

## 분산이질환경에서 중소기업형 FMS공유구조에 대한 연구

박제웅\* · 김원중\*\*

\*조선대학교 선박해양공학과

\*\*조선대학교 수송기계부품 공장자동화 연구센터

### A Study on the Sharing Architecture of FMS for Small and Medium Enterprises on Distributed Heterogeneous Environments

JE-WOONG PARK\*, WON-JUNG KIM\*\*

\*Department of Naval Architecture and Ocean Engineering, Chosun University, Gwangju, Korea

\*\*Factory Automation Research Center for Parts of Vehicles, Chosun University, Gwangju, Korea

**KEY WORDS:** Distributed Heterogeneous Manufacturing Environments 분산이질제조환경, FMS for Small and Medium Enterprises 중소기업형 유연생산시스템, AGV 무인반송대차, RGV 궤도대차, AS/RS 자동창고, Setup Station 셋업스테이션, Software Agent 소프트웨어 에이전트, JATLite 제어에이티 라이트, Transducer 트랜스듀서

**ABSTRACT:** A practical method to investigate the sharing architecture of FMS, for small and medium enterprises, on distributed heterogeneous environmental conditions is investigated. Because the industrial FMS model requires a reasonable size for actual work-site flexible operation, the initial facility expense is very heavy. The support for flexible cooperation of FMS, with some external different FMS, can reduce expenditures and provide greater functionality. While most FMS provide their operation process using an adequate mechanism, when used in isolation, such as island of automation, there is increasing demand for FMS that can cooperate. By exchanging intermediate products and information with other external FMS, products can be produced that cannot be produced alone, such as those that require various processes. This study first considers the sharing architecture of FMS for small and medium enterprises, and investigates the effects of the general sharing architecture of FMS on distributed heterogeneous environments, by using transducer approach to agentification. In this study, set-up station or in-out station takes charge of the gateway of intermediate products, and routes them among distributed heterogeneous FMS plants. The transducer approach is applied to web agent and set-up agent established interfaces, with system controller and setup controller. In this study, the FMS-established sharing architecture is able to obtain not only the internal flexibility, but also the external flexibility.

## 1. 서 론

산업이 고도화되고 정보기술이 전통산업과 결합되면서 제품의 생산방법도 다양한 형태로 진보하고 있다. 산업화와 도시화가 가속화되면서 대량생산과 대량소비가 일반화된 상황에서 급속한 정보화의 발달로 소비자의 다양한 욕구를 반영하고 충족시킬 수 있는 시스템이 요구되고 있다. 이러한 요구는 수요환경, 제조환경, 판매환경면에서 환경변화에 대처할 생산시스템 등장을 요구하였고 이는 다품종 중량생산체제를 가능하게 한 유연생산시스템(FMS; Flexible Manufacturing System)이 산업에 보급되게 하였다.

초기 공장자동화는 사용자가 대량생산된 제품 가운데 자신이 원하는 품목을 선택하는 소품종 대량생산 체제였다. 그러나 고객의 요구가 다양화되고 제조업체의 경쟁이 심화되면서 다양한

제품을 적은 수만 생산해서 판매해야 하기 때문에, 제품의 사양이 달라져도 최소의 변경만으로 생산이 가능하게 하여 생산원가를 낮추는 방식이 필요하게 되었다. 생산라인의 유연성이 FMS의 핵심이며 인력을 절약하고 균일한 생산품질을 유지하여 생산성과 유연성을 높일 수 있는 생산공정의 시스템이다.

이와 같은 FMS는 복합공정 무인자동화 운전을 지향하므로 대기업위주로 거대 시설자본을 들여 구축하여왔다. 따라서 상대적으로 막대한 시설자금을 투자하기 어려운 중소기업의 실태와는 거리감이 있는 생산시스템으로 여겨지고 있는 실정이다.

본 연구에서는 이와 같이 대기업위주에 국한된 FMS를 여러 중소기업체에서 공동으로 사용할 수 있는 합리적이고 체계적인 방법을 제공하고자한다. 이를 통해 다수의 중소기업체가 컨소시엄 형태를 이루어 막대한 시설투자비에 대한 부담을 줄일 수 있는 중소기업형 FMS의 운용효율을 극대화할 수 있는 공유구조 모형을 도출하였다. 본 연구에서는 이와 같이 도출한 중소기업형 FMS공유 모형을 일반화하여 고찰함으로써 분산된 이질의 제조 환경에서 FMS의 공유모형과 구축방안을 제시하고 있다.

## 2. 유연생산시스템간의 상호 운용성

FMS 내부 시스템의 구성 모듈 확장은 고립된 자동화의 섬이 지니는 한계에서 그치고 만다. 이러한 문제점을 해결하기 위한 임의의 외부 시스템과 연계 융합을 시도한다면 생산 시스템의 개방의 한계와 보호의 범위를 규명해야한다.

제조업체가 일시적으로 생산규모의 수요가 커지면 자체 생산 공장의 생산한계를 극복하기 위해 아웃소싱을 통한 외주생산을 하는 경우에 부족한 생산량을 외부에서 보충했다가 향후 생산물량 감소에 대비할 수 있다. 하지만, 외주업체에 대한 납기준수 통제권을 상실하게 되면 확보해놓은 규모의 시장을 잃게된다. 따라서, 이와 같은 상황은 생산시설의 유연성이 내부적 한계를 넘어 외부의 아웃소싱에 대해서도 요구된다는 의미이다. 외부 제조 유연성이 제조 생산성을 향상시키고 안정적인 납품을 가능하게 해준다.

Fig. 1은 외부 주문업체에서 지금까지 FMS를 보유한 제조업체에 가공을 통한 제품 생산을 의뢰하는 경우 FMS설비를 이용하는 개념을 설명하고 있다. 생산업체는 생산시설의 안정 운전과 보전을 위해 주문업체 혹은 외부로부터 생산시설을 은닉하고 있다. 현재 생산업체에서 FMS설비를 운용하기 위해 운용제어시스템을 사용한다. 운용제어시스템과 FMS설비는 내부통신을 통해 가공지령을 전달한다. 운용제어시스템은 생산업체 설비 관리자가 모니터링하며 돌발상황에 대처할 수 있도록 하고 있다. 운용제어시스템은 생산제어시스템, 관리정보처리시스템, 기술정보처리시스템, 시스템보전기능을 포함하고 있다. 생산업체는 주문업체로부터 제품의 도면, 사양서, 그리고 관련 서류 등을 접수하여 공작물을 가공하여 주문업체에 납품한다.

이와 같은 납품체계는 계획생산에 따른 다품종 다량생산을 위주로 이루어지며, 주문업체가 생산과정에 능동적으로 개입하기 어렵다. 하지만, 소비자의 다양한 요구와 제품 생명주기(life cycle)의 단축은 제조환경에 있어서 잦은 설계변경이나 생산수량 변경 등에 능동적 대처가 가능한 작업패턴의 변화를 요구한다.

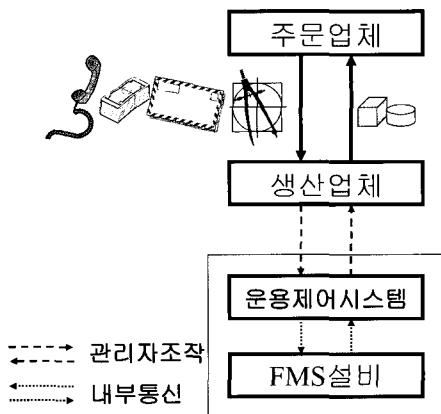


Fig. 1 Ordering Concept of typical FMS of a factory from a client

FMS 설비(facilities)와 운용제어시스템 사이에 가공지령의 전달과 결과응답은 Fig. 2의 계층적 지령 체계도에 따라 이루어진

다. 운용제어시스템의 최상위에 위치하는 시스템 컨트롤러(system controller)는 셀 컨트롤러(cell controller), 셋업 컨트롤러(setup controller), 그리고 자율주행로봇 컨트롤러(AGV controller)와 서로 이더넷(ethernet) 동축케이블(10Mbps)로 연결되어 있다. 그리고 이들간에는 TCP/IP 전송규약(protocol)을 사용하여 가공/운전 명령을 전달하고 결과응답을 회신한다. 컨트롤러 사이의 정보 공유방식으로 명령과 응답을 주고받으며, 물리적으로는 디스크 공유방식을 사용한다. 운전지령을 시행하며 하부구조에 위치하는 FMS 설비(facilities)는 셀 컨트롤러(cell controller)로부터 RS232C를 사용하여 직접 신호를 주고받거나 PLC (Programmable Logic Controller)를 경유하여 순차신호(sequence signal)를 주고받는다. FMS 설비(facilities)는 동일 시리즈의 주력가공기인 머시닝센터(machining center)가 병렬구조로 배치되어 있으며 자동창고시스템(AS/RS)이 무인반송대차(Rail Guided Vehicles; RGV)와 접촉하여 마주보고 있다. 자율주행로봇(AGV)은 FMS 작업셀 (Work Cell) 사이를 주행하며 공작물이나 치공구를 교환한다. (배종외, 1996)

앞서 언급한 시리즈형 주력가공기의 병렬배치와 자동창고시스템의 접촉은 다품종 대량생산을 고려하여 FMS의 확장성을 제공하는 것이다. 모듈화된 임의의 시스템을 내부적으로 확장하기 위해 여유공간에 신규 구성모듈을 증설하고 모듈간 반송/이송/이동/주행 경로를 재배치하는 작업과 전원, 통신 재배선 작업이 뒤따른다. 이와 같은 확장성은 FMS의 구성요소인 작업셀(work cell)들을 모듈화 하는 방법으로 모듈을 연속적으로 배치하여 확장하였다. 이와 같은 FMS 내부 모듈의 구성과 배치는 FMS의 유연성을 좌우하는 중요한 인자이다. 따라서 FMS의 구성과 배치 변경을 통해 제조환경 변경의 대응도를 향상시킬 수 있다. 이와 같이 아직까지는 서로 다른 FMS간의 상호 운용기능은 제공되지 않았다.

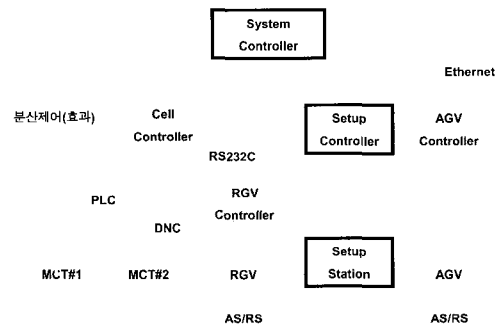


Fig. 2 Hierarchical instruction structure of typical FMS

임의의 시스템을 외부로 개방하여 연계 융화하기 위해서는 외부와의 연결 경로가 될 수 있는 외부에 접속 가능한 위치에 게이트웨이(gateway)가 필요하다. 게이트웨이의 역할은 서로 다른 서비스 구획(domain)에 놓인 노드(node)의 연결(route) 경로를 제공하는 것이다.

본 연구에서는 FMS에서 셋업스테이션(setup station)의 배치와 기능에 주안점을 두었으며 외부의 다른 FMS와 연결(route)시키는 게이트웨이(gateway)역할을 부여하고자 한다.

### 3. 중소기업형 FMS 공유모형 개발

#### 3.1 모형의 개념설계

중소기업형 FMS를 제안하고자 하는 의도는 시설의 규모 측면과 제조 환경면에서 중소기업에 적합한 생산모형을 도출하는 것이다. 먼저, 시설의 규모 측면에서 중소제조업체가 순차처리식 자동화 보다 진보된 풍부한 유연성을 발휘하는 자동화 제조 설비를 갖춘다는 것이 경제성 측면에서 걸림돌이 된다. 제조 환경면에서 부품의 제조 공정은 단위 공정들이 결합된 복합공정으로 이루어진다. 따라서 단일 공장 내에서 모든 주물, 성형, 절삭, 절단, 용접, 조립, 열처리 등 전체 공정을 소화해낼 수 없는 경우가 발생한다.

전자의 경우, 모색할 수 있는 방안은 여러 중소제조업체가 컨소시엄을 구성하거나 시설자금 출자를 통한 초기 시설 자금의 부담을 줄일 수 있는 생산모형으로 다품종 소량생산에 적합한 FMS생산설비 공유가 가능하다. 후자의 경우, 중소제조업체가 협력업체들과 함께 개별공정들을 나누어 생산하는 모형으로 모든 협력업체들이 동일한 FMS생산설비를 갖추지 않아도 연계운용이 가능하게 하고자 한다.

본 연구에서는 발견적 방법(heuristic method)을 통해 Fig. 3과 같이 원격 다중주문자를 위한 중소기업형 FMS의 인터넷 기반 공유방법에 따르는 생산모형을 도출하였다. 이 모형을 Fig. 1과 비교하면 생산업체에 해당하는 부분을 웹 에이전트(Web Agent)가 대체하였으며 생산업체는 네트워크로 연결된 별도의 경로를 갖는다. 생산업체는 직접 운용제어시스템을 관리자가 조작하여 FMS설비를 운전하고 보전할 수 있다.

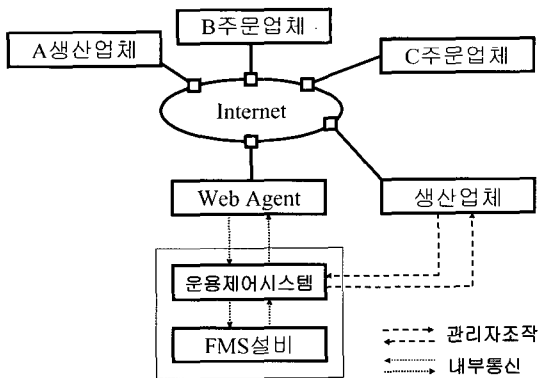


Fig. 3 Sharing Architecture of FMS for small and medium enterprises

여기서 신규로 도입된 웹 에이전트(Web agent)는 생산업체의 관리자와 같이 운용제어시스템과 내부통신을 통해 제한된 범위 내에서 시스템을 모니터링 할 수 있으며 이와 같은 서비스는 인터넷을 통해 제공되므로 인터넷에 연결된 다른 생산업체(A생산업체)나 주문업체(B주문업체, C주문업체)가 공개된 FMS설비를 공유할 수 있는 개념이다.

본 연구에서 제시한 중소기업형 FMS모형은 Fig. 3에 개념적 도식을 통해 제조환경에 따른 FMS공유구조의 가능성을 제시하였다. 그와 같은 개념적 모형을 현업에서 적용할 필요성이 제기되며 이를 위해 실제 FMS 설비를 대상으로 개념을 적용할 수 있는 방안을 고찰하고자 한다. Fig. 4는 중소기업형 FMS 모형의 개념 적용 대상인 소규모 FMS의 실제 구성을 토대로 재구성한 모습이다.

FMS를 외부에 공개하여 공유하기 위해서는 공개의 범위와 공유의 한계라는 현실에 직면하게 된다. 공유의 한계는 외부 FMS와 연결 경로를 구축할 게이트웨이(gateway)를 FMS 설비의 어디에 어떻게 설치하는가에 관한 공간적 제약조건이다. 공개의 범위는 FMS를 외부에 공개할 경우 시스템의 통제권한을 누구에게 어느 정도까지 제공해야하는가에 관한 보안 및 인증 사항이다.

Fig. 4는 일반적인 보급형 FMS의 실제 구성을 토대로 공간적 제약조건을 고려하여 외부 FMS와 연결 경로를 구축한 모습을 보여준다. 공작물(work)이 셋업스테이션(setup station)을 게이트웨이(gateway)로 사용하여 경유하도록 하였다. 셋업스테이션(setup station)은 자동창고(AS/RS)에 수납된 팔레트(pallet)에 공작물(work)을 설치하고 생산실적을 기록하는 셋업컨트롤러(setup controller)와 접촉하고 있다. 따라서 공작물의 외부 유출 및 유입 기능을 수행할 게이트웨이(gateway) 역할을 담당할 수 있다.

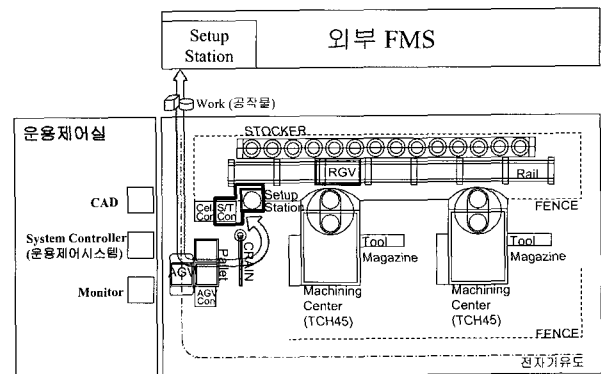


Fig. 4 General arrangement and outline of FMS connected with a different FMS via setup station

공작물의 외부 유출 및 유입기능 즉 입고 및 출고 기능을 수행하는 게이트웨이(gateway)는 공작물의 이동성뿐만 아니라 정보의 전달과 공작물의 가공상태 즉 양품과 불량품의 분리가 필요하다. 공작물의 정보는 제품으로서의 기능(design purpose)과 위상(topology)정보와 함께 현재까지 수행된 그리고 앞으로 수행되어야 할 공정 정보에 관한 것이다.

공작물의 이동성 측면에서 고찰한 바와 같이 셋업스테이션(setup station)이 게이트웨이(gateway)역할을 수행하기 적합하다. 공작물의 이동성 측면과 함께 정보를 생성, 가공, 전달하는 체계도 함께 제공되어야 한다. 셋업정보와 공정정보를 외부로 공개하는 정보게이트웨이(information gateway)는 셋업스테이

선(setup station)과 함께 설치되어 있는 셋업 컴퓨터(setup PC)에 탑재된 셋업 컨트롤러(setup controller)를 사용하는 것이 적합하다.

공작물의 이동과 정보로 나누어 볼 때, 앞서 이동성 측면을 고찰하여 확인하였다. 정보에 관한 고찰에서는 Fig. 5를 통해 전체 시스템의 네트워크 관점에서 살펴보면, 셋업스테이션(setup station)과 셋업컴퓨터(setup PC)는 최종단계의 위상을 갖고 있어서 더 이상 저수준(low level)으로 지령을 전달하지 않는다. 따라서 이곳에서 생성되는 정보는 모두 상층부로 전달되어 관리되는데, Fig. 9와 함께 설명하자면, 셋업스테이션(setup station)에는 공작물의 셋업정보를 이미지 형태로 송출하여 셋업컨트롤러(setup controller)와 인터페이스가 구축된 셋업에이전트(setup agent)로 제공되는 셋업정보와 함께 시스템 컨트롤러(system controller)와 인터페이스를 구축한 웹 에이전트(web agent)로 이와 같은 정보들이 통합될 수 있다.

이와 같은 정보공유 체계의 특징은 정보공개 범위를 제한하기 위하여 특정 장치가 주고받는 정보흐름의 방향성을 제어하기 위해서이다. 기계 및 설비에 운전 및 보전 지령을 내리는 하향식 정보전달체계는 외부에서 공유하지 못하게 차단하고 기계 및 설비의 상태나 셋업정보를 외부로 송출하게 하는 상향식 정보전달체계의 방향성을 부여하여야 한다.

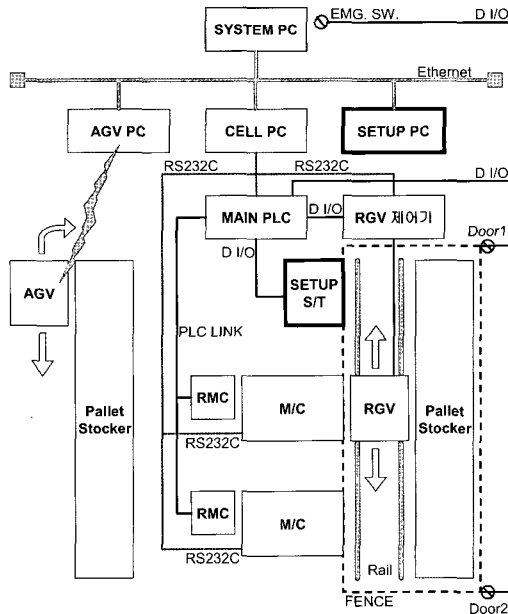


Fig. 5 Network wiring diagram of typical FMS

FMS운영제어소프트웨어는 운용관리, 제어관리, 물류관리, 셋업관리, 정보교환을 위한 소프트웨어 구성 모듈이 필요하다. 일반적인 보급형 FMS의 운영제어프로그램의 구성과 개요를 Fig. 6에 나타내고 있다. 운용관리 기능은 일정계획 자동수립기능을 포함하고 있으나, 구성 설비의 배치가 공간적 제약을 고려해야 하기 때문에 발견적 방법(heuristic method)이 현실적으로 적용되고 있다. 개별공정(Job-shop scheduling problem)의 일반적인 경우로 단순화하여 MAKESPAN measure하에서 유전자 방법론

(genetic algorithms), 혼합 방법론(hybrid method) 등을 제안하고 있으나 이러한 이론을 고려한 발견적 방법(heuristic method)을 채용하고 있다.

이동호(1993, 1998)는 복합 생산 시스템에서 가공품 할당문제를 MAKESPAN measure하에서 다루었다. 이 문제는 대기업에 부품을 납품하는 개별공정 형태의 중소기업에서 유연제조 셀이라는 발전된 제조 시스템을 도입한 경우 발생하는 문제이다. 여기서 유연제조 셀은 부분 자동화나 생산능력의 확충 등의 목적도 있으나, 유연제조 시스템 (Flexible Manufacturing System)으로의 단계적 도입이란 목적을 가질 수도 있다. (이동호, 1993, 1998)

APPLICATIONS	운영체제	기능
System Controller	MS Windows NT Server	운용관리
Cell Controller	MS Windows 95	제어/물류관리
Setup Controller	MS Windows 95	셋업관리
AGV Controller	MS Windows 95	물류관리
Communication	Windows Network(TCP/IP)	정보교환

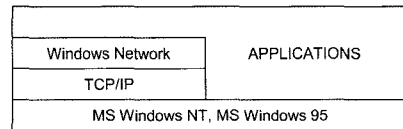


Fig. 6 Composition of application softwares of typical FMS

### 3.2 분산이질환경 FMS공유모형

중소기업형 FMS모형을 보다더 일반화하여 고찰하면 서로 다른 이질(heterogeneous environments)의 제조 플랫폼(platform)을 갖춘 환경과 분산된 위치에 놓여 있는 제조 및 납품 환경으로 나누어 볼 수 있다. 전자의 제조환경은 단일공정이 모여 복합공정을 수행하는 상황과 절단, 절삭, 조립, 용접, 열처리 등 공법(工法)상 플랫폼(platform) 변경을 필요로 하는 상황이다. 후자의 환경은 중간제품을 제조하는 상황과 외주 및 하청관계의 상황에서 나타난다.

#### 3.2.1 이질환경 FMS 공유모형

앞서 제안한 중소기업형 FMS공유구조를 일반화한 모형으로서, 제조 플랫폼이 서로 다른 이질 환경(heterogeneous environments)에 대한 FMS 공유구조 일반화 모형을 Fig. 7과 같이 도출하였다. 생산업체의 관점에서 고찰하자면, 자사와 같이 인터넷상에 공유시킨 다른 제조업체의 다른 제조공법을 위한 플랫폼의 FMS를 연계하여 Fig. 11, Fig. 12와 같이 선/후공정 처리 상황을 모니터링 할 수 있다.

인터넷 상에 공유시키는 데 있어서는 허가(trusted)되지 않은 접근(access)을 차단할 필요가 있다. 생산업체는 직접 관리자 조작을 통해 자사의 FMS설비를 통제할 수 있지만 외부에서 인터넷으로 공유시킨 FMS는 Fig. 7에 나타난 Web Agent - 1이 제공하는 모니터링 기능만을 제공받을 수 있다. 기능의 제한은 FMS 보전과 관련된 것이다.

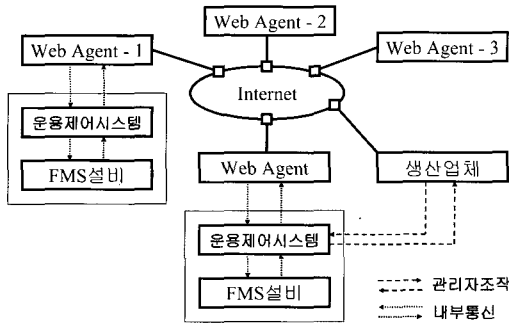


Fig. 7 Sharing Architecture of FMS on heterogeneous environments

이와 같은 제조 환경이 제조, 개발, 판매로 연결되는 정보 흐름의 과정을 일련의 정보시스템으로 통합한 종합적인 생산관리 시스템인 CIM(Computer Integrated Manufacturing)과는 다음과 같은 차이점이 있다. CIM은 본래는 기존의 FA(Factory Automation)보다도 더욱 큰 의미의 생산관리 시스템을 의미하였으나, 점차 통합시스템으로 그 의미가 확대되고 있다. 하지만, 본 연구에서 도출한 이질환경에서 FMS공유구조는 생산에 있어서의 유연성의 확장이라는 관점에서 구별된다. 따라서 본 연구에서 제시하는 FMS공유모형을 기반으로 CIM으로 확장시 유연성이 강화된 CIM으로 평가될 수 있을 것이다.

3.2.2 분산환경 FMS 공유모형

분산된 위치에 놓여 있는 제조 및 납품 환경을 위한 FMS 공유구조 일반화 모형은 Fig. 8과 같이 도출되었다. FMS공유를 위해 제안하는 생산모형을 이용한 주문업체 위주의 운용모형에 해당한다. 앞서 언급한 이질환경의 FMS공유구조는 공업단지 에 밀집된 생산업체를 대상으로 한 근거리 분산환경을 전제하고 있지만, 분산환경 FMS공유모형에서는 생산업체 외에도 주문업체 까지도 포함하는 원거리의 여러 곳에 산재되어 있는 경우까지 일반화하였다.

분산환경에서 FMS 공유구조는 주문업체가 공작물의 각 공정을 실시간으로 모니터링 함으로써 생산계획의 신뢰성을 보장받을 수 있다.

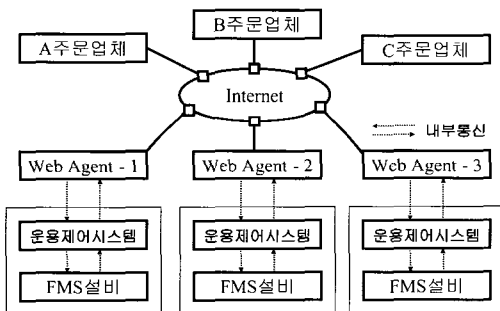


Fig. 8 Sharing Architecture of FMS on distributed environments

이와 같은 분산환경에서 FMS공유구조는 도요다식 생산방식인 적시생산의 JIT(Just In Time)와 비교하자면, JIT는 하나의 재고도 없이 제시간에 완제품을 만든다는 의미에서는 도입되어 지향하는 목적 측면에서 유사점을 찾을 수 있으나 주문업체가 분

산환경에서 생산공정정보를 공유하고자하는 목적은 보다 더 신뢰성 있는 공정진척도 자료를 획득하는데 있다.

Fig. 9는 분산이질환경에서 FMS공유구조를 구현하기 위한 운용소프트웨어와 FMS설비의 구성과 인터페이스(interface)를 나타내고 있다.

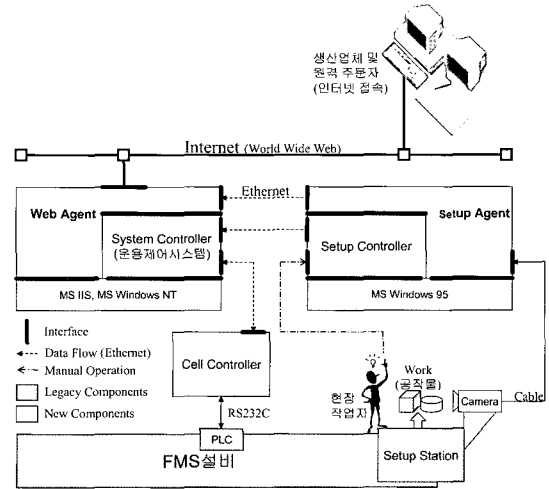


Fig. 9 Data flow diagram of sharing architecture of FMS for small and medium enterprise on distributed heterogeneous environments

본 연구에서 분산이질환경에 대한 FMS 공유구조는 트랜스듀서(transducer) 적용 방법에 의한 소프트웨어 에이전트(agent)를 기반으로 하고 있다. 트랜스듀서는 기존의 응용 프로그램에서 제공하는 API가 없거나 에이전트 통신언어를 사용하는데 충분하지 못할 경우에 사용하는 방법이다. 응용 프로그램에서 분리하여 에이전트 시스템을 개발하여 응용 프로그램과 정보를 교환하여 기존의 응용프로그램을 에이전트화하는 방법이다. 본 연구에서 제안하는 인터페이스(interface) 구축은 Fig. 10과 같은 트랜스듀서(transducer)에 의한 에이전트화(agentification)의 방식이다 (Genesereth, 1994).

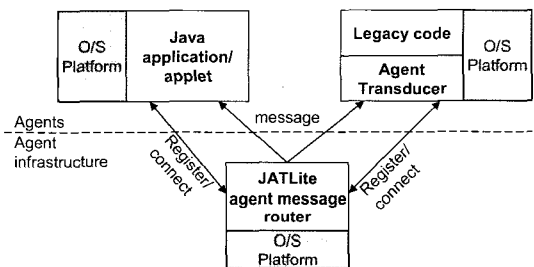


Fig. 10 JATLite infrastructure

에이전트는 독립적으로 해결할 수 없는 문제를 해결하기 위하여 다른 에이전트와의 지식과 정보교환을 통하여 협력적으로 문제를 해결하기 위한 시스템이다. 이러한 의미에서 에이전트 시스템은 다중의 에이전트로 구성되어 있다. (조민철, 2001 ; 최현수, 1996)

소프트웨어 에이전트를 개발하는데 이용되는 JATLite를 사용하여 Fig. 11과 같이 웹 에이전트(web agent)를 제작하였다. 웹 에이전트(web agent)는 시스템 컨트롤러와 인터페이스(inter

face)를 구축하여 일정관리 모니터링 자료를 인터넷으로 제공한다. 셋업에이전트(setup agent)는 셋업컨트롤러(setup controller)와 인터페이스(interface)를 구축하여 공작물의 셋업정보를 웹 에이전트(web agent)에게 전달한다. 웹 에이전트(web agents)는 전달받은 셋업정보를 인터넷을 통해 제공한다.

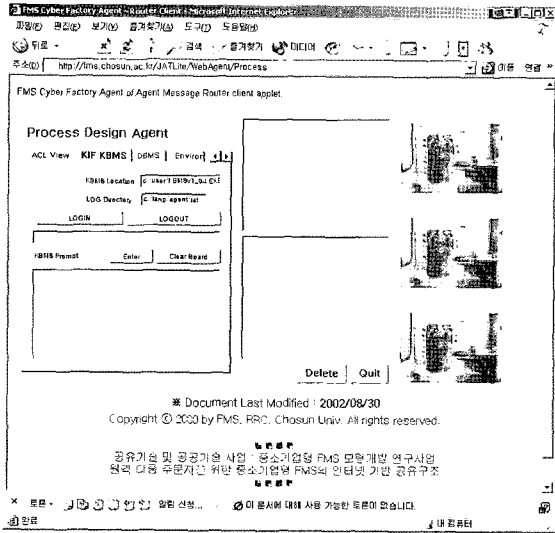


Fig. 11 Web Agent made of JATLite

셋업에이전트(setup agent)는 웹 카메라(web camera)와 연결되어 공작물의 생산공정 전후의 영상정보를 검색가능 하도록 Fig. 12와 같이 웹상에서 제공한다. 이는 원격지의 주문업체에서 FMS가동상황을 체감할 수 있게 하고 메시지만으로 전달되는 공작물 셋업정보의 해석오류를 찾아낼 근거를 제시하므로 개별 공정으로 구성되는 복합 생산 시스템에서 가공품 할당유형(job shop type)에서 물(物)의 이동을 파악하는데 유용하다.

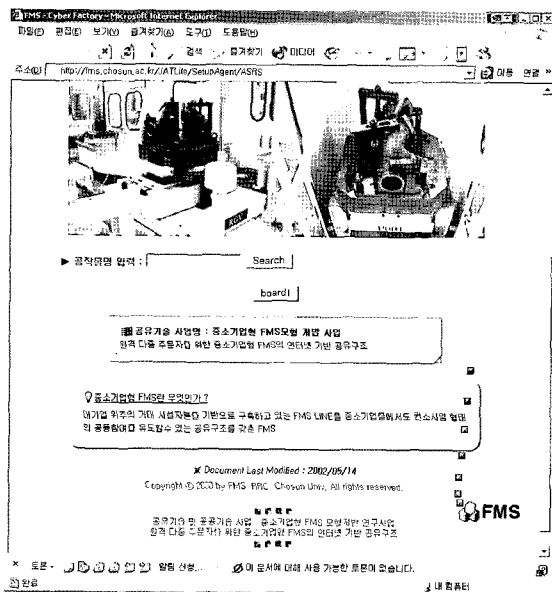


Fig. 12 Setup image via web

## 4. 결 론

본 논문에서는 FMS가 보유한 시스템 자체의 유연성을 외부로 확장하여 다른 FMS와 연계 운용할 수 있는 개념을 도출하고 실제 사례에 적용하여 실증적 가능성을 보였다. 본 연구를 통해 분산이질환경에서 FMS공유구조는 고립된 자동화의 섬에 은닉된 기존의 FMS에서 개방형 FMS구조로 확장할 수 있는 모형을 제시하고 있다.

더 나아가, 공장 내부의 FMS를 대상으로 국한한 일정계획을 외부의 FMS공장과 연동하는 환경으로까지 확장하는 통합 일정계획 수립할 수 있고 이를 위한 다양한 동적 통합 일정계획 수립 기법이 고찰될 수 있을 것으로 기대된다.

또한, 분산이질환경에서 협업적 운용을 위해 채용한 소프트웨어 에이전트에서 지능적 기능까지도 부가하여 사용할 수 있는 ACL (Agent Communication Language) 및 다중 에이전트를 위한 퍼실리테이터(facilitator)에 관한 연구가 추가적으로 필요하다. 이를 통해 지능형 생산시스템인 IMS (Intelligent Manufacturing System)로 까지 연구가 확대될 수 있을 것이다.

## 후 기

본 연구는 조선대학교의 2001년 학술연구비 지원으로 수행된 연구결과 중 일부임을 밝히며, 연구비 지원에 감사 드립니다.

## 참 고 문 헌

- 배중외 (1996). 머시닝센터 프로그램과 가공, 도서출판 황하.
- 배중외 (1996). CNC선반 프로그램과 가공, 도서출판 황하.
- 이동호 (1993). 유연제조 셀(Flexible Manufacturing Cell)과 개별 공정(Job Shop)으로 구성되는 복합 생산 시스템에서 가공품 할당문제에 관한 연구, 한국과학기술원 석사학위논문
- 이동호 (1998). 부분적 집합화를 고려한 유연제조시스템에서의 시스템 셋업 및 일정계획에 관한 연구, 한국과학기술원 박사학위논문
- 조민철 (2001). 선박설계를 위한 인터넷기반의 협동설계시스템에 관한 연구, 한국해양공학회지, 제15권, 제4호, pp 80-85.
- 최현수 (1996). 복수 지능 에이전트를 이용한 공정 스케줄링 방법의 연구, 한국과학기술원 박사학위 논문.
- Genesereth, M., Singh, N. and Syed, M. (1994). "A Distributed and Anonymous Knowledge Sharing Approach to Software Interoperation", Proc. of the International Symposium on Fifth Generation Computing Systems, pp 125-139.
- Jeon, H.(2000). JATLite: A Java Agent Infrastructure with Message Routing, IEEE Internet Computing, pp 87-96.
- Prasad, B. (1966). Concurrent Engineering Fundamentals, Vol 1, Prentice Hall.

2003년 5월 12일 원고 접수

2003년 8월 27일 최종 수정본 채택