

## F.A의 연구 개발 동향

卜 增 男\*, 申 有 植\*\*

韓國科學技術院 電氣 및 電子工學科 教授(工博)\*, 大學院\*\*

## I. 序 論

1970년대 초 오일쇼크를 분기점으로 하여 세계 경제가 고도성장의 시대에서 저성장의 시대로 옮겨감에 따라, 각 기업들은 상품의 코스트 다운(cost down) 및 소비자의 다양한 욕구를 만족시키기 위한 다품종 소량 생산 체제로의 전환을 위하여, 생산 설비의 자동화, 강력화, 고속화 및 유연화를 생각하기에 이르렀다.

한편 급격히 발전되어온 반도체 기술에 의한 저가격 대용량 메모리의 출현, 값싼 마이크로 컴퓨터의 등장 및 컴퓨터 기술의 발달은 이러한 기업의 요구와 결합되어 공장자동화(factory automation 이하 FA라 함)는 종래의 단순하고 국부적인 자동화에서 복잡 다양하고 광범위한 전체 공장자동화(total FA)로 발전되어 가고 있다.

FA란 넓은 개념으로는, 수주에서 물품 출하까지의 일체의 생산활동, 즉 설계, 가공/처리, 조립, 시험/검사, 반송/보관 및 생산관리/제어 등의 제 기능을 효율적, 유기적으로 결합시키는 시스템 기술을 의미하며, 좁은의미에서 FA란 제품을 만드는 실체에 있어서 생산공정 또는 계측제어의 자동화 혹은 설계 자동화등의 제기능간의 유기적 결합이 없는 상태로의 국부적인 자동화를 의미하기도 한다(그림 1 참조).

전자의 경우, FA의 궁극적인 목표는 무인화 공장이 그것이며 이에 상당한 투자가 요구되는 반면에, 후자는 기존 설비를 바탕으로 하여 단순한 기능의 자동화에서부터 출발하므로 소규모의 초기자본으로 시작될 수 있는 점이 특색이다.<sup>[1]</sup>

이 글에서는 FA 기구의 발전 경향 및 형태를 살펴봄으로써 FA 기술 개발의 방향에 대하여 검토 하고자 한다.

## II. FA의 기술 형태

## 1. 간이자동화와 PC

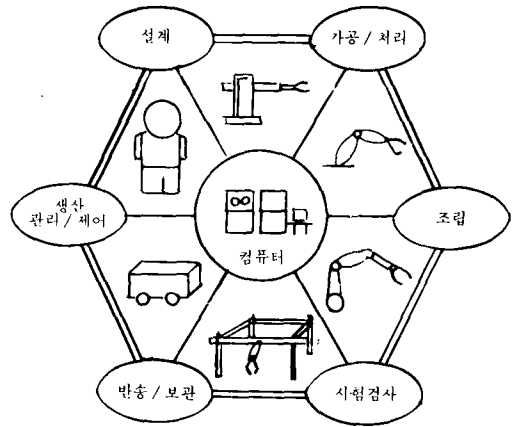


그림 1. 공장 자동화 개념도

FA의 가장 작은 규모는 간이자동화의 형태로 나타난다. 간이자동화란 기존의 생산설비중 단순기능을 기계화함을 의미하며, 초창기에는 유점접 릴레이가 사용되다가 1970년초 프로그래머블 컨트롤러(programmable controller · 이하 PC라 함)가 등장하면서부터 점점수가 약 10개를 넘는 공정에는 거의 PC가 사용되어 오고 있으며 FA 시스템 구축의 중추적인 역할을 맡고 있다.

한편 미래 FA시스템에서도 핵심적 자동화 요소가 될 PC의 개발추세는 다음과 같다.<sup>[2]</sup>

첫째, scan cycle time이 단축되고 좀더 다양한 scan cycles가 제공 될 것이며, 둘째, UNIX와 같은 표준화된 PC 운영시스템(operating system)이 등장되어 응용 프로그램의 상호 호환성을 꾀하며, 셋째, 비례 미적분(proportional integral derivative)제어 및 고도화된 제어 알고리즘이 내장되며, 넷째, 사용에 편리한 BASIC형의 언어가 등장되어 프로그래밍 유닛으로

IBM-PC/XT와 같은 퍼스널 컴퓨터를 사용하게 되며, 다섯째, RS-232나 RS-422 통신 방식에 따른 외부와의 통신기능의 보강, 여섯째, 수학적 연산기능이 보강될 것이며, 마지막으로, MAP(manufacturing automation protocol)<sup>[3]</sup> 기준과의 상호 호환성을 추구하는 방향으로 개발되어 가고 있다.

## 2. 수치제어 기계 및 로봇

수치제어 기술(numerical control·이하 NC라 함)은 1949년 MIT에서 J. T. Parsons의 개념을 바탕으로 두축 point-to-point 운동 시스템의 개발이 효시가 된 후<sup>[4]</sup> 미국 및 일본을 주축으로 꾸준히 연구 발전되어 1965년에는 수치제어 시스템의 표준화가 이루어졌으며, 현재 NC 자체의 기술은 실로 포화상태라 할 수 있다.

그러나 최근들어 일기 시작한 FA의 필요성은 NC장치로 하여금 다양한 레벨의 관리기능(supervision)을 추가 요구하고 있으며 이를 요약하면 다음과 같다.<sup>[5]</sup>

첫째, 파트 프로그램(part program), executive화일, setup 정보, tooling화일 및 offset 데이터 화일등의 호스트 컴퓨터 시스템과의 상호 교환기능(file transfer)

둘째, 호스트 컴퓨터로의 NC 장치의 상태, 즉 에러 상태, part counts 및 기계신호의 상태의 자동 보고 기능(automatic status reporting)

셋째, 호스트 컴퓨터와의 human-readable한 형태의 메시지를 상호 교환할 수 있는 전자 우편기능(electronic mail)

마지막으로 호스트 컴퓨터로부터의 파트 프로그램(part program)의 수행 및 화일 manipulation등의 원격 제어 기능(remote control)의 전체적 FA(total FA)를 위한 네트워크(network)기능의 추가가 요구된다.

한편, 산업용 로봇은 FA가 요구하는 유연성(flexibility)을 충족시키기 위하여 1950년대 말 미국에서 최초로 Unimate가 제작된 이후, 1960년대 말 미국으로부터 기술을 제공받은 일본 및 유럽 각국을 중심으로 꾸준히 연구 개발되어 현재는 상당수의 산업용 로봇이 인간의 노동을 대신하고 있다.

현재까지 로봇 연구는 로봇의 운동(robot motion) 즉, kinematics, dynamics 및 control등이 중점적으로 연구되어 왔으나 궁극적으로 FA의 한 구성원으로서 FA의 현장에서 보다 효율적, 효과적으로 인간의 일을 대신 하기 위해서는 AI(artificial intelligence)에 바탕을 두고 고도의 신뢰성(reliability), 고속성(high speed), 현장 적응성(adaptability), 저가격

(low cost) 및 사용의 편리함(easy of use)을 갖춘 지능 로봇(intelligent robot)의 연구 및 개발이 필요로 되고 있으며<sup>[6]</sup> 이를 위하여

첫째, 콘트롤면에서 궁극적으로 빠르면서도 정밀하며 robust한 제어방식의 연구

둘째, 정돈되지 않은 환경하에서도 움직일 수 있는 로봇 개발을 위한 유동성(robot mobility)의 증대에 관한 연구

셋째, 작업환경에서의 적응을 위한 적응성(adaptability)증대 및 접촉, 비접촉 센서의 개발과 로봇에의 응용에 관한 연구

넷째, 복잡한 로봇 시스템에 효율적으로 운전하기 위한 로봇 언어 및 off-line programing에 관한 연구

다섯째, AI기법에 바탕을 두고 자동적으로 문제를 풀어갈 수 있는(problem solving) 문제 해결의 지능에 대한 연구가 추진되고 있다.

## 3. 시각장치 시스템

1970년대부터 일기 시작한 시각장치 시스템(machine vision system)은 1970년대 후반의 반도체 제조 기술의 급격한 발달에 힘입어 최근들어 급격한 발전을 거듭하고 있다.

초기의 시각 시스템은 생산 현장에서의 자동 검사나 자동 조립등을 위하여 일반성을 희생하고 그 용도를 사용 환경에 최적화 시킨 전용 시각 시스템이 주종을 이루었으나, 1980년에 접어들어 강력한 마이크로 프로세서 및 저 가격의 반도체 소자의 출현에 자극받아 전용성을 탈피한 범용 시각 시스템이 개발되고 있다.<sup>[7]</sup>

그러나 시각 시스템은 아직도 가격면에서 상당히 고가의 장치로서 좀더 많은 응용의 확산을 위하여 가격면이나 기술적으로 해결되어야 할 많은 문제점을 내포하고 있으며 이를 위하여

첫째, 좀 더 해상도가 높으며, 공간적 일그러짐이 적고 소형 경량화 및 저가격의 광학 시스템에 관한 연구가 진행되고 있으며

둘째, 실시간(real-time)처리를 위한 저가격의 시각 프로세서의 개발에 관한 연구 및 방대한 화상 데이터의 신속한 처리를 위한 pipeline processing 방식의 컴퓨터 구조에 대한 연구

마지막으로 보다 넓은 화상 처리 시스템의 응용 확대를 위한 삼차원(3D) 회상 처리 시스템에 관한 연구와 색 센서(color sensor)의 개발 및 이를 응용한 시각 시스템의 개발이 추진 되고 있다.

#### 4. FMC와 FMS

프렉시블 메뉴팩처링 셀(flexible manufacturing cell 이하 FMC라 함)이란 수치제어 공작기계에 로봇트를 부착시켜 운영되는 넓은의미의 FA의 기본단위로서, 다품종 소량 생산 체제에 대처하기 위한 유연한 생산 시스템이며, 다시 여러 FMC는 자동공구 교환이 가능한 머시닝 센터(machining center·이하 MC라 함), 무인차 및 자동창고 시스템 그리고 전체를 통합 관리 제어하는 컴퓨터 시스템으로 구성되는 프렉시블 메뉴팩처링 시스템(flexible manufacturing system·이하 FMS라 함)으로 진보되어 왔다.

한편 FMC 및 FMS의 기술개발이란 결국 FMC나 FMS를 구성하는 각 기계요소의 기술개발로 귀착되며 이는 다시 다음과 같이 분류될 수 있다.

첫째, FMC 및 FMS는 단일 유닛이 아닌 시스템 기술이므로, 기본설계시에 생산공정을 효과적, 과학적으로 파악하여 그룹지을 수 있는 도구의 개발과<sup>10)</sup>

둘째, 수치제어 공작기계, MC 및 로봇트등 구성요소의 지능화 및 고속 정밀화로의 발달 및 이를 지원하는 각종 센서의 새로운 창출과,<sup>11)</sup>

셋째로 전체 시스템을 효과적으로 통합 관리 제어할 수 있는 컴퓨터 분야의 하드웨어 및 소프트웨어 기술이 FMC 및 FMS의 확산을 파급시킬 것이다.

#### 5. CAD/CAM

CAD란 computer aided design이란 용어의 첫 글자를 조합한 말로서, 1959년 미국 MIT 공대에서 처음 시작된 CAD 프로젝트가 효시가 되었으며 그후 컴퓨터 기술, 디스플레이 디바이스(display device), 라이트 펜(light pen), 디지털타이저(digitizer), 및 마우스(mouse)등의 입력 장치의 개발과 더불어 대형 컴퓨터나 중형 컴퓨터를 중심으로 꾸준히 발달되어 왔으며, 최근에는 퍼스날 컴퓨터를 중심으로 한 값싼 이차원 CAD 시스템이 등장하기에 이르렀으며, 중형 컴퓨터 이상에서의 CAD가 퍼스날 컴퓨터를 중심으로한 CAD에 비하여 하드웨어적으로 우수한 성능을 지녀도, 그 성능 차이를 가지고 가격차이를 현재로서는 충분히 설명할 수 없으므로 중형 CAD는 점진적으로 고도의 소프트웨어를 부가하는 방향으로 추진되어 가고 있다.

한편 CAM이란 computer aided manufacturing의 약어로서, 1960년경 수치제어 공작기계용 자동프로그램밍 시스템 개발을 출발점으로 하여 CAD에 의하여 산출된 도면의 데이터의 데이터 베이스(data base)로부터 그 결과를 직접 사용하여 제조 공정으로 연결시

키는 개념을 의미하며, 이분야는 1960년대 이후의 꾸준한 발달에도 불구하고, 사용공구, 가공시 공작물의 자세, 작업순서, 공구의 경로, 가공시 피공작물과의 간섭등의 이른바 작업설계(operation planning)까지 도출할 수 있는 시스템이 개발되기까지는 아직도 미흡한 상태이며 앞으로는 이를 보완하는 방향으로 개발되어 갈 것이다.

#### 6. FA에의 AI응용

인공지능(artificial intelligence·이하 AI라 함)이란 기계로 하여금 합리적 사고 및 판단을 가능케하며 심지어는 학습(learning)을 가능케 하기 위한 과학의 한 분야를 일컬으며, 최근들어 LISP 기계의 출현과 함께 로봇트등 FA기구의 지능증대 및 전체적 FA(total FA) 상황하에서의 복잡한 시스템의 신속 정확한 fault 감지 및 진단(diagnosis)을 위한 실시간 산업 전문가 시스템(real-time industrial expert system)이 시도되고 있으며 FA에의 실시간 진단기능의 중요성으로 미루어 앞으로도 FA에의 AI의 응용은 AI분야의 발달과 함께 더욱 더 확산되어 갈 것이며<sup>12)</sup> 이를 위하여

첫째, 의학등 기타분야의 전문가 시스템과 달리 FA에서의 전문가 시스템은 실시간(real-time)으로, 공장내 분산되어 있는 FA기구로부터의 정보를 수집할 수 있어야 하며

둘째, 수집된 정보로부터 실시간(real-time)으로 판단을 내릴 수 있도록 inference engine이 설계되어야 하며

마지막으로 전문가기술자가 쉽게 knowledge base에 접근하여 지식을 전달 가능케 하기 위하여 easy-to-use한 human 인터페이스도 개발되어야 한다.

### III. FA기술의 향후 방향 및 문제점

향후의 FA는 앞서 언급된 FMS와 CAD/CAM이 결합되어진 형태, 즉 설계에서 제조까지의 전 공정이 통합되어 제어되는 전체적 FA(total FA)로 진전되어 갈 것이며, 이는 다시 사무실내에서의 사무자동화(office automation)와 기존의 EDPS(electronic data processing system)과 결합되어 시장 수요정보에 토대를 둔 생산계획과 직결되어 가는 전체적 네트워크의 구성으로 발전되어 가고 있다(그림 2 참고).

한편, 그러나, 이러한 시스템이 효율적으로 운영되기 위하여 다음과 같은 선결 문제가 해결되어야 할 것이다.

첫째, FA기기를 구성하는 하드웨어의 표준화가 추

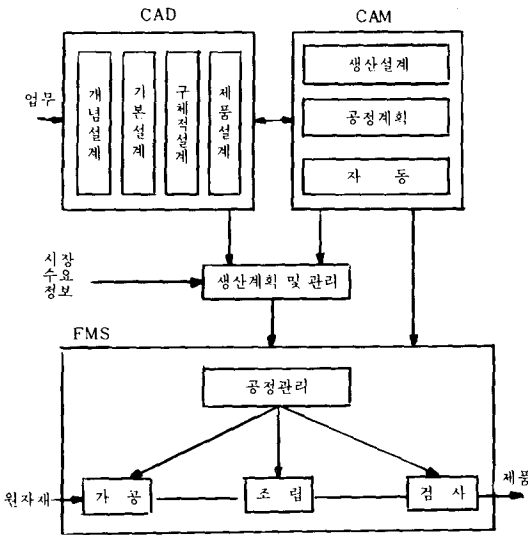


그림 2. 전체적 FA(total FA)의 구성도

진되어 FA기기의 설계, 유지 보수비의 절감등이 도모 되어야 하며,

둘째로, 다양한 FA기기로 구성된 네트워크를 효율적으로 연결할 수 있는 표준화된 통신 프로토콜(protocol)의 제정이 시급히 정립되어야 할것이다.

IV. 結 論

FA기술의 구성요소 기구인 프로그래머블 콘트롤러(PC), 수치제어 장치(NC), 로봇, 시각장치 시스템, FMC, FMS, CAD/CAM, 산업용 전문가 시스템(industrial expert system) 및 이들을 통합한 형태의 전체적 FA(total FA)시스템의 기술현황, 앞으로의 방향 및 문제점들에 대하여 간략하게나마 검토하였으며 상세한 내용이 본 특집을 통하여 후술될 것이다.

통합시스템 양상으로서의 FA는 앞으로도 더욱 더 본격화되어 갈 것이 확실시되며, 미래에 닥쳐올 FA에 자연스럽게 대응하기 위하여 산업계나 학계에서는 부정

적인 마음가짐보다는 긍정적인 태세로 FA를 관망하는 안목이 필요하다.

參 考 文 獻

- [1] 변증남, “공장자동화의 정체,” 자동화 기술, Mar., 1985.
- [2] J.T. Quatse, “Programmable Controllers of the Future,” Control Engineering, pp. 59-62, Jan., 1986.
- [3] A.J. Laduzinsky, “The MAP to Automation,” Control Engineering, pp. 19-20, Oct., 1985.
- [4] R.S. Pressman, J.E. Williams, *Numerical Control & Computer Aided Manufacturing.* John Wiley & Sons, New York, 1977.
- [5] A.J. Laduzinsky, “Control in Machines and Manufacturing: Timing and Coordination is Everything,” Control Engineering, pp. 69-72, Aug., 1984.
- [6] D. Nitzan, “Development of Intelligenet Robots: Achievements and Issues,” *IEEE Journal of Robotics & Automation*, pp. 3-13, vol. RA-1, no. 1, Mar., 1985.
- [7] H.M. Morris, “Industry Begins to Apply Vision Systems Widely,” Control Engineering, pp. 68-70, Jan., 1985.
- [8] “FA에서의 FMS형태와 선택의 요점,” 자동화 기술, Mar., 1985.
- [9] 강영국, 서일홍, “산업용 로봇트를 위한 센서,” 대한전자공학회지, vol. 10, no.6, pp. 16-25, Dec., 1983.
- [10] R.L. Moore., “Adding Real-Time Expert System Capabilities to Large Distributed Control Systems,” Control Engineering, pp. 118-121, Apr., 1985. \*

◆ 用 語 解 說 ◆

IDP

Integrated data processing의 약자. 일련의 자료 처리 단계나 관련된 모든 자료 처리 과정을 수행하기 위하여 모든 자료 처리에 필요한 요소들을 전체로서 취급하는 시스템으로 중복된 자료나 처리 단계를 줄이거나 제거하려는 것이다.