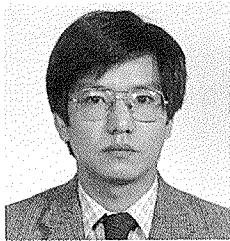


분산제어 시스템의 개발동향



金星産電(株)
技術研究所
시스템 연구실장 申相根

1. 서론

최근 국내 산업의 고도화와 더불어 모든 산업공정에 자동화가 이루어지고 있다. 발전, 석유, 화학, 철강 등과 같은 대규모 플랜드에도 디지털 계장제어방식이 도입되고 있고, 분산제어 시스템은 이러한 대형 플랜드의 공정제어 분야에서 핵심이 되는 시스템으로 인식되어 급속히 그 보급이 늘어나고 있다.

현대의 디지털 계장제어용 분산 제어시스템은 이른바 3C(Computer, communication, control)기술의 총합체이다.

즉, 컴퓨터의 하드웨어 설계 및 제작기술, 분산된 컴퓨터들의 실시간 네트워크 기술, 데이터 베이스 관리 및 그래픽 모니터링 기술, 공정에 직접 맞물려 복잡한 시퀀스 및 루프제어를 효율적으로 수행하도록 하는 실시간 제어기술, 이들을 종합적으로 연결하는 시스템 엔지니어링 기술 등이 총체적으로 결합된 첨단 시스템 기술이다.

미국, 일본을 비롯한 기술선진국에서는 1970년대 중반부터 지금까지 다양한 산업공정에 응용되는 분산제어 시스템을 상품화해 오고 있으며 축적된 기술을 바탕으로 보다 더 나은 성능을 위한 기술개발에 박차를 가하고 있다. 그러나, 현재 우리나라에서는 시스템을 상품화해 오고 있으며 축적된 기술을 바탕으로 보다 더 나은 성능을 위한 기술개발에 박차를 가하고 있다. 그러나, 현재 우리나라에서는 시스템 통합기술은 물론 단위요소 기술개발 능력의 부족으로 대부분 외국에서 개발된 시스템을 턴키베이스로 도입하여 사용하고 있으며 유지보수 또한 외국기술에 의존하여 막대한 외화를 낭비하고 있는 실정이다. 그러나 다행히 일부 대기업에서 독자개발에 성공하여 상품화하고 있으나 아직은 사용자측에서 신뢰성 등을 이유로 구입을 기피하고 있는 실정이다.

앞으로 국내 산업의 발달과 더불어 분산제어 시스템도 점점 확대 보급되고 그 기술적 발전도 심화되어 갈 것이다. 따라서 이에 대한 집중투자로서 국내 기술능력을 제고하여 선진기술국과의 경쟁에 대비하여야 할 것이다.

본 고에서는 분산제어 시스템의 기본 요소장치들의 기술적 발전 및 개발동향을 살펴보고 표준화에의 대응을 중심으로 분산제어 시스템이 앞으로 어떤 발전을 할 것인가를 살펴보기로 한다.

2. 분산제어 시스템의 발전

분산제어 시스템의 기초가 되는 계장기술은 1920년대 미국에서 석유정제 프로세스의 온도, 유량, 압력과 같은 공업량을 측정하고 이를 자동제어하는 데서 출발하여 각종 공정의 발달과 공업계기의 진보와 밀접한 관련을 가지고 발전하였고, 50년대 이후 석유, 화학, 철강 등의 프로세스 산업을 중심으로 한 경제부흥과 더불어 크게 발전하였다.

초기에는 기계식 조절계를 현장에 설치하는 부분적인 계장이었으나 50년대에는 1루프마다를 아날로그 조절계를 다수 조합하여 제어시스템을 구성하는 것이 주류였다.

DCS의 기초가 이루어진 시기는 컴퓨터를 산업분야에 사용하기 시작한 1960년대 초경으로 화학이나 제강 등 대형 플랜트에 프로세스 운전의 감시와 기

록 작성을 목적으로 한 데이터로거로서 컴퓨터가 적용되기 시작하였고, 이어서 65년대 이후에는 컴퓨터의 연산기능을 유효하게 이용해서 아날로그 DDC(Direct Digital Control)가 실용화되었으나 경제성과 신뢰성의 문제로 인해 실제로는 그다지 보급되지 못하였고 따라서 아날로그 제어시스템을 크게 교체하지 못하였다.

1971년 인텔사에서 마이크로프로세서가 개발되고 컴퓨터 및 반도체기술의 급속한 발전에 따라 마이크로프로세서 및 그 주변소자의 성능과 신뢰성이 향상되고, 저가격화가 이루어졌다.

이러한 기술적 발전을 배경으로 제어기능마다 또는 지역마다에 마이크로프로세서를 분산배치하고, 또 CRT 디스플레이에 의해 집중감시 조작하며 이들 분산된 기능간을 통신에 의해 결합하는 분산제어 시스템이 1975년 세계적으로 어떤 메이커에서 동시에 발표되었다.

종래의 DDC가 1대의 컴퓨터에 제어를 집중시킨 형태인데 반해 분산제어 시스템은 Control(제어기술), Computer(계산기), Communication(통신기술)의 기술요소를 바탕으로 제어기능은 분산하고 정보는 집중시킨 형태로서 경제성의 개선 및 분산화에 의한 신뢰성의 향상이 실현되어 프로세서 공업에 광범위하게 사용되게 되었다.

80년대에는 실용성을 중요시하여 눈부신 발전을 해 왔으며, 이후 고기능과 융통성의 요구에서 배치제어, 시퀀서제어, 시퀀서제어로 그 응용범위가 넓어졌고 현재는 제어시스템의 기본으로서 완전히 정착했다.

'90년대에 들어 와서는 정보, 통신기술의 발전, CIM, 환경문제 등 다양한 주변환경의 변화에 대한 대응이 요구되어 지고 있고, 'OPEN화', '통합화', 'Easy engineering' 등의 개념하에서 발전되고 있다.

3. 분산제어 시스템의 기본구조

분산제어 시스템의 기본적인 구조는 Process Control Station, Operator Control Station 및 통신 시스템으로 구성된다.

Process Control Station은 플랜트에 직접 맞물려서 자율적인 제어기능을 수행하며 대상 플랜트의 프로

세서 규모나 종류에 따라 부수의 STATION으로 기능적, 지역적으로 분산 설치된다. 하나의 Station은 기본적으로 CTU모듈을 중심으로 하여 메모리 모듈, 입출력 모듈, 통신 모듈로 구성되어 다중루프제어 및 시퀀서 기능을 수행한다.

보통 1개의 CPU 모듈은 8루프에서 10루프 정도의 다중루프 제어계를 구성하게 되어 있으며 단순한 PID 제어기능뿐만 아니라 Cascade, Feedforward, 지연 시간보상, 매치제어 등 많은 기능을 할 수 있도록 설계되어 있고, 보통 300msec이내의 짧은 Scan time을 가지고 각 루프들의 제어를 실재없이 행하게 되어 있어 마치 아날로그 제어를 행하는 것과 같이 동작한다.

시원시 제어는 디지털 ON/OFF 신호들을 요구조건에 따라 순차적으로 입출력하는 것으로 장치의 기능이나 정지시에 주로 사용되는 제어방식이다.

Operator Control Station은 공정의 진행에 관한 정보를 집중해서 표시조작하는 기능을 가지고 있다. Process Control Station을 통하여 수집된 데이터, 제어 상황을 각종 그래픽 기능을 이용하여 보여 주며 각 Process Control Station을 프로그램하고 조작할 수 있는 앤더신 인터페이스 기능과 분산제어 시스템과 엔지니어링 인터페이스 기능을 수행한다.

통신시스템은 Operator Control Station, Process Control Station 및 기타 다른 시스템 사이의 유기적인 정보교환을 담당하는 것으로, 고속으로 에러가 없는 데이터를 전송하는 것이 최대의 목적이다.

다른 시스템 인터페이스는 상위 컴퓨터의 인터페이스와 제어서브 시스템의 다른 시스템 인터페이스로 나누어진다. 상위 컴퓨터인터페이스는 분산제어 시스템과 상위 컴퓨터와의 인터페이스로, 관리 데이터의 송신이나 조업지령 및 최적 연산 설정값의 수신 등을 행한다. 제어서브 시스템 interface는 분산형 제어시스템과 PLC(Programmable Logic Controller)나 분석계 등의 복합 계측기와의 인터페이스로 플랜트 운전의 통합화를 꾀하고 있다.

4. 분산제어 시스템의 기술개발 동향

분산제어 시스템은 이른바 3C 즉, Control(제어기술), Computer(컴퓨터기술), Communication(통신기술)

의 세가지 기술요소를 바탕으로 Process Control Station, Operator Control Station 및 통신시스템 3종류의 기본구성장치로 발전되어 왔다.

가. 제어기술 동향

최근까지도 분산제어 시스템에는 고전적 제어방법들을 디지털 근사화 방법에 의해 사용해 오고 있다. 고전적 제어방식의 기본이 되는 것은 역시 PID 제어이며 여기에 load-lag 보상기를 포함한 각종 보상기를 이용하여 어떻게 제어루프를 구성하느냐에 따라 cascade, feedforward, override, selective 제어등 여러 제어방식이 만들어지게 된다.

PID제어는 설정치와 실제 측정치간의 오차에 대해 비례, 적분, 미분한 신호를 더하여 플랜트의 입력으로 보내 주는 간단한 형태의 제어 알고리즘으로 2차 이하로 모델링 가능한 플랜트를 대상으로 할 때 외란 및 피리미터 변화에 대해 제어시스템 전체가 강한 특성을 갖는다.

최근에는 산업공정에 응용될 수 있는 많은 진보된 제어 알고리즘들이 발표되어 공정의 특성에 따라 다양한 방법들이 응용되었고, 그 중에는 자기 등조제어나 예측제어기법 등과 같이 상업적으로도 크게 성공을 거두고 있는 것도 있다. 기존의 PID제어가 현재까지 입력된 공정신호만을 이용하고 시행착오에 의해 제어를 행하는데 반해 예측제어는 가해질 제어입력에 대해 미래에 어떠한 응답이 나타날까 하는 것을 미리 예측하여 가며 가장 좋은 제어입력을 구하여 공정에 가하는 방법이다.

예측제어는 변수가 많은 대형공정의 적응이 용이하고 운전조건의 제한이 있는 실제 공정에서의 조건을 쉽게 만족시키며 적용될 수 있다는 장점이 있다.

기존의 수식에 의존하던 제어와는 전혀 다른 형태의 것으로서 전문가의 규칙을 기초로 하여 제어알고리즘을 구성하는 퍼지제어, Expert Control 등 지능제어 알고리즘의 적용범위가 확대되고 있다.

퍼지제어는 제어전문가, 공정전문가 등의 지식, 경험을 언어화하고 이를 다시 불확실성을 갖는 수치로 표현하여 제어하는 방식이다.

퍼지제어는 짧은 역사에 비해 많은 성공적인 적용 사례가 보고 되고 있으며 수학에 익숙치 않은 현장 조업자도 쉽게 이해할 수 있는 미래지향적인 제어방

식으로 큰 각광을 받을 것이 기대된다.

나. 소프트웨어 기술

분산제어 시스템의 소프트웨어는 Operator Control Station을 중심으로 한 맨머신 인터페이스 기능과 엔지니어링 지원기능의 향상과 그 맥을 같이한다.

일반적으로 플랜트의 계장제어는 다변수 비선형 플랜트라는 속성상 제어정보의 양이 방대하며 이들 정보를 신속하고 효과적으로 수집, 처리해야만 정확한 제어가 이루어질 수 있다. 따라서 분산제어 시스템에서는 이들 정보를 체계적으로 분류하여 그래픽 처리에 의해 시각적으로 효과를 극대화시켜야 하며 가능한 한 많은 정보를 한 화면에 축약적으로 표시할 필요가 있다.

그러나 한 화면에 표시할 수 있는 정보는 제한되어 있으며 운전원이 한 눈에 파악할 수 있는 정보의 양도 한정되어 있으므로 전체 제어 대상의 상태화면으로 부터 하나의 제어루프에 대한 상세 정보화면까지 계층구조로 화면들을 구성해야 할 필요가 있다.

또한 공정 단위로 작성된 그래픽 화면 등에 의해서 현장에서 직접 계기들을 감시, 조작하는 것과 같은 효과를 얻을 수 있어야 하며 이력 데이터 표시 등 제어 상황 파악 및 이상발생 원인 분석 등도 가능해야 한다.

이러한 요구조건에 따라 맨머신 인터페이스는 종래 계장판넬(Panel)에 있던 조절계, 지시계, 경보표시등, 기록계, Graphic Panel 등을 칼라 그래픽 CRT 상에 바꾸어 놓은 가상판넬을 기본사상으로 개발되었으며, 그후 각 판넬의 기능, 용량, Performance의 향상과 동시에 비정상시 운전에 대한 대응으로서 관련화면의 신속한 전개, 데이터의 우선순위에 따른 변경기능 등에 중점을 두고 개발되어 왔다.

이러한 맨머신인터페이스 기능은 Operator Control Station의 기본 소프트웨어와 응용 소프트웨어로서 구현된다.

기본 소프트웨어는 Realtime Multi-tasking O/S, 그래픽 인터페이스와 에디터, 디버거 등의 유틸리티 소프트웨어로 구성되며, 응용 소프트웨어는 플랜트 제어에 필요한 각종 제어기능블록, 실시간 데이터베이스, 시스템 생성을 위한 각종 엔지니어링 틀로 구성된다.

현재 상용화된 분산제어 시스템은 표준화된 하드

웨어를 채택하고 있지 않으므로 각 메이커 마다 독자적인 소프트웨어를 사용하고 있지만, 현재 전세계적으로 추진되고 있는 표준화 추세에 맞추어, 향후 기본 소프트웨어에서는 표준 데이터베이스 관리 시스템, SFC, 표준 Function Block이 개발되고, 배치기능의 표준화 진행될 것이다.

최근에는 Multi-Media의 등장으로 분산제어 시스템 자신의 개별화면을 확대표시하는 것만 아니라 통합화 Operation을 지향한 신기술이 개발되고 있다.

다. 통신 기술

분산제어 시스템은 Station 내부, Station간 혹은 시스템간에 상호 데이터를 교환하여 이를 실시간으로 처리하는 통신 기술이 매우 중요하다.

계장기술의 발전에 있어서 하나 중요한 점으로 인터페이스의 표준화를 들 수 있다. 복수의 기기를 상호 접속해서 계장루프를 구성하기도 하고 그위에 대규모의 계장제어시스템을 구축할 때에 기기간의 인터페이스 신호가 통일화되어 있는 것이 대단히 중요하다.

이와 같은 표준화의 움직임은 먼저 1950년 미국의 SAMA에서 공기압 신호가 3~15 psi로 통일되어, 이것이 세계적으로 사용되기에 이르렀고, 1970년대에는 IEC에서 전기신호가 4~20mA DC의 전류신호로 통일 되었다. 이에 의하여 아날로그 공업계기는 다른 메이커간의 것이 자유로이 접속되게 되어서 계장의 발전에 기여했다. 그러나 현재 계장기기가 점점 디지털화되고 기기간의 인터페이스가 아날로그 신호로 부터 정보량이 많은 디지털통신으로 이행되고 있으므로 이 표준화는 중요하다.

특히 오픈화를 하나의 목표로 하는 차세대 분산제어 시스템에 있어서 통신관계의 프로토콜의 표준화는 매우 중요하다. 가령 필드 버스의 규약화의 방향에 따라서는 현재 계기실을 잇는 컨트롤러가 실행하고 있는 제어기능을 필드기기의 레벨로 하는 것도 가능하게 되며 수직방향으로 분산이 확대될 것이다.

Process Control Station 내부의 입출력 모듈통신 인터페이스로서는 필드버스가 주로 사용되고, Station 상호간의 통신 인터페이스로는 LAN이 주로 사용된다. 그러나, 분산컴퓨터 제어시스템이 발전해 오면서 지금까지 계장제어에 사용되는 Field Bus나 LAN에 대한 여러가지 규약들이 정해져 왔으나 아직 통일된

규약이 없고, IEC에서 분산형 계장제어 시스템을 버스로서 “PROWAY”를 표준화 하였지만 각 메이커는 아직 독자의 프로토콜을 사용하여 시스템을 구성하고 있다.

그러나 최근 전세계적으로 국제 표준화 기구를 중심으로 통신관련 국제규약의 제정활동의 성과에 괄목할만한 것이 있으며, 제어용 LAN으로는 MAP가, 필드버스로서는 SP-50이 국제표준화 동향을 반영하여 실용화를 목표로 하여 통신, 실장규약의 작성을 추진하고 있다.

MAP은 OSI 7계층을 모두 따르는 Full-MAP와 실시간 데이터 처리를 고려하여 7계층 중 하위 물리층과 데이터 링크층 및 최상위 응용층의 3계층만을 갖는 Mini-MAP으로 나눌수 있다.

계층화된 컴퓨터 제어시스템에 표준화 네트워크를 적용한다고 할 때, Full-MAP은 상위 계층의 네트워크에, Mini-MAP은 하위 계층의 네트워크에 적용하는 것이 적당한 해결책으로 인식되고 있다.

5. 결 론

기술 선진국에서 기술이전을 회피하고 있는 이유

로 현재 국내에는 다수의 기업들이 독자적인 기술로 분산제어 시스템을 개발하기 위해 노력하고 있다.

그러나 그동안 국내에서는 그 기반이 되는 제어, 컴퓨터, 통신의 복합적인 기술에 대한 관심과 연구가 부족하였고, 이 분야의 투자가 활발하지 못했던 탓으로 경험있는 연구인력, 기술정보 등이 극히 부족한 상황이다.

분산제어 시스템 기술은 각 부분별 요소기술들이 복합적으로 얽혀 있는 시스템 기술이란 점에서 개발에는 많은 투자와 자원이 소요된다. 따라서 한정된 자원하에서 개발해야 하는 국내 현실에서는 전체 시스템을 대상으로 하기 보다는 분산제어 시스템의 기본구성 장치에 우선적으로 치중하는 것이 바람직할 것이다. 본 고에서는 분산제어 시스템의 전체적인 기술개발 동향보다는 기본구성 장치에 치중하여 그 구성과 기술개발 동향에 대해 알아보았다.

소프트웨어 관련 기술은 이제 국내에서도 어느정도 개발의 기초가 확립되어 있어서 많은 중소기업들이 개발에 나서고 있다. 그러나 분산제어 시스템에서 가장 중요한것은 시스템의 신뢰성과 안정성에 있고 이것은 소프트웨어와 마찬가지로 하드웨어의 설계 제작기술도 매우 중요하고, 여기에는 많은 투자가 뒤따라야 한다.

♣ 中國古典의 名言 ♣

- ◎ 公事에는 公利가 있을 뿐 私利가 있을 수 없다.
- ◎ 기회(時)란 얻기도 어렵고, 잃기도 쉽다.

— 左傳 —

— 史記 —