

공유메모리 변수 기반의 CNS 응용 소프트웨어 구조

박근옥^U 서용석 이종복
한국원자력연구소
{gopark, yssuh, jblee}@kaeri.re.kr

Application Software Structure of Compact Nuclear Simulator based on Shared Memory Variables

Park-Geun Ok^U Shur-Yong Suk Lee-Jong Bok
Korea Atomic Energy Research Institute

요약

CNS(Compact Nuclear Simulator)는 원자력발전산업에 종사하는 조직구성원을 교육훈련 시키는 필수도구로서 원자력 시뮬레이터의 유형 중에 중형규모에 속한다. 원자력 시뮬레이터는 다양한 기능과 복잡성을 갖는 이질적인 응용 소프트웨어가 요구되기 때문에 개발기간이 길고 비용이 많이 든다. 본 연구는 이를 극복하기 위한 일환으로 상용도구의 과감한 활용, 소프트웨어 생명주기의 준수, 단순 명료한 시뮬레이션 응용 소프트웨어 구조개발을 수행하고 있다. 본 논문에서는 CNS 응용 소프트웨어 유형과 기능, 공유메모리 변수를 사용한 응용 소프트웨어 구조개발의 경험을 살펴본다. 또한, 본 연구를 통하여 얻은 CNS 응용 소프트웨어 개발효과와 향후 유사한 시뮬레이터의 개발방향을 토의한다.

1. 서론

원자력발전소 시뮬레이터는 전력을 안전하고 효율적으로 생산하기 위하여 발전소 운전작업자를 훈련시키는 주요 수단이다[1][2]. 또한 시뮬레이터는 새로운 발전소를 설계하거나 연구개발하기 위한 도구로 사용된다. 본 연구는 지난 수년 동안 NPA(Nuclear Plant Analyzer), CNS(Compact Nuclear Simulator), Full Scope Training Simulator로 구분할 수 있는 다양한 시뮬레이터 개발 연구를 수행하였다[3][4].

최근 연구에서는 원자력발전소를 설계하는 과정에서 사용하는 해석코드를 일종의 Black Box로 간주하고 해석코드와의 연계를 위한 공유메모리 변수를 정의하는 방식으로 CNS를 개발하였다. 이번에 개발한 CNS를 구성하는 시뮬레이션 응용 소프트웨어는 시뮬레이션 엔진, 강사작업반(Instructor Station) 소프트웨어, 인간기계연계(Man Machine Interface) 소프트웨어의 세 부분으로 구성되어 있다. 각각의 응용 소프트웨어간에 이루어지는 통신(프로세스 내부 통신 및 LAN 통신) 데이터는 사전에 정의된 공유메모리 변수이다. 본 논문에서는

CNS를 구성하는 응용 소프트웨어간의 통신을 위해 정의한 공유메모리 변수의 유형, 이 변수들을 이용하여 CNS를 운영하는 응용 소프트웨어의 구조, 이러한 구조로부터 CNS 개발과정에서 경험한 결과를 토의한다.

2. CNS 응용 소프트웨어의 유형과 기능

CNS의 응용 소프트웨어는 동특성 모사코드, 강사작업반 소프트웨어, 인간기계연계 소프트웨어로 구성된다. 동특성 모사코드는 시뮬레이션 엔진으로 원자로의 노심(Reactor Core), 발전소의 일차계통과 이차계통에 대한 열수력학적 특성을 수확방정식으로 표현하는 프로그램이며 보통 Fortran 언어가 사용된다. 본 연구의 CNS에 사용되는 동특성 모사코드는 약 300개의 Fortran 서브루틴으로 구성되어 있다. 모사코드는 인간기계연계 소프트웨어와 강사작업반 소프트웨어가 사용할 수 있도록 발전소 운전변수 값(신호)을 생산한다.

강사작업반 소프트웨어는 강사(Instructor)와 직접적인 상호작용을 갖는 GUI(Graphic User Interface) 부분과 강사작업반의 고유기능(Run, Freeze, Reset, Speed,

Backtrack, Snapshot 등)을 처리하는 논리(Logic) 부분으로 구성된다. 논리부분은 동특성 모사코드와 인간기계연계 소프트웨어간의 실시간 데이터 전달 및 통신연계를 처리한다. 감사작업반 소프트웨어의 논리부분은 동특성 모사코드를 컴퓨터(서버)에 적재시키고 이를 Child Process로 실시간 실행 제어해야하며, 100 Mbps LAN(Local Area Network) 환경에서 클라이언트와 서버간에 요구되는 모든 플랜트 신호 데이터를 1 초 이내에 건전성을 유지하면서 송신 및 수신하는 통신연계기능을 처리하는 특성을 갖는다.

인간기계연계 소프트웨어는 발전소 운전원이 발전소를 감시 및 제어하는 기능을 모의하며 운전원과 직접적인 상용을 갖는 GUI 부분과 플랜트 데이터(감시 및 제어 신호)를 처리하는 논리부분으로 구성된다. 인간기계연계의 GUI 부분은 운전감시 정보 표시화면과 소프트웨어 제어기 화면의 두 가지가 있다. 운전원은 운전감시 정보 표시화면을 사용하여 발전소의 운전상태를 진단 및 예측하며, 하드웨어 스위치를 그래픽 형태로 형상화시킨 소프트웨어를 손가락으로 touch하여 발전소 운전에 필요한 제어행위를 수행한다. 이 소프트웨어는 감사작업반 소프트웨어가 동특성 모사코드로부터 받아 인간기계연계 소프트웨어에 전송한 플랜트 신호 데이터를 운전원과 직접 상호하는 표시화면에 시각적인 형태(예: 추이 그래프, 미믹, 테이블, 아이콘 등)로 표시 출력하는 기능을 갖는다. 또한, 플랜트 신호 데이터간의 상관관계를 판별하여 경보 논리처리(alarm processing) 및 경보발생 처리를 수행하며, 이미 생성된 플랜트 데이터 값을 추후에 재생시키기 위해 실시간 데이터베이스 처리 능력을 갖는다.

3. 공유메모리 변수와 응용 소프트웨어의 구조

3.1 응용 소프트웨어 개발전략과 개발환경

본 연구의 CNS 개발을 위하여 발전소 계통과 동특성을 모델링한 코드를 별도로 개발하지 않고 설계해석에 사용되는 코드를 수정 보완한 개발전략을 적용하였다[5]. 또한, 응용 소프트웨어 개발에 소요되는 기간과 경비를 줄이기 위하여 응용 소프트웨어 개발환경으로 GUI 개발도구, 실시간 데이터베이스 개발도구, CASE(Computer Aided Software Engineering) 도구를 사용하였다[6]. 원시코드를 생산하기 위한 프로그래밍 언어로는 Fortran, C, C++가 사용된다. 이러한 개발전략과 환경은 응용 소프트웨어 개발 기간과 경비의 절감이라는 장점을 갖는 반면에 이질적인 속성을 갖는 원시코드의 통합문제, 서로 다른 특징을 갖는 개발도구의 적절한 사용과 연계 해결이라는 새로운 문제를 야기하

였다. 따라서 본 연구는 이 문제의 해결을 위하여 개발 초기에 각각의 응용 소프트웨어를 완전히 별개로 보이는 Black Box로 간주하고 각 Black Box 간에 요구되는 매개변수의 전달을 공유메모리 변수로만 전달하기로 결정하였다. 또한 각 응용 소프트웨어의 공유메모리 변수 접근과 사용에 연계요건을 정의하였고, 이를 기반으로 각각의 응용 소프트웨어를 개발하였다. 이러한 개념은 하나의 응용 소프트웨어를 구성하는 소프트웨어 모듈들이 서로 이질적인 기능을 갖는 경우에도 적용하였다.

3.2 공유메모리 변수 정의의 일례

표 1은 시뮬레이션 엔진과 감사작업반 소프트웨어간의 연계조건 충족을 위하여 정의한 공유메모리 변수의 일례를 보인 것이다.

표 1 공유메모리 연계변수의 일례

명령 유형	공유변수	값	값의 의미
IS 운전모드 변경 (Run, Freeze)	ismode_req	0	동특성 계산 중지 요청
		1	동특성 계산 진행 요청
	ismode_resp	0	운전모드 변경거부
		1	운전모드 변경수용 응답
IC 선택 (Reset)	reset_req	0, N(1~100)	0 :요구 없음. N : N으로 초기화 요청
	reset_resp	0, N(1~100)	0 : 모사코드 오류응답 N : IC N 초기화 수용
IC 생성	snap_req	N(21~100)	번호 N IC 생성 요구
	snap_resp	0, N(21~100)	0 : 생성 거부 N : snapshot N 생성
IC 삭제	snapdel_req	N(21~100)	snapshot N 삭제 요구
	snapdel_resp	0, N(21~100)	0 : 삭제거부 N : IC N 삭제 성공
속도선택	speed_req	N(1~5)	Slow 실행 요구
	speed_resp	0, N	0 : 거부응답 N : 실행요구 수용
오동작 주입	mfi_id	0~100	0 : 요청 없음 1~100 : 오동작 유형
	mfi_time	N(sec)	오동작 개시 시간
	mfi_status	1, 0	1 : 오동작 동작상태 0 : 오동작 미개시 상태
Quit	quit_notice	1	실행파일 down load
	quit_resp	0	download 응답
모사시간	sim_time	N(sec)	시뮬레이션 시간

본 연구에서 정의한 공유메모리 연계변수의 특징은 서로 다른 응용 소프트웨어가 하나의 동일한 공유메모리 변수에 기록과 관독의 행위를 병행하여 할 수 없다는 점이다. 즉, 하나의 응용 소프트웨어 또는 응용 소프트웨어를 구성하는 내부의 소프트웨어 모듈은 정의된 하

나의 공유메모리 변수에 대하여 판독 또는 기록만이 가능한 권한을 갖는다.

3.3 응용 소프트웨어 실행 구조

그림 1은 정의한 공유메모리 연계변수를 사용하여 시뮬레이션 엔진, 강사작업반 소프트웨어, 인간기계연계 소프트웨어가 실행되는 구조를 개념적으로 보인 것이다. 이 구조에서 시뮬레이션 엔진만은 강사작업반 소프트웨어에 대하여 자식 프로세스(Child Process)로 실행된다. 나머지 소프트웨어 모듈(GUI Processing, Logic, DB 등)은 상호간에 독립적으로 실행되는 프로세스들이다. 강사작업반 소프트웨어와 시뮬레이션 엔진은 동일 컴퓨터에 적재되어 실행된다. 인간기계연계 소프트웨어는 강사작업반 소프트웨어가 적재된 컴퓨터(강사가 사용)가 아닌 다른 컴퓨터(운전원이 사용)에 적재되어 실행된다. 통신관리자는 강사작업반 소프트웨어와 인간기계연계 소프트웨어 사이에 공유메모리 변수를 LAN으로 전송하는 기능을 수행한다.

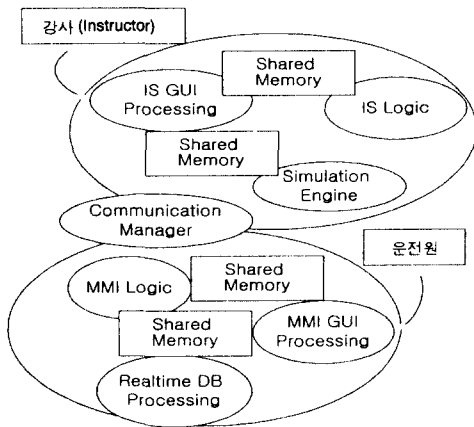


그림 1 CNS 응용 소프트웨어의 실행구조

4. 결론

4.1 개발경험

본 연구는 공유메모리 연계변수를 사전에 면밀히 정의하고, 응용 소프트웨어 개발자들이 연계변수의 사용조건을 준수하여 각 개발자에게 할당된 응용 소프트웨어를 개발하는 방법을 사용함으로써 다음과 같은 효과를 얻었다.

(1) 서로 다른 개발조직(또는 회사)간의 업무분장 한계가 분명하고 인터페이스 문제해결을 위한 의사소통이

명료하다.

(2) 서로 다른 프로그래밍 언어로 작성된 응용 소프트웨어간의 데이터 통신을 위하여 프로그래밍 언어간의 호출(Calling)을 사용하지 않고 오직 공유메모리 변수 값을 기록 또는 판독하여 통신하므로 응용 프로그램의 실행 속도가 향상된다.

(3) 소프트웨어 요구기능의 충족성을 공유메모리 값을 출력하여 직접 확인할 수 있으므로 응용 소프트웨어의 통합시험이 단순해지고 시험결과가 명료하다.

4.2 향후 개발방향

본 연구의 CNS 응용 소프트웨어는 두 대의 고성능 서버에 적재 실행된다. 이에 따른 하드웨어 비용은 전체 프로젝트 비용에 상당한 부담이다. 본 연구결과를 바탕으로 향후 개발되는 시뮬레이터는 보다 저가인 다수의 고성능 PC 워크스테이션을 채택하고, 각 PC에 응용 소프트웨어 모듈을 분산 처리하되 공유메모리 변수로 통신하는 방법으로 연구개발을 추진할 계획이다.

후 기

본 연구는 과학기술부에서 시행하는 원자력연구개발사업으로 수행되었음.

참 고 문 헌

- [1] USNRC, Nuclear Power Plant Simulators for the Operator Training, Regulatory 1.149.
- [2] ANSI/ANS-3.5-1985, Nuclear Power Plant Simulators for use in Operator Training.
- [3] 박재창 외, "Compact Nuclear Simulator 성능향상 기술개발", 한국원자력학회 1999 추계학술발표논문집
- [4] 심봉식 외, "Development of a full scope Human Machine Simulator for Human Factors Experiments", 한국원자력학회 1997년 춘계학술대회논문집.
- [5] 박근욱 외 "설계해석코드 기반의 원자력발전소 훈련용 시뮬레이터 개발전략" 2000 대한산 업공학 회/한국경영과학회 2000 춘계공동학술 회의 논문집
- [6] 박근욱 외, "원전 시뮬레이터 개발을 위한 COTS 소프트웨어 선정", 한국정보처리학회 제 4회 소프트웨어공학기술학술대회