

조립 자동화 기술 개발 동향 및 전략



국 금 환 (Robot 공학실 실장)

- '77. 2 한양대학교 공과대학 기계공학과 졸업
- '79. 2 한국과학기술원(KAIST) 생산공학과 졸업(석사)
- '88. 5 서독 Stuttgart 대학 IPA(생산자동화) 연구소(박사)
- '88. 5-현재 한국기계연구소 책임연구원

1. 서 론

최근 생산기술 변혁을 요구하는 두가지 상황은 경제적 측면에서 제품값은 올릴수 없는 상황에서 제조비용중 제조 인건비의 상승과 사회적 측면에서 지금까지의 작업조건 및 환경에 대한 비판의 급증이다. 이러한 요구에 따라 이루어진 가공공정 자동화는 많은 기업에서 비교적 높은 생산성을 가져다 주었다. 가공제품, 가공 공정, 자동화된 가공 기계가 상호 최적 조합 되었고 선진국의 경우 소·중량생산에도 경제성을 갖는 유연 생산 시스템 까지 개발 적용되고 있다.

가공 자동화에 비해 조립 자동화는 매우 뒤진 실정이며 조립은 아직 합리화의 여지가 매우 큰 생산 분야이다. 조립 공정 합리화가 뒤진 근본적 이유는 조립대상물의 큰 복잡도이다. 이로 인해 요구되는 다양한 조립 작업내용은 조립작업의 기계화 내지 자동화를 거의 불가능하게 하거나 경제성 없는 고가 비용을 초래한다. 구체적으로 범용 공작기계의 경우 하나의 기계가 3,000개 이상의 부품으로 구성되므로 모든 조립공정의 결정과 조립공구 및 설비에 대한 결정이 수동 조립 작업자에 모두 위임되어 작업이 진행되고 있는 실정이다. 대량생산인 자동차 산업의 경우도 중간 조립품의 조립 자동화율은 25%에 달하나 최종조립의 자동화율은 5~10%에 불과하다[1]. 자동차 산업 분야의 낮은 조립 자동화율의 이유는 다음과 같다.

- 조립 공정의 복잡한 작업 내용
- 외형정의가 힘든 부피가 큰 부품
- 제품 종류의 다양성
- 조립 자동화 설비의 제한된 센서 능력

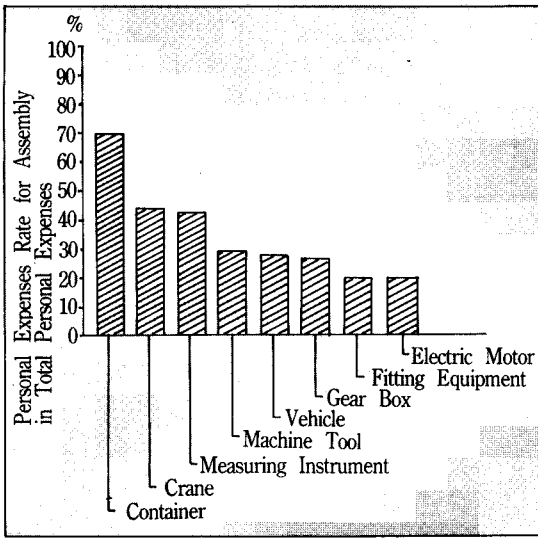


그림 1) 생산 인건비와 조립 인건비의 비율

-조립성이 나쁜 제품 설계

그러나 최근 상품 시장의 국제 경쟁이 치열해지면서 지금까지 여러문제로 등한시되어 온 이 분야의 합리화 연구가 선진국을 중심으로 활발히 추진되고 있으며 그림 1의 전체 생산인건비중 조립 인건비 비율이 이를 잘 뒷받침 해주고 있다[2].

이러한 배경하에서 추진된 조립 자동화를 통해 조립 인력 절감 뿐 아니라 고임금의 전문 기능 인력을 저임금의 단순 기능 인력으로 대치 할수 있는 가능성을 갖게 되었다. 이는 제품 생산비중 인건비가 낮아짐을 의미 할 뿐 아니라 나아가 인력 공급시장에서 고기능의 작업 인력 구득 어려움도 해결 될수 있음을 의미한다.

본고에서는 선진국을 중심으로 급격히 개발 확산되고 있는 조립 자동화 기술에 대한 포괄적 소개와 국내의 기술 개발 동향을 보이고 이 분야의 국내 기술 개발 전략을 제시하고자 한다.

2. 조립 자동화 기술 범위 및 응용

조립의 정의는 몇 가지가 있지만 그중 하나의 정의는 다음과 같다. "조립은 주어진 속도로 특정 부품들의 부시스템을 상호 조합하여 보다 높은 복잡도를 갖는 하나의 시스템을 만드는 작업이다. 이때 부품들의 부시스템은 개별 부품, 형상유지자

어려운 재료와 부분 조립품들로 구성된다"

위와 같이 정의된 조립 작업은 세부 작업 기능에 의해서,

- 결합 기능
- 이·반송 기능
- 검사 기능
- 조정 기능
- 특수 기능

으로 세분할 수 있지만 주기능은 결합(composing), 이·반송(handling), 검사(checking)이다.

이러한 조립 세부 기능들을 독립적 혹은 동시에 기계화 내지 자동화 하기 위한 기술을 조립 자동화 기술로 이해할 수 있고, 개발된 조립 자동화 기술은 구체적으로 조립 자동화 시스템으로 구현되어 실제 조립 현장에 적용되게 된다.

2.1. 조립 자동화 기술 범위

조립 자동화 기술은 성격상 로봇 기술과 마찬가지로 해석(analysis)이 아닌 종합(synthesis)적 성격을 갖는 기술이다. 즉 기계, 전기·전자, 생산 기술의 연구결과를 필요에 따라 취사 선택하여 조립 자동화 시스템에 구현시키는 기술로 이해할 수 있다. 또한 거시적 생산 합리화 관점에서 생산 시스템속에서 조립과 부품 가공, 조립과 부품설계의 관계도 조립 자동화 기술 범위로 취급하여 연구되고 있다.

따라서 일반적인 조립 자동화 기술 범위 및 내용은 얘기 할 수 없는 실정이지만 관련 기술 자료와 조립 자동화 시스템 개발 경험을 토대로 조립 자동화를 위한 요소 기술을 그림 2와 같이 정리 할수 있다.

그림 2의 요소 기술중 조립 자동화 부품설계 기술은 조립 합리화 기술 관점에서 중요시된 기술로서 조립 생산품과 조립 시스템을 묶어서 전체적으로 최적화 하기 위한 시도이다. 즉 제품 설계시 설계자는 부품들의 형상 및 이들 사이의 결합 방식을 결정하며 제품의 최종설계를 수행한다. 이는 설계시 생산 및 조립 공정 결정이 수반됨을 의미한다. 만약 설계자가 몇개의 서로 다른 생산 구조를 제안하면 각 구조에 대해 생산 및

설계기술	Programming	사각 시스템	F/T Sensor	조립 검사
부품 설계/Programming 기술		센서 장치 및 적용 기술		
조립자동화용 장비 기술			제어장치 기술	시스템 기술
로봇	Gripper	ATC	제어장치	설계 및 통제

그림 2) 조립 자동화 요소 기술

조립 공정의 수와 형태가 달라지게 된다. 가장 급격한 조립개선은 조립 공정 자체가 제거 될수 있거나 크게 단순화 될 수 있는 제품 설계 대안을 선택하는 것이 될것이다.

프로그래밍 기술은 조립 자동화 시스템요소와 시스템자체를 효율적으로 프로그래밍 하는 기술이다. 조립 자동화 시스템 요소로서는 조립 로봇, 조립 기계, 각종 센서 및 주변기기를 들수 있다. 프로그래밍 기술은 이러한 시스템요소 및 시스템 자체의 동작 프로그램을 컴퓨터에 의해 작성하기 위한 작업이 주 내용이 되며 최근의 생산시스템 유연화 요구와 컴퓨터 활용 요구에 의해서 기술 개발이 시작되었다.

센서 기술은 센서 응용 기술로서 조립시 조립 작업환경의 변화를 감지한후 이에 적응하여 조립 작업을 계속 효율적으로 수행하기 위한 기술이다.

조립 작업 환경변화는 조립 대상물 자체의 불균 일성, 조립 대상물의 고정오차, 조립용 장비(로보 트, 부품 공급기 등) 자체의 오차에 의해서 발생한다.

조립 자동화 장비 기술은 조립 자동화 시스템의 주요 구성요소를 개발 및 응용하기 위한 기술로서 로봇의 경우 고속·고정도화 기술, 타 주변기 기의 경우는 작업 유연성 및 신뢰성 향상 기술이 기술 개발의 초점이 되고 있다.

끝으로 제어 장치 및 시스템 기술은 자동화 시스템요소 및 시스템 자체의 최적제어 및 운용을 위한 기술로서 생산 시스템 내의 타 생산 부서 시스템과의 interface 기술도 포괄한다.

다음의 조립 자동화 기술 응용에서는 응용사 례를 가급적 상기 세부 기술로 그룹화 하여 기술 하고자 한다.

2.2. 조립 자동화 기술 응용

첫째 기술 응용 사례는 일본 전장의 자동차용 소형 릴레이 조립 합리화 사례로서, 생산 합리화에 미치는 조립 제품 설계 단계의 비중을 크게 고려하여 릴레이의 기능·품질을 유지한채 릴레이 모델의 통합, 일방향 조립성 부가, 형상의 단순화를 추진하여 그림 3과 같이 조립 자동화를 위한 새로운 릴레이를 개발하였다. 구조적으로 일방향 조립이 가능하도록 구조를 설계하였고 특히 기존 릴레이 제작의 35%를 점하는 릴레이 조정공정이 새로운 릴레이에서는 요구되지 않도록 즉 무조정 조립기술을 실현하였다. 새로운 생산라인의 cycle time을 0.9sec.로 최소화 하여 종래 생산에 비해

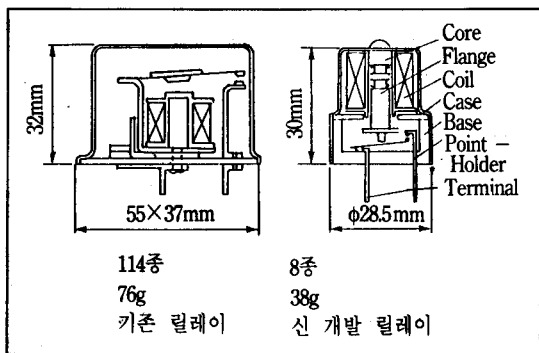


그림 3) 조립 자동화를 고려한 신 릴레이의 개발

9배의 생산성을 갖는 조립자동화 설비를 개발하였다[3].

센서 응용 기술 사례는 무척 다양한 여러 경우에 대해서 발표되고 있다. 비교적 최근의 시각 센서 이용 조립 사례는 Yaskawa의 로봇에 의한 로봇 조립(그림 4)으로서 시각기능을 갖는 조립 로봇이 작업장에 운반된 조립 대상물의 기종 판단 및 형상·위치를 인식하여 위치 보정을 하면서 정확히 정밀조립을 수행한다[4].

또 하나의 센서 응용 사례는 F/T센서 응용 자동차 엔진의 피스톤 조립 사례로서, F/T 센서는 피스톤 삽입 공정의 품질 확인 및 이상감지를 위해 사용된다(그림 5). 로봇에 의한 피스톤 삽입 공정은,

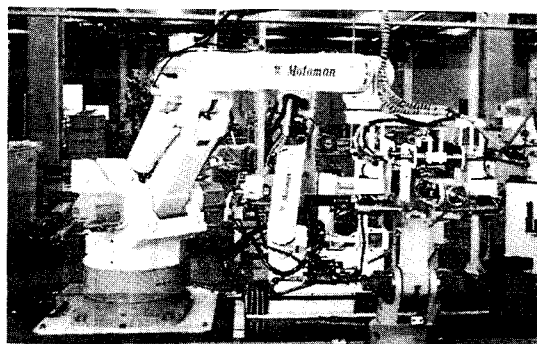


그림 4) 로봇에 의한 로봇의 조립

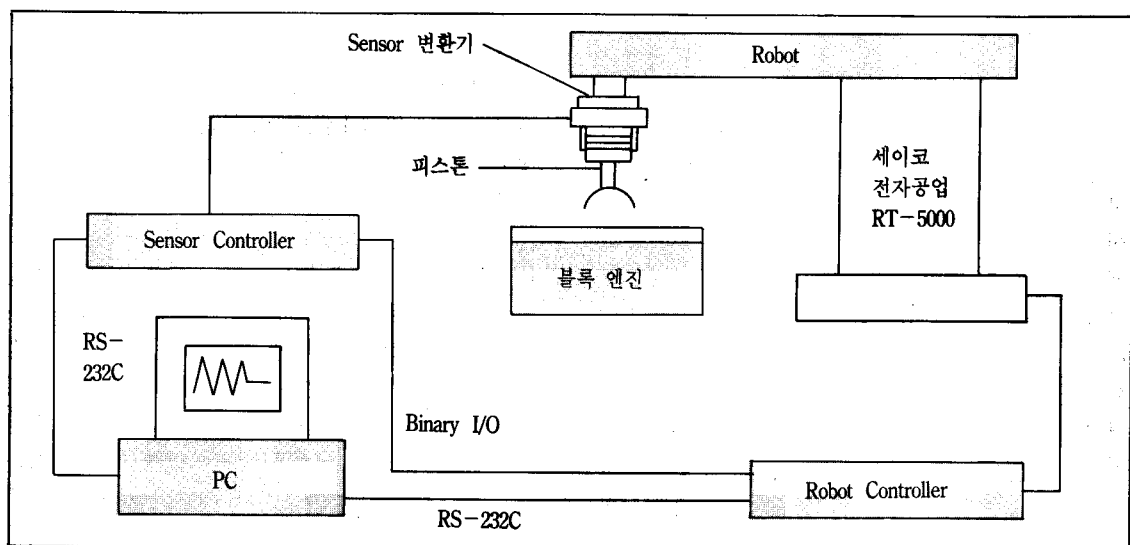


그림 5) 조립 시스템의 Block Diagram

- 피스톤 링이 정위치에 놓여 있는가?
- 피스톤 링과 피스톤 사이에 jamming이 없는가?
- 컨벡팅로드와 크랭크 샤프트가 충돌하지 않는가?

를 계속 확인 하면서 작업하게 된다. 즉 PC에서 피스톤링이 엔진 실린더에 삽입될 때의 힘과 모멘트 값을 해석해서 특정시간 범위에 있어서 힘의 peak 값에 따라 각 피스톤링의 유무와 삽입을 확인하고 있다[5].

조립 설비의 유연성 부가 사례는 Sony사의 SMASH system을 들수 있다[6]. SMASH system은 범용 조립 시스템으로 개발 되었으며 현재 VTR, 오디오 카세트 레코더 등의 기구부 자동조립 라인으로 가동되고 있다. 특히 조립용 4축 SCARA robot은 6축 터릿헤드를 탑재하고 있다(그림 6).

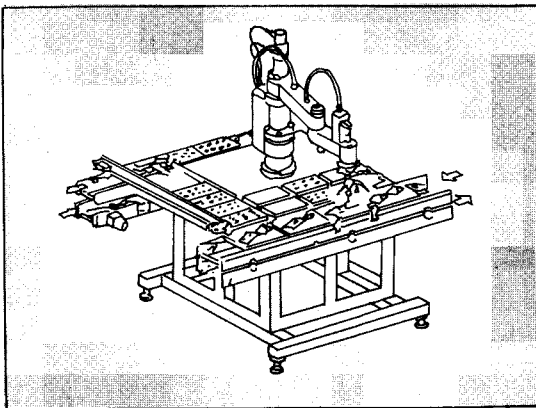


그림 6) 터릿 헤드를 갖는 로봇

터릿 헤드의 분할 구동은 통상의 전용 모터를 사용하지 않고, 베벨기어와 로봇 제4축(회전축)을 이용하므로 경량, 고속, 고정도 기능을 갖는다. 또한 개발시스템의 부품 공급은 매트릭스 모양으로 부품이 배열된 tray위에 의한 공급법을 개발하였다(그림 7). 본 부품 공급기는 특수 진동에 의해 다양한 부품을 tray의 정렬시키고, 적용 불가능한 부품들의 수가 작은점과 tray이외는 완전한 범용성을 가짐이 특징이다. 본 공급기는 6개의 부품 저장함과 6가지 설정이 가능한 3차원 진동모드에 의해 6개의 tray에 random하게 부품을 정렬 시킬수 있고 conveyor로 부터 tray를 입력 시킬수 있는

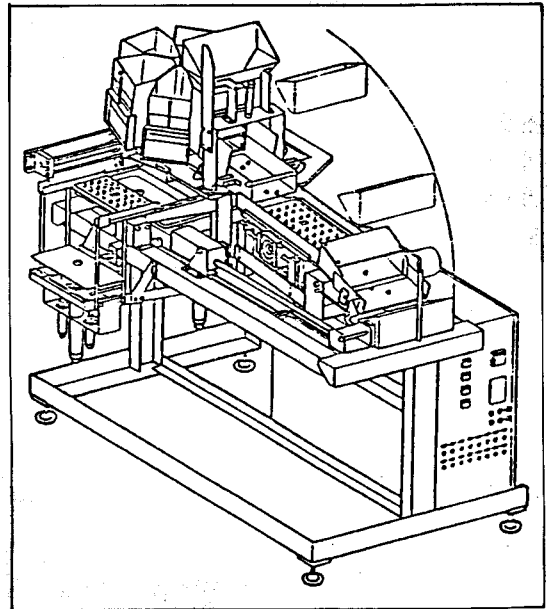


그림 7) 유연 부품 정렬 장치

기능을 갖는다. 또한 로봇에 부착된 hand에는 part확인 sensor가 있으므로 tray상의 부품정렬이 100%일 필요는 없다.

이상과 같이 세부 기술을 중심으로 기술 응용 사례를 열거 하였지만 하나의 조립자동화 시스템에 상기 세부기술을 동시에 적용한 사례도 있다 [7].

국내 실제 현장의 기술 응용 사례는 뚜렷히 보고 되지 못한 실정이고, 현장 응용 사례가 있다해도 대부분 전용기에 가까운 조립 자동화 사례나 국외에서 turn key base로 도입한 시스템이기에 이곳에 포함 시키지 않았다.

3. 국내의 기술 개발 동향

조립 자동화 기술 개발 추이는 가공 자동화 추이와 동일하게 이해할 수 있다. 즉 제품 수명 단축과 다양한 제품 수요에 대응하기 위해서 과거 대량 생산시의 전용 조립 자동화에서 유연 조립 자동화 기술로의 변화를 들수 있다. 본고에서는 조립을 위한 FAS 기술내지 CIM기술 개발에 주력하고 있는 국외 기술 개발 동향을 중심으로 기술하고자 한다.

3.1. 국외 기술 개발 동향

일본은 1980년도 초에 FAS(flexible assembly system)가 등장하기 시작해서 10년에 걸쳐 자동조립 라인에서 로봇은 필수 요소가 되었고 동시에 신뢰성과 성능이 확인되었다. 반면 로봇의 성능과 투자에 대한 생산 line의 생산성, 유연성 간의 관계로 부터 로봇의 한계 또한 분명해졌다. 이를 해결하기 위해 로봇 자체 뿐 아니라 부품 공급의 유연성부가, 조립성을 고려한 제품설계 등에 의해 생산라인의 다중활용을 도모하고 있다. 이러한 유연 자동화를 위한 기술은 대부분 실제 시스템 수요업체인 기업중심으로 개발이 이루어지고 있다. 최근 부품설계는 부품 조립성 뿐아니라 부품의 안정적 공급성 관점에서 검토되고 있으며 line side 가공에 의한 부품의 직접공급은 부품공급 문제 해결수단의 하나로서 시도되고 있다[8]. 즉 조립라인 옆에 press기를 설치해서 소재에서 press된 부품을 handling unit가 직접 꺼내서 조립작업을 수행하는 방식으로 부품 정렬이 요구되지 않고 가공 초과량도 방지 할 수 있다.

또한 이러한 자동화 기술 및 시스템 개발시 대부분의 대기업은 기업 고유의 방법으로 최적 시스템 내지 기술의 자체 개발을 철저히 추구하는 것이 큰 특징이라 하겠다. 이러한 자체 개발 사

례로서 최근 Fuji Elec.의 전자 개폐기 자동조립 CIM시스템 개발 전략을 소개하면 그림 8과 같다 [9].

유럽에서는 유연 자동조립 기술 응용을 통한 세계시장에서의 유럽 경쟁력을 높이기 위한 국제 공동 프로젝트(FAMOS)가 1986년에 만들어 졌다 [10]. 이 프로젝트 수행을 위해서 7개국 공동운영위원회가 만들어졌고, 이 위원회는 각 참가국에서 한사람의 운영위원과 한사람의 연구책임자를 선임하여 구성된다. 선임된 운영위원은 해당국가의 관심과 책임 및 자금부담을 다루고 선임된 연구 책임자는 학계 또는 기업체의 관련기술 전문가이다(그림 9). 각국의 연구 책임자는 각국의 독자적 연구팀을 이끌어 가며, 각 연구팀은 프로젝트 및 기술 관련 정보처리, 조립기술에 연구 방향을 맞추어 가는 것, 과제 및 연구 중복 최소화와 공동연구 추진등을 담당한다.

FAMOS 프로젝트의 특징은 실제적 이익을 보장하는 실제 상품을 만들 수 있는 유연조립 자동화 시스템을 만드는 데 있다. 즉 ESPRIT, ALVEY, BRITE, RACE 등의 첨단기술 개발 계획이 주로 실제 상품과 직결되지 않는 연구 중심의 프로젝트이지만 FAMOS는 최근 첨단기술의 응용을 통한 고자동화 및 고유연 조립 중심 생산시스템을 발굴 실현시켜 고품질 저가 상품 생산을 통해 유럽에서

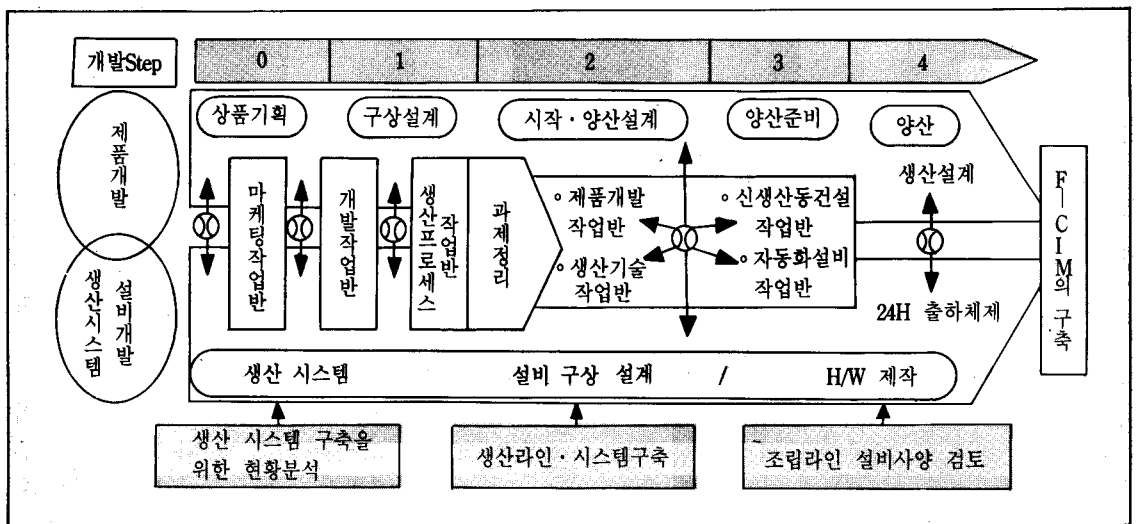


그림 8) F-CIM 시스템의 개발 전략

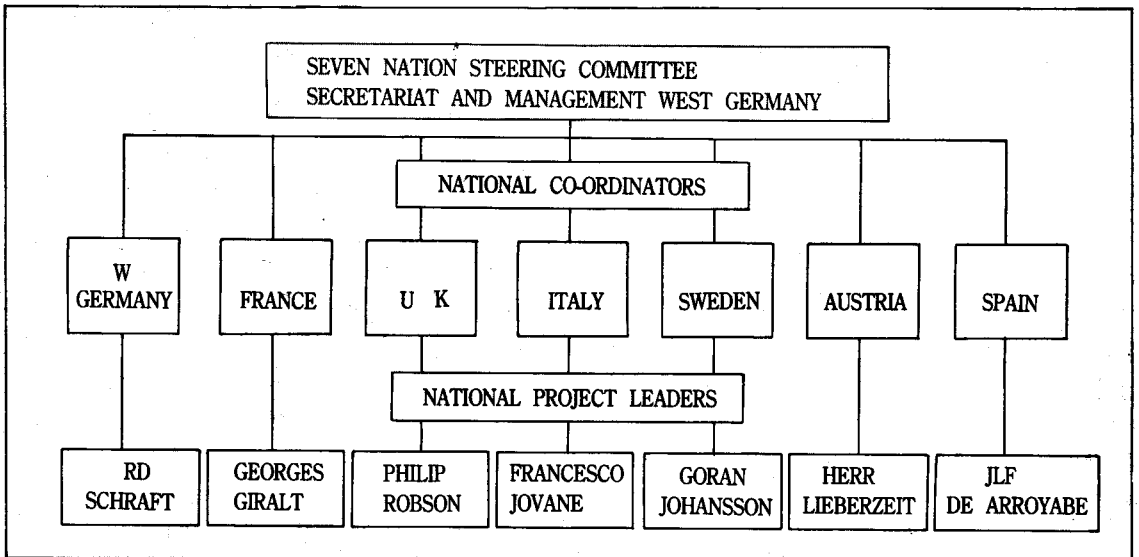


그림 9) FAMOS 추진조직

Nation	Project
FRANCE MERLIN GERIN (ARIA)	High performance assembly line for a range of low voltage industrial circuit.
FRG ROBERT BOSCH GMBH	Pilot CIM plant for the robot assembly of components for flexible automation.
ITALY FIAR TELETTRA Spa (IDEAM)	Flexible assembly cell for refrigerator compressors. Integrated design with engineering and automated manufacturing.
SPAIN STANDARD ELECTRICA S. A.	Flexible manufacturing cell for telephone sub-set assembly.
U. K. PERKINS	Flexible high volume, high variety mechanical product assembly facility, suitable for engine/transmission application.

그림 10) FAMOS의 1차년도 Pilot Project

신규산업창출 및 사양 산업 회복이 주 목적이다. 첫째에 관련 산업 분야의 의견 취합 및 개별 기업요구를 통해 약 100개의 과제가 제안되었고 그중에서 실제 수행 프로젝트로 결정된 것은 그림 10과 같다. FAMOS를 통해서 개발된 실용기술은 각 산업분야에 최대한 적용시키기 위해 각 참가

국에 소개되고 공유된다.

이상과 같이 정부, 기업, 관련 학교 및 연구소가 상호 적극적으로 협력하고, 유럽내의 국제 공동 노력을 통해 관련기술 개발을 주도하고 있음을 알수 있다.

미국의 경우 일본과 같이 개별기업 중심으로

관련기술의 독자적 개발을 추진하고 있지만 관련 기술의 개발과 응용사례가 일본의 경우에 비해 활발히 보고 되지 못하는 실정이다. NSF지원으로 Uni. Cincinnati에서 수행한 "Research Opportunities in Flexible Assembly" 프로젝트는 국가 차원의 이분야 관심으로 이해될 수 있다[11].

3.2. 국내 기술 개발 동향

국내의 경우 FAS 내지 조립의 CIM 기술 개발이 큰 비중을 갖고 기업, 정부 혹은 학·연 주도로 추진되지 못하고 있는 실정이다. 여러 이유가 있겠지만 먼저 우리의 제품 생산 형태가 국내 고 유제품 설계 기술 부족으로 다품종 소량형태로 옮겨가지 못하고 있으며 조립 자동화의 현실적 추진을 가능케 하는 부품 가공 기술이 아직 안정화

되지 못한 점을 들수 있다.

기업에서는 유연조립 자동화 이전단계인 전용 자동화 문제가 현안과제이다. 이 경우에도 기업 측의 생산 계획 일정을 국내 자동화 시스템 개발 업체가 만족시킬 수 없어 일본의 자동화 설비업체에 의존하고 있는 실정이다. 따라서 관련 요소 기술에 관한 연구가 기업과의 공동연구가 아닌 주로 학·연 측 주도로 수행되고 있다.

비교적 프로젝트 규모가 큰 이분야 연구로서는 과기처 지원하에 KIMM과 KIST가 공동 수행한 "조립 자동화 시스템 개발('89~'91)"을 들수 있다 [12]. 프로젝트는 개발 기술의 성격상 유연 조립 기술과는 거리가 있지만 국내 기술진에 의해서 산·학·연 협동으로 국가 차원의 조립 과제를 발굴하고 조립 자동화 시스템의 독자적 설계 및 제작을 수행한 점은 기술 개발상 큰 의의가 있다

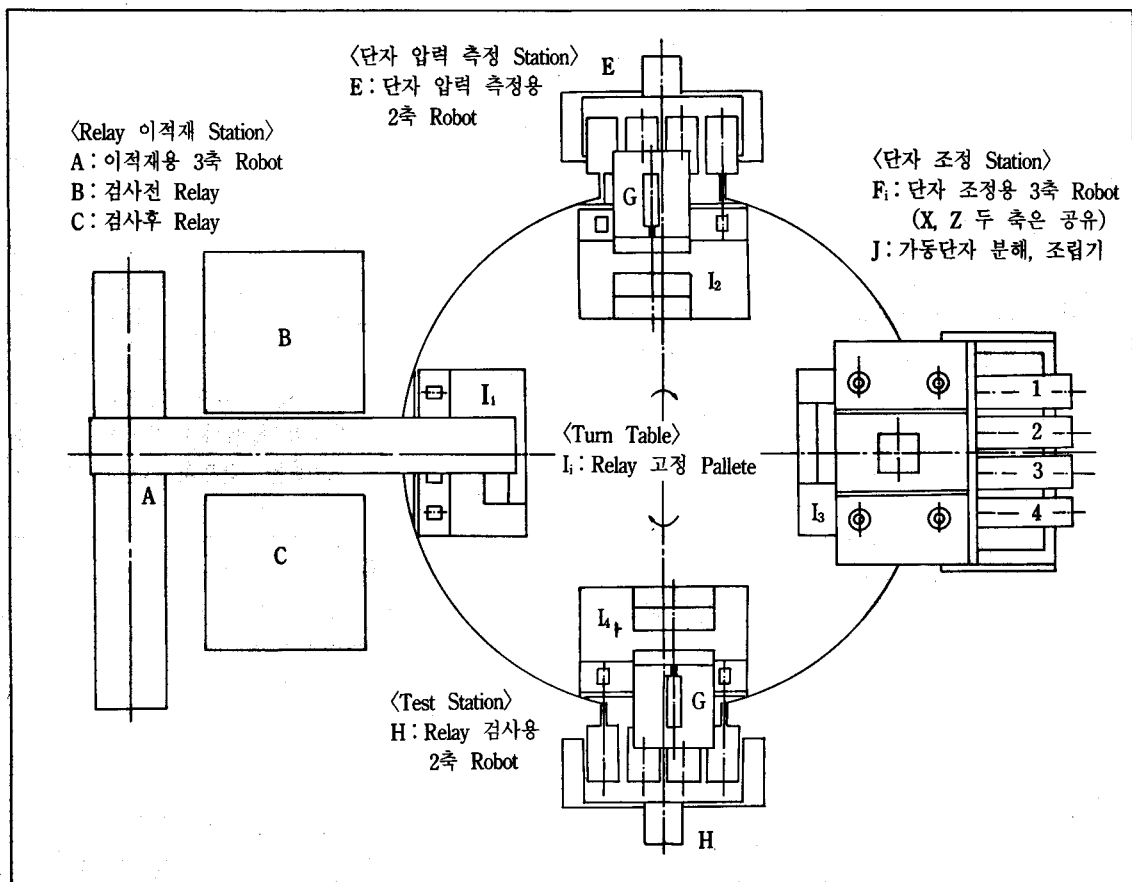


그림 11) 릴레이 조정 및 검사 자동화 시스템

하겠다. 본 과제 수행시 KIMM과 KIST는 주로 relay, switch, power window motor등의 자동조립을 위한 설비의 설계·제작에 주력하였고 KAIST와 부산대는 robot 조립 작업장 요소선정 전문가 시스템, 조립 자동화를 위한 제품 설계 기술 개발을 전담하였다(그림 11).

학교측의 연구로서는 관련 인력 및 장비가 가장 많이 집결된 KAIST와 서울대의 연구를 들수 있다. KAIST에서는 조립셀 및 시스템의 최적 설계 및 셀 요소의 고기능화 관련 연구를 주로 수행하였고 [13, 14, 15], 서울대에서는 조립셀 및 컨베이어 벨트 시스템의 최적 운용 및 제어 관련 연구를 주로 수행하였다[16, 17]. 이외에도 국내 대학 및 연구소에서 수행한 연구가 몇건 보고되었으나 국내 기술 개발 추이만 보이는 것이 본질의 목적이므로 이곳에서 상세히 열거하는 것을 약하였다[18].

4. 기술 개발 전략

전술한 기술개발 동향에서 알수 있듯이 국내의 경우 아직 이분야 기술개발을 위한 포괄적 계획이 수립되거나 이를 위한 주체 기관도 없는 실정이다. 타 분야에서 이미 경험했듯이 이 분야 기술 개발을 시장경제 원리에만 맞기면 지금 까지의 기술 종속 나아가서 후발국에의 국내·외 시장 잠식의 우려도 크다. 왜냐하면 조립 자동화 기술을 가능케 하는 설비들은 타 FA기기들과 마찬가지로 한 나라의 기간 산업들 중 가장 영향이 큰 기간

산업으로 최근 인식 되었기 때문이다.

이 분야 기술 개발의 중요성이 크게 인식된 상황에서 국내 기술 개발 전략으로서 “기술 개발의 위험부담과 개발 기술 사용의 위험 부담을 일정 기간 정부 지원하에 경감”시키는 것이 일차적으로 중요하다고 생각한다. 즉 “기술 개발의 위험을 줄이기 위한 한 방법”으로서 정부 자금 지원과 관련 연구소·학교 인력 활용을 통해 “자동화 시범 사업”을 추진하는 것이다. 이때 추진 할 자동화 대상 공정은 국가 차원의 시급성을, 즉 특정 산업분야의 사양화내지 지속적 비교 우위 유지 필요 분야, 고려해서 선정해야 하며 직접 관련되는 업체는 공동개발의 의지로서 일정비율의 기술 개발 비용을 담당해야 한다(그림 12). 이러한 자동화 시범 사업을 통해 최적 자동화 시스템 설계 능력을 축적하고 이 축적된 기술에 의한 관련 컨설팅 회사가 육성되어야만 선진국의 자동화 설치 현장을 견학한 후 주먹 구구식으로 자동화 시스템을 도입해온 방식에서 탈피할 수 있다고 본다.

“개발 기술 사용의 위험 부담을 줄이는 정부 차원의 지원”은 기술 개발 위험을 줄이기 위한 정책보다 오히려 중요하다고 생각한다. 미국이 로봇트를 먼저 상품화 하고도 현재 일본 로봇트 산업의 최대 수요처로 전략한 것은 개발 기술 사용의 위험 부담을 시장 경제 원리에 의거 개발 기술 사용업체에만 맞긴 것도 하나의 큰 원인이라고 생각한다. 즉 개발 기술이 가격과 신뢰성 면에서 어느정도 안정화 될때까지 요구되는 기술 수요자의 경제적 손실을 정부차원에서 분담해

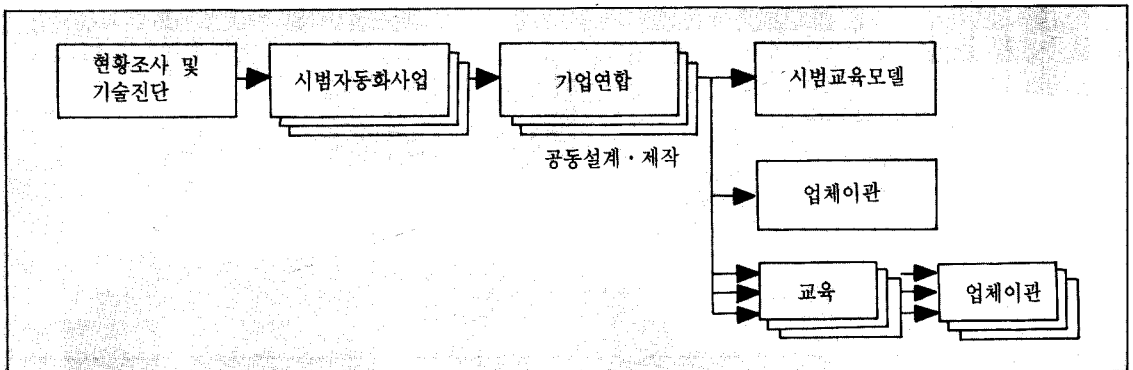


그림 12) 자동화 시범 사업

주는 지원책이 절실하다.

즉 기술 수요가 지속적 유지내지 확대되어야만 지속적 기술 개발로 이어져 외국기술 의존의 고리와 외국기술 제휴업체의 대리전 상태에서 벗어날 수 있다고 본다.

또한 조립 제품과 조립 자동화 기계의 독자적 설계·제작 능력없이 추진되는 조립자동화는 생산 합리화 관점에서 지극히 제한된 자동화 성과만 가져오므로 기계·부품류의 독자적 설계·제작 기술이 직접적으로 조립 자동화 기술에 큰 영향을 미치고, 조립 작업은 상호 결합되는 부품들의 가공정도 및 균일도를 일정 수준이상으로 유지해야만 경제성 있는 조립 자동화를 추진할 수 있으므로 조립 자동화 기술은 속성상 조립 부품들 품질 수준 이상의 실용적인 기술로 발전되기 어렵다. 그러므로 상기 자동화 시범 사업은 낙후된 국내기계·부품류 설계 제작 기술향상 및 낙후된 중소기업 기술 향상을 위한 장기적 방안과 연계하여 꾸준히 추진되어야 한다고 본다.

5. 결 론

최근의 조립 자동화 기술 개발 추이 및 동향은 이분야 선진국의 경우 FAS내지 조립 CIM에 치중하고 있으며 이분야 기술 후반국들보다 오히려 신기술 개발과 기술의 실제 적용에 더욱 노력하고 있음을 알 수 있다. 반면 관련 기술 후반국으로 우리는 이분야 기술 수요빈약으로 인해 기술 개발 환경이 열악하므로 제조업 경쟁력 강화 차원에서 정부차원의 지원책이 크게 요구되는 실정이다.

한편 본고에서는 조립 자동화 기술범위 중 H/W 기술 중심으로 기술함에 따라 조립자동화 S/W 기술에, 즉 지능 조립 계획, 컴퓨터를 이용한 조립 시스템의 지능 설계, 조립 시스템의 시뮬레이션과 스케줄링 등, 관한 기술 개발 추이가 지면 제한상 언급되지 못하였다. 언급된 기술 개발 추이를 토대로 제안된 국내 기술 개발 전략인 자동화 시범 사업을 추진 할때 현재 선진국에서 추진중인 기술 개발만 고집 할수 없으며 현재 우리 실정에서 요구되는 전용 조립 자동화 기술개발과 유연조립 자동화 기술을 병행해서 추진하는 것이 보다 큰

연구투자 효과를 가져올 수 있다고 본다.

또한 조립 자동화 기술은 타 기술분야에 크게 의존하므로 가격 경쟁력 회복 일환으로 수단과 방법을 안가린 단기적 가시적 자동화를 상수에만 집착한 대응책은 오히려 과대한 자동화 설비 수입을 촉진하여 무역수지 개선과 제조업 경쟁력 향상에 부정적 효과만 가져올 수도 있다. 따라서 낙후된 기계·부품류 설계 제작 기술향상 및 중소기업들의 낙후된 기술 수준 향상을 위한 장기적 방안의 강구와 병행하여 국내현실에 적합한 경제성 있는 조립 자동화 기술개발이 산·학·연 공동노력으로 계속 추진되어야 한다. 그리고 취약한 국내 FA기기 및 자동화 전문 업체 육성과 상기 낙후된 기반기술의 효율적 개발을 위해 국내 대기업과 중소기업, FA수요업체와 공급업체 사이에 기술협력·공유 분위기가 확산 되어야만 장기적 공동이익을 얻게되어 종국적으로 국내 및 세계 시장에서 함께 성장할 수 있다고 생각한다.

참 고 문 헌

- [1] B. Frankenhauser, "Montage von Schlaeuchen mit Industrierobotern," Springer-Verlag, Uni. Stuttgart Diss. 1988.
- [2] M. Miese, "Systematische Montageplanung in Unternehmen mit Einzel-und Kleinserienproduktion," T H Aachen Diss., 1973.
- [3] 福井勝昭, "生産の自動化を考慮した自動車用小型りしーとその組立合理化", 日本機械學會 第626回講習會, 1986.
- [4] K. Takamori, "The CIM System Where Computers and Robots Make Robots," Robot No. 83, p. 77-83, 1992.
- [5] 高木哲夫, "6軸力覺センサとその生産現場への適用技術, 自動化技術, 第21卷 第3號, p. 57-61, 1989.
- [6] S. Kosugi, "High-Speed Assembly Robot with Multi-Functional Peripheral Equipment and its Application Examples," Robot Nr. 60, p. 55-61.
- [7] S. Hara, K. Azuma, K. Hironaka, "Development of the Flexible Parts Feeding System," 4th Inter. Con. on Assembly Automation, p. 231-242.

- [8] “どこまで進む組み立ての自動化 部品供給法と設計變更で 突破口,” NIKKEI MECHANICAL, p. 14-29, 1989.
- [9] Y. Satomura, K. Fujita, “F-CIM for Magnetic Starters,” Robot No. 83, p.70-76, 1992.
- [10] C. Myers, “FAMOS reversing the Decline in European Manufacturing,” Developments in Assembly Automation, p. 109-116, 1988.
- [11] A. H. Soni, D. P. Sathyadev, “Research Opportunities in Flexible Assembly,” 10th Inter. Con. on Assembly Automation, p. 249-253.
- [12] 국금환, 김문상, 홍예선, 강무진, 조형석, 목학수, “조립 자동화 시스템 개발 [I] [II],” 1990, 1991.
- [13] 이재혁, 유범재, 변증남(KAIST), “자동조립 시스템을 위한 진단 기능을 갖는 구조적 관리제어,” KACC, p. 349-352, 1988.
- [14] 박용길, 최현영, 조형석, 권대갑(KAIST), 박윤근(KIT), 김완수(삼성전자), “로봇트를 이용한 컨베이어 상에서의 연속 이동 조립,” KACC, p. 211-215, 1989.
- [15] 임태균, 김종형, 조형석(KAIST), 김성권(삼성전자), “보울 피이더에서 신경회로망을 이용한 부품 자세 인식에 관한 연구,” KACC, p. 275-280, 1990.
- [16] 김대원, 고명삼, 이범희(서울대), “지식 베이스를 이용한 로봇틱 조립셀의 모델링과 운영관리를 위한 프레임 워크,” KACC, p. 374-379, 1988.
- [17] 홍지민, 김대원, 이범희, 고명삼(서울대), “로봇틱 조립셀의 모델링 및 시뮬레이션에 관한 연구,” KACC, p. 411-416, 1990.
- [18] 김성수, 서기성, 이창훈, 우광방(연세대), “조립 작업에서의 생산 계획 수립을 위한 지식 베이스형 제어기의 설계,” KACC, p. 514-518, 1990.