

'95 추계학술발표회 논문집
한국원자력학회

Plant Information Processing System (PIPS)을 위한 데이터베이스 설계

주재윤, 김영진, 이태훈, 김도연, 신현국
한국원자력연구소

요 약

PIPS (Plant Information Processing System)은 발전소 입력신호를 이용하여 운전원에게 체계적인 정보를 제공하여 발전소를 안전하고 효율적으로 운전하도록 지원하는 발전소 감시 및 운전원 지원 시스템이다. UNIX 운영체제 및 workstation 상에 설계된 PIPS는 실시간 처리를 위한 kernel로 RTAP/Plus를 사용하였으며, SL-GMS를 이용하여 GUI (Graphical User Interface)를 개발하였다. 본 논문에서는 계층적 구조를 갖는 데이터베이스 관리 시스템을 이용하여 개발된 PIPS 데이터베이스의 특성 및 구조에 관하여 설명한다. 또한, point name을 이용하여 계층적 구조를 구축하는 소프트웨어를 개발하여 울진 3&4호기 설계 자료로부터 데이터베이스를 구축하였다. 이 시스템은 HP 715/100 workstation과 HP-UX 9.05 운영체제 개발환경에서 개발되었다.

1. 서 론

실시간 시스템인 PIPS는 제한된 시간 안에 필요한 모든 기능을 수행, 운전정보를 제공하는 컴퓨터 시스템으로, 시간의 제약조건을 만족할 수 있는 하드웨어 시스템과 운영체제, 데이터베이스, 실시간 시스템을 운영하는 kernel, 응용 소프트웨어 및 GUI로 구성되어 있다.

현재 영광 3,4호기 및 울진 3,4호기 발전소감시계통은 Concurrent Computer사의 3200 MPS 계열 컴퓨터 시스템, OS/32 운영체제 및 Reliance DBMS, 실시간 kernel로는 IPICS 및 여러 가지 발전소 감시기능과 관련된 응용 소프트웨어와 Ramtek display generator를 이용한 user interface로 구성되어 있다. 모든 자료를 저장, 관리하는 Reliance는 관계형 DBMS로 Concurrent 컴퓨터의 OS/32 운영체제하에서만 운영이 가능하다.

컴퓨터 시스템에 종속된 발전소감시계통 및 데이터베이스는 하드웨어의 변경이나 새로운 기능의 추가를 어렵게 한다. 따라서, 전 세계적으로 개발하고 있는 개량형 발전소감시계통은 모두 개방형 시스템을 근간으로 하여, 필요에 따라 시스템의 확장 및 변경이나 새로운 기능의 추가를 용이하게 할 수 있도록 설계되고 있다.

본 논문에서는, 기존의 OS/32 운영체제하에서 동작되는 발전소감시계통을 개방형 컴퓨터 운영 체제인 UNIX상에서 시스템의 설계 및 구현 작업이 이루어질 수 있도록 하였으며, 하드웨어는 기존의 컴퓨터 시스템에 비하여 높은 가격 대 성능 비를 갖는 workstation을 사용하였다. 실시간 감시계통의 kernel로는 RTAP/Plus [1,2]를, GUI 개발을 위해서는 SL-GMS [3]를 사용하고 있다. RTAP/Plus를 사용하여 설계된 데이터베이스는 계층적 구조로 구성되어 있으며, PIPS는 이를 이용하여 운전원에게 발전소를 안전하고 효율적으로 운전하도록 체계적이고 종합적인 정보를 GUI를 통해 제공한다. 또한, 특정 하드웨어에 종속되지 않고, 확장성과 유지보수가 쉽도록 설계하여, 발전소 설계변경과 관련된 시스템 변경, 혹은 확장을 쉽게 반영할 수가 있도록 하였다.

2. 본 론

2.1 RTAP/Plus 데이터베이스 특성 및 기능

RTAP/Plus (Real Time Application Platform) 시스템은 연속적인 공정 감시 및 제어 기능을 갖는 SCADA (Supervisory Control And Data Acquisition) 시스템을 위한 platform 시스템이다. 일반 SCADA 시스템은 자료 수집 및 제어 기능이 시스템의 핵심을 이루는데 비하여 RTAP/Plus 시스템은 데이터베이스를 핵심으로 하여 주변 기능으로 자료수집, 경보 처리, logging 및 Graphical User Interface를 제공한다. 이를 이용하여 개발된 시스템은 UNIX 운영 체제를 사용하는 대부분의 컴퓨터 시스템에서 원시 프로그램의 변경 없이 수행이 가능하다.

Point 저장 장소는 설계자의 정의에 따라서 point 단위로 disk와 ram으로 분리할 수 있다. 주기적인 update 등의 고속 처리가 필요한 point인 경우 ram에 상주하도록 설계한다. 데이터베이스의 자료 방법에는 symbolic 방식과 direct 방식이 있다. "Absolute" 와 "alias" 등의 symbolic 방식은 UNIX의 file 시스템 접근 방식과 유사하다. Direct 접근 방식에서는 PLIN (Point List Index Number) 과 AIN (Attribute Index Number) 등을 사용하여 지정된 자료에 직접 접근 할 수 있다. Alias는 동일 데이터베이스 환경 하에서는 유일성을 갖는다.

RTAP/Plus 데이터베이스 관리 시스템은 Calculation Engine(CE) 기능을 제공한다. 이는 각 attribute 자체적으로 정의된 function을 수행하는 기능으로, 이를 이용하여 공학단위변환, 경보처리 및 입력신호처리 등의 기능을 수행한다. 미리 정의된 function 이외에 개발자는 필요한 경우 function을 작성하여 사용할 수 있다. 자료의 계산 방식에 따라서 발생하는 dependancy는 계산 순서를 정의함으로써 해결된다.

RTAP/Plus 데이터베이스 관리 시스템은 계층적 구조의 구축에서부터 자료의 입력에까지의 모든 작업을 위한 GUI를 제공한다. RTAP/Plus에서 제공되는 모든 시스템, 즉, 경보처리, GUI 등의 프로세스들은 데이터베이스의 자료를 직접 접근하여 사용한다.

RTAP/Plus의 데이터베이스 관리시스템을 사용하는 경우, point의 추가 및 삭제 등의 작업을 데이터베이스 관리시스템이 제공하는 프로그램을 이용하여 쉽게 처리할 수 있고, Calculation Engine를 사용하여 point 단위의 필요한 함수의 구현이, 별도의 응용 프로그램이 필요한 Reliance 데이터베이스 관리시스템을 사용하는 경우보다 용이하게 이루어질 수 있다.

2.2. PIPS 데이터베이스 설계

2.2.1 물리적 영역 정의

PIPS 데이터베이스는 울진 3,4호기 발전소감시계통 데이터베이스의 모든 field를 포함하도록 설계되었다. 울진 3,4호기 설계에서 사용되는 발전소감시계통 데이터베이스는 8662개의 point로 구성되어있다. 각 Point는 120개의 field로 구성되어있으며 총 691 byte의 크기를 갖는다. 모든 field는 계층적 구조의 데이터베이스에서 말단 point의 attribute로 정의되어 있다. 이러한 데이터베이스는 다음과 같은 물리적 크기에 관련된 사항을 고려하여 설계되었다.

- Point 수는 계층적 구조의 말단 point의 수와 이를 연결하는 point의 수를 고려하여 설정된다.
- Header size는 데이터베이스의 구조 정보로 point와 attribute의 header size의 합으로 계산된다. 이는 point header의 구성방식과 attribute의 특성에 따라 변한다.
- Ram Value size는 ram에 상주하는 point와 이 point의 attribute의 자료 형태에 따라서 size가 결정된다.
- Disk Value size는 disk에 상주하는 point와 attribute의 자료 형태에 따라서 size가 결정된다.
- Point type은 point 형태의 수를 의미한다.

울진 3,4호기에서 사용하는 자료를 PIPS 데이터베이스로 구축하였을 때 물리적 영역의 크기는 표 1과 같다.

<표 1> PIPS 데이터베이스 물리적 영역의 크기

	Header (byte)	RAM Value (byte)	Disk Value (byte)	# of Points	# of Types
Actual Size	11,117,424	2,559,568	0	9,391	8,664
Total Size	15,000,000	4,000,000	4,000,000	16,000	16,000

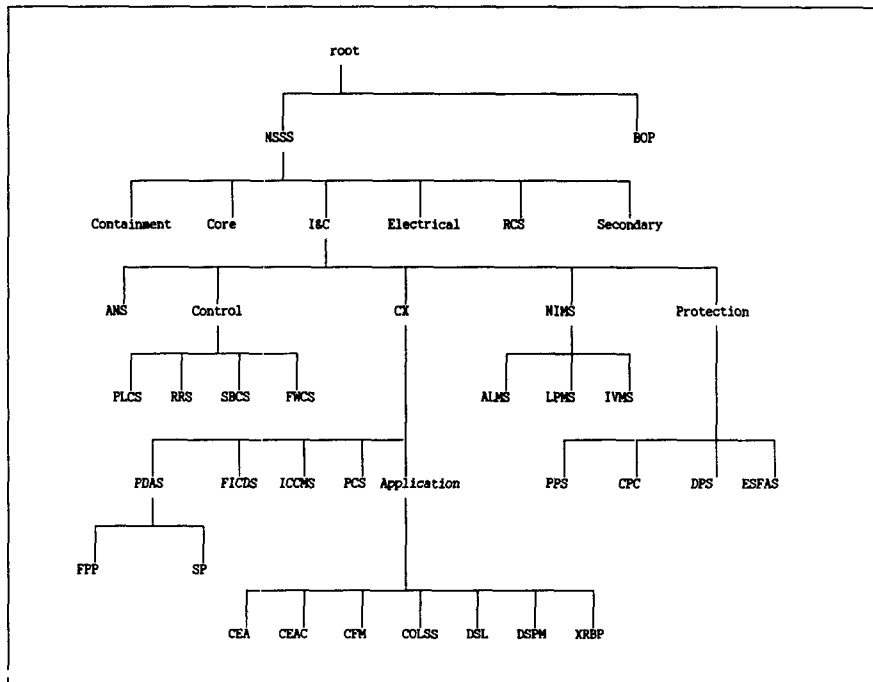
표 1에서 actual size는 컴퓨터 시스템이 제공하는 최대의 값으로 정의하였을 때의 값으로, 이 설정치를 기본으로 데이터베이스의 전체 size가 결정된다. 전체 size의 값은 PIPS의 전반적인 성능에 영향을 미친다.

2.2.2 계층적 구조 정의

8600여개의 point를 갖는 데이터베이스를 관리하기 위해서는 point name에 의한 일률적인 정렬 방식의 관계형 데이터베이스보다 시스템, 기기 그리고 부품 및 입력 신호의 특성에 따라 구분된 계층적 구조 데이터베이스 구조가 point의 추가, 삭제 및 변경 등에 용이하다.

따라서, 설계된 PIPS 데이터베이스의 구조는 그림 1에서와 같이 root 아래 NSSS와 BOP의

subtree로 구성되고 NSSS는 containment, core, electrical, I&C, RCS 및 secondary로 구성된다. 그림 1에서는 전체 구조 중에서 I&C subtree의 구조만을 보여준다.



<그림 1> I&C SUBTREE STRUCTURE

Point name을 alias로 갖는 point들은 각 신호의 유형에 맞는 attribute를 갖는다. 모든 attribute들은 RTAP/Plus에서 제공하는 형식으로 구성되며 point name을 주 key 사용한다. 울진 3,4호기 발전소감시계통의 데이터베이스를 입력으로 PIPS 데이터베이스를 구성하였다. 이를 위해 KPDC (Kaeri PIPS Database Construction) 및 AsToPi (ASCII To PIPS) 라는 변환도구가 개발되었다.

2.2.3 자료 입력

KPDC는 원자력발전소에서 운영되는 발전소감시계통 데이터베이스의 자료 중 point name 과 signal type을 이용하여 설계된 PIPS 데이터베이스를 자동으로 구축하는 프로그램이다. RTAP/Plus의 데이터베이스 관리 시스템은 설계자가 직접 CRT에서 point를 만들어 가며 작업하는데 필요한 tool을 제공하지만 8000개가 넘는 point를 수작업으로 생성하는 것은 불가능하다.

KPDC의 기본 구조는 다음과 같다.

입력 : 울진 3&4호기 발전소감시계통의 point name과 signal type
signal type에 따른 attribute file

기능 : 1. 입력된 point name으로부터 System Acronym, Measured Variable 분류
2. Acronym, Measured Variable 단위의 point 생성
3. point name을 alias로 갖는 point 생성
4. 해당되는 signal type에 따른 attribute file 을 사용하여 필요한 attribute 생성

출력 : PIPS 데이터베이스 구조

KPDC를 사용하여 데이터베이스의 구조가 완성되면 울진 3&4호기의 발전소감시계통 자료를 attribute에 입력하는 작업이 수행된다. ASCII 형태의 file로부터 PIPS 데이터베이스로 입력하기 위하여 AstoPi 프로그램을 작성하여 사용하였으며 이의 기능은 다음과 같다.

입력 : 울진 3&4호기 발전소감시계통 file

기능 : 1. field 단위로 record를 분리
2. 분리된 field를 PIPS 데이터베이스의 attribute의 자료 형식으로 변환
3. PIPS 데이터베이스에 입력

출력 : 울진 3&4호기 발전소감시계통과 동일한 내용의 갖는 PIPS 데이터베이스

2.3 응용 프로그램 Interface

응용 프로그램에서의 데이터베이스 접근은 Application Program Interface (API)에 의하여 처리된다. API는 데이터베이스로부터의 자료 추출, 응용프로그램에 필요한 자료 저장 등의 기능을 수행한다. API는 전송되는 자료의 크기 및 시간 주기에 따라서 shared memory 와 message queue를 사용하는 방식으로 구분된다. 자료의 접근 속도는 앞에서 언급한 바와 같이 데이터베이스의 주소 지정방식, 즉 symbolic방식과 direct 방식에 따라서 접근속도가 차이가 난다. 표 2는 1 초안에 8 byte의 자료의 read/write 횟수를 나타낸다.

<표 2> RTAP/Plus 데이터베이스 성능 평가 (단위 : 처리횟수)

	Read	Write
Alias	6,400	2,400
Direct	36,000	4,000

표2에서 보는 바와 같이 RTAP/Plus의 성능은 데이터베이스의 접근 방식에 따라서 read의 경우 약 6배의 차이가 있다. 따라서, API는 지정된 point name으로부터 PLIN과 AIN 등의 물리적 주

소를 초기화 단계에서 정의하여 이를 이용함으로써 실시간 요건에 만족하도록 한다.

3. 결 론

개방형 추세에 맞고 저가격의 높은 성능이 제공되는 UNIX based workstation을 이용한 Plant Information Processing System (PIPS) 데이터베이스를 설계하였으며, 이를 위한 보조 소프트웨어 도구를 개발하였다. 이 데이터베이스는 real time kernel인 RTAP/Plus의 DBMS를 사용하여 개발되었다. 데이터베이스의 자료는 울진 3,4호기의 발전소감시제통의 자료를 사용하였다. 이를 이용하여 경보처리, 입력신호처리 및 CFMS 등의 PIPS의 개발이 진행되고 있다.

개방형시스템을 사용하여 UNIX 운영체제와 workstation에 대한 범용적인 기술만으로 시스템의 수정이 이루어질 수 있는 PIPS는, 원시프로그램의 변경없이 UNIX를 탑재한 이기종의 workstation에서 수행이 가능하도록 설계되었으며, 분산형 시스템의 개발에 적합하도록 Ethernet LAN 시스템을 통한 데이터베이스의 원격 접근방식이 구현될 수 있도록 설계되었다.

향후에는 응용 프로그램의 추가와 소프트웨어에 대한 확인 및 검증 작업등이 이루어 질 예정이다. 개방성과 유지보수성 및 타기종에의 높은 이식성을 갖는 우리 고유의 독자 모델인 Plant Information Processing System의 개발이 완료되면 차세대 원자력 발전소의 발전소 감시제통에 적용 가능하리라 본다.

4. 참 고 문 헌

- [1] "RTAP/Plus Programming," Hewlett-Packard Ltd., 1995.
- [2] "RTAP/Plus References," Vol. 1 & 2, Hewlette-Packard Ltd., 1995.
- [3] "SL-GMS Reference Manual," SL Corporation, 1991.
- [4] KAERI/ABB-CE, "GUIDELINE FOR THE PLANT DATA BASE FOR THE ULCHIN NUCLEAR POWER PLANT UNITS 3 AND 4," 91791-IC-GD710 , Rev. 2, 1994.
- [5] Libero L and Tisato, "An Object-Oriented Architecture for Real-Time Applications," Advances in Object-Oriented Software Engineering, Prentice Hall, Chap. 8, 1992.