 모델 이외에도 기존의 사용 프로그램의 통합 등 다양한 응용이 가능할 것으로 기대된다. 추후, 임의복귀 (Backtrack), 교육생 성취도 검토 (Trainee Performance Review), 컴퓨터 지원실습기능 (CASE), 고장 (Malfunction), 현장 조작기능 (Remote Function) 등의 기능도 부가하여 전체적인 통합환경으로 개발할 예정이다.

### IV. 참고문서

- [1] REMARK, GSE Modeling Technical manual
- [2] Myeong-Soo Lee etc, The new research activities of KEPRI for KNPEC-2 Simulator upgrade project, ASTC-Advanced Simulation Technologies Conference-2001 SCS 2001.
- [3] ANSI/ANS-3.5 1993, Nuclear Power Plant Simulations for Use in Operator Training .
- [4] Yong-Kwan Lee etc, KEPCOs 3-Pack Simulator Develop Plan, Proceedings of the 1995 Simulation Multi-conference (Phoenix, AR, Apr.9-13, 1995), SCS, pp. 53-57.
- [5] Myeong-Soo Lee etc, Verification and Validation of the Yonggwang 3&4 Full Scope Simulator 12th European Simulation Multi-conference (June.16-19, 1998), SCS, pp. 246-251.
- [6] Yong-Kwan Lee etc, Performance of the NSSS Model for Design Base Plant Transients of the Yonggwang 3&4 and Kori No. 2 Simulators, 2000 Western Multi-conference (Jan.23-27, 2000), SCS.