

## 中小企業의 簡易自動化 추진 기술

金 容 得

亞洲大學校 電子工學科 教授(工博)

### I. 序 論

工場 自動化의 역사는 산업혁명의 동기가 된 James Watt의 증기기관에서 사용된 调速機로부터 시작된다고 볼 수 있으나 이러한 것은 현대의 자동화에 속한다기 보다는 단순 勞動力의 機械化에 불과하다 하겠다.

1940년대에 들어서야 비로서 제품 생산의 자동화를 위한 기술이 본격 추진되기 시작하였으며 1950년대 초에 수치제어(NC: numerical control) 장치의 개발과 전자공학의 발전에 의하여 성장한 컴퓨터에 의하여 오늘날과 같은 자동화 개념을 정립하게 되었다.

따라서 이들 자동화 기술의 발전추세를 기초로 하여 工場 自動化 概念을 현대 감각에 맞게 정의하면 다음과 같다.

즉, 공장 자동화란 단독의 자동화 기계로 인간이 행하던 생산공정 작업을 단순히 대체 하는 것이 아니고, 여러 개의 자동기계와 기타 장치들을 체계적으로 결합한 시스템을 컴퓨터에 의하여 연속적으로 생산할 수 있게 하거나, 일련의 복잡한 동작을 통하여 동시에 조작할 수 있게 하는 것을 말한다.

공장 자동화의 세계적인 추세는 로봇과 NC공작기계가 주축이 된 FMS(flexible manufacturing system) 방식이지만, 이는 많은 시설비와 전문적 이용기술의 부족에 의하여 현재 우리 나라 기업, 특히 중소기업에는 다음과 같은 어려움이 있다 하겠다.

첫째는 投資 資本의 부족이다. 즉, 선진 외국의 유사 업체에 대한 자동화 방식에 대하여 잘 알고 있으나, 이를 도입하기 위하여는 기존 시설을 전면 대체하거나 신규 시설을 위한 막대한 시설 투자 비용이 부족하다.

둘째는 高級 專門人力 確保에 어려움이 있다. 즉 공장 자동화의 인식부족과 자동화 시스템 운영 기술의 자체 소화가 곤란하며 종합 경영 관리 시스템의 기술

개발도 불가하다 하겠다.

따라서 우리 나라에 적합한 무인 생산 자동화를 위하여는 현 생산 설비를 그대로 이용하는 簡易 自動化(LCA: low cost automation) 방안을 채택한 후 점차로 무인 자동화 공장으로 변환되어야 할 것이다.

간이 자동화가 이루어질 때 품질관리 미흡으로 인한 제품의 신뢰성 부족, 인건비 상승과 생산성 저하로 제조 원가의 상승, 상품납기준수 곤란 등의 문제를 근원적으로 해결 가능하며 국제 경쟁력이 강화될 수 있다. 여기서 간이 자동화 방식이란 기존 시설을 완전히 대체하는 것이 아니고, 기존 생산시설에 센서와 동력장치를 부착하여 마이크로 프로세서 시스템 제어에 의한 자동화 방식이므로 우리 나라 실정에 맞는 무인 자동화 방식이라 하겠다.

### II. 간이 자동화 개념

현재의 공장 자동화 설비는 일반적으로 기계공학과 전자공학의 복합기술인 메카트로닉스(mechatronics)의 핵심적 역할에 의하여 이루어지고 있는 바, 메카트로닉스는 생산공정의 合理化 등의 생산성 면에서의 기술 혁신이다.

1960년대에 등장하여 전자공학의 진보와 함께 그 기능 및 성능이 고도화 되고 있는 메카트로닉스의 정수라 하는 로봇과 1950년대에 개발되어 그 동안 기능이 향상된 NC공작기계가 주축이 되며, 여기에 CAD/CAM(computer aided design/manufacturing)이 기본 요소가 된 FMS방식이 무인 자동화 생산 공정의 세계적인 추세이나 많은 시설비와 전문적 기술의 부족에 의하여 현재 우리 나라 기업에는 적용 어려움이 있다 하겠다.

따라서 무인 생산 자동화를 위하여 그림 1과 같이 단계별로 추진하도록 함이 바람직하다.

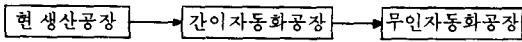
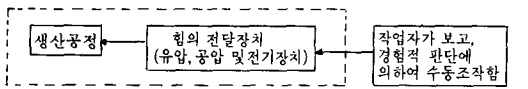
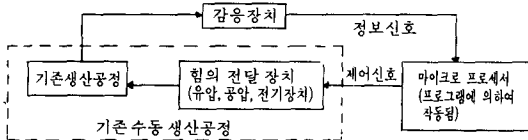


그림 1. 자동화 추진방안

여기서 간이 자동화란 기존 시설을 완전히 대체하는 것이 아니고, 현 생산 설비를 그대로 활용하면서 10% 정도의 추가 시설 비용으로 작업자가 판단 조작하던 것을 마이크로 프로세서 시스템이라 부르는 컴퓨터에 의하여 무인화 시키는 방안으로 그림 2와 같이 자동화한 것이다.



(a) 수동생산 공정



(b) 간이 자동화 공정

그림 2. 간이 자동화 시스템의 구성

즉, 그림 2-(a)에서와 같이 현 수동 공장은 작업자가 생산과정을 관찰하면서 경험적 판단에 의하여 手動操作機(기어 또는 클러치)를 작동하면서 제품을 생산하고 있다.

이러한 생산 시스템을 그림 2-(b)와 같이 인간의 감각기관에 의한 생산활동의 입력은 감응장치(sensor)로 대응시키고, 이들 정보를 컴퓨터(microprocessor system)에 의하여 판단한 후, 팔과 다리에 의하여 조작하던 전기장치(모터, 리레이등)와 압력장치(유압 또는 공압장치)는 컴퓨터에 의하여 제어하도록 대체시키는 것이다.

이와같이 간이 자동화란 기존 설비에 감응 장치와 마이크로 프로세서와 보완에 의한 기존 시설의 能率提高로서 소요 투자 범위는 시설비의 10%정도인 1000만 원 내지 5000만원 수준이 된다.

이 경우 중요한 것은 기업 스스로가 간이 자동화의 필요성을 인식하고 내생적으로 활성화 시켜야 하기 때문에 기업들이 간이 자동화에 필요한 기술을 스스로 연구 개발하거나 또는 전문가와 기업의 기술자와 긴밀한 상호 협의하에 이루어져야만 성취 가능하다는 것이다.

이는 모든 기업은 업종별 특성 이외에도 각 기업들에 고유한 환경과 성격을 갖는 것이기 때문에 각개 기업에 알맞는 간이 자동화 방법을 작개 기업이 독자적으로 마련하는 일이 바람직하다.

이와같이 간이 자동화 방식에 의하여 모든 단위공정에 대한 자동화가 이루어지면 그림 3과 같이 전 공장에 대하여 무인화 방안을 추구할 수 있게 된다.

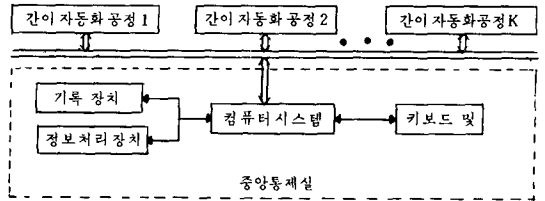


그림 3. 전 공장의 자동화 체계

그림 3의 무인화 공장 추진 체계는 먼저 단위공정에 대하여 간이 자동화를 구축한다. 이때 마이크로 프로세서 제어기는 통제실의 주 제어장치(main compute system)와 정보 교환이 가능한 정보통신망(computer network system)을 갖도록 설계되기 때문에 중앙통제실에서 직접 전 공정을 제어할 수 있는 무인화 공장이 된다.

### Ⅲ. 간이 자동화의 기술적 추진방안

간이 자동화 방식이란 앞에서 설명한 바와 같이 기존 시설은 변경하지 않고 그대로 사용함을 원칙으로 한 자동화 방식이다.

이때 다만 힘의 전달 방식을 사람의 손에 의한 방식에서 컴퓨터에 의한 방식으로 바꾸어 주도록 간단한 접속장치(interface)를 삽입하여야 하고, 또 기계적 효율을 증가시키기 위하여는 최신의 감응장치 또는 측정장비로 대처하여야 한다.

이를 위하여 실제 공장에서의 설계추진 방식은 그림 4와 같이 대상 공장의 기존 시설 장치와 생산공정을 분석하여 마이크로 프로세서 제어기의 하드웨어를 설계하고, 생산과정을 프로그램 작성하도록 한다.

기존 기계장치의 입력 감응장치와 힘의 전달을 위한 출력장치를 보완하여 이들을 접속 변환장치에 의하여 마이크로 프로세서 제어기에 의하여 연관 작동되게 한다.

이때 간이 자동화는 자동화 시설을 사용하는 업종에 따라 機械的 自動化(mechanical automation)와 工程

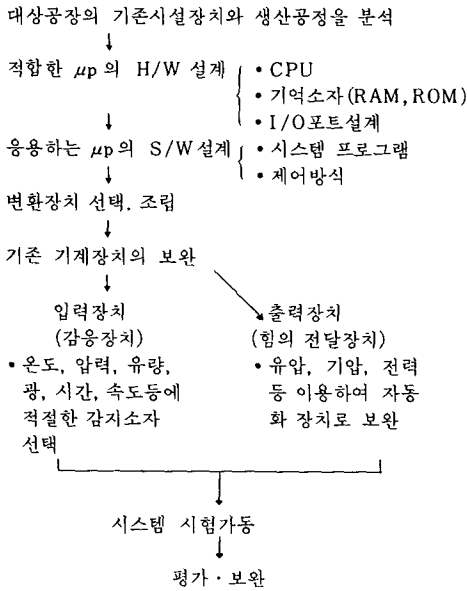


그림 4. 간이 자동화 시스템의 추진과정

自動化 (process automation)의 2 가지 형태로 볼 수 있다.

기계적 자동화는 일반적으로 기계, 전자, 전기공업에서의 자동화로서 품질의 가공, 조립, 운반, 포장 등의 공정을 기계적 팔(robot arm)의 힘에 의한 것을 컴퓨터로써 연속화한 것으로 우리 나라 기업의 자동화는 대부분 이에 속한다고 하겠다.

공정 자동화는 장치 산업에서의 자동화로서 화학, 화학, 식품가공, 의약 등의 분야가 대부분 이 부류에 속하며 공정 계열간의 반응상태제어 즉 온도, 압력, 시간, 촉매물질 등에 따른 반응상태를 주기적 측정에 의한 방법으로 자동화한 것이다.

이와같이 기계적 자동화 방식과 공정 자동화 방식이 다르기 때문에 이들에 대한 표준 모델을 각각 설정해 보도록 한다.

먼저 기계적 자동화 설비는 그림 5와 같이 작업자에 의한 스위치 또는 수동조작 동작에 의한 기계적 동작의 작동방식을 전기적 ON-OFF제어로 작동될 수 있도록 교환한다.

즉 기계 구동부를 스텝 및 서브모터 또는 클러치 등으로 대체시켜 마이크로 프로세서 제어기의 전기적 신호로 직접 작동할 수 있도록 하며, 제어 동작시 상태 관측은 감응장치 및 계측장비에 의하여 동작기능을 측정하고 이의 값을 즉시 프로세서에 전달하여 계측 제어되도록 한다.

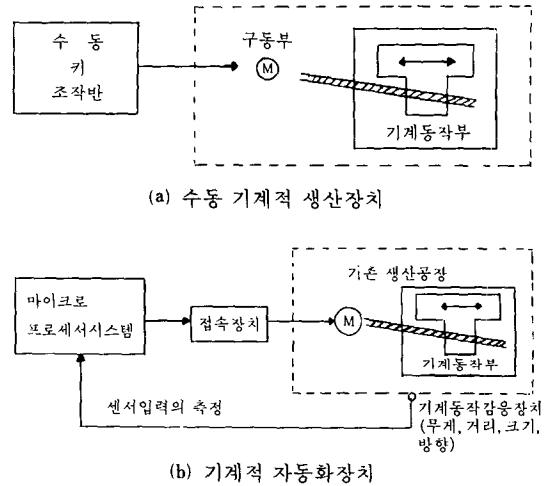


그림 5. 기계적 간이 자동화 방안

공정 자동화 설비는 그림 6과 같이 반응기(reactor) 내에서 시간에 따른 온도, 압력 등의 조건에 따른 화학반응을 제어하는 방식으로 구성된다.

즉 반응상태의 동작 관찰을 그 목적에 적합한 감응장치로 대처하여 마이크로 프로세서 제어 시스템에 전달하고, 제어장치에 의하여 계산, 판단한 후 반응물질, 반응조건을 제어하도록 설계한다. 물론 공정 자동화 설비 방식은 업체에 따라 반응물질, 반응조건, 반응상태의 관찰 방식만 다르며 프로세서 제어방식은 모두 유사하므로 그림 6의 표준 모델로 하드웨어는 설계한 후 각 회사에 따른 경험적 생산방식을 통제적 생산방식으로 프로그램하여 프로세서에서 처리한다.

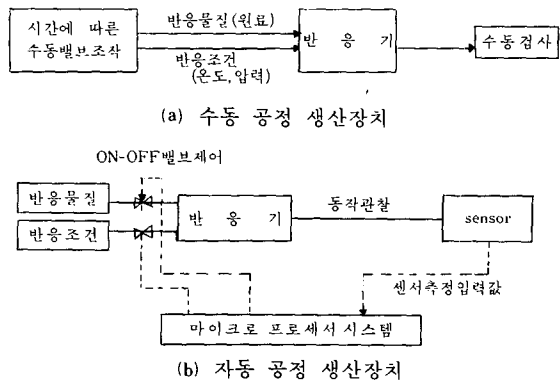


그림 6. 공정 간이 자동화 방안

IV. 간이 자동화의 요소기술

간이 자동화는 크게

- 1) 컴퓨터 제어부
- 2) 감응장치 및 측정장치부(검사장치부)
- 3) 힘의 전달 및 처리 장치부(생산설비부)

로 구분될 수 있으며 이들 각각에 대한 요소기술과 추진동향은 다음과 같다.

1. 컴퓨터 제어부

컴퓨터는 현재까지는 인간의 정신적 업무에만 도움을 주었으나(사무 자동화라 부름), 점차 인간의 육체적 업무까지도 대신해 주길 원하고 있으며 따라서 인간의 팔과 다리에 해당하는 기계적 장치를 부착시켜(로봇트라 부름) 생활활동에 인간대신 사용하게 되었다.

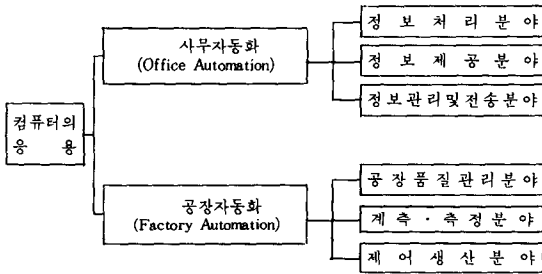


그림 7. 컴퓨터의 이용분야

그림 7에서 보듯이 事務自動化는 우리 나라에 컴퓨터가 도입된지 20년동안 활용되어온 방식으로 대부분의 컴퓨터 응용은 이러한 사무자동화 뿐이라 하겠다.

그러나 점차 국제 경쟁력이 심화되고 있기 때문에 생활활동을 기계적 힘에 의존하여 생산하려는 공장 자동화는 필연적이 되어가고 있다.

1971년부터 이러한 컴퓨터의 핵심인 중앙연산처리장치(CPU)는 반도체 기술의 혁신에 의하여 1개의 集積回路로 만들어 졌으며 이를 마이크로프로세서(micro-processor)라 부르고 있다.

이 마이크로 프로세서는 하나의 하드웨어로서 주어진 조건(프로그램이라 부름)에 따라 많은 기능을 시간에 따라 연속 처리할 수 있는 소자로서 가격이 저렴하고(10불 미만), 기능이 다양할 뿐 아니라 응용이 쉽고 처리속도도 빨라 산업적 응용은 급속히 확산되어 무인화 공장으로 이루어지고 있다.

이러한 마이크로 프로세서를 사용한 컴퓨터 제어기는 그림 8과 같이 구성되며, 이를 효과적으로 이용하기 위해서는 마이크로 프로세서가 이해할 수 있는 언어로 사람과 대화할 수 있어야 한다(이를 소프트웨어라 부름). 소프트웨어는 가급적 인간에게 편리하도록

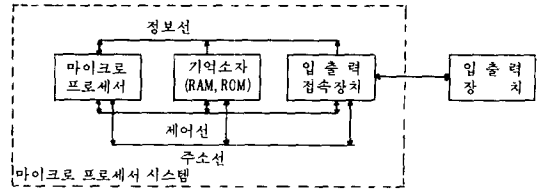


그림 8. 마이크로 프로세서 제어 시스템

만들어 져야하며, 특히 생산공정에서 이용될 때는 단위 공정별 작업 업무를 하나의 키를 누름으로서 달성 되도록 설계되어야 하며 국내의 기술로서도 필요한 목적에 따른 제작이 가능하다.

2. 검사장치부

検査裝置部는 感應裝置와 計測 測定裝置로 구성되며 이들이 인간대신 기계적 힘에 의하여 생산 및 제조 공정을 작동시키기 위하여는 대응하는 모든 기능을 기계에 대응시켜야 한다. 즉 마이크로 프로세서 제어장치는 인간의 두뇌에, 감응장치(sensor)는 감각기관에, 힘의 전달 장치는 인간의 팔과 다리에 대응시켜 그림 9와 같이 생각할 수 있다.

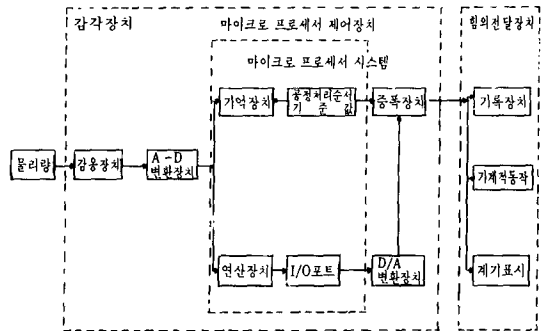


그림 9. 자동화 시스템의 구성

AD변환기(analog to digital converter)는 감응장치 또는 계측 측정장비로부터 인지된 전기적 신호크기를 2진부호로 표시하고, DA변환기(digital to analog converter)는 2진수로 된 값을 전기적 신호로 변환시키는데 사용하며 8비트(아날로그 신호를 256등급으로 분류하여 2진수로 표시함), 12비트(4000등급), 16비트(64000등급) 변환 소자가 하나의 IC로 생산되기 때문에 쉽게 응용할 수 있다.

감응장치 또는 계측 측정장치는 기능별로 시각, 청각, 촉각으로 분류할 수 있으며 검출대상은 인간의 눈,

커, 코, 입, 파부에 대응되며 이를 검출대상으로 설명하면 표 1과 같다.

이들 각각도 단위 소자로서 상품화 되어 있기 때문에 간이 자동화에서는 특성에 맞는 소자를 선택하여 연결하도록 설계되어야 한다.

표 1. 감응장치의 기능별 종류

분류	검출대상
시각장치	물체의 형상, 색상, 거리, 크기
청각장치	가청 음파, 초음파
촉각장치	접촉, 압력, 힘, 미끄럼, 중량, 유량, 온도, 습도, 광, 시간

3. 생산 설비부

生産設備部는 힘의 전달장치와 NC설비장치의 복합으로 구성된다. 즉 자동화 시스템에서 최종단계는 계산된 정보를 힘(power)으로 실제 생산대상에 적용시키는 것이며 이는 일반적으로 로봇트라 부르는 기계적 팔(robot arm)을 작동시켜 달성한다.

이러한 로봇트 팔을 작동시키기 위한 힘의 근원(power source)은 전기를 이용하는 방식과 압력을 이용하는 방식으로 크게 구별시켜 설명할 수 있다.

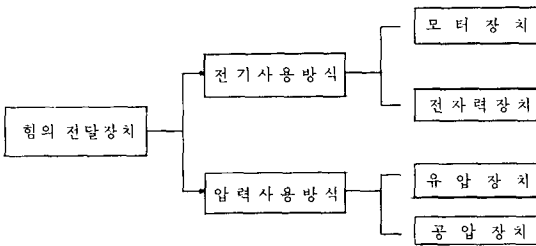


그림 10. Power source의 분류

그림10에서와 같이 전기사용 방식은 전압 또는 전류에 의한 기계적 장치의 구동으로서 모터를 구동시키는 회전속도 제어 응용과 전자력을 이용한 벨브나 클러치(clutch)등을 제어하여 유량조절, 기아 변속, 작동기(actuator)구동등에 이용하는 것이며, 압력 사용방식은 유압과 공압제어로서 큰힘을 필요로 하는 대부분의 actuator에 적용된다.

이들을 응용 적용 대상별로 구분하면 그림11과 같이 운반장치, 로딩 및 언로딩장치(loading and unloading), 클램핑장치(clamping), 밸브 제어장치로 분류될 수 있다.

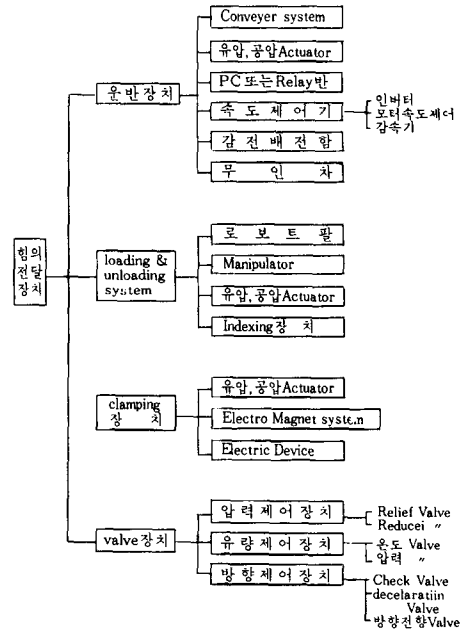


그림 11. 전달장치의 응용 적용별 분류

이러한 힘의 전달방식에 따라 작동되는 기계적 설비에 대한 기술적 특성은 다음과 같다. 즉 기계적 설비는 크게

- 1) 가공의 자동화
- 2) 가공부품의 자동착탈
- 3) 공정간의 자동반송

으로 구분되며 기본 구성은 모두 그림12와 같은 제어방식을 갖는다.

加工部の 주류는 절단작업, 선삭, 연삭, 구멍가공, 연마등이 주류를 이루고 국내에도 공작기계 산업의 발달로 자동화가 많이 추진되었다.

이미 CNC선반(computerized numerically controlled lathe), CNC 밀링, CNC보링머신, CNC드릴머신, CNC 와이어커팅, 방전가공기등이 국내에서 생산되고 있기 때문에 이들을 선정하여 간이 자동화에 이용할 수 있다.

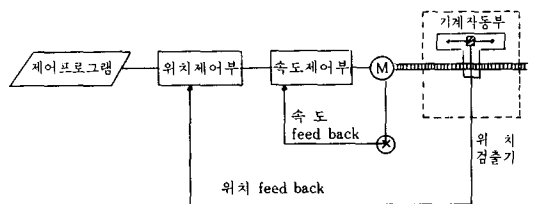


그림 12. 기계적 설비의 제어방식

공정간의 자동 반송 설비로는 무인 운반차, palletizer, 입체자동창고, 컨베이어시스템이 사용된다.

가공품의 자동착탈 장치로는 그 주류가 로봇트이고, 현재는 자유도가 6인 조작기로서 형상인식 및 음성 합성기술의 발달등에 의한 지능화된 로봇트에 의한 생산공정 자동화가 추진되고 있다. 이들 로봇트시스템을 동작 형태별로 분류하면 그림13과 같다.

지금까지 설명된 요소기술은 대부분 다양한 목적에 맞게 상품화 되어 있기 때문에 간이 자동화 방식에서는 이들 필요기술을 선정하여 먼저 기존 생산설비의 기능을 향상시키고, 다음에 컴퓨터에 연관시켜 간이 자동화 함으로써 최신설비로 자동화한 것과 같은 효과를 얻을 수 있게 된다.

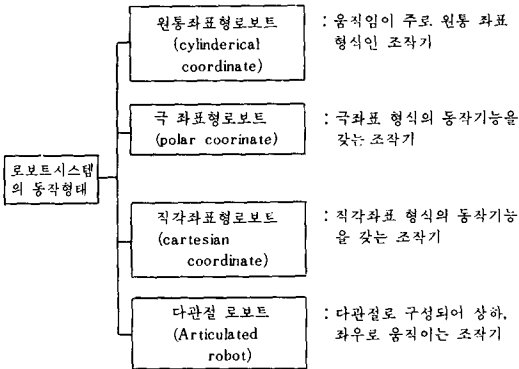


그림13. 동작형태에 따른 로봇트의 분류

V. 간이 자동화의 효과와 추진방안

현존 생산공정을 그대로 활용하면서 경제적으로 공장 자동화를 이룰때 이를 간이 자동화라 정의 하였으며 이의 기대 효과는 다음과 같이 요약될 수 있다.

첫째는 기업의 생산성이 향상된다. 즉 생산량은 2~4배 증산되며, 작업인원은 기업특성에 따라 차이는 있으나 일반적으로 1/3~1/4로 감축 가능하고, 기계 가동율은 80~95% 향상된다(참고문헌 참고).

둘째는 기업의 작업 안정성 및 작업환경이 향상 개선된다. 자동화에 의한 기계적 생산방식이므로 품질의 균일화를 달성하여 생산제품의 신뢰도가 향상되고 수출 상품의 국제 경쟁력이 강화된다.

셋째는 이러한 간이 자동화를 위한 추가 시설비는 1년 이내에 회수될 뿐아니라 무인화 공장의 선결 조건이 되며, 이는 중소기업에 기술개발 의식이 고무된다.

상기와 같이 생산성 향상을 위한 간이 자동화 방안은 우리 나라 중소기업이 국제 경쟁력에 대응하기 위하여 꼭 필요한 것이며 이를 단계적으로 원활하게 추진시키기 위하여는 다음 몇가지 방안이 제시된다.

첫번째는 간이 자동화의 추진을 위한 분위기를 조성하기 위하여 기업은 관련 부처의 지원방안을 이해하고, 긴밀한 협조 방안을 추구해야 한다.

현재 많은 부서에서 자동화 지원체제를 갖추고 요구하는 제반 문제를 해결해 주고 있으나 각각 기업마다 특성과 환경이 다르기 때문에 기업에 적합한 간이 자동화에는 어려움이 있다 하겠다. 따라서 기업자체의 현장 전문 기술자와 자동화분야의 전문가와 긴밀한 협조하에 공동 개발하도록 하여야 하겠다.

둘째는 간이 자동화를 위한 금융자금을 지원하는 부서 및 세계혜택등 많은 지원 방안이 있기 때문에 이를 최대 활용할 수 있는 방안을 이해하고, 자문 기관과의 연관관계를 갖도록 노력해야 하겠다.

끝으로 국내의 자동화 기술에 대한 확신을 갖는 노력이다. 간이 자동화의 필요성은 경영층과 전문 현장 기술자가 동시에 인지 되어야만 추진 가능하다. 그러나 현 실정은 경영자는 자동화를 추진하려 하나 현장 기술자들의 새로운 방안에 대한 도입이 두려워, 또는 어떻게 추진하여야 할지를 몰라 외국의 사례만 검토하고, 그대로 모방하여 도입하므로 시설비가 과중하여 경영진이 포기하는 경우가 많고, 또 외국 장비 도입에 의한 자동화가 이루어졌다 하더라도 적시에 필요기술을 지원받지 못하여 고가 장비를 사장시키는 경우가 있기 때문에 이를 위한 전문가와의 대화를 갖고 해결될 수 있도록 노력해야 하겠다.

VI. 結 論

현 우리 나라 중소기업은 품질관리 미흡으로 제품 신뢰성이 부족하며, 인건비 상승과 생산성 저하로 제조원가의 상승 및 상품 납기 준수의 곤란한 제반 문제가 있다. 즉 대부분의 기업은 전문 작업자의 경험적 작업에 의하여 제품이 생산되고 있으며 품질검사 체계가 미흡하다.

따라서 간이 자동화 방안을 채택함으로써 상기 문제를 근원적으로 해결 가능하게 된다.

여기서 간이 자동화란 기존 시설을 그대로 이용하면서 센서와 마이크로 프로세서를 사용한 자동화 방식으로 신규 시설비의 10%이내에 설치될 수 있고, 이의 신규 투자비는 생산성 향상에 의하여 1년 이내에 환수 가능하게 된다.

이러한 간이 자동화의 설치방안은 기계적설비(하드웨어)는 이미 모든 소자들이 부분별로 표준화되어 상품화되어 있기 때문에 이들의 조합을 기업특성에 맞게 구성하면 되나 때에 따라서는 표준화된 소자(부품)가 부적당하여 접속장치를 직접 설계 제작해야 하며, 또 대부분의 중소기업 자동화는 다기능 소품종 기업이므로 이에 적합한 소프트웨어를 개발하여야 한다.

그러므로 각 회사에서 독자적으로 간이 자동화 추진에는 많은 어려움이 있어 자동화 전문가와 현장 전문가와의 긴밀한 상호 협력 하에서만 가능하리라 사료된다. 특히 경영층의 간이 자동화를 위한 필요성과 많은 기관의 지원체제를 이해하고 활용함이 중요하다 하겠다.

參 考 文 獻

- [1] 小林忠敬“省力化 入門” 工業調査會, 1980.
- [2] 復田健二 “メカトロニクス 入門” 共立出版社, 1983. 9
- [3] 中西康二 “FAと 産業用 ロボット 産業圖書, 1985. 10
- [4] 김용득 “중소기업의 간이자동화를 위한 프로세서 응용에 관한 조사연구” 과기처 연구보고서, 1984. 9
- [5] 김용득, 정화자 “생산 자동화를 위한 컴퓨터 응용에 관한 연구” 과기처 연구보고서, 1985. 9\*

◆ 用 語 解 說 ◆

**ACU(자동 호출 장치)**

Automatic calling unit의 약자. 상업용 기계나 컴퓨터가 통신망을 통하여 연결될 수 있도록 하는 호출 장치의 일종.

**A/D interface**

아날로그-디지털 변환(ADC) 기능의 구현에 유용한 서브시스템으로 이 장치를 이용하여야만 아날로그-디지털 변환기를 컴퓨터에 연결시켜 사용할 수 있다.

**aperture time**

아날로그-디지털 변환기로 측정하거나 변환하기 위해 소요되는 시간.

**bar code**

상품의 포장지나 꼬리표에 폭이 다양한 줄무늬의 조합을 사용하여 글자나 숫자를 나타내는 코드의 방법으로서 상품명, 성질, 수 등을 나타내는데 쓰임.

**bionics**

인간, 동물의 생존 시스템을 분석하여 얻는 지식을 가지고 그 생존 시스템의 세련된 기능과 유사한 형태로 기능하는 하드웨어 창작을 목적으로 하는 응용 연구 분야.

**buffer**

데이터를 일시적으로 저장하며 다양한 입출력과 관련하여 여러 가지 기능을 수행하는 보조 자료 저장 장치.

**compatibility**

다수의 서로 다른 기종의 컴퓨터에서도 프로그램이 번역되거나 시행될 수 있는 명령어의 성질을 말함.

**CROM**

Control read only memory의 약자. 제어 논리를 해독하기 위해서 고안되고 마이크로 프로그램 기억용의 특수한 ROM.