

고기능 자율가공시스템의 설계

송준엽, 이현용, 이재종, 김선호

한국기계연구원 자동화연구부

ABSTRACT

본 연구에서는 생산프로세스의 효율적인 실행을 위해 생산설비의 고장, 가공상의 에러, 예의치 못한 이상상태 발생에 유연한 대처능력을 보유한 고기능 자율가공시스템을 설계하였다.

특히 본 시스템은 자율적으로 프로세스 전개를 지원할 수 있도록 CNC 제어장치의 정보처리 기능을 고도화하고, 각 제어장치가 Local로 의사결정을 하면서 가공에서 검사, 운반 등의 생산모듈이 서로 분산 협조제어가 이루어지는 자율분산형 제어기술을 도입/적용하였다.

1. 서 론

제조업은 소비자 요구의 다양화, 제품수명의 단명화에 따른 다품종 소량생산체제 구축의 불가피성과 사회적 환경변화, 즉 인건비 상승, 생산성 저하 등에 공장 자동화의 필요성 증대 및 컴퓨터 기술의 급속한 발달에 의한 기술환경의 변천이 생산시스템을 유연생산체제로 유도하고 있다.

이러한 유연생산체제를 주도하는 가공시스템이 1980년대 들어 FMS (Flexible Manufacturing System)로 발전되며, 미국, 일본으로 대표되는 선진기술국에서는 기계공장의 경우 보편화 되어 도입·적용하고 있다.

최근에는 FMS로 대표되는 공작기계 및 생산시스템의 자동화는 정보기술의 영향을 받아 FA (Factory Automation), CIM(Computer Integrated Manufacturing)기술로의 기술이전이

이루어져 제조기업에의 CIM 도입이 급속히 확산되고 있는 실정이다. 그러나 현재까지 실현하고 있는 CIM기술의 응용은 판매정보 및 생산관리정보의 통합화 기능 실현에 편중되어 있어 개발, 설계, 가공, 조립, 검사, 물류 등에 관련된 기술정보의 통합화에는 CIM 도입에 따른 이점이 충분히 반영되지 못하고 있다.

따라서 본 연구에서는 이제까지 컴퓨터에 부과된기능, 『연산기억장치』 혹은 『통신제어장치』로서의 기능 외에 『생각하는 장치』로의 기능을 부과시켜 기술정보의 통합화를 실현하고, 지능적 생산시스템을 실현시킬 수 있는 자율 가공시스템 개발을 목표로 일차적으로 시스템 체계 및 기능 설계를 실시하였다.

2. 고기능 자율 가공시스템의 기능설계

90년대 들어 시스템 기술에도 단순한 정보통합 차원을 넘어 진단 및 보정 등의 지능화 기술, 센싱 및 실시간의 지식베이스를 활용한 고정도, 생산성 향상기술과 인간존엄성을 고려한 기술이 도입되면서 IMS(Intelligent Manufacturing System)개념이 대두되고 관련된 선행연구가 진행 중에 있다.

IMS 개념은 앞에서 거론된 CIM기술의 검토사항으로 지적되는 기술정보의 통합화, 개방형 자율생산환경의 실현을 목표로 하는 것으로 관리시스템, 물류시스템, 정보네트워크 등에 대한 기술개발 외에 가공시스템 그 자체의 지능화에 기본적인 과제로 나타나고 있다.

따라서 본 연구에서는 제품의 설계정보 및 생산기계, 즉 가공, 검사, 물류기계의 제어정보로 분류되는 기술정보 중 후자의 제어정보를 자율적, 협조성을 유지하며, 가공시스템의 flexible화를 보유할 수 있는 시스템 기술을 설계하였다. 그림 1이 본 개발시스템의 개념도로서 상기사항의 기술적 대응을 위해 다음과 같은 기술에 중점을 두고 연구진행하였다.

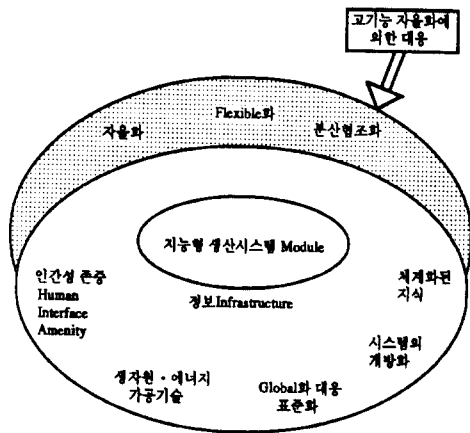


그림 1 고기능 자율가공시스템의 개념

- ① 가공시스템의 계층구조화 및 모듈화
- ② 각 모듈의 자율화와 모듈간의 분산협조 네트워크 시스템화

- ③ 모듈내의 자율화를 고도로 실현시키기 위한 감시진단기법과의 정보화·자동화 등

이상의 기술중점사항은 그림 2에 제시된 KIMM Model Plant를 구성하는 머시닝 센터중심의 가공, 검사, 준비 및 AGV와 AS/RS로 구성된 물류기능을 대상으로 적용코자 한다. 특히 본 연구에서는 생산품의 변화와 생산설비의 고장, 가공상의 예러, 예의치 못한 이상상태 발생에 유연한 대처능력을 보유할 수 있도록 그림 3과 같이 크게 4분야, 즉

- ① 실시간 시스템 통합운영 및 제어기술
- ② 공작기계 및 공구의 자가진단기술
- ③ 지능형 측정검사 및 보정기술
- ④ Flexible 작업준비 자동화기술

로 기능 세분화하고, 정보의 지능화, 제어·통합의 분산화 및 자율화를 이루며 생산시스템의 통합화를 실현시킬 수 있도록 시스템 체계를 설계하였다.

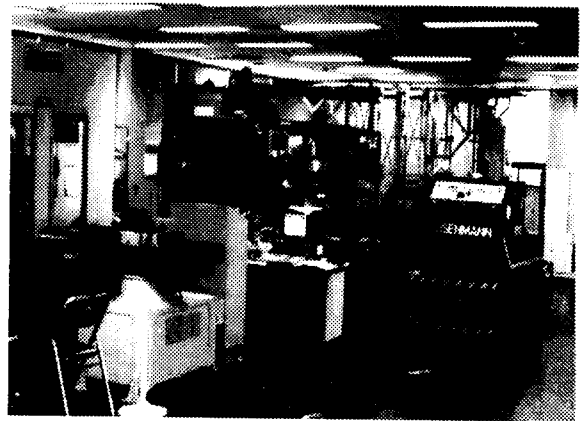


그림 2 KIMM Model Plant

3. 실시간 시스템 통합운영 및 제어체계

앞에서 기술한 설계기능 중 본 연구에서는 자율화, 분산통합화를 중심으로 설계된 시스템 체계내용을 거론코자 한다.

본 시스템에서 대상으로 하는 생산기계 및 공

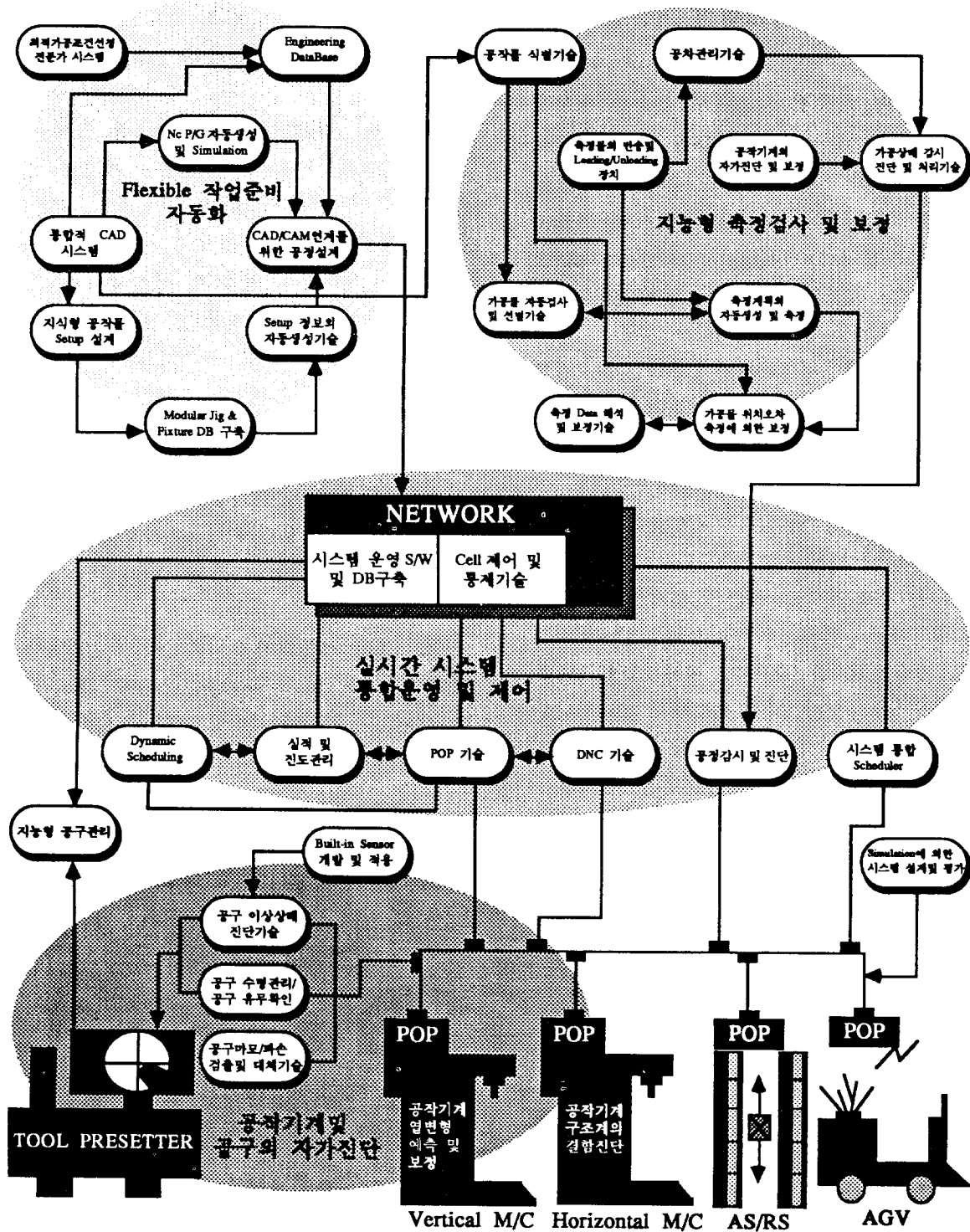


그림 3 고기능 자율 가공시스템의 기능체계도

정을 그림 4처럼 가공, 검사, 준비, 물류cell로 모듈화하고, hybrid 제어체계를 갖도록 Ethernet (TCP/IP)를 통해 분산협조 네트워크 시스템화하였다. 특히, 본 연구에서 대상으로 하는 생산기계가 이 기종 controller를 갖고 있어 정보의 통합화 측면에서 PLC (SPC-300)를 개입시켜 상태감시 역할 및 보고기능을 지원토록 하였다.

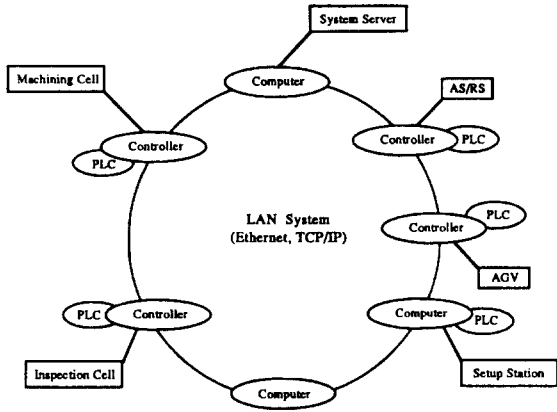


그림 4 자율분산형 가공시스템의 기본구성도

또한 각 cell은 내부에서 자율적으로 시스템 server의 기본 명령에 의해 운영 및 제어, 타 cell과의 인터페이스가 이루어지게 그림 5처럼 자율분산형 제어체계로 기본구성하고, 분산형 DB를 채용하여 지식베이스화할 수 있도록 설계하였다.

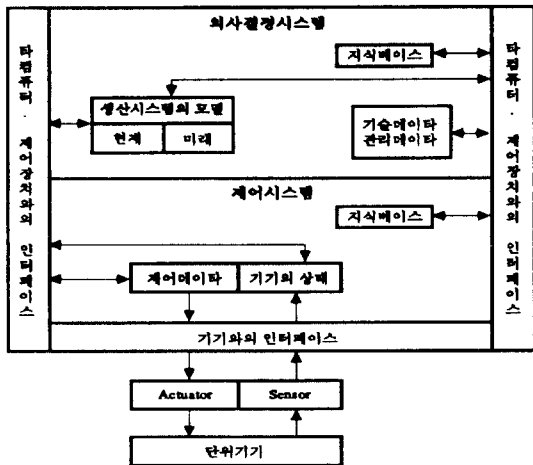


그림 5 자율분산형 제어시스템의 기본체계

한편 본 연구에서는 대상시스템의 실시간 통합운영 및 제어상태를 표현하기 위해 Generalized Stochastic Petri Nets를 사용하여 그림 6처럼 모형화하고, 각 Place에 대응하는 State와 Transition이 표현하는 Event를 정의하였다. 특히 각 구성기기의 상태를 실시간으로 파악하여 가공품의 가능공정을 선택할 수 있게 random switch를 사용하여 Petri Net상에 표현하였고, 시스템 control logic설계에 반영하기 위한 각 모듈들의 입출력 정보를 표 1처럼 정의·설계하였다.

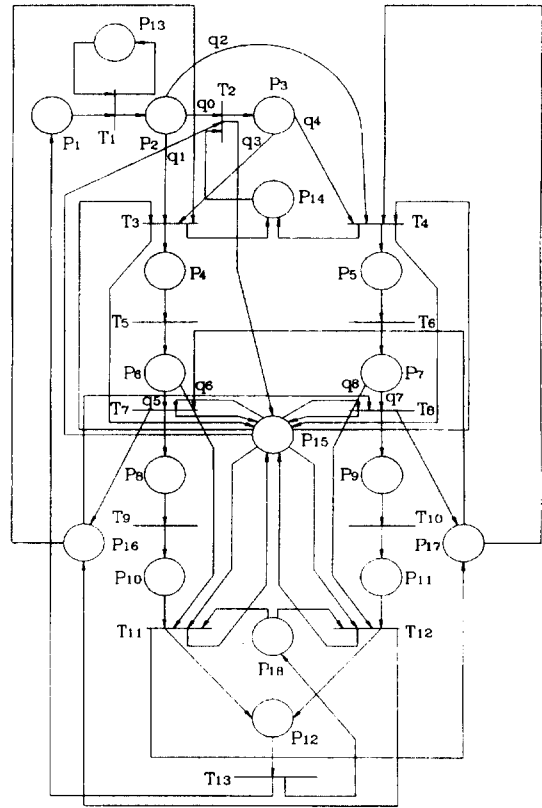


그림 6 Model Plant의 Petri Nets Model

4. 결 론

본 연구에서는 제품의 설계정보 및 생산기계의 제어정보로 분류되는 기술정보가 자율적, 협조성을 유지하며, 지능적 flexible화를 보유할 수 있는 고기능 자율 가공시스템을 설계하였다. 특히 설계된 기능을 토대로 시스템 통합적인 차원에서 대상공정을 가공, 검사, 준비, 물류 cell로

표 1 시스템 통합제어용 입출력 정보

구성기기	입력정보	출력정보	관련기기
시스템 Scheduler	Production order ID Work center master Network form	작업 processing list & processing routing	시스템 Server
가공 Cell	가공품명(운전자명, NC P/G)	작업완료여부 현가공품명 기계상태(Power, Cycle Start, 비상정지) 예상가공시간 및 진행정도	시스템 Server Setup Station
Setup Station	Control정보(push/pull) AGV상태(on-position, on-telescope)	Pallet 유무 Pallet 위치 Palletizer방향(Left,Right) setup 완료여부	가공 cell AGV
검사 Cell	가공품명(측정 P/G) AGV상태(on-position, on-telescope)	측정결과 (NG/OK) 작동여부(Enable/Disable) 기기상태(측정중/대기/완료) 예상검사시간 pallet이재여부(반입/반출) DMIS정보	시스템 Server AGV 시스템 Scheduler
AS/RS	품목정보 작업지령(입고/출고) AGV상태(on-position, on-telescope)	작동여부(Enable/Disable) Dolly상태(대기,이동,여러) STC상태(대기, 이동, 입출고, 복귀, 여러) 작업완료(ON/OFF) 적재상태(공백, 적재물 수)	시스템 Server AGV
AGV	작업명령(From-To,정보, 이재 등) 품목정보 pallet이재완료 여부	AGV상태(on-position, on-telescope) 반송물 적재 유무 작업명령 Queue유무 이재완료여부 (loading/unloading)	시스템 Scheduler AS/RS 가공 Cell 검사 Cell Setup Station

모듈화하고, hybrid체계 하에서 자율 분산협조적으로 시스템화할 수 있도록 제어시스템 체계를 설계·확립하였다.

또한 KIMM Model Plant의 적용 전단계로 시스템의 실시간 통합운영 및 제어상태를 Petri Nets로 모형화하고, 각 모듈들의 입출력 정보를 정의하여 향후 시스템 control logic 설계 및 FMS 운영시스템 개발과 연계시킨 연구를 진행시킬 예정이다.

참 고 문 헌

[1] 井上英夫, "インテリジェント生産システム"
 [2] 中西康二, "CIMからIMSへ", 産業図書(1991)
 [3] Roland Lim, Lim Beng Siong, et al, "Development and Implementation of an Intelligent Flexible Manufacturing System", Jr. of Mechanical Working Technology, 20 (1989)
 [4] CIM디자인研究委員會, "CIM構築ガイドブック", 工業調査會(1991)

[5] Frank Dicesare, "Modeling, Analysis and Control of Flexible Manufacturing System using Petri Nets", Short Lecture on 1st Inter. Symposium on Advances in ICIMS(1994)

[6] Ing. F. Klein, Ing. E. H. " CIM-Components", Short Lecture on 1st Inter. Symposium on Advances in ICIMS(1994)

[7] 한국기계연구원, "FMS요소기술 개발", 과학기술처(1994)