

# 연속공정 자동화시스템의 현황 및 발전 방향

POSCON 기술연구소  
과 장 윤 석 열

## 1. 서론

사회의 모든 분야가 급변하는 시대에 연속공정 자동화시스템(철강, 제지, 화학공정, 유리공정, 섬유, 자동차공업, 전력 )분야 기술도 역시 일대 변혁이 요구되는 실정이다.

특히 시스템 Lift cycle 주기가 급변하면서, Down Sizing, 분산화와 국제적 Open화의 움직임이 이미 어쩔 수 없는 조류가 되어 공정자동화 분야에 밀어닥치고 있다.

이런 Down Sizing화와 Open화의 물결에 편승하여, 연속공정 Processor 자동화 설비의 Cost Down 및 Open화 요구를 대응하기 위하여 국내외 자동화 분야의 현황분석 및 향후 대처방안은 CIM Model중 2 - 4 계층을 주로다룬다..

## 2. 본론

### 2.1 자동화 공정의 분류

Batch Process와 Continuous Process로 구분할수있으며, Batch Process는 한분량의 제품을

만들어 내기 위해 한 Sequence의 동작 혹은 다른 제품을 처리하기위해 같은 Sequence를 반복한다.

반면 Continuous Process는 제품의 생산이 오랜동안 중단없이 계속적으로 처리되는 공정을 말하며, Batch 처리를 하더라도 생산공정이 중단되지않고 Changeover가 일어나면 연속공정으로 분류할 수 있다.

### 2.2 연속공정 자동화시스템의 특징

공장 자동화 시스템은 대규모 장치산업으로 다 품종 소량 혹은 대량 주문생산체제 속에서 엄격한 품질요구와 납기를 만족시킬 수 있는 생산체제를 구축하여야 한다.

특히 제철공장의 열연, 냉간, 도금, 강관 공정이나 제지공장의 초지공정등은 제품의 흐름이 연속적이므로 다수의 전동기에 대한 속도 및 토오크 제어, 제품의 장력제어 및 위치제어등 복합적인 기계 자동화부분과 세척, 도금, 탈수, 회석 기능과 소재 소성변경 혹은 가열설비를 제어하는 계장기능이 가미된 독특한 형태를 취한다.

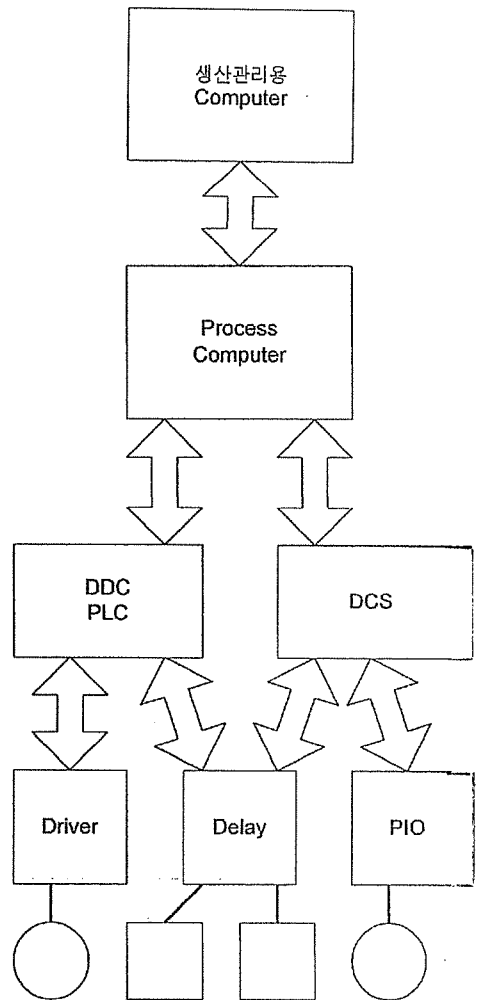
연속공정 자동화 시스템은 다수의 전동기를 연동제어하는 Motor Group Controller(DDC), 기계 가공 공정이나 자동차 조립 및 용접 공정에 사용하는 Programable Logic Controller(PLC), 화학공정 및 전력 플랜트 등 응답특성은 느리지만 신뢰성이 요구되는 Distributed Control System(DCS), Motor를 제어하는 DC Driver 나 AC 인버터가 연결되는 제어시스템과 생산를

관리하는 정보시스템이 총체적으로 연결된 계층구조의 대규모 종합제어 시스템이다. 계층별 기능은 (그림 1)과 같다.

단일기계제어는 연속 프로세서 라인에는 구동기로 전동기가 많이 쓰이고, 이러한 다수의 전동기들이 정해진 시퀀스에따라 가변속 제어되거나 제품의 장력제어를 위하여 Torque 제어가 사용된다.

생산 라인 제어는 연속공정의 조업방안에 따라

CIM MODEL	기능 · 특성	비 고
경영 관리	-생산계획, 기술관리, 설비관리 등 관리업무 지원 시스템	Business Computer 6
공장 관리	- 조업관리, 품질관리, 공정관리를 대상으로 한 공장지원 시스템	Business Computer 5
생산 관리	-생산관리, 조업관리, Operator를 대상으로 공장의 최적제어, 자동화를 목적으로한 시스템 -Model등의 제어방식	Process Computer 4
라인 제어	-전기/계장제어 자동화 시스템 -현장 설정치 제어 -현장 감시, 경보 기능	cell 3
단일 제어	-구동제어 -현장 단독 Unit 제어	Station 2 장치 관리 1



(그림 1) 연속공정제어시스템의 계층별 기능

전체공정의 생산계획 데이터와 기계의 가동조건, 기계의 운전모드등을 고려하여 정해진 시간에 정확한 단위기계들의 설정치를 Motor Driver로 내려주거나 하위의 PLC들에 대한 데이터를 저장 또는 교환하는 기능을 갖는 통상 DDC 혹은 대형 PLC로 불리어지는 라인제어기와 공정의 특성에 따라 적당한 화학공정제어 및 유량, 압력 제어등을 담당하는 계장제어기 DCS로 구성된다.

특히 라인제어기는 방대한양의 공정 데이터 베이스를 수집, 관리하고 수ms정도의 샘플주기로 장력제어 및 가변속 설정치제어를 다수의 전동기에 대하여 수행하며, 작업 Schedule을 위한 Sequence 제어와 Operator Interface, Network Interface 기능도 동시에 제공주어야 하므로 통상 다중 마이크로 프로세서 구조와 Multi-tasking을 갖는 마이크로 컴퓨터 시스템으로 구현되며, 하위

계층과는 고신뢰도의 실시간 데이터 링크로 연결된다.

생산 관리 제어기는 보통 중형이상의 컴퓨터 시스템으로 구성되는 공장관리시스템과 Ethernet등의 연결되며 생산계획, 제품추적보고 생산품의 특성데이터 입력 및 수정, 시스템의 Set-up, 공정의 모델링과 묘사등 제품의 생산관리 및 최적화 기능을 담당하며, Lan을 통해 하위계층의 라인제어기와 계장제어기로 적당한 Preset값들을 넘겨주고 공정데이터를 피이드백 받는다.

연속공정제어시스템의 특성은 생산관리면에서 다품종 소량, 제조현장은 대규모이면서 연속 24시간 가동하는 Process라는 특징 때문에 대량 Data 처리, 고속 Realtime처리, 고신뢰성이 요구된다. 연속공정제어시스템의 계층 특성은 (그림 2)와 같다.

	Data 관리Cycle	Response	Data Base	고신뢰성	알고리즘	보 수
Business 컴퓨터	- 정주기 - 수개월이상 - Lot단위	- 수초 ~ 10ms	- 대량 Data 처리 - 범용 Data Base	-고신뢰 -Non-Stop -Data정도	-계획관리 알고리즘 -비교적단순	- Maintenance 빈도가 많음
Process 컴퓨터	- 단주기 (초.시간) - 제품단위	- 수10ms ~10sec	- 고속 Data 처리 - Real Time DB	- 신뢰성 다양	- 복잡 고도 - Process Model	- 빈도가 있음
전기·계장	- 수 ms ~ 수백 ms	- 수ms~ 수백 ms	- 통상없음	- 고신뢰 - NonStop	- 제어 알 고리즘 - 단순 알 고리즘	설비개보수시

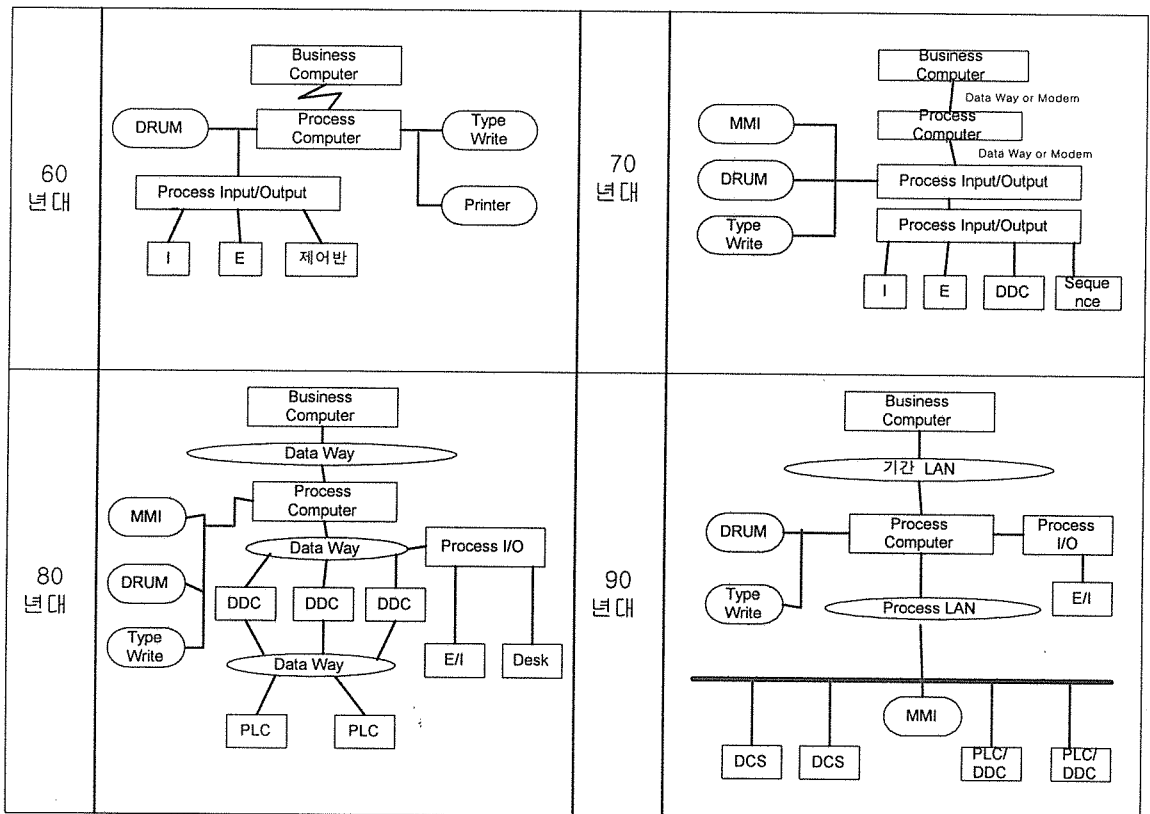
### 2.3 연속 공정 제어시스템 변천

시스템 구성은 핵심기술의 진보와 더불어 집중 독립형에서 분산 통합형 또는 수직 분산형에서 수평분산형으로 되어가고, Network에 의한 정보의 공유화, 각 기기의 Intelligent화가 진행되고 있다. 현재 국내에 설치되어 연속공정 제어시스템은 70년대 후반 혹은 80년도에 도입된 시스템이 주류를 이루고 있으며, 현재 새로운 시스템으로 대체할 시기가 도래하였다.

'60년대 시스템은 Business 컴퓨터와 Process

컴퓨터가 독립적으로 운영되었으며, '70년대는 Business 컴퓨터와 Process Computer가 Modem를 통하여 통합되었으며, 하반기 부터는 Data Way, CRT, 전기,계장 시스템을 Digital화 하여 이루어졌다.

'80년도는 전기, 계장 시스템이 전용 고속 Network화되면서, PLC, DDC, DCS 시스템이 본격적으로 도입되었으며, 90년도는 범용 LAN Network에 의한 전기(PLC,DDC), 계장 제어시스템과 컴퓨터의 통합화되면서 Network에 의한 통합제어시스템이 구축되었다.



(그림 2) 연속공정제어시스템의 계층별 특성

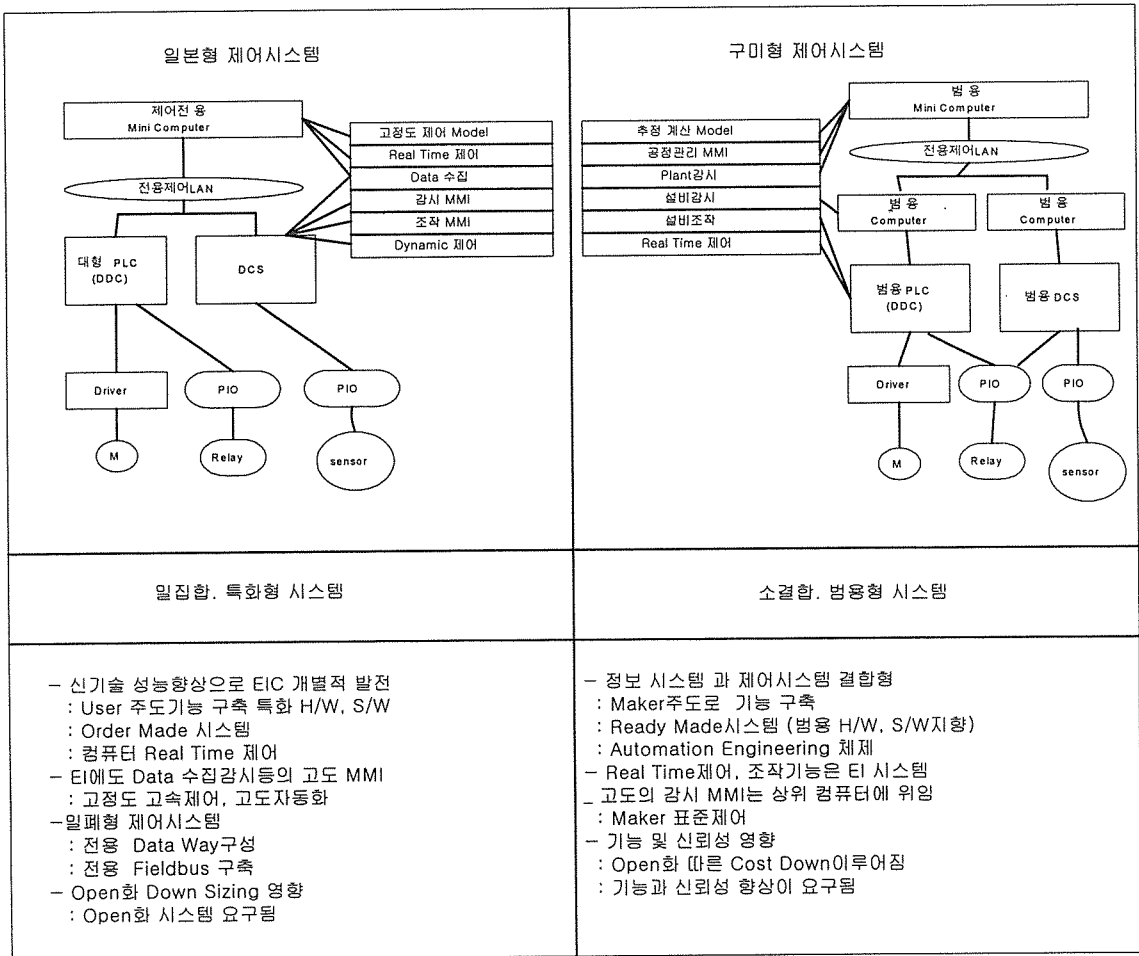
## 2.4 국내,외 연속공정제어시스템의 현황

연속 공정 제어시스템 생산관리면에서 다품종 소량, 제조현장은 대규모이면서 연속 24 시간 가동하는 Process라는 특징 때문에 대량 Data 처리, 고속 Realtime처리, 고신뢰성이기 때문에 전적으로 외국제품에 의존하여 왔다.

특히 철강 Process, 제지 Process, 화학 Process, 전력산업분야에는 거의 전량 외산 제어

시스템으로 구축되어 있으며, 현재 국내에 도입된 구미형과 일본형 연속 공정 제어시스템 특징을 보면 다음과 같다.

일본형 제어시스템은 제어용으로 특화된 Process 컴퓨터와 하위 DCS/PLC를 고속 LAN으로 결합시킨 고도의 Real Time 제어기능을 실현하고있고, 구미형은 범용 Mini 컴퓨터와 OA용 LAN을 사용하여 정보처리 시스템과 DCS/PLC를 결합한 시스템이다.



(그림 3) 일본 및 구미형 제어시스템 비교

구미형은 고도의 Real Time 제어는 곤란하지만, 시판 Package Software 활용 혹은 Multivender로 Flexible한 Open Architecture 시스템이다. Open형 시스템은 일본형 시스템과 비교할 때 기능과 신뢰성면에서 뒤떨어졌으나, 최근에는 Micro Processor 기술의 급속한 진보로 성능이나 가격면에서 우위를 점하고 있다. (그림 3)은 구미 및 일본시스템의 특징을 비교한 것이다.

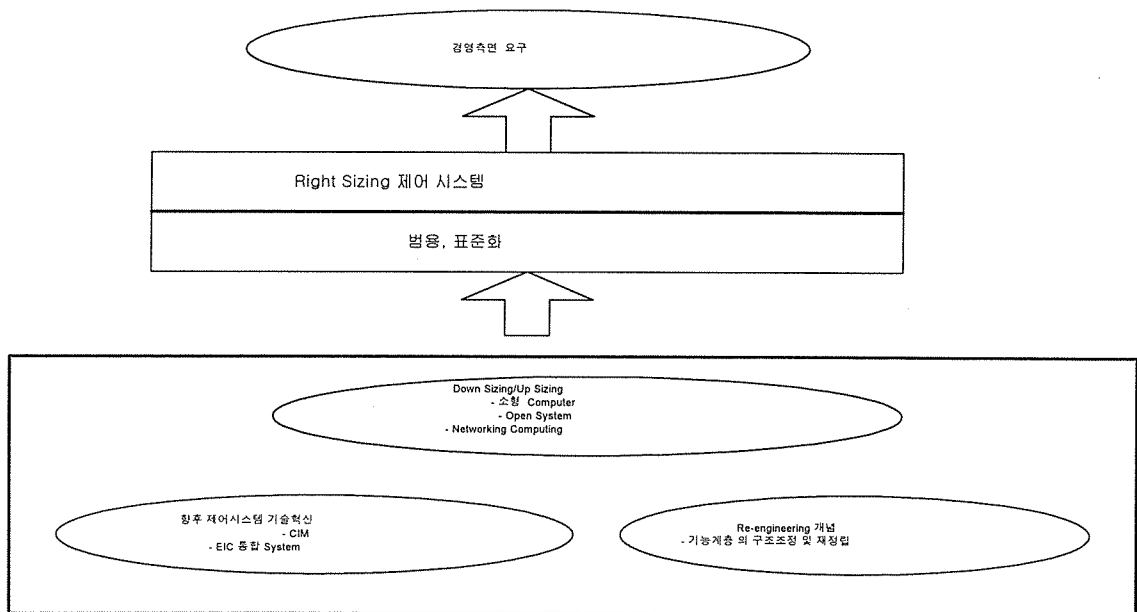
반면 국내 연속 공정 제어시스템은 90년부터 몇몇 업체에서 본격적으로 개발을 추진하였으며 개발된 제품은 다음과 같다.

소형 혹은 중형 Sequence용 PLC, 연동제어용 DDC, 계장제어용 DCS, DC Driver, AC Driver을 결합한 Open 시스템을 개발하여, FA 현장에서 단위 Sequence 제어 혹은 수처리, 가열

로, 소각로 제어에 적용되고 있으나, 특히 제지, 철강 Process, 화학 Process 연속 공정 제어분야는 시설합리화 혹은 개체시 적용되고 있다.

## 2.5 현재 연속공정 제어시스템 기술의 일반적 동향

경영적인 측면에서 국제 경쟁력을 강화하기 위해서 설비투자 Cost와 인건비 삭감이 요구되고 있으며, 정보 및 제어시스템에 있어서도 고가격, 고성능형에서 저가격, 필요최저성능으로 이행되고 있는 추세에 대응하기 위해 연속공정 제어시스템분야도 Right Sizing 개념이 도입되고 있다. (그림 4)는 Right Sizing 개념도이다.

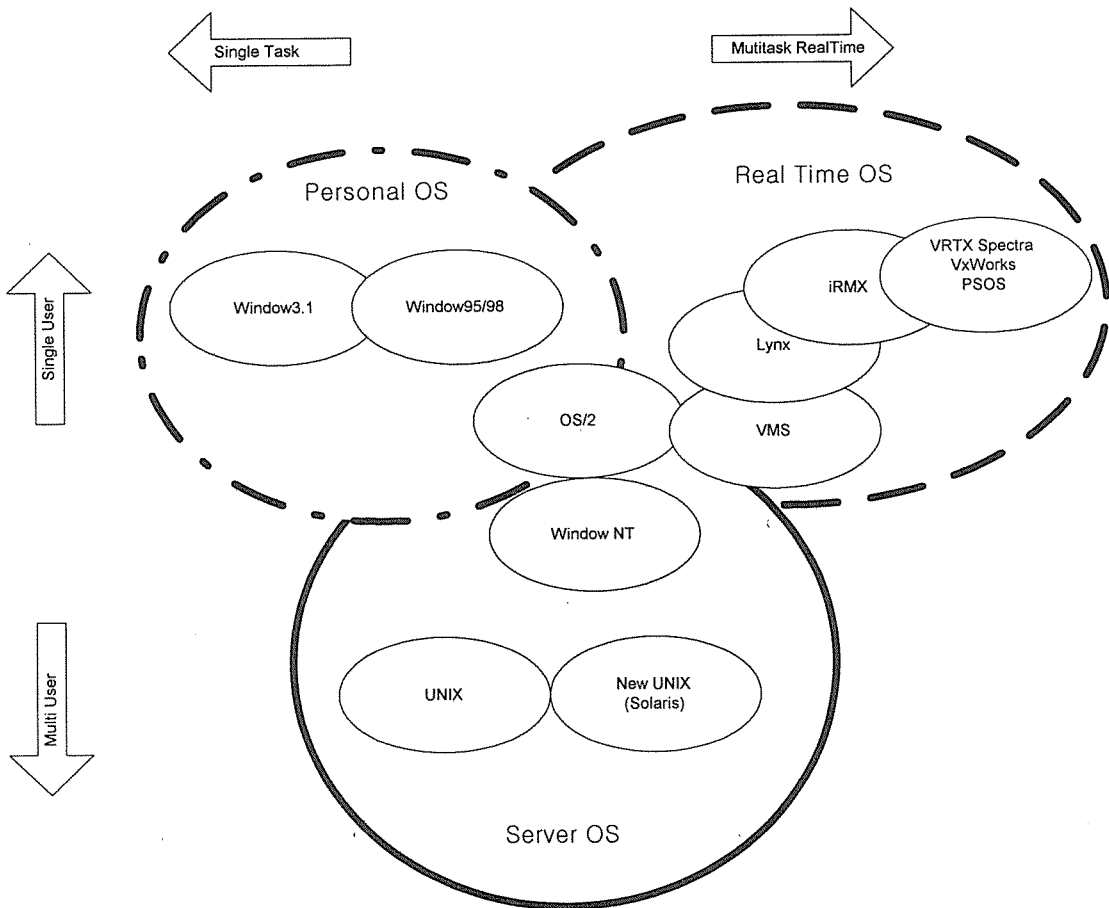


(그림 4) Right Sizing 개념도

Process 컴퓨터계층의 전용 Mini Computer에서 범용 Mini Computer 혹은 Personal Computer가 하드웨어 플랫폼으로 형성되고 있으며, Operating System을 전용 OS보다는 범용 Real Time OS로 Open화가 진행되고 있다. Process Computer에서 요구되는 OS기능은 Muti-tasking, Event 동기, 배타기능과 우선도 제어가 지원되어야한다. 사용자 언어는 객체지향형 C++, C가 지원된다.

대형 DCS 시스템은 기존의 Newtworking에 의한 통합개념에서 EI 융합 Controller로 진행되고 있으며, OS System은 Hard Real Time 기능과 Multi-tasking 처리기능, 우선도제어 기능이 충실히 지원되는 범용 OS Package(IRMX, VRTX, PSOS, Vxworks)을 사용한다. 또한 사용자언어는 Maker의전용제어보다는 IEC1131-3 표준언어(IL, LD, FBD, SFC, ST)를 채택하고 있다.

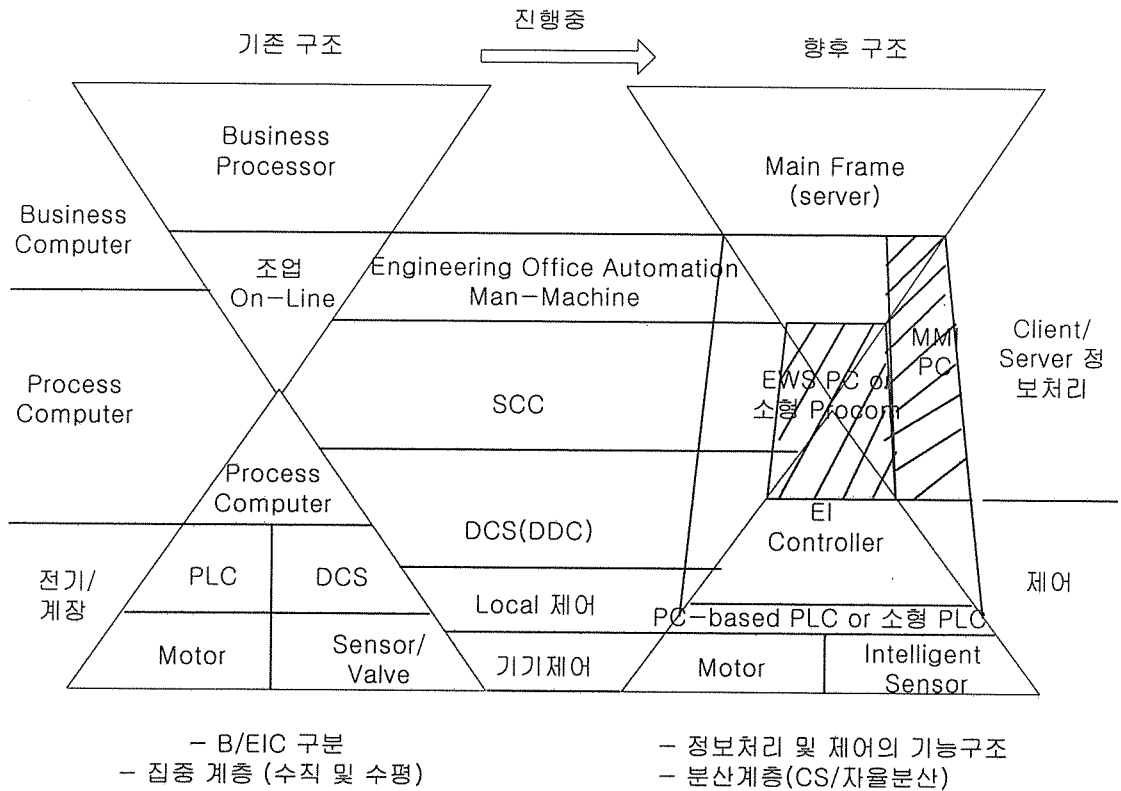
FA 혹은 PA분야에서 대형 PLC(DDC) 혹은



(그림 5) Process용 OS

또한 소형 PLC 나 DCS 시스템은 PC 플랫폼에 제어기능, I/O Scanning기능, MMI기능 및 Networking기능을 포함시킨 PC-based Control 로 진행되고 있다. PC-based Control 시스템은

시스템 기능과 신뢰성이 부족하나, 단일 기기 제어 분야에 충분히 적용가능한 수준이다. (그림 6) 제어시스템 발전방향과 적용범위는 도식화한 것이다.

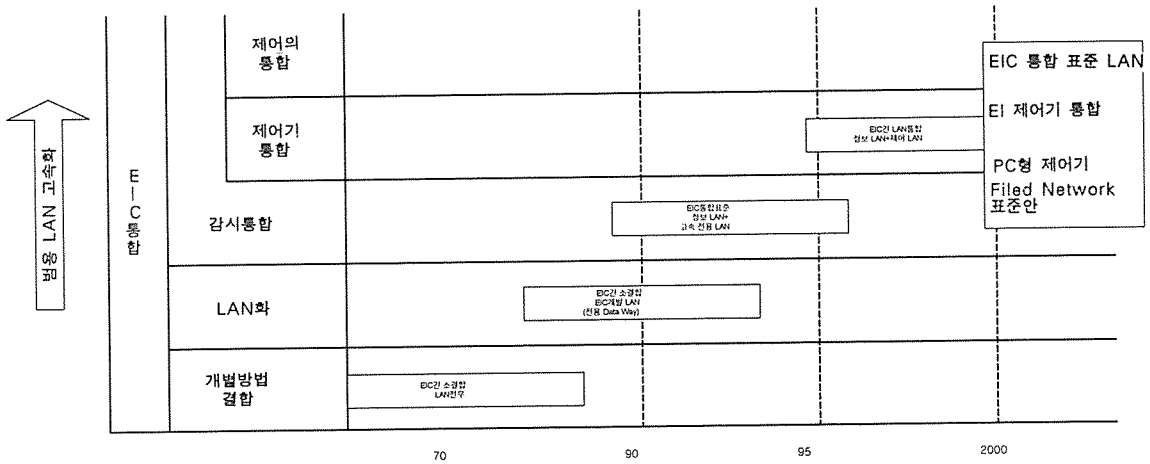


(그림 6) 제어시스템 발전방향 및 적용범위

Network부분은 정보 Network 혹은 계산기간 Network은 범용의 FDDI, Ethernet 기반으로 TCP/IP 프로토콜이 FA 혹은 PA라인에 대부분 적용되고 있다. 제어기와 현장 단위기계, 구동제

어, 현장 Sensor간은 FieldBus Network으로 구성된다. (그림 7) 년도별 Network 발전 추이를 나타낸다.





(그림 7) 연도별 Network 발전 추이

## 2.6 향후 연속 공정 제어시스템 구조

하드웨어 구성에서 정보처리부는 Real Time 성이 보장된 Personal Computer가 Process Computer를 대체되고, 국제표준의 범용 LAN에 의한 Client/Server 분산시스템을 구축하고, 제어기능은 Hard real Time성이 강한 EI용합제어 시스템으로 이분화될 것이다. 또한 EI제어기간은 기존의 고속전용 LAN에서 고속 표준 LAN이 적용된다.

현장 단위기계나 PIO Unit는 FieldBus가 적용되고, Intelligent한 Senosr 와 Valve의 적용된다.

(그림 8) 향후 제어시스템 구성도이다.

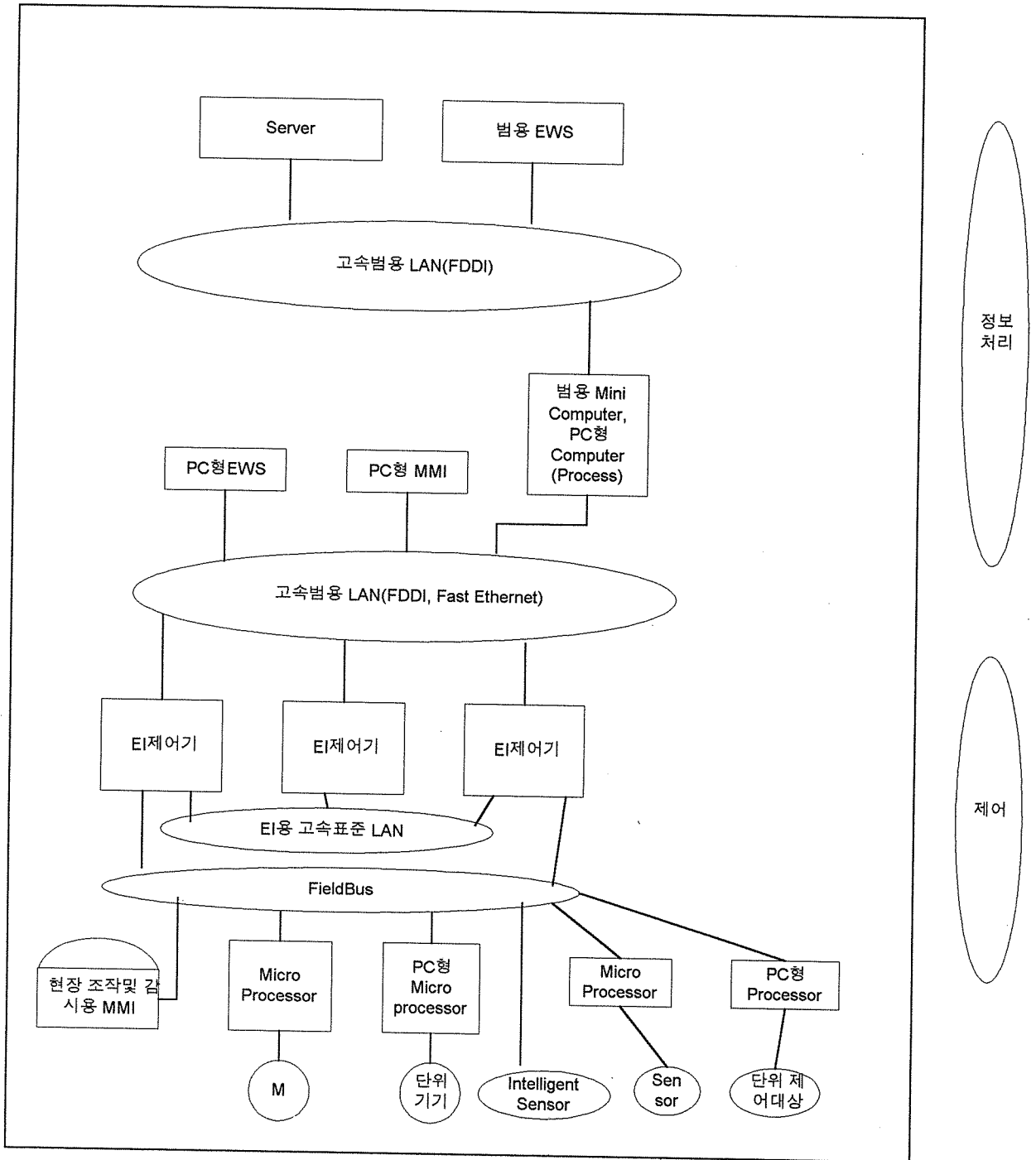
제어는 설비의 단위시스템별로 자율분산 시스템으로 형성되는 것이므로 Plant 전체가 협조가 되지 않으면 안되기 때문에 공동 Rule에 의거하여 정보를 공유해야 한다. 모든 조작과 감시는 통합된

Man Machine Interface 체계로 될 것이며, Process 부분의 대규모 Model연산과 학습기능은 Real Time성이 보장된 정보처리계에서 처리가 가능할 것이다.

## 2.7 국내 제어 시스템 대응 방안

국내 연속공정제어시스템 개발시 최우선적으로 표준화, Open화, 통합화를 기준으로 하드웨어보다는 소프트웨어관점에서 개발을 주력하고, 설비도 입시 범용성, Open성, Application 소프트웨어 이식성을 고려한 시스템을 도입하여야 한다.

아무리 표준화, Open화가 이루어지더라도 현장 Process 제어 알고리즘 구축없이는 고가의 외국설비에 종속될 수밖에 없으므로, 산·학·연이 연구 협조 체제를 더욱강화하여 연속 공정용 Process 알고리즘을 체계적으로 개발하여야 한다.



(그림 8) 향후 제어시스템 구성도