분산제어시스템의 구축과 응용사례에 관한 연구

윤형득* · 신현식*
* 여수대학교 전자통신공학과

A Study on the Distributed Control System and Application

Hyeoun-deug Yoon * Hyun-sik Shin *

Department Electronic Communication Engineering Yosu National University
E-mail : shinhs@info.yosu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 컴퓨터 및 통신분야의 급속한 기술발전으로 마이크로세서의 성능향상과 제어용 LAN(Local Area Network)이 실용화됨으로 시스템 구축에 대한 유연성이 높아져 중앙처리장치(CPU)를 기능별로 분리하고 LAN 통신선로(Dataway)를 이용하여 프로세스의 제어기능은 분산시키고, 정보처리 및 감시와 운전조작기능은 집중화시켜 전체시스템을 구성하므로 신뢰성 향상을 도모하는 분산제어시스템의 개발배경과 적용과정 그리고 제철, 전력, 환경, 수 처리, 석유화학 등의 산업현장에서 다방면에 적용 및 응용되고 있는 분산제어시스템을 고찰하여 보고 향후 분산제어시스템의 발전방향까지 살펴보았다.

ABSTRACT

From the dissertation which it sees micro it is strong with the technical development which the computer and communication field is quick and efficiency improvement and control LAN (Local Area Network) this utility anger becomes with the pliability regarding a system construction to come to be high, central processing unit (CPU) function it separates especially and the LAN communication railway line (Data way) it uses and the controller royal tomb of process disperses, the information control and watch and operation fabrication function composes an anger making whole system intensively development background and application process and the right season of the dispersion control system which plans a reliability improvement, war potential and environment, possibility control, From industrial site of the petrochemistry back application and it investigated the dispersion control system which is applied to observe in many sidedness and until course of development of report hereafter dispersion control system it tried.

Ⅰ.서 론

최근 정보통신산업의 급격하고도 빠른 발전으로 인하여 많은 부문에 혁명적 변화를 주도하고 있다. 결국 IT산업의 번창은 그 본류의 산업뿐 아니라 그 기반 기술을 응용하여 파생된 산업을 포함하여 현재 산업활동의 전 부문에 절대적 영향을 미쳐 세포분열과도 같이 기하급수적인 직업과 일터를 창출하고 있으며 최근 이 발전속도를 감당하지 못하면 도태되어 버리고 마는 지경에 이르게 되었다. 정보통신기반기술과 그에 부가한 응용기술이 수반되지 않았더라면 목하 진행되고 있는 산업기반사회에서 지식정보기반사회로의 이행이 상당부분 지체되었을 것이며 더욱이 현재 굴뚝산업과 지식정보산업의 절묘한 상호보완과 통합 그리고 그 역할의 분화과정이 오늘날과 같은 빠른 발전은 가져오지 못했을 것이라 생각된다. 이러한 정보통신기술의 발전은 정치, 경제, 사회, 문화의 모든 패러다임을 바꾸게 하였다. 특히 중·후 장대형의 산업구조에 속하는 장치산업의 특성으로 미루어 볼 때 대규모의 복잡한 공정의 안전하고 정밀한 운전은 감히 상상하지 못하였을 것이고 오늘날과 같은 발전은 없었을 것이라 생

각된다. 공정제어 시스템은 기간산업인 각종 산업 플랜트 Process의 감시제어를 행하는 핵심설비로서 매우 중요한 위치를 차지한다. 점점 복잡해지고 대형화되어 가는 산업플랜트에 이러한 자동제어 시스템이 없다면 플랜트 운전은 사실상 불가능할 것이며 제어시스템의 고장은 바로 조업중단으로 이어져 막대한 손실과 안전상의 큰 재난을 가져올 것이다.

자동제어의 역사는 1920년대 미국의 석유정제 프로세스에서 시작되었다. 당시에는 대형 기계식 조절계를 현장에 장치하는 국소적인 제어 System이었다. 그 후 자동제어의 기술 변천은 각종 공정의 발전과 공업용 제어기기의 진보와 밀접하게 서로 얽혀서 발전해왔다. 1950년대 이후 계장기술은 정유, 석유화학, 화학섬유, 철강 등의 프로세스 산업을 중심으로 한 경제 부흥과 더불어 크게 발전하였다. 이 당시의 계장은 1 Loop를 아날로그 연산 처리하는 조절계를 다수 편성하여 제어시스템을 편성하는 것이 주체였다. 이때의 제어기는 공기식 조절계로 제어반이 복잡하고 많은 공간을 차지하였다. 이 뿐만 아니라 당시만 하더라도 하나의 중앙연산처리장치가 모든 정보를 제어하고 관리하게 되어 중앙연산처리장치의 고장 발생시 전 공정에 영향을 미쳐 정상적인 조업이 불가능하게 되어 시스템의 신뢰성 문제가 발생하게 되었다. 이러한 문제를 근원적으로 해결하기 위하여 생산현장의 정보는 집중시켜 관리하고 중앙연산처리장치 제어기능은 기능별로 분산시켜 대형화되고 복잡해진 산업플랜트 안전조업과 생산성 향상 그리고 작은 공간과 인원으로 최적의 생산품을 시장의 요구에 따라 빠르게 부응하기 위한 분산제어시스템(DCS : Destributed Control System)이 등장하였다. 이 후로도 계속 진보된 제품들이 User들의 요구에 의해 시장에 쏟아져 출시되고 있으며 Vender들의 치열한 생존경쟁은 더욱 기능이 향상된 DCS제품들의 개발을 촉진시키고 있다.

이에 따라서 본 연구에서는 DCS의 변천과정과 향후전망 그리고 응용사례를 연구하고자 한다.

II. DCS(Distributed Control System)개발 배경

1.DCS의 개념과 특성

플랜트 제어의 digital화 추세는 1965년경부터 micro-processor를 이용한 CPU(Central Processor Unit)를 가진 DDC(Direct Digital Control)방식의 시스템이 처음으로 플랜트의 공정제어(processing control)에 적용되기 시작했다. 그러나 DDC 시스템은 하나의 CPU가 공정의 모든 정보를 제어하고 관리하게 되어 CPU에 문제가 발생 하였을때, 전 공정에 영향을 미치게 되어 시스템에 대한 신뢰성의 문제가 제기 되었다. 그리하여 1975년을 전후하여 신뢰성을 향상시키기 위하여 각 플랜트 제어시스템을 생산하는 vender들은 공정 제어의 신뢰성을 향상시키기 위한 제품을 개발하기 시작하게 되어 CPU를 기능별로 분산화 시키고 공정의 정보는 중앙에서 통합하여 관리하는 DCS (Distributed Control System)라고 명명한 분산형 제어시스템이 태동하였다.

이렇듯 플랜트 공정제어를 analog장비에서 digital화로 지향하게 된 계기는 컴퓨터가 개발되어 그 기술을 플랜트 공정 제어기기에 적용하여 플랜트관리의 최적화를 통한 기업경영의 효율성을 제고하였을 뿐만 아니라 그 사용에 있어서 다음과 같은 장점이 나타나게 되었다.

첫째, 다양한 control function으로 제어의 연산이 자유롭다.
둘째, control loop를 복합적으로 연결시킬 수 있으므로 고도의 제어기능을 수행할 수 있게 되었다.
셋째, man-machine interface기능이 강화됨에 따라 소수의 운전원이 많은 정보를 처리하고 관리할 수 있다.
넷째, 상위 컴퓨터와 접속이 가능하여 고도의 연산기능 및 컴퓨터의 대규모의 데이터 처리 및 관리 기능을 플랜트에 적용하기 용이하다.
다섯째, 자체진단기능(diagonostic) 및 플랜트 진단 기능이 있으므로 플랜트의 운전을 훨씬 안전하게 할 수 있고 고장 발생 시에 신속하게 대처할 수 있으며 유지 보수가 간단하다.
여섯째, 향후 loop의 추가 및 기능 변경 시 확장성이 뛰어나다
일곱째, 과거의 운전 data를 저장하여 Trend관리 및 운전효율을 향상시킬 수 있다.
여덟째, 깨끗한 운전환경 조성이 필요함에 따라 운전자에게 좋은 운전환경을 제공한다. 그러나 단점으로는 analog system에 비해 초기에 투자비용이 과다하게 소요되는 점이 큰 걸림돌이 되고 있다.

2.DCS(Distributed Control System)도입 요인

프로세스 산업은 외적으로 원자재 상승, 원료의 고급화, 제품 수요의 다변화, 에너지 비용의 상승, 임금의 상승과 3D현상 등이 있고 내적으로는 생산성의 향상, 경영 전략의 개선, 효율적인 인원의 운용, 생산현장과 본사와의 실시간 통합 정보 관리체제 구축 등의 요구가 생겨나고 있다. 단순한 프로세스 제어방식에서는 최소의 인원으로 공장을 관리하여 최대의 효과를 추구하였으나 TPM(Total Plant Management)의 시대로 변화하면서 플랜트의 통합화, 자동화, 최적화 기능을 갖춘 고도의 DCS 공정제어 및 정보관리시스템이 필요하게 되었다.

3.TDC3000(Total Distributed Control System)개요

1) 단일 시스템의 구조로 전 공정의 정보 관리를 통합화

Universal Station에서 data Hiway(DH)와Universal control network 및 Local control network상의 장치 및 플랜트의 모든 정보를 운전, 감시, 조작하며 공정상의 정보와 경영관리 정보까지도 통합시킬 수 있다.

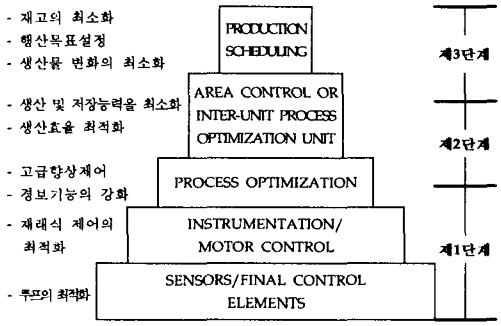
2) 고속 통신 BUS(Local control network)

5Mbps의 고속통신버스를 이용하여 전 공정의 정보를 빠른 속도로 처리하여 필요에 따라 이용할 수 있다.

3) 단일 Window

종래의 Man Machine Interface 공정 제어용, 상위 컴퓨터용, 업무 컴퓨터용 등 목적에 따라 여러개를 설치하여 운용하였으나 공정상의 정보와 컴퓨터계산을 위한 경영 정보 등을 종합적으로 파악하여 경영 방침을 세우는 것이 필요하게 되었다. 또한 차후에 설비투자의 중복, 공간의 확보 등 여러 문제가 제게 되므로 정보 관리시스템의 단일 Window 개념을 도입한 하나의 Universal Station에서 제어, 보수 유지, 경영관리 등 모든 정보를 종합하여 관리할 수 있도록 하였다.

4.TDC3000 system의 Control Level



<그림 1> TDC3000 시스템의 Control Level

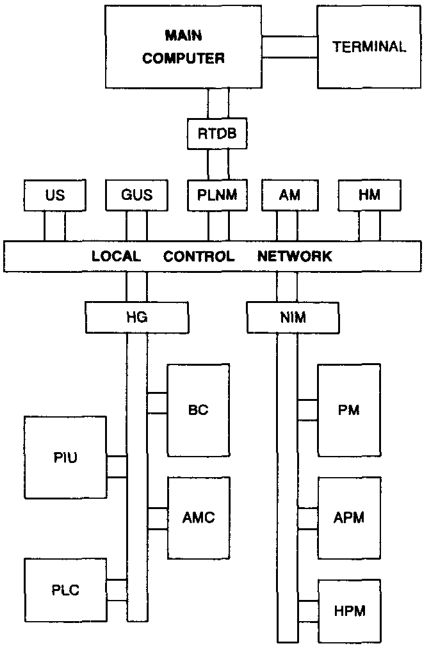
제 1 단계: Process에 연결되어 있는 단일 loop 중심의 최적화를 수행하는 TDC 3000 BASIC과 TDC 3000 SSC가 이에 해당된다.

제 2 단계: Operation Target에 도달하도록 최적의 조건을 유지하기 위하여 다수의 Control loop와 고급의 Program을 이용하여 보다 복잡한 제어연산 및 수행전략을 구축하여 생산 및 저장능력의 최적화하고 경보기능의 강화로 안전한 Process 관리를 하는 TDC 3000 LCN이 이에 해당한다.

제 3 단계: 원료의 도입에서부터 생산목표의 설정, 출하와 판매 그리고 생산모드의 변화에 따른 Process관리 등의 단위 Process뿐 아니라 시장 변화에 빠르게 부응하는 복잡한 제어전략에 이용되는 Process Modeling이나 Plant차원의 최적화 및 Scheduling 같은 연산 기술을 위한 TDC 3000 LCN중 CM-60이 이에 해당한다.

이상 3가지 Control Level을 통하여 가장 체계적이고 효율적인 LOOP제어를 할 수 있으며 상위 Control Level에 문제가 발생할 때 제 1 단계로 되돌아가도록 시스템을 구성할 수 있다. Process Manager는 이와 같이 다양한 Control Level을 고려하여 현재 필요한 시스템을 선정하여 사용할 수 있으며 향후 필요한 경우 상위 Control Level 시스템에 쉽게 통합시킬 수 있다.

5.TPS(Total Plant Solution System)의 구조 및 기능



<그림 2> TPS 시스템 구조

1) LCN(Local Control Network)

TDC3000 LCN 은 Coaxial Cable 및 Fiber Optic Cable Network으로서 TPS(Total Plant Soulution) system node 간의 통신을 담당하며 5Mbit/Sec 의 통신속도를 갖는 고속의 통신 시스템이다.

Local Control Network는 IEEE802.4를 기준으로 Token Passing Protocol을 구성하는 범용 LAN개념이 도입되어 있다.

①BUS Segment 당 Coaxial Cable : 최대 300m
②Fiber Optic Cable : 최대 2㎞
③LCN Extendr Segment Lengths :4.9㎞
④LCN 시스템의 수용 최대 Node : 64
⑤Cable이 A와 B의 이중화 구조로 매분마다 자동 절환

2) D.H(Data Hiway)
Data Hiway는 TDC3000 Basic시스템의 통신기능 부분이며 각각의 장비간을 동축케이블로 접속해서 고속으로 통신한다. Data Hiway는 세 개의 가지로 나누어지며, 한 가지의 길이는 최대 28대의 장비까지 연결시킬 수 있으며 세 개의 가지에 연결시킬 수 있는 장비는 총 63개이다. 각각의 가지마다 이중의 분리된 동축케이블을 사용함으로서 Dual redundant 통신 시스템을 구성하며 Data Hiway의 제어는 HTD(Hiway Traffic Director)에서 행한다.

3) UCN(Universal Control Network)
UCN은 IEEE802.4 LAN 규약을 따르는 일종의 Local Area Network으로서 Token BUS 방식에 5Mbit/Sec Carrier Band 통신방식을 채택하고 있으며 Device 간에는 Peer-to-Peer 통신이 지원된다.

4) Hiway Gateway
Local Control Network와 Data Hiway를 연결하여 Hiway상의 프로세스 접속장비와 Local Control Network상의 장비 사이에 통신을 담당한다. 즉, TDC3000 LCN과 TDC3000 Basic을 연결하는 Gateway이다.

5) Hiway Traffic Director (HTD)
HTD는 Data Hiway에 연결된 각 장비간의 통신을 감시하고 데이터 전송의 순서를 제어하며 Hiway 장비로부터 Hiway 사용요구가 있을 경우 우선순위에 따라 사용권을 준다.
우선순위는 Hiway Address가 빠른 순서로 되어 다음의 3가지로 구분된다.
①Preferred Device : Computer, Operator Station
②Polled Device : PIU (컴퓨터 접속의 경우)
③Non-Polled Device : PIU, Controller

6) Network Interface Module (NIM)
Local Control Network와 UCN를 연결하여 UCN상의 프로세스 접속장비와 Local Control Network상의 장비 사이에 통신을 담당한다. 즉, TDC3000 LCN과 TDC3000 UCN을 연결하는 Gateway이다, 또한 NIM은 LCN의 Time을 UCN장비에 뿌려 시간을 동기화 시키는 기능을 갖고 있다.

7) HM(History Module)
HM은 시스템과 프로세스의 사건에 대한 내역의 저장 및 파일 공급자로서의 역할을 담당한다.
HM은 5 Electronic Module과 Winchester Drive로 구성되는 Module이 있으며 1~4개까지의 Drive가 구성될 수 있다.

8) AM(Application Module)
AM은 프로세스 접속기에서는 처리가 불가능한 복잡한 고급연산이나 제어를 수행하는 기능으로 Module 내의 프로그램 언어인 CL을 이용하여 Custom Point 처리기능을 쉽게 하였으며 각 1200Loop까지 처리할 수 있고 처리용량을 증가하기 위하여 AM을 복수대로 설치할 수 있다.

III. 결 론

향후 DCS 의 발전방향은 PC 발전방향과 그 궤적을 같이 하리라 전망되어진다. 우선 생각되어지는 것은 반도체 기술의 발전은 향후 제어시스템 특히 DCS의 발전의 견인차 역할을 톡톡하게 되리라 여겨진다. 현장에서 User들의 요구인 좀더 빠르게 좀더 정확하게 좀더 안전하게 좀더 편리하게 좀더 작게 그리고 좀더 쉽게 그리고 더욱 저렴한 제품의 개발 요구와 수요는 많은 Vendor들의 연구와 개발을 촉진하는 요소가 되고 dcs의 제어환경을 개선하는 핵심이 될 것이다.
과거의 생산 공정의 단순한 Loop제어에서 벗어나 원료의 구입에서부터 시작하여 생산 그리고 출하에 이르기까지 Rdal-Time Base로 기업 경영의 종합 관리 제어망으로 도달하게 되리라 믿는다. DCS도 또한 하드웨어 자체에 고유의 프로그램을 ROM등에 미리 심어 놓고 사용하였던 과거와는 달리 DCS Controller 에 필요한 소프트웨어를 워크스테이션 등에서 별도로 다운 로드하여 사용하고 업그레이드도 소프트웨어만 업그레이드하면 DCS 시스템을 업그레이드 할 수 있게 하는 방식이 도래하기 시작하였고 이를 시발로 DCS Controller등의 하드웨어 표준화 움직임도 태동하기 시작하였다. 지금까지는 상위의 제어방식을 도입하는데 시간 및 비용뿐 아니라 기존 시스템의 폐쇄성으로 인하여 구현하기가 쉽지 않았다. 그러나 Open 시스템의 등장으로 과거 전용의 하드웨어와 소프트웨어가 이제는 점차 범용화 되어 정보의 상호교환과 접근이 한결 수월해지고 있고, 이러한 경향은 DCS의 기능의 확장과 신뢰도의 향상 그리고 하드웨어의 소형화가 이루어지고 있다.
지금 수많은 산업 플랜트에 DCS가 적용되어 운용하고 있으나 국내의 몇몇 업체를 제외하고는 거의 외국업체에 의존하여오고 있는 실정을 감안하면 안타까운 마음이 든다. DCS 산업이 향후 산업부분에서 차지하게 될 비중을 고려해 보면 그 중요성을 다시 인식하여야 할 것이며 외국 선진업체와의 기술격차 해소를 위한 연구 개발에 더욱 박차를 가해야 할 것이며 급변하는 시장상황에 부응하기 위한 노력도 게을리 하지 말아야 할 것이다.

참고 문헌

[1] 「데이터통신입문」 정진욱 외 3명, 광문각 2000 2.
[2] 「디지털공학」 박종욱 외 2명, 진영사 1998 1.
[3] 「Data Communications a user's guide」 Ken Sherman, 1990.
[4] http//www.autotech.co.kr , 1999 8.
[5] http//www.kmh.ync.ac.kr , 1998 11.