

UNIX기반의 Distributed Control System을 이용한 RTD 온도계측 실험

김석곤, 이성우
전력연구원

RTD Temperature Instrumentation Test using Distributed Control System based on UNIX

S.G. KIM, S.W. LEE
KEPRI

ABSTRACT

발전소등 대형 플랜트의 대규모 필드기기 제어용으로 많이 이용되고 있는 OVATION DCS (Distributed Control System) 시스템을 소개하고, RTD를 이용한 온도계측을 위하여 UNIX 워크스테이션을 기반으로 한 OVATION DCS 시스템의 콘트롤러 및 네트워크를 이용하여 현장 입력단 및 출력 포인터에 대한 전체 실험시스템을 구현하고, DCS 시스템의 구성 틀을 이용하여 RTD(Resistive Temperature Detector) 소자에 대한 변환계수를 산출하는 센서 Calibration 작업 및 I/O 와 포인터에 대한 Configuration 구축 작업을 수행하였다. 마지막으로 실질적인 온도의 측정이 정상적인지 확인하기 위해 포인터 정보 화면으로의 온도계측 값 출력 및 그래픽 디스플레이를 위한 트렌드 화면으로의 온도 출력 값을 확인하였다.

1. 서 론

컴퓨터 기술의 발전, 개방화에 따라 분산형 제어 시스템(DCS)은 그동안의 주된 기능이었던 프로세서 제어뿐만 아니라, 시스템 구조, 구성, 운영체제, 통신방식 및 부가서비스 기능 등의 면에서도 많은 차별성을 갖고 개발이 되고 있다. 일반 산업시설의 제어분야에서 DCS와 PLC(Programmable Logic Controller) 등의 제어시스템이 다양하게 적용되는에 비해 아직까지 국내에서 건설되거나 개선되는 원자력발전소의 경우에는 모든 제어시스템이 외산 제품으로 이루어져 있다. 이는 국내의 기술이 기능적인 면에서 만들 수 없다가 보다는 원자력 품질규격 및 인허가의 규격에 맞는 제품을 만들려는 노력이 부족했기 때문이라고 할 수 있다.^[1] 다행이도 현재, 국내의 몇몇 기관이 공동으로 원전용 DCS를 개발 중에 있다. 본 논문에서는 선진국의 DCS 시

스템을 모델로 하여 좀 더 향상된 국산 원전용 DCS의 출현을 바라며, 현재 미주지역에서 원자력 발전소 및 대형 플랜트 제어용으로 많이 이용되고 있는 Ovation DCS 시스템의 구조를 소개하고, 이 시스템을 이용하여 시스템의 Configuration 및 Building 작업을 수행한 후, 실질적인 제어능력을 시험하였다.

2. 시스템 구현 및 틀 설정

2.1 시스템 구성

본 실험에서 이용한 Ovation 시스템은 공정관리를 유지해야 하는 공장의 제어환경에 필요한 개방형 시스템으로서, 컴퓨터 규격인 OPEN ANSI

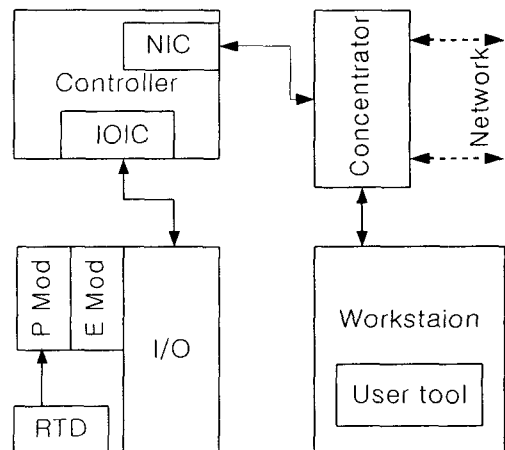


그림 1. 실험 구성도

Standard를 채택하여 생산 및 관리공정에서 실시간 감시, 제어기능을 수행하는 것이 특징이며, 실시간 운영체제를 사용하여 프로세서 제어 시스템을 쉽게 운영할 수 있고 PC와 UNIX, JAVA 등의 워크스테이션을 채용 할 수 있다. 본 실험에서는 UNIX를 기반으로 한 시스템으로서 주요구성요소로는 Controller, 워크스테이션, I/O 모듈, 네트워크

등으로 나눌 수 있다. 그 외 Concentrator는 일종의 허브로서, Drop에 대한 포인터로의 연결을 제공한다. 또한, 이 시스템은 표준화 및 모듈화된 하드웨어로 타 시스템 및 이기종간의 개방형 Integrate 시스템 구성에 효율적이다.

2.1.1 Controller

Controller는 현장기기들에 대한 실작적인 제어 장치로서 알고리즘과, 로직, 운영체제등을 저장 할 수 있는 플래시 메모리를 내장하고 있으며, 디지털 로직에 대해서는 Ladder 등의 표현을 가능케 하는 단순화된 알고리즘을 갖고 있다. 또한, AB(Allen-Bradly) PLC, Modbus 등과도 쉽게 인터페이스 할 수 있으며, Controller의 주요특성^[2]은 표 1 과 같다.

표 2. 콘트롤러 주요특성

특 성	세부내용
Processor	133 MHz, Pentium
I/O scanning	직렬/병렬 옵션
제어용 메모리	최대 1.5 M byte
Ladder Logic 처리능력	1000 ladders / 100 ms
High density	각 콘트롤러별 2 Interfaces 각 콘트롤러별 128 I/O 모듈
High speed	31 uSec 버스 cycle time 2 M baud rate
Superior reliability	각 branch로의 직렬통신
Enhanced fault tolerance	각 branch에 대한 fail 격리

Controller의 구성부품은 Process용인 CPU 카드와 NIC(Network Interface Card) 그리고 I/O Interface Controller Cards 등이 있다.

2.1.2 I/O 모듈

I/O 인터페이스는 PCI(Peripheral Component Interconnect) 버스상에서 이루어지며, PCI Card의 종류로는 Q line Local(PCQL), R line Local(PCRL), R line Remote(PCRR) 및 Third Party Device 등이 있으며, Controller에 내장되는 I/O Interface Controller Cards는 2 장이고 각각의 카드는 8개의 Branch를 관장하며, 각 Branch는 8개의 모듈로 구성되어 있다.^[3]

2.1.3 워크스테이션

엔지니어링, 오퍼레이팅 서버 워크스테이션 등은 128 MB RAM 용량과 333Mhz의 처리속도를 가진 SUN Ultra 시스템과 Dual attach CDDI 인터페이스가 주요구성을 이루고 있으며, 기타 레이저프린터, 모니터 등의 주변장치들로 구성된다. 또한, 일반 상용 네트워크를 탑재한 제어시스템과 동일한

네트워크를 사용하며, 일반 PC의 플랫폼을 사용하므로 흔히 접하는 소프트웨어의 사용이 가능하고 ODBC(Open Database Connectivity)형의 데이터베이스를 통한 일반 기업 환경의 데이터베이스와 호환된다.

2.1.4 네트워크

Concentrator를 연결하는 네트워크는 100 Mbps 보오레이트의 통신속도를 가지는 FDDI(Fiber Distributer Data Interface) / CDDI(Copper Distributer Data Interface) 네트워크로서 워크스테이션, 콘트롤러, 인터넷 등이 연결되며, 토큰링 방식을 채택하고 있다. 특징은 COPPER, FIBER, UTP(Unshielded Twisted Pair), 10BASE2 등의 다양한 Media 옵션을 가지며, Concentrator를 통해 50개의 Drop(station)과 20만개의 포인터를 수용할 수 있다. 또한, 리얼타임으로 처리하는 동기화 방식이 이용되며, 경우에 따라서는 비동기식으로 도 운용 가능하다.^[4]

2.2 톨 설정

시스템을 구현한 후, 입력단에 대한 출력을 얻기 위해서는 시스템에서 제공하는 톨을 이용하여 하드웨어에 대한 정보를 제공하고 어드레스의 부여, 각 노드에 대한 정의 등 콘피규레이션을 수행해야 한다.

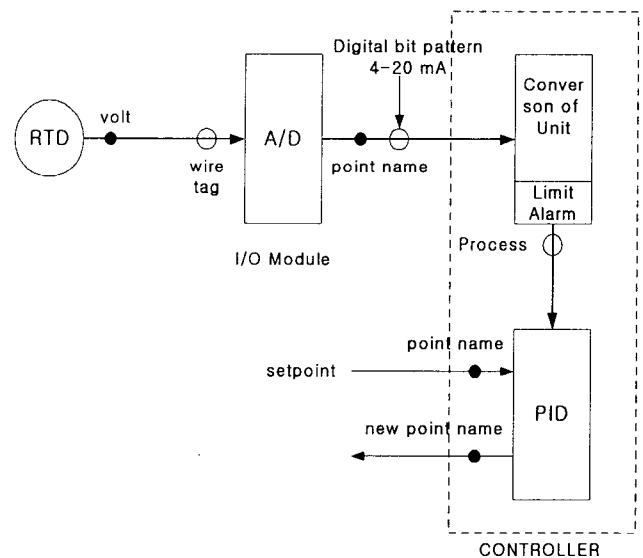


그림 2. 신호 흐름도

그림 2 는 RTD가 있는 입력단으로부터 Controller의 PID 제어기에 이르는 신호의 흐름을 나타낸 것이다. Controller에 입력되는 신호는 RTD의 계측 값에 대한 디지털 비트의 형태이다.

실험을 위한 톨 설정순서는 다음과 같다.

1. Drop 형식, ID 어드레스, 호스트 ID 등을 정의
2. Drop을 구성하고 Point 그룹을 Download
3. I/O 모듈을 정의

4. Drop, User등의 Security 정의
5. New Point Load
6. Oracle DB에서 New Point 구축
7. Oracle DB에서 New Control 구축
8. 그래픽 구축
9. 포인터 그룹 구축 및 수정
10. Baseline에 대한 비교 및 Update

다음은 RTD 온도계측을 위한 설정작업을 위해, 프론트 패널 메뉴를 이용하여 로깅을 수행한 후, 설정해야 할 주요 설정과정에 대한 설명이다.

2.2.1 I/O Builder

I/O 모듈의 정의는 파워 톨에서 이루어지는데, I/O 빌더는 시스템을 위한 I/O 하드웨어의 시각적 표현을 제공하기 위해 인터페이스와 메뉴를 사용한다.

I/O 빌더는 네트워크, Unit, Drop, PCI, Crate, Branch, Node, Slot등으로 구성되며, 그림3 에서 보는 바와 같이 해당 유닛 및 Drop의 Branch로 이동하여 해당슬롯의 Define을 RTD Interface로 선택한다. Branch가 속한 PCI 카드는 Node Record Type 포인터 이름이 할당되며, I/O 빌더가 I/O 하드웨어를 정의하기 위해 사용되어지기 전에 시스템을 위한 I/O를 리스트하는 계획이 설계되어져야 한다. 계획이 설계된 후, 빌더 정보가 I/O 시스템을 정의하기 위해 I/O 빌더로 입력된다. 사용자는 네트워크 기기에서 시작하고 사용자의 I/O 시스템이 I/O 모듈로 다운로드를 정의한다. 모듈이 정의된 후, 콘피규레이션은 Configuration Dialog Box를 통해 구성되어질 수 있다.

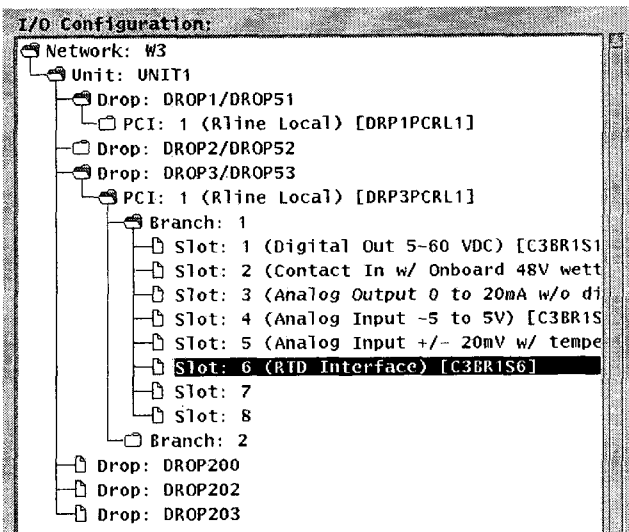


그림 3. I/O 시스템 설정화면

본 실험에서는 PCI Card용으로 R-line Local을 적용하였다. 또한, RTD 콘피규레이션을 설정하기 위해 옵션 중 Service메뉴로 이동하여 주파수를 선택한 후, 채널1에 RTD의 Spec.과 동일하게 설정한다. 그림 4 에서 보는 바와 같이 본 실험에서 사용한 RTD의 특성은 다음

과 같다.

- 규격 : 120 ohm(at 0 deg. C) - Nickel RTD
- 제작사 : Minco Products(No. S4-60)

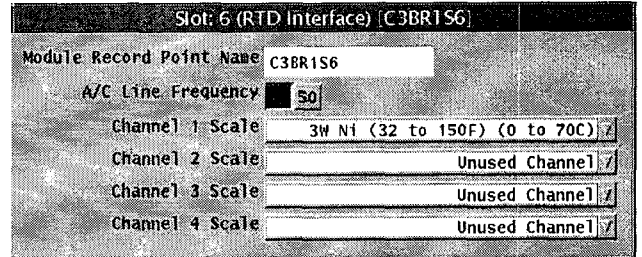


그림 4. RTD 인터페이스 설정화면

2.2.2 Point Builder

포인터 빌더는 프로세서 포인터 개체를 추가, 삭제, 수정하며, 포인터와 관련된 I/O 파라미터를 정하고, 복잡한 포인터의 데이터베이스 조회를 수행 할 수 있다. 또한 포인터 이름이 이중으로 사용되지 않도록 포인터들의 유효성 검사를 즉각적으로 수행하며, 포인터 빌드의 속성 값이 정확한 타입과 범위에 있는지를 검사한다.

포인터 빌더의 주요역할은 지속성을 점검하고 입출력 하드웨어에 대한 매핑과 포인터 참조 및 필터링 작업이다. 이 중 하드웨어 매핑은 I/O 형태와 I/O의 위치 카드 형태, 채널등을 설정하며, 하드웨어 주소를 계산하고 카드형태가 포인터에 대해 타당한가를 확인한다. 또한, 포인터빌더에서 제공되는 주요정보로는 Sensor type과 변환계수 등이 있다.

포인터 빌더의 구성작업은 해당 포인터의 포인터 이름과 레코드형태를 지정하고 하드웨어 태그에서 IO모듈 지정 및 IO 채널을 선택한 후, IO task 인덱스를 지정한다. RTD의 Sensor limit 값에 대한 실질적인 Voltage값을 산출하기 위해 Sensor Calibrate 작업을 수행한다. Sensor Calibration은 RTD로부터의 입력값이 Operator Display로 표현되기까지 변환을 거치게 되는데 입력값으로부터 출력값을 산출하기 위한 변환계수를 생성하는 것이 주 목적이다. RTD의 변환은 Type 2에 해당하며, 5th Order 다항식을 이용한다.

Deg. F	Ohms
32	120
57	130.01
81	139.95
104	149.79
127	159.99
158	170.17

표 3. RTD 온도 Range Spec.

RTD의 Sensor Calibration을 위한 다항식^[5]은 다음과 같다.

$$Y = \{1V\} + \{2V\}X + \{3V\}X^2 + \{4V\}X^3 + \{5V\}X^4 + \{6V\}X^5$$

그림 5 는 Calibration을 위해 표3의 RTD 온도 Spec.

의 내용을 Expected value 와 Actual voltage 항에 입력한 내용과 다항식 차수를 제 5항으로 설정한 것을 나타낸 것이며, 입력을 완료한 후, 상단의 계수 계산(Calculate Coeff) 및 저장(Store Coeff) 명령을 실행하면 Sensor Calibrate 윈도우 내 계수번호 항의 각각에 대한 계수를 출력한다. RTD 로부터 읽혀진 값은 0-20 mA의 범위를 갖는 비트 패턴을 가진 IQ 값으로 변환모듈로 입력되며, 변환된 아날로그 값은 Controller내의 제어기로 전달된다.

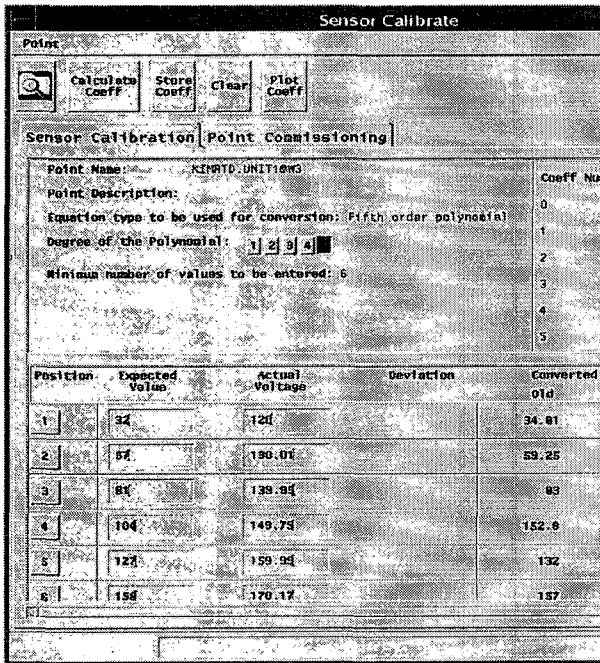


그림 5. Calibration 값 입력화면

2.3 실험결과

2.3.1 포인터 정보화면으로 계측 값 출력

모든 설정 작업을 마친 후, 초기메뉴에서 포인터 정보화면으로 들어가면, 실제 온도 측정값을 확인할 수 있다. 그림6 은 출력된 온도 값을 나타낸 것이다. 그림7 의 출력 값과 마찬가지로 출력된 값은

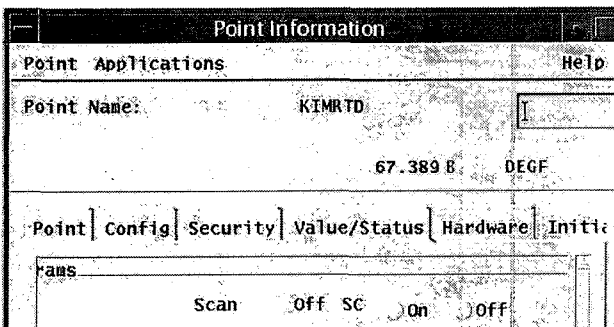


그림 6. 온도 계측 값 출력

실내온도를 측정 한 값으로 약 67 Deg. F 로 화씨를 표현한 것이다. 그러므로 RTD를 이용한 온도측

정이 정상적으로 이루어졌음을 알 수 있다.

2.3.2 트렌드 화면으로 계측 값 출력

그림7 은 가로축의 시간범위를 10분으로 하고 세로축의 온도범위를 그림5에서 Expected Value로 입력한 것과 같이 온도범위를 32 ~158 Deg. F 로 하여 온도측정값을 실시간으로 디스플레이 한 것이다. 화면상의 정확한 출력값은 67.968 DEGF(화씨)로 정상적인 값을 출력하고 있음을 알 수 있다.

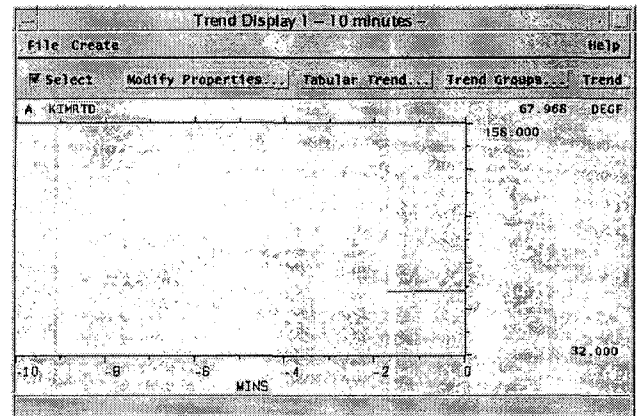


그림 7. 트렌드 화면으로의 온도 계측 값 출력

3. 결 론

이상으로 UNIX 기반의 DCS를 이용한 RTD 소자의 온도계측 실험 결과를 확인 하였다. DCS를 운영(Operation)하기 위한 Operating System은 NT등의 일반적인 OS를 이용한 구성에 비해 UNIX를 이용한 계측작업이 Calibration 및 Configuration을 수행하는데 훨씬 더 용이함을 느꼈다. 특히, 네트워크의 계획, 설계 및 TCP/IP 진단 툴의 사용과 문제를 해석하는데 있어서 더욱 강력한 능력을 가지고 있음을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] 전력연구원, "원전 자동제어설비의 디지털화 개발", 연구개발 계획서, 2000, Mar
- [2] EMERSON, "Ovation Controller User Guidel", Document U3-1032, Revision 1, 1999, June
- [3] EMERSON, "Ovation I/O Reference Manual", Document R3-1150, Revision 2, 1999, June
- [4] EMERSON, "Ovation Link Controller & User Guide", Document U3-1021, Revision 0, 1999, June
- [5] EMERSON, "Ovation Record Types Reference Manual", Document R3-1140, Revision 1, 1999, June