

발전소용 분산제어 시스템의 개발

문 봉 채*

(* (株)三星데이터시스템 先任연구원)

1. 서 론

분산제어 시스템(DCS: Distributed Control System)은 제어 시스템이 디지털 시스템화 하면서 분산화 개념을 적용시킨 것이다.

디지털 제어 시스템의 산업분야 적용 시작은 1950년대 중반으로 보고 있으며[1], 공정 산업 분야나 제조 산업 분야 종사자들에 의해 시도된 것이 아니고, 컴퓨터 제조업체에서 군사 분야 적용의 실패를 맞본 후 공정 제어 분야에 적용을 시도하였다. 처음 적용 형태는 기존의 아날로그 제어기의 정상 상태 설정치를 최적화 계산으로 정해주는 형태로 적용되었고, 1962년에 디지털 제어 방식이 본격적으로 적용된 DDC(Direct Digital Control) 방식을 채택하기 시작하였다. 아날로그 제어 방식에 비교하여 비용 및 유연성(flexibility)에서 큰 장점을 갖고 있는 디지털 제어 시스템은 기존의 아날로그 제어기들을 대체하는 한편으로 컴퓨터 프로그램을 활용하여 제어 기능 뿐만 아니라 제어 현황을 운전자에게 알려주고 운전자가 원하는 동작을 수행할 수 있도록 하는 감시 제어(supervisory control) 기능을 부가하는 등 기능 확장을 꾀하였다. 이러한 기능 확장은 코드(code)들의 증가 및 프로그램 복잡성을 유발시켰고, 이를 효과적으로 구현하기 위한 실시간 운영 체제(Real-Time Operating System)가 1960년대 말에 태동하였다. 1970년대에 이르러서는 마이크로 컴퓨터가 출현하였고, 이를 활용함으로써 고장에 대처하기

위한 이중화 구조(dual redundancy)에 의한 신뢰성 향상을 꾀하기 시작하였고, 1974년에 출현한 마이크로프로세서는 전 산업 분야에 상당한 영향을 미치면서 분산 시스템 개념 적용이 도입되었다.

공정 산업 분야의 제어기 적용 형태는 1950년대에는 공기식 제어기(pneumatic controller)가, 1960년대에는 아날로그 제어기(analog controller)가 주류를 형성하였으며, 1970년대 마이크로프로세서 출현 이후로 단일 루프 제어기(single loop controller)들을 결합한 디지털 분산제어 시스템의 초기 형태가 적용되었으며, 1980년대 들어서 16 비트, 32 비트 등의 고성능 마이크로 프로세서를 이용한 다기능 제어기(multifunction controller)로 구성된 분산제어 시스템이 적용되어 기존의 많은 제어 시스템들을 교체시켰고, 보다 고 기능과 고 신뢰성을 추구하면서 하드웨어 발달과 소프트웨어 분야의 새로운 기술을 도입하여 자동화 단계를 보다 고도화하고 비용 절감 및 품질 향상을 꾀하고자 끊임없는 노력이 기울여지고 있다.

2. 분산 제어 시스템 일반

2.1 개 요

분산제어 시스템은 마이크로프로세서 기술과 네트워크 기술의 발달을 근간으로 발전되어 왔으며, 1979년의 태동기에는 계장제어 설비의 선도 업체들

표 2.1 대표적인 분산제어 시스템 및 그 제조 업체

시스템 명칭	제 작 업 체	시스템 명칭	제 작 업 체
ASEA MASTER	ASEA	PCS 8000	Philips
CENTUM	Yokogawa	PLS 80	Eckardt
CONTRONIC P	Hartman and Braun	PMS	Ferranti
DCI 4000	Fischer and Porter	PROCONTROL I	BBC
HIACS 3000	Hitachi	PROVOX	Fisher Controls
LOGISTAT CP 80	AEG	SPECTRUM	Foxboro
MAX 1	Leeds & Northrup	SYSTEM 6000	Turnbull Control
MICON MDC 200	VDO	SYSTEM 3	Rousemount
MOD 300	Taylor Instruments	TDC 3000	Honeywell
INFI 90	Bailey Controls	TELEFERM ME	Siemens
P 4000	Kent	TOSDIC	Toshiba

인 Honeywell, Yokogawa, Siemens, BBC, Foxboro를 중심으로 한 몇몇 업체에서 판매를 시작하였으나, 현재는 20개가 넘는 업체들이 경쟁을 벌이고 있으며, SCADA(Supervisory Control and Data Acquisition) 시스템 등과 같은 유사한 분류의 업체를 포함할 경우 경쟁 업체들이 수 백여개의 이른다. [2] (표 2.1)은 대표적인 분산제어 시스템과 그 제작 업체들을 나타내고 있다.

분산제어 시스템은

- 1) 사용자에게 조작의 용이성과 편리함을 제공하고,
- 2) 프로세스 제어에서 신뢰성과 고성능을 갖도록 하며,
- 3) 시스템의 안전성을 갖고 다양한 적용 범위에 대응하면서,
- 4) 시스템 설치시의 경제성 및
- 5) 보수 유지의 원활함

등을 추구하고 있으며, 이와같은 요건들을 충족시키기 위해 분산제어 시스템이 가져야 할 주요 기능들을 요약하면 다음과 같다.

- 1) 현장 신호 접속 기능
- 2) 프로세스 제어 기능
- 3) 시스템 고장 대처 기능
- 4) 데이터 전달 기능
- 5) 시스템 운전 조작 기능
- 6) 시스템 운전 현황 제시 기능
- 7) 시스템 운전 기록 기능

- 8) 시스템 운전 지원 기능
- 9) 시스템 구축(build-up) 기능
- 10) 시스템 보수 유지 기능

위와 같은 다양한 기능들을 구현함에 있어서, 현장 신호 및 구동부에 직접적으로 접하여 1) - 4)의 기능을 담당하는 현장 제어(Field Control) 부분과 운전자가 직접 접하면서 3) - 10)의 기능을 담당하는 운전자 접속(Operator Interface) 부분으로 분할하며, 데이터 전달을 담당하는 데이터 전송로(Data Highway)가 두 부분을 연결한다.

현장 신호 접속 기능을 프로세스 신호의 입출력 기능을 담당하며, 신호 변환(signal conversion) 부분, 신호 조정(signal conditioning) 부분, 신호 단말(signal termination) 부분으로 이루어진다. 신호 단말 부분은 현장 신호선들이 직접 연결되는 부분이다. 신호 단말 부분을 거친 아날로그 입력 신호들 중 표준 전압 신호가 아닌 T/C(Thermocouple), RTD(Resistance Transmitter Detector) 등은 신호 조정 부분에서 표준 전압 신호로 바뀐 후 신호 변환 부분으로 입력된다. 신호 변환 부분에서는 아날로그 입력 신호의 경우 A/D(Analog/Digital) converter를 사용하여 12 비트-혹은 8 비트, 16 비트-의 디지털 데이터로 변환하며, 이 데이터는 제어 입력 데이터로 사용한다. 아날로그 출력 신호의 경우 역으로 제어 연산 출력 데이터인 12 비트의 디지털 데이터가 D/A(Digital/Analog) converter를 사용하여 4

-20mA의 전류 신호 혹은 1-5V의 전압 신호로 변환되어 신호 단말 부분을 거쳐 현장에 연결된다. 디지털 신호(On/Off 신호 혹은 시퀀스 신호)의 경우 현장의 0-24Vdc 또는 0-120Vac 신호가 1/0의 이진(binary) 데이터로 바뀌거나 역으로 1/0의 binary 데이터가 현장 신호로 변환된다. 그밖에 펄스 신호를 count하여 디지털 데이터로 변환하는 경우가 있다.

프로세스 제어 기능은 현장 신호 접속에 의해 취득된 현장 데이터들을 제어 입력으로 하여 사용자가 원하는 제어 로직을 거쳐 현장 구동 데이터를 만들어 내는 기능을 말한다. 프로세스 제어의 기본은 PID 제어 방식을 기본으로 하나, 발전소 보일러와 같은 대형 프로세스는 수십개의 제어 루프를 갖고 있으며, 제어 루프 상호간의 신호 전달 및 가공 처리가 연계되어 있으므로 프로세스 제어 기능은 다양한 제어 로직 구성이 가능토록 하여야 한다.

시스템 고장 대처 기능은 시스템의 처리 영역이 넓어지므로써, 국소 부위의 고장이 미치는 영향도 커지게 되므로, 이에 대처하고자 하는 기능이다. 시스템 고장 대처 기능을 구현함에 있어서, 자체 진단 기능을 통하여 고장 부위를 검출하고, 이를 운전자에게 알려 주는 방법과, 보다 적극적인 방법으로 고장 영향이 큰 부위를 대상으로 중복구조(redundancy)를 취하여, 한 쪽의 고장은 다른쪽에서 back-up함으로써 정상 동작을 유지하고자 하는 방법을 혼합한다. 중복구조의 대상은 일반적으로 전원 장치, 통신 전송로, 제어 기능을 수행하는 하드웨어 모듈 등이다.

데이터 전달 기능은 분산된 각 스테이션 간에 또는 각 모듈들 간에 데이터를 전송하고 전달받는 기능을 말한다. 이 기능은 전송 매체를 사용하여 구현하며, 분산제어 시스템의 전송 매체는 시스템 전송로, 모듈 전송로, 기타 국부적인 전송로 등 여러 형태를 취하고, 각 전송로에 따라 통신 프로토콜(protocol)을 규약하여 이를 바탕으로 데이터 전달의 신뢰성을 준다.

시스템 운전 조작 기능은 운전자가 운전 상황에 따라 여러 종류의 조작을 취하며, 이에 관한 처리를 담당하는 기능을 말한다. 운전자가 원하는 조작을 편하게 할 수 있도록 운전자용 키보드, 트랙볼, touch-screen 등을 제공한다.

시스템 운전 현황 제시 기능은 프로세스 현황과 시스템 자체 현황을 운전자에게 제시하는 기능으로, 여러대의 칼라 그래픽 콘솔을 사용하며, 바(bar) 그래프, 트랜드(trend) 그래프, 스틱 데이터, 메시지(message) 리스트 등의 간단한 형태와 P&I(Piping and Instrumentation) 그림을 배경으로 동적으로 변하는 복잡한 형태를 혼합한 그림으로 운전자에게 제시한다. 시스템 운전 기록 기능은 운전 데이터의 기록을 보존하는 기능과 운전 데이터를 화면을 통하여 보고하거나 프린터를 사용하여 인쇄하는 기능을 말한다. 이 기능은 보조 기억 장치와 칼라 프린터를 사용하여 구현된다.

시스템 운전 지원 기능은 운전자가 시스템을 운전함에 있어서 편리하게 사용할 수 있도록 하는 각종의 유틸리티(utility) 기능을 말한다. 시스템 구축(build-up) 기능은 그래픽 화면 모양, 기록할 운전 데이터의 내용, 제어 로직, 하드웨어 구성 등 운전자가 정하거나 변경하고자 할 때 이를 가능토록 하는 기능을 말한다. 시스템 보수 유지 기능은 보수 유지시에 편리함을 도모하기 위하여 시험 항목들을 제시하고 시험 결과들을 화면을 통해 제시하도록 하는 기능이다.

2.2 계층적 분산 구조

분산제어 시스템은 일반적으로 계층적 분산 구조(hierarchical distributed structure)를 취한다.

작업들이 기능적으로 분할된 계층적 구조의 대표적인 예로 조직에서 의사 결정 구조를 들 수 있으며, (그림 2.1-a)에서 예시된 바와 같이 의사 결정자는 상위 계층과는 정보를 제공하고 명령을 받는 관계를 갖는다. 동급 계층과는 제약 조건을 확인하며 정보를 전달한다. 하위 계층과는 지시내리며 필요 정보를 취득한다. 계층이 여러개 존재할 때 (그림 2.1-b)와 같이 피라미드 구조를 갖게 된다.

분산화는 유사한 작업들이 병행해서 수행되는 형태를 의미하며, 특정 유닛에 고장이나 과부하 발생 시에는 그 유닛이 수행하는 작업 모두 혹은 일부가 타 유닛으로 이동되어 수행된다는 가정을 토대로 하고 있다. 그러나 이와 같은 가정은 개념적으로 용이해 보이나 실제로 구현함에 있어서 어려운 문제들을 안고 있다. 대표적인 문제들로 고속의 데이터 전송

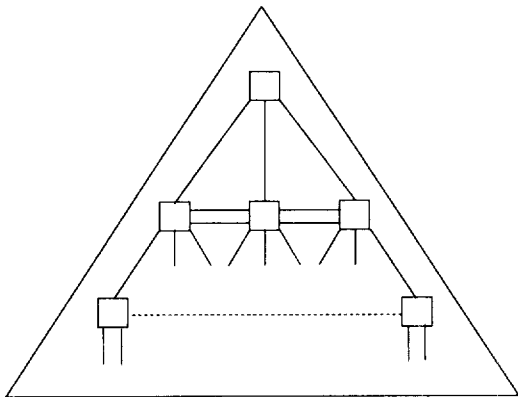
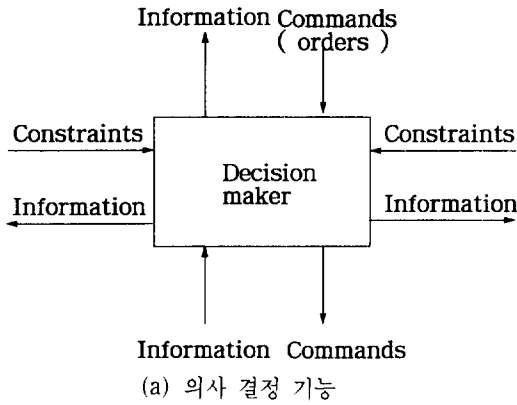


그림 2.1 계층적 의사 결정 구조

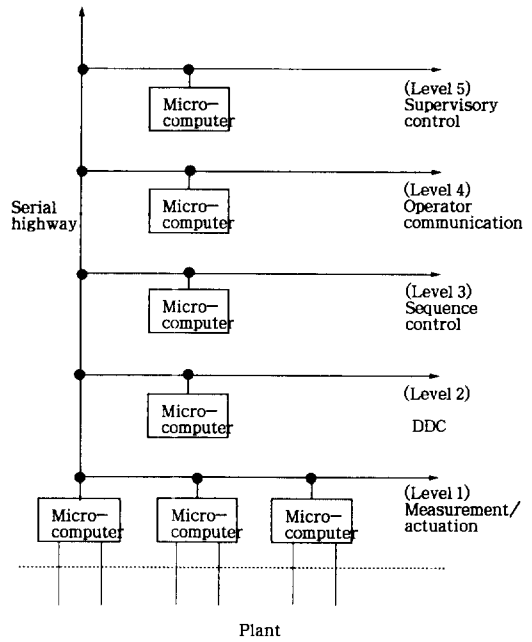


그림 2.2 계층적 분산 구조의 한 예

로를 가져야 하는 것과, 시스템에서 발생 가능한 수많은 상황에 따라 resource들을 동적으로 재배치(dynamic allocation)하는 문제를 들 수 있다.

분산 시스템이라 통칭하는 대부분의 시스템들은 계층적 구조와 분산 구조를 혼합한 형태를 취하며, 분산제어 시스템이 취하는 개념적인 구성 형태는 (그림 2.2)에서 제시한다. (그림 2.2)에서 나타난 바와 같이 5가지로 분할된 기능을 갖고 있으며, 각 기능들을 요약하면 다음과 같다.

- Level 1 측정과 구동에 관한 계산 및 플랜트 접속 부분으로 모든 측정 및 구동 데이터 베이스 제공
- Level 2 DDC(Direct Digital Control) 계산 부분
- Level 3 시퀀스 제어(Sequence Control) 계산 부분

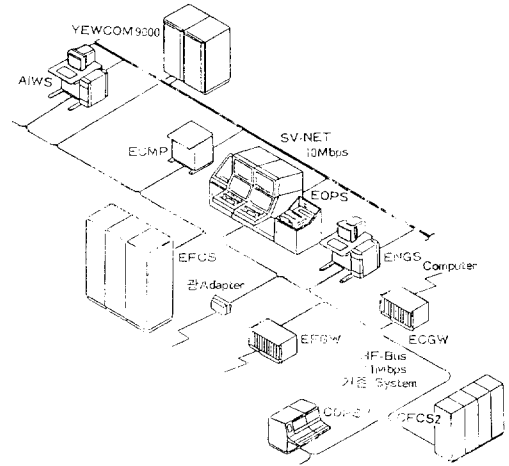


그림 2.3 CENTUM-XL 구성도

- Level 4 운전자와의 통신 담당 부분
- Level 5 감시 제어(Supervisory control) 부분
- Level 6 타 컴퓨터간의 통신 담당

물론 위와 같은 기능의 단계 구분은 부분적으로 통합할 수 있다. 계층적 분산 구조를 취함으로써 얻을 수 있는 주

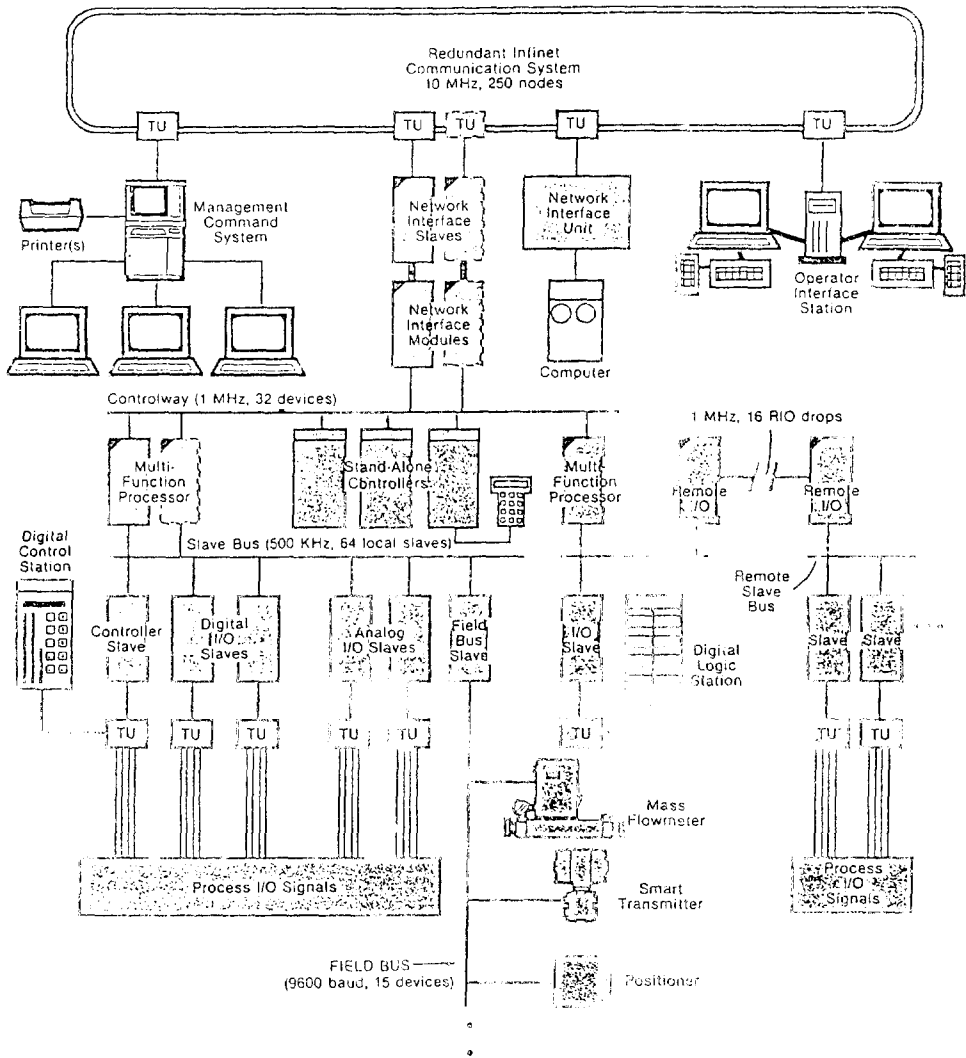


그림 2.4 INFI-90 구성도

요한 잇점들을 정리해 보면 다음과 같다.

첫째로, 프로세서들 간에 작업을 나눔으로써 시스템의 처리 능력을 크게 향상시킬 수 있다. 분산제어 시스템의 주요 계산 부담으로 수천개의 측정값들에 대하여 필터링(filtering) 및 스케일링(scaling)하는 것을 들 수 있는데, 측정값 하나에 대한 계산량은 문제되지 않으나, 신호가 많다는 것과 계산의 반복 주기가 짧다는 것 때문에 계산 부담이 높다. 이러한 부분을 DDC 부분과 분리시킴으로써, DDC 부분은 이미 처리된 데이터를 취득하여 제어 연산만을 수행하므로 대상 제어 루프 수를 크게 늘릴 수 있다.

둘째로, 시스템의 유연성(flexibility)을 들 수 있다. 더욱 더 많은 루프 수를 처리할 필요가 있거나, 여분의 operator station이 필요하다면, 통신 연결선에 기능 box를 추가시키면 된다. 이는 각각 분할된 기능의 box들이 표준화되어 있으므로 시스템의 확장이나 변경에 어려움을 주지 않는다.

셋째로, 하나의 유닛 고장이 전체 시스템에 주는 영향이 적으며, back-up 시스템을 둬으로써 자동이든 반자동이든 절체시키도록 구현함이 용이하며 이로써 시스템의 가용성(availability)을 높일 수 있다.

넷째로, 시스템 변경이 용이하다. 하드웨어 및 소

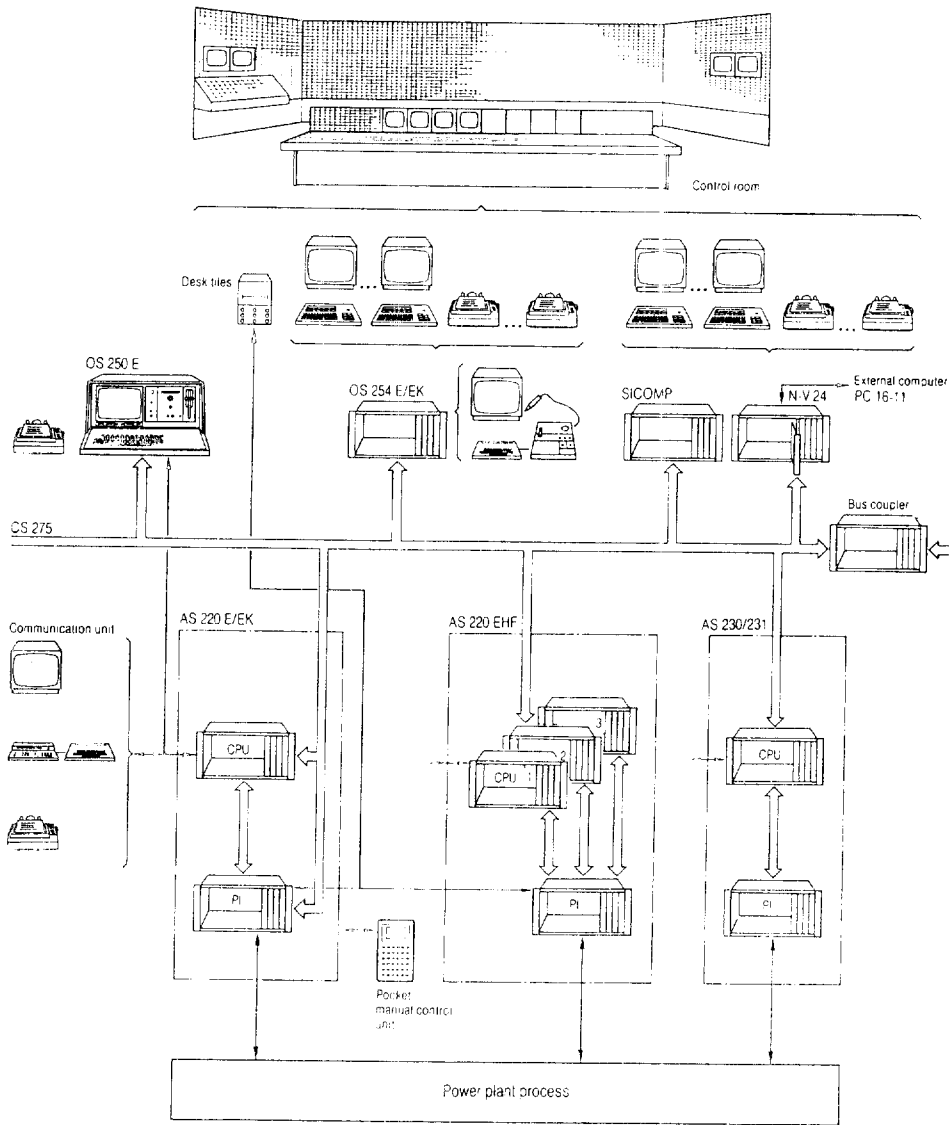


그림 2.5 TELEPERM-ME 구성도

소프트웨어가 작은 단위로 모듈화됨으로 교체가 용이하며, 보이지 않는 side-effect가 적을 뿐만 아니라, 보다 쉽게 감지되고 교정될 수 있다.

다섯째로, 직렬 전송로를 사용하여 연결되어 있기 때문에, 각 컴퓨터 유닛들의 위치를 보다 넓은 공간으로 분포시킬 수 있다. 이로 인하여 수많은 현장 신호선들이 중앙 제어실로 밀집되는 cabling의 복잡성을 방지하며 (그림 2.2)의 Level 1의 위치를 적절히 배치함으로써 cabling을 용이하게 하고 보수 유

지의 편리성을 꾀할 수 있다.

계층적 분산 구조를 갖는 분산제어 시스템의 실제적인 구성의 예로써 (그림 2.3)은 Yokogawa사의 CENTUM-XL의 구성을 보여 주고 있으며, (그림 2.4)는 Bailey사의 INFI-90 시스템을, (그림 2.5)은 Siemens 사의 TELEPERM-ME의 구성을 보여 주고 있다.

2.3 실시간 처리 특성

분산제어 시스템이 가져야 할 중요한 특성의 하나로 실시간 처리를 들 수 있다. 실시간 시스템은

- 1) 기능 처리가 시간에 따라 구동되거나 시스템 외부의 사건(event)에 의해 구동되며,
- 2) 기능 처리 결과가 처리 수행 시간에 영향을 받거나 수행중에 있는 그 순간의 시간을 변수(variable)로 영향받는 시스템

으로 정의한다. [3] 이러한 정의에 따라 실시간 시스템 두가지 부류로 구분할 수 있다.

Type 1 평균 실행 시간이 시간별로 허용시간 한계치를 넘지 않는 시스템

Type 2 실행 시간이 어떤 경우에서든 허용시간 한계치 이내로 되는 시스템

Type 1의 대표적인 예로 은행의 현금 자동 출납기를 들 수 있으며, 토요일 오전의 바쁜 시간대와 평일 오전의 한가한 시간대의 평균 실행 시간 허용 한계치가 다르다. Type 2의 시스템은 보다 엄격한 실시간(hard real-time) 시스템으로, 분산제어 시스템의 분할된 많은 기능들이 hard real-time 특성을 갖는다.

분산제어 시스템의 계층화된 기능들을 세부적으로 살펴 보면, 이질적인 작업들의 조합으로 이루어져 있으며 이러한 조합된 작업들을 효율적으로 처리하기 위하여 multitasking 처리를 기초로 구현한다. 분산 제어 시스템의 모든 작업들은 time-driven 또는 event-driven 형태를 취하며, time-driven task들의 경우 각각의 실행 시간 허용 한계치를 갖는다. 대표적인 예로 제어 루프 연산 처리를 들 수 있으며, 각 제어 루프는 대상 프로세스에 따라 정해진 수 ms 내지 수백 ms의 샘플링 시간(sampling period) 내에 제어 연산을 마쳐야 하며, 샘플링 시간 주기를 갖고 제어 연산을 반복한다. 이에따라 현장 신호 접속에 있어서도 샘플링 주기에 맞추어 현장 데이터를 수집하며, 그 밖에도 자체 진단인 이중화 관리 기능을 구현함에 있어서도 주어진 일정 시간 내에 원하는 응답이 없으면 이상 상황으로 판단한다.

분산제어 시스템의 운전자 접속의 다양한 기능들도 시간을 토대로 구현된다. 초 단위 혹은 분 단위의 운전 현황 제시 기능을 비롯하여 시보(hourly report), 일보, 월보 등 정기적인 운전 데이터 기록

등의 시간 제한 요건들로 작용한다. 따라서 데이터 전송에 있어서도 시간 제약을 갖게 되며, 현장 제어 부분들 간에 공유할 데이터들의 전송은 제어 연산의 샘플링 주기에 의해 시간 제한을 받고, 운전자 접속 부분으로 현장 데이터의 전송은 각 데이터 처리의 최소 주기에 따라 시간 제약 요건을 갖는다. 데이터 전송에 있어서 실시간 요건을 만족하기 위한 대표적인 통신 프로토콜로써 토큰 패싱(token-passing) 방식을 채택하며, MAP(Manufacturing Automation Protocol)은 토큰 패싱을 사용한 open architecture를 갖는 프로토콜이다.

3. KEDIC 시스템-국내 분산제어 시스템의 개발 사례

3.1 개 요

KEDIC(Korea Electric Distributed Control) 시스템은 한국전력공사에서 발전소 제어 설비의 국산화를 목표로 진행해온 제 3 단계의 시스템으로, 한국전력공사 기술 연구원의 주관하에 공동 연구 계획이 수립되었고, (주)삼성 데이터 시스템에서 1991년 1월에 수주한 후, 2월 1일로 착수하여 1993년 10월에 종결짓게 되는 "발전소 보일러의 디지털 분산제어 시스템의 개발 및 적용" 프로젝트의 개발품으로, 주요 진행 일정은 1992년 8월에 시제품 개발을 완료하고, 1992년 9월부터 3개월 간에 걸쳐서 서울화력 4호기에 설치 적용하여 1993년 2월까지 시운전 시험을 완료하고, 1993년 3월 이후로는 본격적으로 서울화력 4호기 보일러 운전을 감당하는 시스템이다. 한전 기술 연구원의 주관하에 진행되었던 발전소 제어 설비 국산화는 제 1 단계가 아날로그 제어 시스템의 국산화로 KEACS(Korea Electric Analog Control System)가 부산화력에 설치 적용에 성공하였고, 제 2 단계가 Data Logger의 국산화로 KEDAS(Korea Electric Data Acquisition System)가 인천 화력에 설치 적용하였으며, 제 3 단계가 디지털 분산제어 시스템의 국산화로 KEDIC 시스템이 서울화력에 설치 적용을 목표로 개발 진행중에 있다. 발전 설비의 국산화 필요성은 선진 제품의 설치 비용이 비싸게 든다는 것과 보다 중요한 이유로 보수 유지에 값비싼 댓가를 치러야 한다는 것이 주요한 이유이다.

국내 기술개발 환경에서 공통적으로 부딪히는 문제는 첫째로, 선진 기술은 급속히 변하고 있으며 기술 발전은 가속화되어 낙후된 기술을 가진 자는 끊임없이 신기술 습득에만 매달리게 되고, 인적 자원의 부족 특히 질적인 면에서의 부족이 항상 문제시 되고 있다는 것이다. 둘째로, 개발 기간이 짧게 주어지기 때문에, 설계 기간이 충분치 않고 documentation이 형식에 그쳐 버리고 마는 것이다. 이로 인하여 기술 자원 축적이 이루어 지지 않고 있으며 당연한 결과로 축적된 기술의 활용 체계가 미비되어 있다는 것이다.

KEDIC 시스템은 선진 업체에서 이미 개발되어 현장에 적용되고 있는 분산제어 시스템을 대상으로 후발 주자로 뛰어 들어 얼마나 빠른 시일내에 기술적으로 대등한 위치에 올라서느냐 하는 것이 1차적인 해결 과제이다. 사실상 분산제어 시스템이 제품으로써 경쟁력을 갖기 위해서는 시스템 설계 및 통합 기술, 하드웨어 및 소프트웨어 요소 기술 뿐만 아니라 제조 기술, engineering 등이 복합적으로 갖추어져야 하나, 한꺼번에 모든 것을 해결하기는 어렵기 때문에, 다음과 같은 단계별 진행을 생각해 볼 수 있다.

첫 단계는, 개발품의 제작 단계이다. 현재 KEDIC 시스템 개발은 이 단계의 마무리 부분이 진행중이다. 개발 초기에는 선진 DCS 제품의 조사 분석, 현장 조사를 통한 요구 분석과 시스템 설계가 진행되었다. 개발 단계에서 이 과정은 충실히 진행되어야 하는 중요한 부분으로 앞으로 시스템 기술력은 이 부분의 비중이 커질 것으로 예상된다. 분장된 기능별로 상세 설계 과정을 거쳐서 코딩(coding) 및 단위 시험을 진행하였으며, 이 과정에서는 축적된 기술 자원의 활용이 강조되는 부분으로 이에 대한 체계가 어떻게 정립되어 있느냐에 따라 개발 기간 단축을 기대할 수 있는 부분이다. 분장된 기능들은 시스템 통합 시험을 거치며, 기능 검증 시험과 신뢰성 시험의 두 종류의 시험을 진행한다. 이 부분의 수행 기간은 설계 과정의 충실 정도에 많은 영향을 받는다.

KEDIC 시스템은 발전소에 설치 적용하여 운전을 담당할 예정이므로 시스템의 신뢰성이 무엇보다도 중요하다. 따라서 개발 과정에서도 신뢰성 시험을 중시하였고, 전체 시스템이 설치 적용하기 전에 예비 적용 시험 단계를 두었으며, 서울화력 5호기의

보일러 과열기(super-heater) 온도 제어를 대상으로 1992년 6월 부터 현장 시험을 실시하였고, 이를 통하여 적용상의 문제점들을 점검하였다.

두번째 단계로, 개발품의 현장 적용 단계이다. 개발시에 신뢰성 시험을 충분히 했다고 하더라도 현장 적용시에 발생하는 문제는 예측하기 어려울 뿐 아니라 난이도가 높은 것이 많다. 현장 적용에서 얻어지는 konw-how는 부가 가치가 높은 자산이므로 이것의 축적 관리는 매우 중요하며, 이를 바탕으로 시스템 개선을 꾀한다. 이 단계에서 무엇보다 중요시해야 할 사항은 사용자에게 신뢰를 얻는 것이다. 국산 제품을 신뢰하지 못하는 원인으로 질적으로 뒤지는 면도 있으나, 사용자의 욕구가 무엇인지를 정확히 파악하려는 노력이 부족하고 욕구에 대응을 해주지 못하는 측면도 간과할 수 없는 부분이다.

셋번째 단계로, 상품화 단계이다. 사용자의 신뢰를 바탕으로 국내 적용을 확산해 나가면서 관련 분야를 활성화시켜 요소 기술 수준을 높이고 향상을 꾀한다. 더 나아가, 국제 경쟁력을 갖춘다.

KEDIC 시스템을 개발함에 있어서 하드웨어 부분은 선진 OEM(Open Equipment Module) 제품들로 조립하였다. Open architecture를 토대로 하였기 때문에 시스템을 구성함에 있어서 보드 단위로 모듈화되어 유연성(flexibility)과 확장성(extensibility)을 갖는다는 장점이외에도, 국산화 관점에서 보드 단위의 국산화는 국내 기술 수준으로 충분히 가능하다는 잇점이 있다. 소프트웨어 부분 역시 open architecture를 토대로 하여 요소 부분인 실시간 운영 체제(real-time operating system)와 X-window 등 선진 첨단 기술을 활용하였으며, 하드웨어 변화에 대응할 수 있는 구조를 갖도록 하였다.

3.2 시스템 구성

분산제어 시스템(DCS)은 다양한 user interface 기능과 고 신뢰성을 중시하여 설계 제작하여야 하는 바, KEDIC 시스템을 개발함에 있어서 다음과 같은 측면들을 고려하였다.

첫째로, 운전자 접속(operator interface) 부분, 현장 제어(field control) 부분 등을 구성하는 각각의 모듈들은 독립된 단위로 설계하여 부분적인 교체가 가능토록 한다.

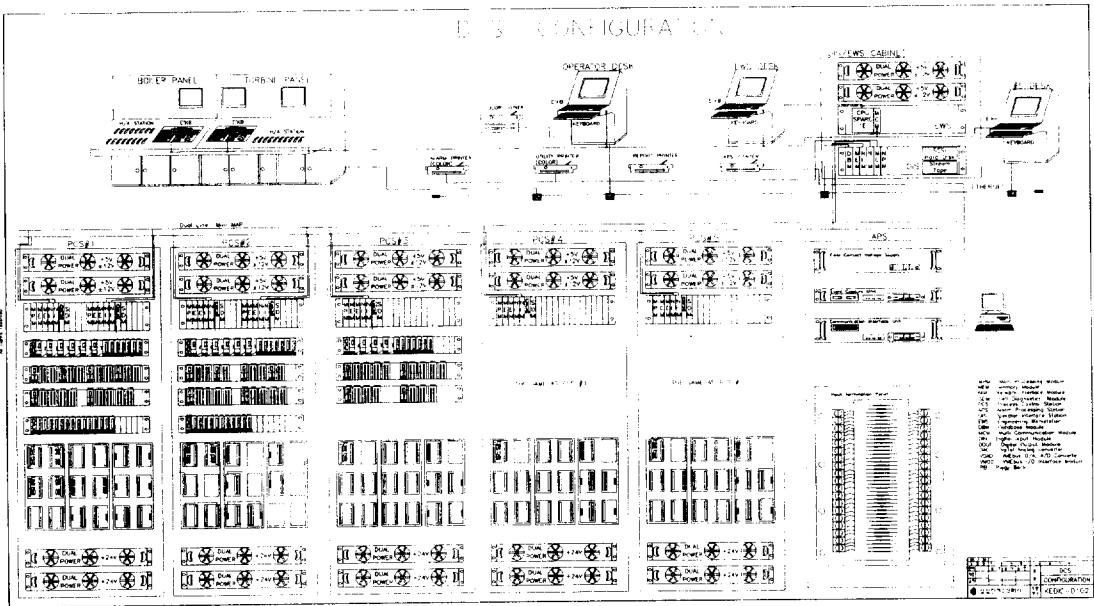


그림 3.1 KEDIC 시스템 구성도

둘째로, network의 protocol은 산업표준 규격에 맞게 통일하여 전체적으로 표준 설계함으로써 시스템의 확장에 손쉽게 대처한다.

셋째로, 스테이션 간의 역할 중요도를 감안하여 운전자 접속 부분이나 타 스테이션에 트러블이 발생하여도 process 제어에 문제가 없도록 하며, H/A (Hand/Auto) station을 주 제어기(MFC:Multi-Function Controller)에 연계한다.

넷째로, 제어기능을 담당하는 MFC를 이중으로 구성하여 하드웨어적으로 fault tolerant화 하며, 소프트웨어적으로는 real-time O/S로 운영되는 고기능의 제어기가 되도록 한다.

다섯째로, OIS(Operator Interface Station)는 이의 고장으로 생기는 작업자 불편이 없도록 부분적인 이중구조를 취한다.

여섯째로, APS(Alarm Processing Station)는 별도의 하드웨어를 통하여 event 신호 변화 상태를 알려 정지사고(trip) 분석을 할 수 있도록 함으로써, 제어 시스템과 분리시킨다.

KEDIC 시스템은 PCS(Process Control Station), OIS(Operator Interface Station), EWS(Engineering Work-Station), APS(Alarm Processing Station) 등으로 구분되고, 상호간의 통신을 위한 Network 부

분, 작업자에게 운전현황을 신속하고도 편리하게 알리고, operator desk에서 terminal로 process 운전을 최적화하며, 필요에 따라 수동 운전을 위한 H/A Station들이 있는 OP(Operator Panel) 부분등이 결합되어 구성되며, (그림 3.1)은 KEDIC 시스템의 구성도를 보여 준다.

3.2.1 PCS (Process Control Station)

PCS는 Process 신호의 입,출력 기능과 process 제어를 담당하는 부분으로 타 station의 고장과 무관하게 동작할 수 있도록 하며, 자체고장에 대비하여 이중화 구조를 갖는다. PCS는 크게 두 부분으로 나누어, MFC(Multi-Function Controller) 부분과 PIU (Process Interface Unit) 부분으로 분할되며, 이 두 부분 사이의 데이터 전달은 RS-485 multi-drop을 이용한 Field-bus protocol을 사용하는 바, 그 protocol은 ISO 표준 사양에 근거하여 개발하였다.

MFC 부분은 PCS의 주요 기능들을 수행하는 역할을 한다. MFC의 구성을 살펴 보면, MFC의 다기능 처리를 위한 1대의 MPM(Main Processor Module)은 제어 연산 기능, 자체 진단 기능, 고장 처리 기능, 이중화 관리 기능, 운전 명령 처리 기능, 전송 데이터 처리 기능 등을 담당한다. 그 밖에

도 자체 진단 기능을 보조하는 SDM(Self-Diagnostic Module) 1대, 모듈들 간의 데이터 전달 기능 및 중요 데이터 기억을 위한 battery back-up 메모리 보드인 MEM(Memory Module) 1대, PIU 부분과 Field-bus protocol을 사용하여 데이터 전달을 위한 FBM(Field Bus Module) 1대, 타 station들과 Mini-MAP(Manufacturing Automation Protocol)을 사용하여 데이터 전송을 담당하며 이중화된 NIM(Network Interface Module) 2대로 구성되어 있다.

MFC는 PCS의 머리 부분에 해당되며, 이 부분에서의 고장이 시스템에 미치는 영향은 매우 크다. 따라서 fault tolerance를 위해 이중화 구조를 취하며, 그 이중화 구조는 모듈 단위에서 이중화를 취하는 방법을 많이 사용한다. KEDIC 시스템의 경우, open architecture를 토대로 MFC의 모듈 버스(module bus)로써는 최근에 널리 쓰이고 있는 VME bus를 채택하였으며, 그 VME bus가 갖는 제한성 중에 하나로 powr-on 상태에서 카드 모듈을 교체할 수 없기 때문에, rack 단위의 MFC 이중화를 취하였다.

PIU 부분은 프로세스 신호의 임출력 기능을 담당하며, 신호 변환(signal conversion) 부분, 신호 조정(signal conditioning) 부분, 신호 단말(signal termination) 부분으로 이루어져 있다. 신호 변환 부분은 MFC와 데이터 전달 및 신호 변환 구동 기능을 수행하는 FBM(Field-Bus Module) 1대를 포함하여, AIM(Analog Input Module), AOM(Analog Output Module), DIM(Digital Input Module), DOM(Digital Output Module) 등은 필요에 따라 유연성을 갖고 구성할 수 있다. 신호 조정 부분은 T/C(Thermocouple) 신호, RTD 신호, 4-20mA의 전류 신호 등을 1-5V의 전압 신호로 조정해 주며, 각 신호 조정 모듈들을 필요한 만큼 카드 rack에 장착시키도록 되어 있다. 신호 단말 부분은 PIU 신호와 현장 신호를 접속하는 부분이다.

KEDIC 시스템에서 제어 출력의 수동 조작 기능은 두가지 방법으로 구현하였으며, 첫번째 방법은 운전자가 그래픽 화면을 보면서 운전자용 키보드(operator keyboard)상의 관련 키를 조작함으로써 수동 조작을 하도록 하는 것이며, 두번째 방법은 상품화된 H/A Station을 결합시켜서 H/A Station의 수동 조작을 이용하는 것이다. DCS 제품으로써는 첫번째

방법으로 신뢰성을 가져야 하나, KEDIC 시스템은 개발품이 현장 적용되는 특수한 경우이므로 현장 시험에 의해 신뢰성이 입증될 때까지는 두번째 방법이 매우 중요한 역할을 한다.

KEDIC 시스템은 5대의 PCS를 갖고 있으며, 그 중에서 2대는 프로세스 제어를 담당하므로 이중화된 MFC를 갖게 되며, 나머지 3대는 현장 신호를 받아들여 OIS로 데이터를 전송하는 역할을 하므로 단일의 MFC를 갖는다. 또한 PCS의 전원은 가장 중요한 부분으로 아날로그 전원과 디지털 전원은 분리하였으며, 전원 공급 장치의 고장에 대처할 수 있도록 이중화하였다.

3.2.2 OIS (Operator Interface Station)

운전자가 KEDIC 시스템을 대하는 부분은 칼라 그래픽 콘솔(console) 3대, 프린터 3대, color copier 1대, 키보드 및 트랙볼 등으로 구성된 OP(Operator Panel) 부분이고, OIS는 이러한 주변 장치들을 구동시켜 필요한 운전 정보를 제공하면서, 운전자의 조작을 받아들이는 역할을 한다.

OIS는 운전 기록 기능을 수행하는 DBM(Database Module) 1대, 모듈들 간의 데이터 전송 및 실시간용 데이터 저장을 위한 MEM(Memory Module) 1대, 타 station들과 데이터 전송을 담당하며 이중화된 NIM(Network Interface Module) 2대, 프린터들을 접속하여 프린팅 기능을 담당하며 필요에 따라 운전자용 키보드들을 접속할 수 있는 MCM(Multi-Communication Module) 1대, 운전에 필요한 각종의 데이터 보존을 위한 디스크 구동부(disk drive) 등으로 구성되어 있다.

3.2.3 EWS (Engineering Work-Station)

OIS가 일반적인 감시기능 위주라면 EWS는 OIS 기능을 포함하고 system configuration 기능, 제어로직 drawing 기능 등의 supervisory level에서 DCS 전반을 효율적으로 사용케함으로써 감시 및 제어기능 모드를 실질적으로 관리한다. EWS는 일반적인 desktop Work-station이 아닌 embedded system 형태를 취하였으며, 주 CPU 보드 1대와 MCM(Multi-Communication Module) 1대, 보조 기억 장치 등으로 구성되어 있다.

3.2.4 APS(Alarm Processing Station)

Plant 운전중 정지 사고와 같은 중요한 경보가 발생할 경우, 그 원인을 추적하기 위하여 설정된 SOE (Sequence of event) 신호들을 매우 빠른 시간간격 (1 ms)으로 그 변화 상태를 저장하며 공정사고내역을 출력하는 기능을 담당한다. 이 부분은 일반적으로 DCS와 독립적인 시스템으로 구성하며, KEDIC 시스템에서도 APS — Event recorder로도 불리우는 기존의 제품을 사용하였으며, APS와 OIS간에 전용 전송로를 뚫으로써 사고 발생 시점에서 OIS에 인터럽트를 걸 수 있게 구성하였고, OIS는 사고 발생 전후 5분동안 사고 원인을 추적할 수 있는 신호들의 변화를 저장한다.

3.2.5 네트워크 (Network)

네트워크 구조는 Ethernet network와 Mini-MAP network로 구성된다. Mini-MAP은 본 시스템의 근간망으로 각 스테이션들간의 통신을 담당한다. protocol은 산업체 규격인 MAP (Manufacturing Automation Protocol)에서 실시간 처리를 위한 Mini-MAP을 기본으로 하여 다소 성능이 첨가된 형태로 구현하였으며, scan time은 16 node 기준으로 1초를 기본으로 하나, PCS들 간의 데이터 전송의 경우 250ms로 설정하였다. physical line은 이중으로 하여 신뢰성을 증가시킨다. 또한 OIS와 EWS, X-terminal들 간에는 Ethernet network를 부가하여 상위 network를 구축하여 범용성을 갖도록 하였다.

3.3 시스템 기능

KEDIC 시스템의 기능은 현장 제어 기능과 오퍼레이터 인터페이스 기능으로 크게 구분할 수 있고, 상호간의 제어명령 또는 데이터전달을 수행하기위한 네트워크 프로토콜과, 각종의 응용 프로그램들과 하드웨어의 가교 역할을 실시간으로 처리해주는 실시간 운용체계 (real-time operating system)는 산업 표준을 채택하였다.

3.3.1 현장 제어 기능

제어기 구성 (control configuration) 기능, 제어 연산 기능 (control function), 운전 명령 처리 기능, 자체 진단 (self-diagnostic) 기능, 고장 처리 기능,

이중화 구조 관리 (redundancy management) 기능, 현장 접속 (process interface) 기능으로 세분되는 현장 제어 기능은 본 시스템의 핵에 해당한다.

제어기 구성 기능은 다양한 적용 범위를 대응하기 위한 것이다. 제어기 구성에 필요한 100 여개의 구성 요소들을 코드-기능 코드 (function code)로 명명하였음-화 하였고, 그래픽 구성 편집기 (configuration editor)를 이용하여 제어 로직 다이어그램을 그리면, 그 제어 로직이 기능 코드들로 변환된다. 변환된 기능 코드들은 C 코드 생성기에 거쳐서 자동적으로 C source code로 만들어 지며, C 컴파일러를 사용하면 실행 코드들을 얻을 수 있다. 이와 같은 과정들은 EWS에서 실행되며, 생성된 실행 코드들은 PCS로 다운로드 (download) 한다.

제어 연산 기능은 제어기의 실행 코드들이 수행되는 것을 말한다. PCS는 현장 제어를 직접적으로 담당하는 부분이므로 타 부분보다 신뢰성이 높아야 하며, 타 부분의 고장에 영향받지 않도록 설계되어야 하는 바, PCS의 여러 기능들을 실행하는 코드들은 ROM화 하여 독립적으로 동작할 수 있도록 한다. 그러나, 제어기의 실행 코드들은 제어 성능의 향상 혹은 입출력 신호의 변경 등으로 가변성을 갖기 때문에 ROM화 하지 않고, MFC 내의 battery backup 보드인 MEM에 내장되며, 실행시에는 MEM에 있는 제어기 실행 코드들을 로드 (load)하여 수행한다. 따라서, 전원이 차단 (power down) 되었다가 다시 복구된 후에도 PCS는 독립적인 동작이 가능하다. 제어 연산시의 또 하나의 중요한 기능으로 온라인 (on-line) 파라미터 변경 기능이 있다. 이는 동작중에 제어기 파라미터 값들을 변경시켜 주는 기능으로 제어기 파라미터들도 MEM에 내장되도록 하였고, OIS에서 제어기 파라미터들을 변경하면, 변경하고자 하는 파라미터의 위치를 찾아서 MEM에 내장된 값을 변경시킴으로써 다른 기능 동작에 영향을 주지 않고 그 기능을 수행한다.

운전 명령 처리 기능은 EWS나 OIS에서 내리는 명령들을 전달 받아 각 명령에 따라 처리해 주는 기능으로 PCS의 동작 상태에 따라 받을 수 명령을 제한하였기 때문에 이에 대한 처리와 고장 처리 결과에 따라 자동적으로 조치를 취할 수 있도록 하는 기능 등을 포함한다. EWS에서는 모든 명령들을 내릴 수 있고, OIS에서는 on-line parameter change 명령

만을 내릴 수 있다. 또한 보수 유지의 편의성을 위해, dummy terminal을 PCS에 직접 연결하면 모든 명령을 dummy terminal에서도 명령을 내릴 수 있도록 하였다.

자체 진단 기능은 PCS를 구성하는 하드웨어 구성 요소들에 대한 정상 동작 여부를 점검하기 위한 것이며, off-line 상태에서는 자체 진단 루틴을 수행시킴으로써, 하드웨어 모듈을 구성하는 각종 device들의 정상 동작 여부를 파악할 수 있고, on-line 상태에서는 타 작업들의 방해가 되지 않는 범위내에서 자체 진단을 수행하는 방법과 VME시스템 하드웨어가 제공하는 exception을 사용하여 예외 처리(exception processing)에 의한 고장 검출 방법을 모두 사용하여 발생한 고장 검출을 놓칠 가능성을 줄였다.

고장 처리 기능은 고장 등급에 따라 그 영향이 적은 고장은 발생 내용을 기록하여 운전자에게 전달하는 기능만을 수행하나, 그 영향이 큰 고장은 즉각적인 대응 조치를 취하는 바, 정보 발생음을 발하며, 이중화된 부분의 경우에 active 부분에서 고장이 발생할 경우 standby 부분이 그 기능을 대신한다. PCS는 높은 신뢰성을 가져야 하므로, MFC를 이중화한 것 이외에도 이중화된 MFC 모두가 고장이 발생하였을 경우에는 최종단의 H/A Station이 수동 상태를 유지할 수 있도록 구성하였다. 고장 처리에서 중요시해야 할 측면은 고장난 부분에서 만들어진 고장 정보는 신뢰할 수 없다라는 것이다. 따라서, 정상 동작을 할 경우에만 만들어 질 수 있는 정상이라는 message 또는 신호를 정의하여 이 message나 신호를 이용하여 고장 판단을 내려야 한다.

이중화 구조 관리 기능은 이중화된 MFC 및 네트워크를 대상으로 active 부분에서 고장이 발생하면 standby 부분에서 backup토록 하는 기능으로 기본적인 개념은 앞에서 언급한 고장 처리 원칙과 successive path finding rule을 설정하여 적용한다.

현장 접속 기능은 process interface의 다양한 입출력 신호 변화에 대응하는 interface 기능으로 PIU의 하드웨어 모듈들의 구성 정보를 EWS에서 정해 주면, 이 정보는 MFC 내의 MEM에 내장되며, 이 정보에 따라 현장 신호 데이터가 위치할 메모리 상의 위치가 정해지고, 현장 신호가 연결된 채널과 메모리 상의 위치가 1 대 1(one-to-one)로 대응된다.

FBM은 현장 신호의 각 채널별로 신호 변환을 거쳐 해당 메모리 위치로 신호 데이터를 전달하는 기능과 역으로 메모리에 각 데이터를 신호 변환을 거쳐 해당 채널을 통해 현장 신호를 내보내는 기능을 수행한다. MFC의 MPM이 제어 연산 기능을 수행함에 있어서 메모리에 있는 데이터를 취득하고, 계산된 제어 출력값은 해당 채널에 대응하는 메모리 위치에 적는다. 이와 같은 현장 접속 기능은 PIU 하드웨어 구성의 변화에 언제든지 대응할 수 있는 유연성(flexibility)을 갖는다.

3.3.2 운전자 접속 기능

PCS에서 수집된 데이터들은 전송로를 거쳐서 OIS로 전달되며, 운전자의 조작 명령들은 역으로 OIS에서 취합하여 해당되는 PCS로 전달된다. 운전자는 칼라 모니터와 프린터를 통해 운전 정보들을 전달받고, 키보드 또는 트랙볼을 사용하여 운전 조작을 실행한다. 운전자 접속 기능은 운전자에게 운전 상황을 신속하고도 효과적으로 전달하는 기능과 운전자가 운전 상황에 대처하여 조작을 필요로 할 때, 조작의 안전성과 편리함을 갖는 요건을 충족시킬 수 있도록 구현되어야 한다. 세부 기능으로는 다양한 종류의 화면들을 이용한 운전 상황 제시(Process Monitoring) 기능, 기억 장치들을 이용한 각종의 운전 기록 보전(Process Recording) 기능, 보전된 운전 기록들을 화면을 통해서 보여주거나 프린터로 인쇄하는 운전 기록 보고(Process Reporting) 기능, 보고자 하는 그림 모양이나 인쇄 양식, 기록 보전 내용 등의 변경을 지원하는 운전 내용 구성(OIS configuration) 기능, 그밖에 시스템 운전의 편리성을 도모하기 위한 운전 지원(System Utility) 기능들을 포함한다. 이러한 기능들에 대한 세부 설명은 매우 방대한 분량이므로 생략하며, KEDIC 시스템에서 그 기능들을 구현할 때 고려되었던 주요 측면들을 기술하고자 한다.

KEDIC 시스템의 운전은 menu tree 구조를 기초로 한다. 상위 화면에서는 하위 화면을 선택할 수 있도록 하며, 하위 화면에서 상위 화면으로 복귀할 수 있도록 구성한다. 그러나, 이와 같은 방법만으로 화면 전환을 하게 되면 종류가 다른 화면으로 전환하고자 할 때, 여러 단계를 거치게 되므로 사용자에게 불편함을 준다. 이를 해소하는 방안으로 운전자

용 키보드상에 두 종류의 hot-key들을 사용하며, 종류별 top menu로 전환할 수 있는 키들과 자주 보는 화면들을 32개까지 키에 할당하여 그 키를 누르면 할당된 화면으로 바로 전환하도록 하는 키들을 배치하였다. 이와같은 화면 전환 기능을 구현하기 위하여 화면 종류별로 프로세스를 분리시키고, IPC (Inter-Process Communication)를 이용하는 소프트웨어 기법을 사용하였다.

KEDIC 시스템의 운전 접속 기능은 1초를 기본 주기로 동작한다. 이 주기는 운전자에게 제시하는 화면의 갱신 시간이며, 운전 데이터 기록의 최소 주기이다. 또한, KEDIC 시스템은 다양한 운전 접속 기능을 갖고 있으며, 이를 충족시켜 주기 위해서는 다양한 종류의 운전 데이터들을 만들어 내고 이들을 기록해 두어야 한다. 이와 같은 요건들을 만족시켜 주기 위하여 KEDIC 시스템의 운전 기록 기능은 실시간 multi-tasking 기법으로 구현하였다. 운전 기록을 요하는 데이터는, 1) 샘플 주기가 짧고(초 단위) 기록 기간도 짧은(시간 단위) 실시간 데이터, 2) 샘플 주기가 길고(분 단위 또는 시간 단위) 기록 기간도 긴(일 단위 또는 월 단위) historical 데이터, 3) 사건 발생 때마다 발생 순서로 기록하는 event 데이터 등으로 크게 구분되며, 실시간 데이터는 메모리 상에 저장함으로써 실시간 처리를 가능토록 하였고, historical 데이터는 일시적으로 메모리에 저장된 후 다른 task들의 동작에 방해되지 않는 여분의 시간을 이용하여 보조 기억 장치에 저장 관리되며, event 데이터는 발생 즉시 보조 기억 장치에 기록 관리된다. 또한 장기간의 기록이 필요한 historical 데이터 및 event 데이터 등은 일 단위의 파일로 구분되어 저장하고, 저장된 파일들을 merge시켜 운전자가 원하는 기간대의 데이터를 제시할 수 있도록 하였다. 최근 하드웨어 기술의 발전으로 기억 장치들의 용량 문제가 크게 문제되지 않으므로, 이러한 면을 고려하여 보다 방대한 량의 데이터들을 보전 관리할 수 있도록 하였다.

KEDIC 시스템의 그래픽 기능은 open architecture로써 최근 주류를 형성하고 있는 X-Window 기술을 적용하였다. 이렇게 함으로써 확장성이 좋다는 측면 이외에도 점차적으로 발전할 적용 기술들을 도입하여 기능 향상을 꾀할 수 있을 뿐 만 아니라 적용 범위를 넓힐 수 있도록 하였다.

3.4 향후 과제

발전소용 분산제어 시스템의 국내 최초 개발품이 될 KEDIC 시스템은 인적, 기술적, 시간적인 제한 조건하에서 선진 제품과 기능적으로나 신뢰성에서 부족함이 없지 않으며, 선진 제품과의 경쟁력을 갖기 위해 노력과 투자가 이루어져야 할 내용들을 정리해 본다.

첫째로, 시스템의 안전성 및 신뢰성 문제이다. 이 문제는 오늘날 시스템이 대형화되고, 처리 영역이 넓어지면서 필수적인 요건이 되었다. 시스템의 안전성 및 신뢰성은 주로 현장 경험을 통해서 얻어지므로 선진 know-how의 습득에도 꾸준한 관심을 가져야 하지만, 현장에서 문제가 발생하였을 때, 그 문제가 무엇인지를 식별하여 정의내리고, 해결 방안들을 설정하며, 조치를 취한 후, 문제점 해소에 대한 평가를 내리는 일련의 과정들을 거치는 체계적인 문제 해결 방법을 가져야 하며, 이에 대한 기록의 축적은 값진 자산이 될 것이다.

둘째로, 시스템 구성을 개선하는 문제이다. 마이크로프로세서 기술의 발달은 그 처리 능력이 높아짐에 따라 연산 및 정보 처리를 집중화시킬 수 있게 되었다. 이는 비용 절감을 기대할 수 있으나, 집중화에 필연적으로 따라붙는 문제가 신뢰도 향상이다. 집중화될수록 그 고장이 미치는 영향이 크기 때문이다. 경제성과 신뢰성의 trade-off을 고려하여 네트워크 기술 및 하드웨어 기술의 발전 동향을 파악하여 시스템의 구성의 차원을 높여야 할 것이다.

셋째로, 개발 체계의 확립 문제이다. 이 문제는 매우 광범위한 문제이나, 조직의 차원에서 해결을 강구하여야 할 중요한 문제이다. 특히 시스템 설계 기술력의 배양과 documentation 체계의 확립은 시급히 이루어져야 할 것으로 사료되며, 개발 기간에 쫓겨서 미진했던 부분의 보완을 필요로 한다. 시스템의 설치 적용된 이후의 보수 유지를 원활히 수행할 수 있도록 한다는 측면과 향후 시스템을 개선함에 기 개발 부분이 사장되지 않고 충분히 활용되어 보완해 나갈 수 있도록 한다는 측면, 더 나아가 개발 부분을 기술적 자원화한다는 것까지 고려한 발전된 형태의 보완이 이루어져야 한다. 최근에 시스템 개발의 발전 경향은 application 부분이 표준화를 거쳐 meta-data화 함으로써 database 부분이 거대해지

고, 상대적으로 기 축적된 data(meta-data)를 활용하여 application 부분들을 축소시킴으로써 개발 기간을 단축시키는 방향으로 나아가고 있다.

넷째로, 제어 기능의 향상 문제이다. 프로세스 제어 분야에서 해결해야 할 문제들로 1) dead time이 길 경우, 2) 비선형성이 클 경우, 3) 제어 변수들 간에 연계성(interaction)이 높을 경우, 4) 프로세스 특성이 변할 경우, 5) 부하 변동이 빈번할 경우, 6) 노이즈(noise)가 심할 경우 등을 들 수 있고, 이 문제들에 대한 연구들이 활발하게 진행되고 있으나, 적용 측면에서 만족할 만한 결과들은 부족한 상태이다.

다섯째로, 시스템 사용의 용이함과 편리성을 강구하는 문제이다. 최근 GUI(Graphical User Interface)의 경향은 "Look and feel!"이라는 문장으로 대표되는 표준화 과정이 완성 단계에 이르렀다. 앞으로 GUI의 제품들은 이러한 표준화 요건을 갖추지 않으면 경쟁력을 상실할 것으로 보고 있다. KEDIC 시스템의 MMI(Man-Machine Interface)부분도 이러한 관점에서 보완을 필요로 하고 있다.

여섯째로, 사용자 욕구 충족의 문제이다. 사용자가 시스템을 운전하면서 갖게 되는 욕구는 끊임없으며, 시스템 공급업체에서 욕구를 창출해 내기도 한다. 사용자에게 제시하는 운전 데이터를 고급화하며, 정보 제공 대상 범위를 넓혀서 운전원 이외에도 관리자, 경영자에게도 직접 제공할 수 있도록 하는 것과 기술 변화에 대응할 수 있는 구조적 설계를 갖는 것이 필요하다.

4. 결 론

본 고에서는 분산제어 시스템의 일반적인 요건 및 기능, 시스템 구조에 대하여 정리해 보고, 발전소용 분산제어 시스템으로써 국내 최초의 개발품이 될 KEDIC 시스템의 구성과 기능들을 살펴본 후, 선진 제품과 대등한 수준 더 나아가 앞선 수준으로 가기 위해 노력해야 할 향후 과제들을 설정해 보았다.

기술 대형화 및 종합화 측면에서 분산제어 시스템의 기구 기술, 아날로그 및 디지털 하드웨어 기술, 현장의 엔지니어링 기술, 프로세스 제어 기술, Field Bus 및 LAN(Local Area Network) 등의 통신 기술, GUI로 대표되는 MMI(Man-Machine

Interface) 기술, 기타 소프트웨어적으로 현장 데이터 및 운전 지원 데이터 관리에 필요한 데이터 베이스 관리 기술과 실시간 처리 기술 등이 통합되어 있다. 따라서, 요소 기술의 확보 혹은 기술 수준의 향상에 꾸준한 관심을 기울여야 함은 물론이거니와 무엇보다도 요소 기술 변화에 대응할 수 있는 시스템 통합 기술력 배양에 노력을 기울여야 할 것이다.

국산화 관점에서 open architecture를 토대로 시스템 통합 기술과 응용 기술에서 국산화를 실현하였고, 요소 기술의 많은 부분은 선진 기술에 의존하였다. 국내 기술 자립의 방향은 부가 가치가 높은 기술이 무엇이고, 선진 기술이 횡포를 부릴 수 있는 기술이 무엇인지를 정확히 파악하여 그러한 기술에 집중적인 투자가 있어야 할 것이다. KEDIC 시스템의 개발은 국내 관련 업체는 물론이거니와 국내 발전소 제어 설비를 공급했던 선진 업체에서도 많은 관심을 갖고 지켜 보고 있으며 기술적인 수준의 평가에 따라 값비싼 댓가를 치르려야 했던 종속적인 부분이 줄어들 것이라 기대된다.

영토 주권, 경제 주권 시대를 지나 앞으로 기술 주권 시대가 될 것으로 예측하리 만큼 기술의 중요성이 강조되었고, 기술의 가속적인 발전은 기술을 가진자와 갖지 못한자로 양극화시키고 갖지 못한자는 가진자에게 종속받게 된다는 측면과, 기술의 표준화 시대라 일컬어 질 만큼 표준화에 따라 기술 자원들이 축적되고 있는 오늘날의 흐름은 조직 구성원들의 공감대로 형성되어야 할 것이며, 새로운 도약은 발판대의 견고한 구축속에서 이루어 진다는 면을 강조하고 싶다.

참 고 문 헌

- (1) Astrom, K.J. and Wittenmark, B. (1984), *Computer-Controlled System*, Prentice-Hall
- (2) Popovic, D. and Bhatkar, V.P. (1990), *Distributed Computer Control for Industrial Automation*, Marcel Dekker, Inc.
- (3) Bennett, S. (1988), *Real-Time Computer Control : An Introduction*, Prentice-Hall
- (4) Yokogawa (1989), *CENTUM-XL manuals*, Yokogawa Electric Corporation
- (5) Bailey (1991), *Bailey infi 90 manuals*, Bailey Controls Company
- (6) Siemens (1986), *Teleperm Me Manuals*, Siemens

- Aktiengesellschaft
 (7) Rosemount (1989), *System 3 Manuals*, Rosemount Inc.
 (8) Yamamoto, Shigehiko (1990), "New Advanced Control Technology in DCS-State of the Art and their Future-," Yokogawa 기술 자료.

감사의 글

본고는 한국 전력 공사 수탁 과제인 "발전소 보일러의 디지털 분산제어 시스템의 개발 및 적용" 프로젝트를 배경으로 작성되었으며, 그 개발품이 될 KEDIC 시스템의 탄생에 위해 많은 분들의 관심과 피나는 노력이 있었고, 그 결실이 이루어 지기까지 앞으로도 지속되리라 생각하면서, 관계자 여러분들께 지면을 통해서나마 깊은 감사를 드립니다. 공동

연구를 수행하면서 아낌없는 노력을 기울여 주신 한국전력공사 허성광 부처장, 박익수 실장, 김은기 과장께 먼저 감사드리며, 선행 연구가 결실을 맺도록 도움을 주신 변중남 교수님, 김병국 교수님, 황동환 박사를 비롯한 한국과학기술원의 연구원들과, 끊임 없는 관심과 격려를 주신 서울대학교 권옥현 교수님, 박홍성 박사, 서울대 연구원 제위들의 노력에 감사드립니다. 하드웨어 부분을 담당하여 애를 써준 이기원 박사를 비롯한 삼성전자 팀원 여러분의 수고에 결실의 보답을 기원합니다. 동고동락의 오랜 시간을 나누고 있는 삼성데이터시스템 연구진들께는 영광의 결실이 내릴 것으로 기대하며, 프로젝트 진행 총괄을 맡아서 역경의 숲을 헤쳐 나가느라 불철주야 애를 쓰고 있는 박성혁 선임연구원께 각별한 감사를 드리고 싶습니다.



문봉채(文鳳彩)

1961년 9월28일생. 1984년 서울대 공대 제어계측공학과 졸업. 1986년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(석사), 1989년 (주) 삼성데이터시스템 입사. 1991년 한국과학기술원 전기 및 전자공학과 졸업(박사). 현재 (주)삼성데이터시스템 선임연구원