

실습 자동화 생산 시스템 설계특성에 대한 연구

조장현*

Study of Design Characteristics of Flexible Manufacturing System for Practical Training

Janghyen Jo[#]

ABSTRACT

The purposes of this paper are the review and derivation of design characteristics for the new construction of the practical flexible manufacturing system. The basic ideas to analyze the manufacturing system which is the automatically operated are dependant on the various manufacturing procedures in factory. The practical flexible manufacturing systems have various mechanical subsystems appropriated for the final manufacturing products. Therefore the systems have the various kinds of hardwares as well as softwares. We study the software for the practical flexible manufacturing system designed and developed in the Halla University with the related company. Specially the design concepts and using specifications of all subsystems which are composed of mechanical and electronic movements of the product are analyzed and introduced in this dissertation.

Key Words : PFMS(Practical Flexible Manufacturing System), SCARA(Selective Compliance Assembly Robot Arm, 수평다관절), AGV(Automated Guided Vehicle), 자동화 생산 시스템

1. 서론

생산자동화(Manufacturing Automation) 분야의 효율적인 활용은 생산성 증대와 경제성 제고에 큰 역할을 해오고 있다. 특히 자동화 생산 시스템(flexible manufacturing system)은 설계 분석 시 생산 공정의 다양한 변화에 맞추어 시스템 모듈이 구성되어 각 공정별 특성과 함께 전반적인 생산 공정의 일련의 과정을 통합하여 생산품목의 종류에 따라 연속적인 구성단위를 설계하고 이에 맞는 생산 장

치로 구성된다. 이러한 자동화 생산시스템은 설계자로부터 사용자(생산기술자)까지 개념적 이론습득과 실질 활용능력이 요구되는데 대부분의 기자재가 전기/전자 및 기계 분야의 복합 기술로 구성되므로 손쉽게 접근할 수 있는 경제적인 compact한 자동화 생산 실험 모듈의 필요성이 요구되었으며 근래에 들어서는 정보기술과 연계한 지능화가 이루어지고 있으며 상세 내용이 소개된 바 있다.¹ 본 연구는 지능화 및 첨단 자동화 기술이 접목된 실용적인 장비의 실제개발상황에서 나타난 설계특성을

* 접수일: 2005년 2월 24일, 게재승인일: 2005년 6월 29일

교신저자: 한라대학교 기계자동화공학부

E-mail jhjo@hit.halla.ac. Tel. (033) 760-1216

실질적인 수요자 및 활용자인 중소기업과 연계하여 공동개발이 이루어져 획득한 결과보고²를 토대로 하여 구성요소별 개요 및 특성을 기술하였다. 자동화 생산 장비의 대표적인 공정은 원자재의 공급과 각 공정으로의 conveyor에 의한 자동이송 그리고 공간 이동을 위한 로봇모듈과 무인 반송차(AGV)

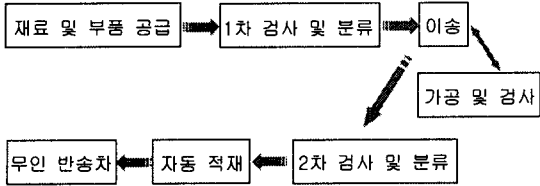


Fig. 1 Flow of Flexible Manufacturing System

에 의한 생산품 이송 등을 들 수 있으며 산학 연계 공동개발 프로그램에 의해 개발한 교육 및 훈련용 모델을 개발하였다. 교육 및 훈련을 위한 실습용 생산자동화 시스템 장비의 설계 특성을 개발 시제품의 실제 사양과 비교하여 구성하였다. Fig. 1에서는 본 연구에서 제시한 구성 공정을 소개하고 있으며 Fig. 2는 실제 생산 현장에서 활용되는 자동화 생산 장비를 나타내고 있다. 교육 및 훈련을 위한 실습장비에서 보유해야 할 공정은 실제 자동

화 생산 장비가 보유할 공정 및 모듈과는 차이점이 있다. Fig. 2의 실제 생산 공정에서는 특정 동작을 위한 기구동작이 필요한 모듈이 추가된다.

2. 실습 자동화 생산시스템(Practical Flexible Manufacturing System) 개요장 제목

실습 자동화 생산 시스템의 기본 요소와 작동 기능을 분석하여 적용한 기본적인 시스템의 개요도는 Fig. 3과 같다. 이에 대하여 각 모듈의 설계 요소를 분석, 검토하여 시스템의 활용 목적에 부합된 최종 시제품을 완성하였다. 먼저 생산시스템의 활

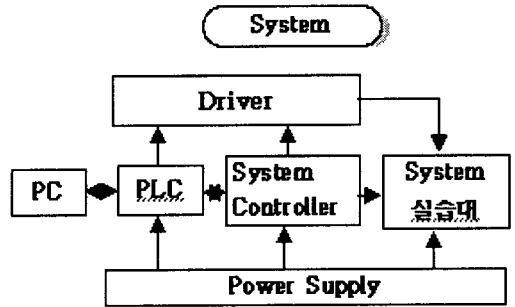


Fig. 3 Scheme of Practical Flexible Manufacturing System(PFMS)

용목적에 부합된 각 부문별 모듈의 성능과 내용을 수립하고 필요한 부품의 목록과 관련도면을 제작하

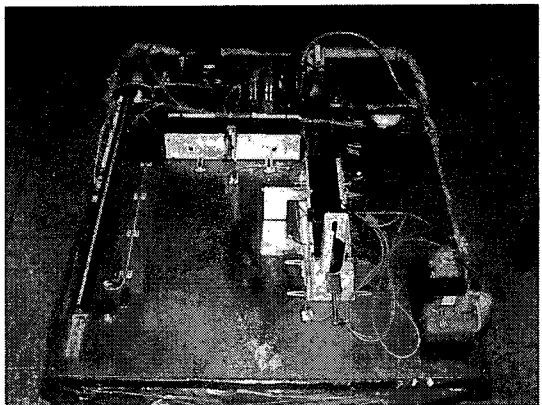


Fig. 4 Image of Practical Flexible Manufacturing Systems

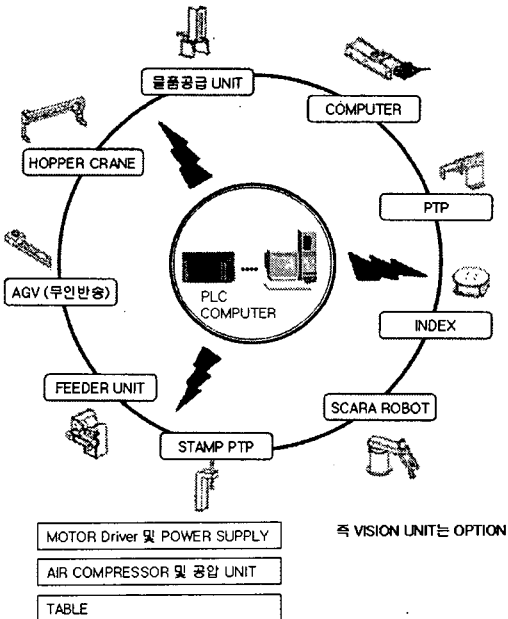


Fig 2. Model of Flexible Manufacturing System

고 이후 도면을 근거로 한 시제품을 제작하고 초기에 목표한 성능과 기능점검을 통하여 최종 제품의 품질보증의 단계로 자동화 생산 시스템 실험 모듈을 개발하였다. 이러한 개발과정을 통하여 개발된 자동화 생산 장비의 모습은 Fig. 4에서 보는바와 같다. 이러한 개발 결과를 통하여 실제 생산에 필요한 모든 기술 자료와 생산가공공정과 최종 조립과 품질확인 관련 기술 자료와 이에 대한 시제품 개발 기술 등을 획득하여 정리하였다.³ 이에 간략히 이 시스템을 구성단위별로 좀 더 자세히 살펴보기로 한다.

2.1 물품 공급 장치

아래의 Fig. 5은 공압 실린더에 의해 소재의 공급을 담당하는 물품 공급 장치(Part Feeder)이며 이에

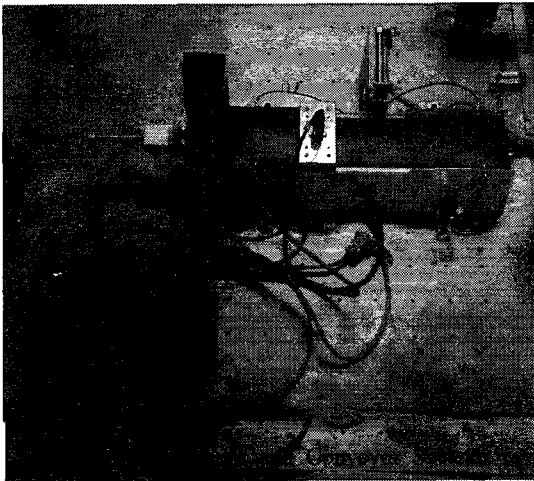


Fig. 5 Part Feeder and Conveyor System

대한 부속품으로는 공기 노즐과 공압 유로의 조절 밸브 등이 있다.

2.2 컨베이어

물품 공급 장치와 더불어 이송하는 컨베이어는 직류모터와 이를 제어하는 보드 그리고 벨트와 자동으로 물품의 이상 유무를 점검하는 센서로는 근접센서를 사용하였다. 이 구성단위에서는 소프트웨어 제어프로그램이 필요하다.

2.3 수평다관절 로봇(Selective Compliance Assembly Robot Arm : SCARA)

Fig. 6의 우측 하단부에 표현된 수평다관절 로봇(SCARA)은 2축을 보유(2자유도)하며 포토센서

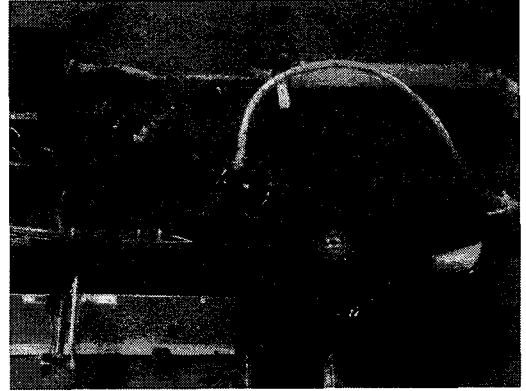


Fig. 6 SCARA Robot and Stamping Machine

(photo sensor)로 물품인식을 하며 구동원으로는 스텝모터를 사용하고 소프트웨어에 의한 제어가 이루어진다. 이 로봇의 하드웨어적인 설계변수는 참고자료⁵에 의한 순기구학 및 역기구학적 해석을 통하여 설계되었다.

2.4 스텝핑 장치(Stamping Machine)

본 논문에서 다루고 있는 자동화 생산 장비에서 채택된 공정중 하나로써 물품의 일정한 위치에 stamping 하는 공정을 수행하도록 한다. 공압을 구동원으로 하며 CAM 구동장치로 1자유도와 제한스위치(limit switch)를 채택하고 있다. 스텝핑 장치는 Fig. 6의 중앙부에 둥근 모습을 하고 있다.

2.5 무인 반송장치 (Automated Guided Vehicle : AGV)



Fig. 7 Stamping Machine and AGV

Fig. 7의 중앙에 나타나 있는 무인 반송차(AGV: Automated Guided Vehicle)는 자동 물품 공급 장치와 같은 개념이나 궤도를 자동으로 움직이는 운반차량의 소형 모델이다. 직류모터를 구동원으로 전후진이 가능하고 제한센서(limit sensor)와 궤도 추적(rail tracing)의 특징을 보유한다. 이러한 생산품 이송시스템의 하나인 무인 반송차는 기구학적 개량연구가 이미 소개된바 있다.⁵

2.6 주 제어기(Main Controller)

MMX 233급 이상의 CPU와 32M Byte 메모리 이상 그리고 10M 이상의 하드 디스크용량이 소요되며 마이크로소프트 윈도우 98의 OS를 운용토록 한다. 프로그램 가능 이룬 제어기(Programmable Logic Controller)로는 일반적인 제어기로 입/출력 접점이 100이상을 채택하였다.

2.7 부 제어기(Sub Controller) 및 파워 드라이브 유닛(Power Drive Unit)

직류, 교류, 스텝 모터 등의 제어장치가 내장되어 있으며 다축구동제어 및 주 제어기와는 일반적인 PC와 하드웨어간의 통신방식인 RS232 통신이 가능토록 하였다. 공급 전원은 5, 12, 24 볼트 등이 공급 가능하며 일체형(Console) 구조를 채택한다.

3. 실습 자동화 생산 시스템의 특성

3.1 단위 시스템별(sub-system) 설계 특성

위의 2절에서의 구성 요소별 특성은 개발 과정을 상세히 작성한 자료^{6,7}를 중심으로 소개되었으며 특히 실제 생산 현장의 경험을 토대로 한 자료⁸는 실제 제품개발에 많은 도움이 되었다. 생산 자동화 시스템의 공정별 기능을 분석하고 단위 시스템(sub-system)별 설계특성을 아래와 같이 설명할 수 있으며 Table 1과 같이 요약된다.

(a) 다양한 매뉴얼, S/W, Unit 제어보드를 설치하여 완벽한 제어실습 프로그램을 제공한다. 생산자동화에 익숙지 않은 단계에서 손쉽게 적용할 수 있도록 가능한 상세한 절차로 작동설명서를 첨부하고 가장 중요한 문제점 해결 방법을 원인 발생부터 감소시키고 소프트웨어의 안정적 지원을 최대한 유지한다.

(b) 각 구성 단위를 필요에 따라 적절하게 재배치하여 그에 대한 시스템 프로그램을 재 작업할 수 있다. 이는 위에서 언급한 바와 같이 부분별 단위로 개별적인 작동이 가능하며또한 시스템을 다양

Table 1 Specifications and Characteristics of Assembly Unit

내용 구성 Unit	구성 요소	특 성	악세사리 & S/W
스텝 펌머신	<ul style="list-style-type: none"> • AC모터 • 스텝 펌 장치 • AC모터 제어보드 	<ul style="list-style-type: none"> • 작업 : 스텝 펌 • CAM 구동 방식 • 자유도 : 1축 • 위치 제한 스위치 	<ul style="list-style-type: none"> • 라인 케이블
무인 반송차	<ul style="list-style-type: none"> • DC모터 • 외 껍 (Frame) 적재구조 • 무선제어 시스템 	<ul style="list-style-type: none"> • 전후진 가능 • 신호선에 의한 무선원격 조정 • 레일 추종형 	<ul style="list-style-type: none"> • S/W
Index	<ul style="list-style-type: none"> • 지시평판 (Index Plate) • 스텝모터 • 스텝모터 제어보드 	<ul style="list-style-type: none"> • 분할각 : 1.8°가능 • 근접 Sensor 	<ul style="list-style-type: none"> • 라인 케이블 • S/W
물품 보관장치	<ul style="list-style-type: none"> • 회전 (Rotary)적재함 • 스텝모터 	<ul style="list-style-type: none"> • 빛 센서 (Photo Sensor) 	<ul style="list-style-type: none"> • 라인 케이블
Compressor	-	<ul style="list-style-type: none"> • 1마력 	<ul style="list-style-type: none"> • 밸브 등
센서 실습모듈	<ul style="list-style-type: none"> • 근접센서 • 위치 제한 센서 • 빛 센서 (Photo Sensor) • 엔코더 (Encoder) 	<ul style="list-style-type: none"> • 각 센서별 특성 확인 	<ul style="list-style-type: none"> • 라인 케이블

하게 구성함으로써 서브시스템을 구현, 작동할 수 있도록 설계한다.

(c) 각종 모터와 공압 설비로 구성되어 다양한 제어실습을 행할 수 있다. DC, AC, 스테핑 모터 등 특성과 설계목적에 적합한 모터에 대한 내용을 포함하고 전기적 구동 방식과 공압 시스템의 제어를 구성하여 이에 대한 실습을 통하여 시스템 제어설계의 기본적 개념을 습득할 수 있도록 한다.

(d) 시스템에 사용된 각종 센서를 별도로 구성하여 제어에 주요한 요소인 센서특성을 확인할 수 있다. 센서 분야는 국내의 여건이 매우 열악한 분야이나 제어 분야에서 생산성향상 요인으로 매우 중요한 요소로써 본 장비에서 각종 변위, 위치 센서 등의 활용을 통하여 장비의 실습항목의 만족할 만한 요건을 갖추도록 한다.

(e) 독립된 콘솔의 제어기와 시스템 변경이 자유롭다. 단위 제작 형 즉, 일체형(console형)으로 설계하여 시스템의 구성에 간편화(simplification)를 도입하여 시스템 구성의 다변화를 용이하게 하였다.

(f) 각 구성 품을 단독으로 분리하여 별도의 제어 보드로 제어실습을 행할 수 있어 응용제어 실습을 완벽히 습득할 수 있다. 고로 각각의 개별적인 실습이 가능하여 기본적인 제어 개념을 구성 품 별로 습득하고 또 단위 조립 상태로 구성하여 각종 제어실습을 수행할 수 있다.

(g) PC상에서 다양하게 변경되는 시스템의 자동화 프로그램 구성을 메뉴 화하여 초보자도 쉽게 프로그램 할 수 있다. 초보자에게 생길 수 있는 막연한 두려움을 최소화하고 PC에 어느 정도 익숙한 사람이면 누구나 쉽게 접근할 수 있는 조작 환경을 구현토록 한다.

(h) 변경된 시스템을 고정할 수 있는 전용 Table이 있어 편리한 실습이 가능하다. 일정 간격 정렬방식으로 손쉬운 실습 작업대를 구성요소로 한다.

(i) 사용전원 : AC220V, 50/60/Hz)
 시스템 : 1800×1200×200mm
 제어기 : 480×500×1100mm

3.2 기기 구성품의 사양 및 특징

본 장에서는 자동화 생산방비의 구성단위 별 요소를 세부적으로 분류하고 이에 대한 각 부품요소의 주요 재원을 검토하여 정리하면 Table 2에

나타난 바와 같다. 또한 시스템의 전반적인 제어를 관장하는 주요 시스템 제어기는 단위별로 각각 구성되어 있어 이동이 편리하고 본체가 일체화 되어있는 간편한 형태로 취급 및 활용이 매우 수월하게 되어 있다. 이에 대한 각종 사양은 Table 3와 같으며 소프트웨어는 윈도우 환경에서 제어가능하도록 구성되어 있어 시대적 요구에 매우 적절한 환경을 구축하도록 설계되어져 있다.

Table 2 Specifications and characteristics of Each function part

구성품	구 성	사 양	악세사리 & S/W
물품공급 장치	<ul style="list-style-type: none"> • 공압실린더 • 카트리리지 	<ul style="list-style-type: none"> • 구동원 : 공압 • 카트리리지 : 부품10개 적재가능 	<ul style="list-style-type: none"> • 공기노즐, 밸브 • 부품 10개
콘베이어	<ul style="list-style-type: none"> • DC모터 • Frame Body • DC모터 제어보드 	<ul style="list-style-type: none"> • 구동원 : DC모터 • 벨트콘베이어 (Belt Conveyor) • 3 Set로 다양한 분기구성 • DC모터 제어보드 • 근접 센서 	<ul style="list-style-type: none"> • 라인 케이블 • 공기노즐 • S/W
스카라 로봇 (Scara Robot)	<ul style="list-style-type: none"> • A,B축 : 모터구동 • W축 : 모터구동 • Z축 : 공압그리퍼 • 발포 적재함 (Frame Body) 	<ul style="list-style-type: none"> • 자유도 : 3축 +작업부 • 구동원 : 스텝모터 • 빛센서 (Photo Sensor) • 도달거리 300mm • 동작범위 θ 1 270°(±135°) • θ 2 300°(±150°) • 최대합성속도 200mm/sec 	<ul style="list-style-type: none"> • 공기노즐 • 라인 케이블 • 매뉴얼 • S/W

4. 결론

일련의 생산 공정을 사람의 노동력을 들이지 않고 기계 및 전기, 전자, 컴퓨터, 통신기술의 통합(integration)에 의하여 교육 및 훈련을 위한 실습용 자동화 생산 시스템 모듈의 개발 및 설계특성을 간략히 논하였다.

Table 3 Specifications of Control Unit

구 성	사 양
주제어기	<ul style="list-style-type: none"> • 외부 구성품(Hardware) <ul style="list-style-type: none"> - 주연산장치(CPU) MMX 233이상 - 주기억 장치(Main Memory) 32M 이상 - 하드 메모리(HDD) 10M 이상 • 소프트웨어 <ul style="list-style-type: none"> - 마이크로 소프트 윈도우 98
주 동력 장치 (Power Drive Unit)	<ul style="list-style-type: none"> • 공급전원 5,12,24V • 일체형 구조
제어기	<ul style="list-style-type: none"> • DC, AC, 스테핑모터 제어기 내장 • 다축 구동제어기 내장 • 주제어기와 RS232통신
논리 회로 이론 (PLC Logic)	<ul style="list-style-type: none"> • IN · OUT 100접점 이상

실습용 자동화 생산 시스템(Practical Flexible Manufacturing System)은 기본 생산 공정 모듈의 통합 시스템(Integrated System)으로 교육 및 훈련을 위한 경제적인 장비의 소개를 하였다. 본 논문에서는 PC 환경에 적합한 생산자동화 실습 장비로써 제어(전기식, 공압식)시스템과 로봇시스템 등 실질적인 기능과 내용이 포함된 FMS 장비에 대한 구체적인 개발사양 및 특성이 소개 되었다. 특히 실제 개발품을 중심으로 실제적인 설계 및 제작경험을 토대로 한 검토 결과물로서 실제적인 장비 활용 및 향후 새로운 자동화 공정수행 장비 개발에 많은 도움이 될 것으로 기대한다. 예를 들어 호이스트 및

크레인 등 수직이동에 의한 공정과 이에 대한 모듈의 합성이 추가될 수 있겠다. 또 제어에 있어서 유공압과 전기적인 구동원에 의한 다양한 로봇 구성 모듈이 추가될 수 있다. 차후에 이러한 공정 추가를 위한 설계 및 개발에 대한 연구가 가능하다. 또 실제 개발된 장비를 통한 교육훈련 내용과 활용방안 등 교육 프로그램 구성 매뉴얼을 제작, 소개할 예정이다. 모듈별로는 생산품의 3차원적 공간이송에 사용되는 스카라 로봇의 기구학(순기구학, 역기구학)적 설계분석 결과와 모듈별 연관성 및 인터페이스(interfacing)에 관한 연구 및 분석이 이루어 질 것이다.

참고문헌

1. Suh, S.H., "STEP-NC Technology Realizing Information-based Intelligent Manufacturing System," J. of the KSPE, Vol. 19, No. 2, pp.26-32, 2002.
2. Jo, J.H., "Study of Design Specifications and Production Processes in Practical Flexible Manufacturing Systems(PFMS)," J. of HU, Vol. 5, pp107-115, 2002. 2
3. Song, J. Y., Lee, S.W., Kim, K.H., "A Study on Improved Mechanism of AGV System," J. of the KSPE, Vol. 18, No. 2, pp. 132-139, 2001.
4. James, G. Keramas, "Robot Technology Fundamentals," Delamr, 1999.
5. Bolton, W., Mechartronics, Addison Wesley, 1999.
6. Sherif, D. Wakil, "Processes and Design for Manufacturing," International Thomson Publishing Inc., 1998.