

중소기업의 간이자동화 방법

김 장 호 / 한국웨스트(주)대표, 工博

1. 생산수단의 변천과 자동화

인류의 역사에 있어서 제품의 생산방법은 손으로 하던 수작업에서 도구화, 기구화, 자동화로 그 수단은 점점 고도화되어 왔으며, 생산에 이용되는 에너지도 사람의 인력 및 자연에 역학적인 상태로 존재하는 수력, 풍력에서 전기 및 이를 이용하기에 좀더 편리하게 변형시킨 유압(Hydraulic) 및 공압(Pneumatic) 등으로 다양화되어 왔다. 즉, 생산방법은 산업혁명 이전까지의 소량 생산시대, 2차 세계대전 후 50~60년대까지의 대량 생산시대를 거쳐 현재의 다품종 생산시대로 변화하여 왔다.

소량 생산시대에는 생산가능 방법만이 문제가 되었으나, 대량 생산시대에 들어서는 생산성, 원가, 능률 등의 개념이 형성되었으며, 이런 것들은 특히 양(Quantity)이라는 전제하에서 거론되었다. 대량 생산시대는 또한, 소비가 미덕인 대량 소비시대에서 생산품으로서 Hit한 제품은 모든 대량으로 소비되었으며 생산체제 역시 여기에 맞추어 똑같은 제품을 대량으로 생산하기만 하면 되었다. 그러나 현재는 어떠한가? 50~60년대의 대량 생산시대와 현재의 유행감각은 상당히 달라져 있다. 그전에는 무조건 따랐으나 현재의 사람들은 남들과 다르려고 한다. 즉, 좀더 개성적이고 싶어한다. 생산방법도 또한 이러한 추세에 맞추어 Massproduc-

tion이라는 말은 사라져가고 고객의 다양한 기호에 맞추기 위하여 Individual goods라는 말이 생겨났으며 자동화의 목표로 대량 생산시대에 비해 많이 변화되어 왔다.

2. 자동화의 내용

가. 개 요

본래 기계라는 것을 정의함에 있어 여러가지 설이 있으나 일반적으로 「기계란 외부로부터 에너지를 공급받아 공간상으로 제한된 운동을 함으로써 인간의 노동을 대신하는 구조물」이라고 정의한다. 일반적으로 자동화된 기계는 외부의 에너지를 공급받아 일을 하는 부분을 액츄에이터(Actuator, 작동요소), 액츄에이터의 작업완료 여부 및 상태를 감지하여 제어신호처리장치(Signal Processor 혹은 약간 변형된 의미에

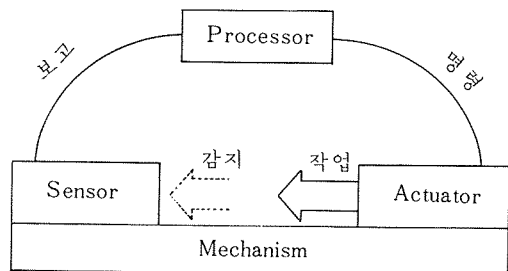


그림 1. 단순제어장치의 구조도

표 1. 액츄에이터 선정시 고려사항

구 분	공 압 (Pneumatic)	유 압 (Hydraulic)	전 기 (Electric)
직선운동력 (Force, Linear)	<ul style="list-style-type: none"> • 낮은 압력(일반적으로 6 kg/cm²)으로 인해 3톤정도가 상한 • 정지시 에너지의 소비없이 힘의 유지가 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 높은 압력을 이용하기 때문에 큰 힘을 낼 수 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 기구가 복잡하게 되고 과부하의 위험이 있다. • 작은 힘밖에는 낼 수 없다.
회전운동력 (Force, Rotary)	<ul style="list-style-type: none"> • 정지시에도 에너지의 소비없이 최대의 토크유지 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 정지시에도 큰 토크를 낼 수 있으나 에너지는 계속 소비됨. 	<ul style="list-style-type: none"> • 정지시에는 토크의 유지가 거의 불가능
직선운동 (Linear motion)	<ul style="list-style-type: none"> • 구조가 간단하며 큰 속도를 낼 수 있다(약 2 m /sec) • 20mm/sec이하에서의 저속에서는 stickslip현상이 발생되며 균일한 속도를 얻는 것이 힘들다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 구조가 간단하며, 속도의 조절성이 뛰어나다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 회전운동을 직선운동으로 바꿔야 하므로 구조가 복잡하고 비싸다. • 전형모터가 작은 힘이 요구되는 곳에 사용될 수 있다.
회전운동 (Rotary motion)	<ul style="list-style-type: none"> • 공압모터를 이용하여 최대 500, 000rpm의 고속을 얻을 수 있으나 효율이 나쁘고 운전비용이 많이 듦(이 경우 전기모터의 10배 정도임) 	<ul style="list-style-type: none"> • 유압모터를 이용하여 간단히 얻을 수 있으며 속도는 느림 전기보다는 운전비용이 많이 듦. (전기모터의 4 배정도임) 	<ul style="list-style-type: none"> • 속도가 제한되거나 가장 효율이 좋고 실제로 제일 많이 사용
제어성 (Controllability)	<ul style="list-style-type: none"> • 힘은 압력조절밸브를 이용하여 속도는 유량제어밸브 급속배기밸브를 이용하여 간단히 조절된다. 그러나 20mm / sec이하의 낮은 속도는 제어가 곤란 	<ul style="list-style-type: none"> • 힘과 속도 모두공압과 같은 방법으로 제어되거나 보다 정밀하게 제어 	<ul style="list-style-type: none"> • 제한된 범위에서만 가능하며, 비용이 많이 듦.
에너지의 저장 및 운반성	<ul style="list-style-type: none"> • 많은 양을 쉽게 저장할 수 있으며 1, 000m 까지는 운반이 가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 가스나 스프링을 이용하여 소량은 저장 가능하며, 100m 정도가 최대 운반가능 거리 	<ul style="list-style-type: none"> • 축전지를 이용하여 소량은 저장 가능하나 비용이 많이 든다. 운반거리의 제한은 없다.
주변환경의 영향	<ul style="list-style-type: none"> • 온도변화에 둔감하고 위험한 환경에서도 사용이 가능 • 주위온도가 낮은 경우에는 압축공기중의 수분이 응축되어 얼어버릴 위험이 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 온도와 불순물에 민감 • 누설이 있는 경우화재의 위험이 있다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 온도의 변화에는 둔감하나 주변환경에 폭발성이 있을때체가 있는 경우에는 폭발의 위험이 있다.
에너지 비용	<ul style="list-style-type: none"> • 전기에 비해 고가이다. 1 m³의 평상상태의 공기를 6 kg /cm²의 압력으로 압축하는데는 약 10원의 비용이 듦. (대략전기의 10배임) 	<ul style="list-style-type: none"> • 전기보다는 고가이나 공압보다는 저렴하다. (대략전기의 4 배) 	<ul style="list-style-type: none"> • 가장 저렴하다.
취급성	<ul style="list-style-type: none"> • 가장 적은 지식으로 취급할 수 있고 잘못 사용해도 부품자체가 손상을 입지는 않음. 	<ul style="list-style-type: none"> • 높은 압력을 이용하기 때문에 공압보다는 취급에 주의를 요함. 	<ul style="list-style-type: none"> • 전문지식이 있어야만 취급할 수 있다. 잘못 배선하면 부품자체가 손상을 입을 수 있다.

서 Contrller)에 공급하여 주는 센서(Sensor) 및 센서로부터 입력되는 제어정보를 분석처리하여 필요한 제어명령을 내려주는 제어신호 처리장치(Signal Processor)의 3부분으로 크게 나눌 수 있다. 그리고 또한 기계란 작업을 수행하는 액츄에이터가 제한된 공간내에서 제한된 운동을 하는 것인데 이러한 구속장치가 기계구조(mechanism)가 되며 그림 1은 이의 관계를 나타내고 있다. 이때 센서와 액츄에이터는 서로 고정되어 있어야 하나 제어신호 처리장치와는 제어정보(Control signal)를 주고받는 선으로만 연결되어 있으면 충분하다.

그림 1에 표시된 것은 단지 자동화장치의 Hardware만을 표시한 것이고, 하나의 자동화된 제어시스템을 구성하기 위하여는 이외에도 Software기술과 Network, Interface기술 등이 필요하게 된다.

나. 액츄에이터(Actuator)

액츄에이터는 기계에서 실제작업을 수행하는 요소이다. 액츄에이터는 운동의 형태로는 직선운동을 담당하는 요소와 회전운동을 담당하는 요소의 두가지로 크게 나눌 수 있으며 사용하는 에너지의 종류로는 전기, 유압, 공압의 3가지로 나눌 수 있게 된다. 액츄에이터를 선정할 때에는

- 힘(Force)
- 행정거리(Stroke)
- 운동의 형태(직선, 회전운동 등)
- 속도(Speed)
- 크기(Dimension)
- 수명(Service life)
- 안전성 및 신뢰도(Safety and reliability)
- 에너지 비용(Energy Cost)
- 제어성(Controllability)
- 취급성(Handling) 등을 고려한다.

다음의 그림 2는 서독에서 자동화에 사용되는 각 액츄에이터의 수량을 나타낸 것이다. 전기 모터는 예나 지금이나 그 이용빈도 수에 변화가 별로 없으나 공압실린더는 급격한 증가추세에 있음을 알 수 있다. 이러한 공압실린더의 증가추세는 앞으로도 계속되리라 생각된다.

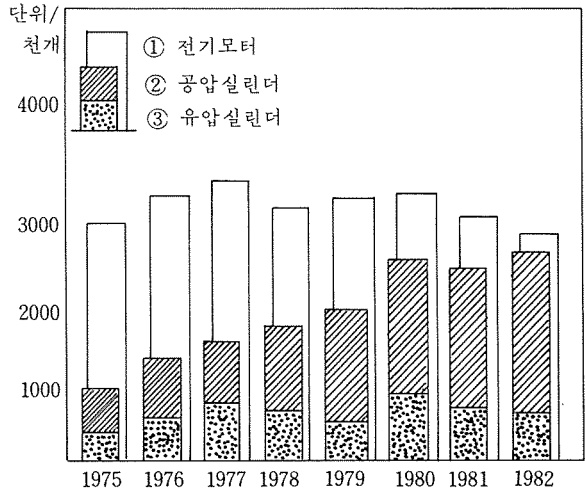


그림 2. 각종 액츄에이터의 사용추세

다. 제어신호 처리장치(Signal Processor)

제어시스템을 구성할 때 가장 중요한 것은 각 부분에 사용되는 부품 하나하나에 대한 지식(Hardware)보다는 이를 유기적으로 연결시켜 주고 이용할 수 있는 기술(Software)이며, 이 중에서도 가장 핵심적인 역할을 하는 제어방법에 대한 지식이 된다. 즉, 센서로부터 입력되는 제어신호를 처리하여 합당한 제어명령을 출력시켜 주는 인간의 두뇌에 해당하는 프로세서(Processor)가 제어장치에서는 가장 중요한 부분이 된다.

제어에 사용되는 방법은 작업순서나 조건을 바꾸려고 하면 배선까지도 바꿔 주어야만 하는 Hard Wired한 제어방법과 작업조건이 변해도 배선은 바꾸지 않고 프로그램만 바꿔서 입력시켜 주면 되는 Soft Wired Control의 두가지 방법으로 나눌 수 있다. Hard-Wired Control 방법은 다시 사용하는 에너지 및 부품에 따라 캠, 기어 등의 기구를 조합하며 해결하는 기구학적인 방법, 공범 방향 제어 밸브, AND, OR 등의 논리 소자밸브를 이용하는 공압적인 방법, 전기 릴레이, 타이머 등을 이용하는 전기적인 방법으로 다시 나누어지며 Soft-Wired-Control 방법에는 PC(Programmable Controller)와 마이크로 컴퓨터 등을 이용하는 방법이 있다. 아래의 도표는 이를 나타내고 있다.

이러한 제어방법을 선정할 때에는 주변환경

의 영향, 보수, 유지의 가능성, 수명 및 각종 신뢰도 등 여러가지를 고려하여 결정된다. 그러나 현재의 추세를 보면 그림 3에서 보는 바와 같이 기구학적인 방법과 전기, 전자적인 방법은 점차 감소되는 추세에 있고 공압적인 방법과 PLC 등을 이용하는 Soft-Wired Control 방법이 늘어나고 있음을 알 수 있다. 이는 PLC가 기계기술자가 쉽게 이용할 수 있도록 개발된 것을 감안하면 공장 자동화를 주도하는 기술자가 전기, 전자 기술자에서 기계 기술자로 바뀌어가고 있음을 나타낸다.

우리나라에서도 1986년도에 한국 생산성 본부에서 실시한 자동화 실태조사에 의하면 기구

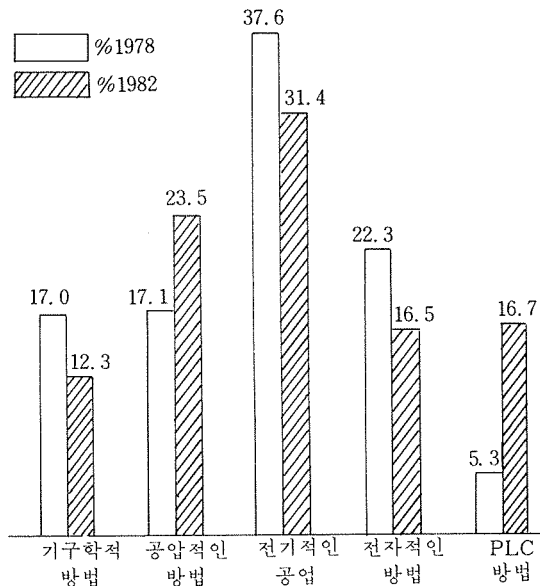
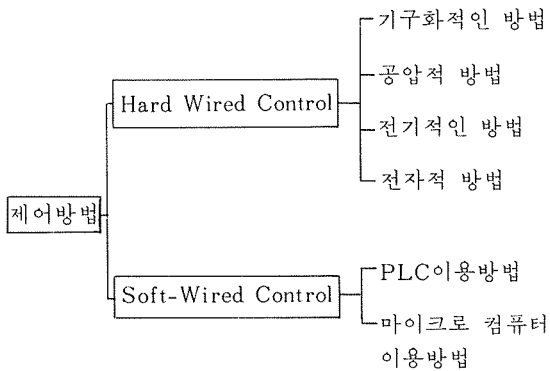


그림 3. 각 제어방법의 이용추세

학적인 방법이 21%, 유·공압적인 방법이 37.6%, 전기적인 방법이 23.4%, 전자적인 방법(PLC이용방법 포함)이 16.4%, 기타가 1.6% 나타내고 있다.

우리나라에서 유·공압적인 방법이 36.6%로 아주 높게 나타난 것은 우리나라의 자동화단계가 아직은 단위기계의 자동화단계에 머물러 있어 이 분야에 가장 적합한 유·공압장치의 이용이 활발하기 때문인 것으로 생각된다. 이러한 제어방법을 선정할 때에는 다음의 사항들이 고려되어야 한다.

- 작동시 부품의 안전성 및 신뢰도
- 주변환경에 의한 영향
- 보수·유지의 간편성
- 부품의 작동시간 (Switching Time)
- Signal 전달속도
- 설치장소의 크기
- 수명 (Service Life)
- 보수·유지 및 사용자의 교육훈련여부

다음의 표 2는 각 제어방법의 선정시 고려해야 할 사항을 나타내고 있다.

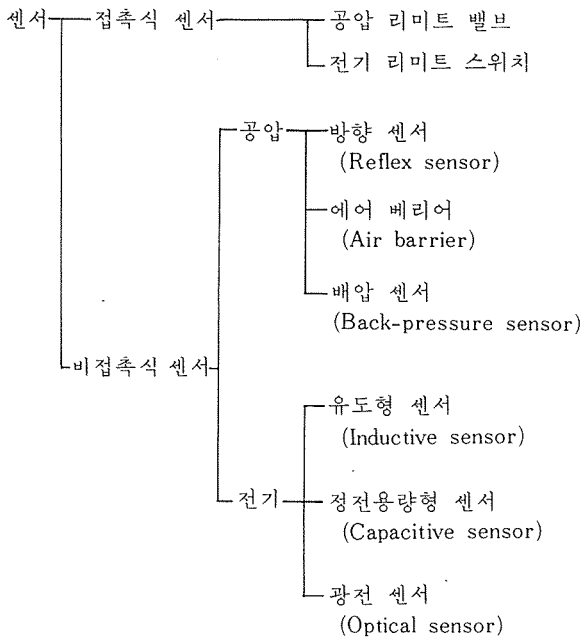
라. 센서 (Sensor)

시그널 프로세서가 액츄에이터에 필요한 제어 명령을 내려주기 위해서는 외부의 상황을 감지하여 필요한 정보를 제공하여 주는 장치가 필요한데 이를 센서라 한다.

일정한 물리적인 자극이 있을 때 일정한 상관관계로 물리적인 변화를 나타낼 수 있는 것은 모두 센서로서 사용될 수 있기 때문에 센서는 종류가 많으며 거의 매일 새로운 제품이 개발되고 있다해도 과언이 아니다.

그러나 이러한 여러가지 센서 중에서 공장자동화에서 주로 사용되는 물체의 존재여부 및 물체의 운동상태를 감지하는 센서는 감지하는 방법에 따라 접촉식 센서 (Contract Sensor) 와 비접촉식 센서 (Contractless Sensor) 의 2가지로 나누어진다. 접촉식 센서를 우리는 일반적으로 리미트 스위치 (Limit Switch) 라 부르며 이에겐 공압 리미트 밸브와 전기 리미트 스위치의 2종류가 있다. 그리고 비접촉식 센서를 우리는 일반적으로 센서라 부르며 이에겐 압

축공기의 흐름의 특성을 이용하는 반향센서(Reflex Sensor), 배압센서(Back Pressure Sensor) 및 에어 배리어(Air Barrier)가 있고 전기신호를 발생시켜 주는 유도형 센서(Inductive Sensor), 정전용량형센서(Capacitive Sensor) 및 광전 센서(Optical Sensor)가 있다.



마. Mechanism

기계란 외부로부터 에너지를 공급받아 공간 상으로 제한된 운동을 함으로써 인간의 노동을

대신하는 구조물이라고 정의된다. 그러므로 자동화된 기계에서는 액츄에이터, 시그널 프로세서 및 센서 등의 제어 요소도 중요하지만 이들을 구속시켜 주는 기계 구조물도 중요시 되어야만 한다.

3. 자동화의 문제점과 대책

일반적으로 자동화를 하게 되면 모든 문제가 해결되는 것으로 알고 있으나 자동화를 하게 되면 다음과 같은 몇가지 단점이 있다.

첫째, 높은 비용이 들게 된다.

자동화에 따르는 비용은 크게 시설투자비와 운영비로 나눌 수 있다. 일반적으로 시설투자비는 우리가 예측할 수 있는 비용인데 비하여 운영비는 예측할 수 없다는데 문제가 있다. 자동화의 내용은 알지 못하면서 타업체 또는 외국인으로부터 자동화된 장비를 Turnkey base 로 도입하게 되면, 자동화된 장비에 고장 등의 이유로 문제가 발생할 때마다 계속 제조업체에 의존해야만 되므로 높은 운영비가 들게 되며, 기술적으로 예측되게 된다.

둘째, 높은 기술 수준을 요구한다.

자동화하기 전보다 설계, 설치, 운영, 보수, 유지 등의 높은 기술수준이 요구되며 특히 설계에 못지않게 운영, 보수, 유지를 담당할 장비가 고장이 나게 되면 한 생산라인, 더 나아가서

표 2. 제어방법의 선정시 고려사항

	전 기 (Electrics)	전 자 (Electronics)	공 압 (Pneumatic)
부품의 작동시 신뢰성	• 먼지나 습기 등이 많은 주변환경에서는 사용이 곤란하다.	• 먼지, 습기, 자장이나 전장등의 간섭, 충격과 진동 등에 특히 예민하나 비접촉식으로 스위칭되므로 수명이 길다.	• 먼지, 습기 등의 외부 환경에 아주 둔감하고, 깨끗한 공기를 사용하면 수명이 아주 길다.
Switching time	10ms 이상	극히작다 (< 1ms)	5 ms 이상
시그널 전달속도	광속으로 전달됨	광속으로 전달됨	약40~70m/sec
시그널입력요소와콘트롤러 사이의거리	제한없음	제한없음	시그널전달속도가 늦기때문에 제한을 받는다.
설치장소의 크기	大	小	中
시그널프로세싱에 사용되는 신호의종류	Digital (Binary)	Digital / Analog	Digital (Binary)

는 공장전체에 영향을 미칠 수 있기 때문에 특히 주의하여야 한다.

세째, 생산 탄력성이 결여되게 된다.

현재는 제품의 Life-Cycle이 짧고, 개성이 다양한 소비자의 욕구를 만족시켜 주어야만 하기 때문에 한가지만 생산해서는 안되고 여러가지의 제품을 생산할 수 있어야 한다. 그러나 자동화란 한기계계의 범용성을 잃어버리고 전문성을 갖게 되는 것이기 때문에 생산에 탄력성을 잃게 된다. 그러나 상기와 같은 단점 때문에 자동화를 포기할 수는 없다. 그러므로 자동화를 하기는 하되 가능하면 위와 같은 단점을 피할 수 있어야 되는데, 이에는 LCA (Low Cost Automation)가 최적이라는 정설이다.

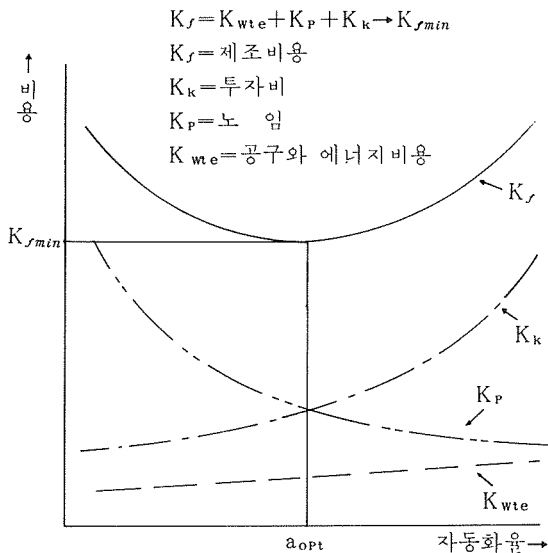


그림 4. 생산단가와 자동화율과의 관계

저투자성 자동화 (Low Cost Automation)는 말 그대로 비용이 적게 드는 자동화를 의미한

다. 즉, 시설투자비가 적게 들고 운영비 보수, 유지도 간단한 적당한 정도의 자동화를 뜻하며 이는 대략 다음과 같은 특징을 갖고 있어야 한다.

첫째, 간단하여야 한다. (Simple Device)

원리가 간단하고 확실하며 스스로 자동화장치를 설계 시설할 수 있어야 한다. 그리고 또한 기계구조도 단순하여 보수, 유지도 스스로 행할 수 있어야 한다.

둘째, 설계에 최소한의 시간을 요해야 한다.

(Minimum Designing Work)

자동화장치의 설계에 최소의 시간을 투입하는 방법은 현존하는 장치를 그대로 이용하는 것이다. 즉, 현존하는 생산설비에 자동화를 위한 몇가지의 부품을 부착함으로써 간단한 자동화를 수행하는 것이 된다.

셋째, 점진적인 자동화가 가능해야 한다.

(Step-by-Step Modification)

일반적으로 자동화를 하게 되면 제조단가는 낮아지나 시설투자비가 급증하게 되므로 제품의 Cost는 100%의 자동화가 아닌 적당한 범위에서 가장 저렴하게 된다. 그러므로 다음 단계의 자동화를 수행할 때에나 새로운 생산기술을 응용하는 데 무리가 없어야 한다.

넷째, 스스로 행해야 한다. (Do it Yourself Automation)

자동화된 설비를 타업체에서 도입해서는 자동화는 편하게 할 수 있을지 모르나 기술적으로 그 업체에 계속 종속하게 되므로 주의하여야 한다. 자동화의 내용을 모르고는 보수, 유지나 다음 단계의 자동화를 수행하는 데 많은 문제가 노출되고 생산 탄력성을 잃게 되므로 득보다 실이 많게 된다.

과학적인 생활속에 발전하는 우리사회