

공정계획 및 일정계획 통합을 위한 가상 생산 시스템

박지형*, 염기원*

A Virtual Manufacturing System for the Integration of Process Planning and Scheduling

Ji-Hyung Park*, Ki-Won Yum*

ABSTRACT

Virtual Manufacturing System(VMS) is a computer model that represents the precise and whole structure of manufacturing systems and simulates their physical and logical behavior in operation. In this paper, a real time simulation for the virtual factory is proposed to integrate a process planning with scheduling under distributed environments. In order to communicate the information under distributed environments, we use a server/client concept using socket program and internet.

Key Words : VMS(가상 생산 시스템), distributed environment(분산 환경), server/client(서버/클라이언트)
process planning(공정 계획), scheduling(일정 계획), internet(인터넷)

1. 서론

컴퓨터 지원 설계(CAD), 컴퓨터 지원 생산(CAM), 조립을 위한 설계(DFA) 등이 생산 시스템에 도입됨으로써, 개념설계 단계에서부터 생산이 이루어지기까지의 과정에서 소요되는 시간 및 비용이 절감되는 효과를 가져오게 되었다. 또한, 일관성 있는 생산 활동을 하고 생산 조건의 변화에 신속하게 대처하기 위한 방안으로써 유연 생산 시스템(FMS) 및 컴퓨터 통합 생산 시스템(CIM) 등이 제안되었다.

최근에는 컴퓨터 및 컴퓨터 네트워크의 발달에 의하여 지역적으로 분산되어있는 일정 계획이나 공정 계획 등의 생산 활동 및 생산 정보 등을 통합하여 생산의 효율성을 높이고 생산 환경 변화에 신속하게 대처하기 위한 연구가 진행되어 왔다.

또한, 생산품의 제조 가능성 평가 및 다양한 공정 계획이나 가상 프로토타입(Virtual Prototype)을 제공함으로써 설계자가 효율적으로 새로운 아이디어를 개발하고 관리할 수 있는 시스템이 필요하게 되었다. 이러한 요구의 일환으로 생산 가능성 평가를 위한 가상 생산 시스템의 프레임워크의 개발, 가상 생산 시스템과 시뮬레이션을 위한 아키텍처 개발, 가상 프로토타입 (Virtual Prototype) 개발 등에 관한 연구가 진행되고 있다.[1,2]

가상 생산 시스템은 실제 생산 시스템에 대한 데이터 베이스 및 네트워크의 모든 활동과 의사 결정, 그리고 실제 생산 현장을 3 차원적으로 모델링한 가상 공장 등을 포함하는 시스템이다. 따라서, 가상 생산 시스템은 여러가지 생산 활동과 생산 정보를 체계적으로 반영한 시뮬레이션을 수행함으로써 생산의 가능성을 판단하게 하고 실제 생

* 한국과학기술연구원 CAD/CAM 연구센터

산에서 발생하는 상황을 시각화하여 보여줄 수 있다. 따라서, 가상 생산 시스템은 의사결정을 위한 직관적인 정보를 사용자에게 제공함으로써, 생산 환경 변화에 용이하게 대처할 수 있도록 한다.

공정 계획과 일정 계획은 생산 시스템의 운용에 필요한 핵심적인 두 기능이며, 이들 기능의 효율성과 생산 현장의 상황 변화에 대한 대처 능력은 생산성과 직결된다. 또한 공정 계획 및 일정 계획 정보는 가상 생산 시스템에서 가상 공장의 시뮬레이션을 위한 주요 정보이므로 이들 정보는 실제 생산 시스템을 정확하게 반영하고 원활한 정보 교환 및 공유가 이루어져야 한다. 이들 정보는 네트워크 환경에서 교환과 공유가 가능하다.

가상 생산 시스템에서는 생산 활동에 관련된 제반 정보의 원활한 교환과 공유를 위해 공정 계획 시스템과 일정 계획 시스템 및 시뮬레이션 시스템의 유기적 결합이 요구된다.

이에 따라, 본 연구에서는 분산 환경하에서 공정 계획, 일정 계획, 시뮬레이션 등의 정보 교환과 통합에 의한 가상 생산 시스템의 구조를 제안한다.

가상 생산 시스템은 시뮬레이션 소프트웨어인 SGI Workstation 용 QUEST와 PC 용 MS-Access 데이터 베이스 및 HTML, CGI를 이용하여 구축되었다. 개발된 가상 생산 시스템은 가상 공장 모델, 통합된 데이터 베이스, 공정 계획 및 일정계획 시스템을 포함하고 C 언어로 개발된 스트림 소켓에 의한 클라이언트/서버 개념과 인터넷을 이용하여 정보를 공유하고 교환한다.

2. 가상 생산 시스템

2.1 가상 생산 시스템의 정의

가상 생산 시스템은 실제 생산 시스템과 동일한 구조와 기능을 가진 시뮬레이션 시스템이며 설계 및 공정 계획, 일정 계획 등과 같은 생산활동의 주요 기능들과 가상 현실, 인공 지능, 에이전트 등의 새로운 기술이 통합된 모델이다. [3,4]

가상 생산 시스템은 가공을 위한 기계와 공구, 물류 운반 장치 등의 제조 리소스 모델, 생산 현장의 기계 배치 및 물류 환경 등의 생산 환경 모델, 가공 대상 부품을 표현하는 생산품 모델 등을 포함한다. 따라서, 설계 및 생산 계획, 작업 통제 등과 같은 생산 활동이 실제 생산이 이루어지기 전에 가상 생산 시스템에 의해 실행됨으로써 다음

과 같은 이점을 얻을 수 있다. 첫째, 새로운 제품에 대한 적 적용을 가능하게 한다. 넷째, 제품 설계 및 제조 부분의 인원 및 시간을 줄일 수 있다. [1,2,3,4,5]

본 연구에서는 실제 생산에서 일어날 수 있는 상황을 미리 예측함으로써 효과적인 생산 현장 관리를 가능하게 하고, 생산 환경 변화에 유연하게 적응 할 수 있는 가상 생산 시스템을 고려한다.

2.2 구현된 가상 생산 시스템의 구조

가상 생산 시스템은 가상 공장과 3 개의 기능 모듈 그리고 정보 인터페이스 모듈로 구성된다.

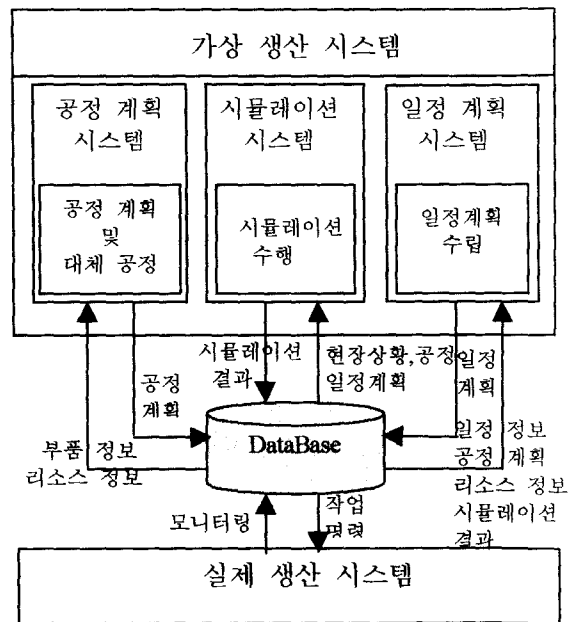


Fig. 1 A VMS structure

가상 공장은 실제 생산 시스템에서 생산에 필요한 생산품 모델과 생산 환경 모델, 그리고 제조 리소스 모델로 이루어진다. 공정 계획 시스템, 일정 계획 시스템, 시뮬레이션 시스템 등의 기능 모듈은 가상 생산 시스템을 운용하기 위한 모듈이다. 정보 인터페이스 모듈은 각 기능 모듈 사이에서 정보를 전달하고 저장하는 통신의 기능을 가진다. 본 연구에서 개발된 가상 생산 시스템의 구조는 Fig. 1 과 같다.

2.3 가상 공장 모델링

본 연구에서 구현된 가상 공장은 기계와 물류 운반 장치, 그리고 버퍼 및 자동 창고 등으로 구성되어 있으며, 이들은 가상 공장을 구동하기 위한 공정 계획, 일정 계획 정보들을 포함한다. 이들 정보는 데이터베이스에 의해 관리되며 새로운 공정 계획 및 일정 계획 생성시 갱신이 가능하다.



Fig. 2 A Virtual Factory model

2.4 기능 모듈 및 정보 인터페이스 모듈

본 연구에서 제안된 가상 생산 시스템의 정보 흐름은 Fig. 3 과 같다. 공정계획 시스템은 상용 소프트웨어인 ICEM PART 를 이용하여 CAD 데이터로부터 공정 정보를 생성하고 이것을 공정 네트의 형태로 저장한다. 일정 계획 시스템은 일정 계획을 생성하기 위하여 공정 계획 시스템에 공정 계획을 요구하며, 공정 계획 시스템은 이러한 요구에 따라 공정 네트로부터 현장 상황에 적합한 최적의 공정 계획을 생성한다. 일정 계획 시스템은 생성된 공정 계획으로부터 일정 계획을 생성한다.[6,7,8] 생성된 일정 계획을 검증하기 위하여 일정 계획 시스템은 시뮬레이션 시스템에 시뮬레이션 수행을 요구하며 시뮬레이션 시스템은 일정 계획과 공정 계획 정보를 입력 받아 시뮬레이션을 수행한다.

이와 같은 정보의 흐름을 효율적으로 관리하기 위하여 본 연구에서는 정보 인터페이스 모듈을 개발하였다.

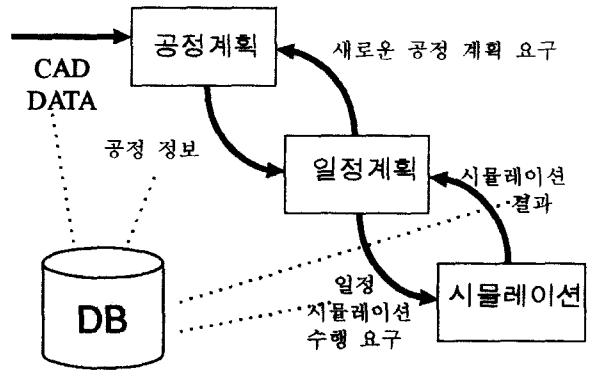


Fig. 3 The information flow of developed system

정보 인터페이스 모듈은 공정 계획 시스템, 일정 계획 시스템, 시뮬레이션 시스템 등의 3 가지 기능 모듈과 데이터베이스 사이의 정보 공유 및 전달을 담당한다. 또한, 정보 인터페이스 모듈은 각각의 기능 모듈과 데이터베이스를 연결하는 인터페이스를 제공한다. 시뮬레이션 시스템과 데이터 베이스를 연결해 주는 인터페이스는 Fig. 4 와 같다. 인터페이스 프로그램은 데이터의 변경, 삭제 및 추가 등이 발생하였을 때 이들을 처리한다. 또한 시뮬레이션의 수행 정보나 수행 결과를 웹 브라우저에

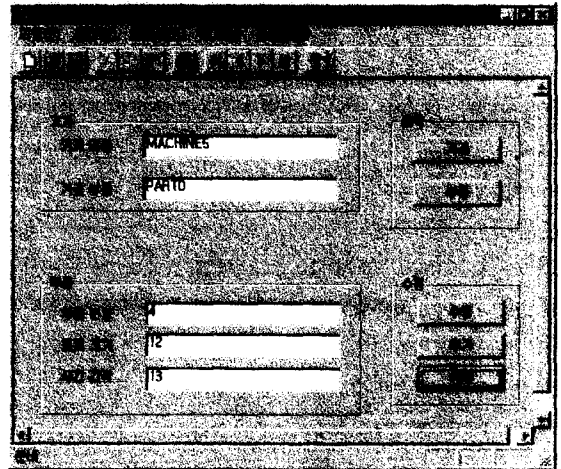


Fig. 4 An interface program for database

HTML 형태로 전달하거나 데이터 베이스에 각 정보를 저장할 수 있다.

2.5 시뮬레이션을 이용한 일정 계획 생성

본 연구에서 가상 공장의 물리적 요소가 3 차원적으로 모델링 되었고 이들의 관계가 컴퓨터 프로그램에 의해 명확하게 규정되었기 때문에, Fig 5 와 같이 시뮬레이션 진행 상황에 대한 시각적 혹은 직관적인 판단이 가능하다.



Fig. 5 A simulation processing

또한, Fig. 6 과 같이 차트나 텍스트 형태로 결과를 산출함으로써 분석적 판단이 가능하다.

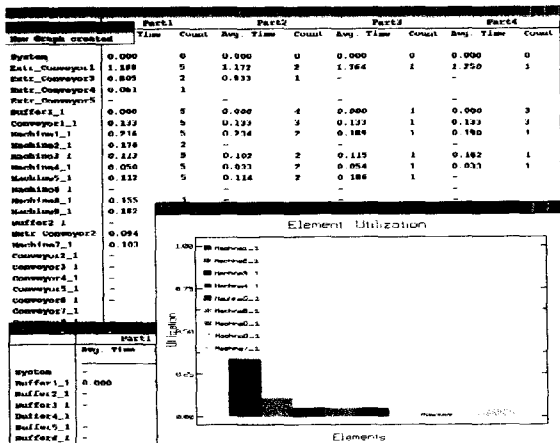


Fig. 6 The result of simulation in chart and graph forms

이러한 직관적인 판단이나 분석적인 판단에

의해 가상 공장의 물류 흐름, 작업 진행 상태, 애로 공정, 과부하 기계, 정체 상황 등을 평가하고 이러한 평가 결과는 일정 계획 시스템에 피드백 될 수 있고 새로운 일정 계획을 생성하기 위한 기초 자료가 된다.

가상 공장의 운용이 원활하지 않은 경우, Fig.7 과 같이, 시뮬레이션 시스템은 일정 계획 시스템에게 새로운 일정 계획을 요구하며 일정 계획 시스템은 새로운 일정을 생성하게 된다. 생성된 일정 계획이 다시 시뮬레이션 시스템으로 전달되어 시뮬레이션을 수행한다. 이러한 방법에 의해 최적의 일정 생성을 유도한다. 그러나 이러한 방법에 의해 최적의 일정을 생성하지 못하는 경우, 일정 계획 시스템은 공정 계획 시스템에게 새로운 공정 계획에 의하여 새로운 일정이 생성되고 이 정보는 다시 시뮬레이션 시스템으로 전달되어 시뮬레이션이 이루어진다. 이러한 반복 과정에 의해 최적의 공정 및 일정 정보가 생성된다.

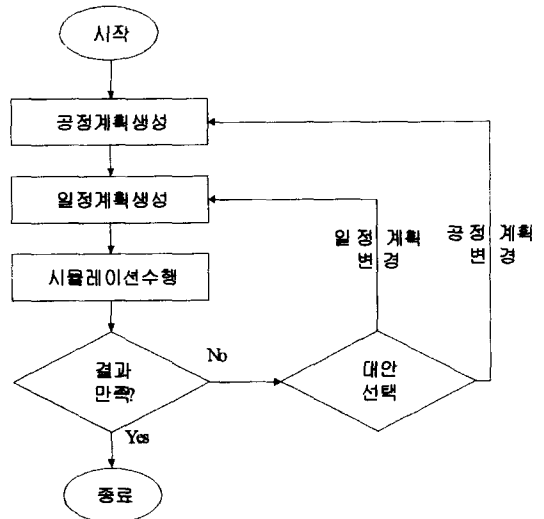


Fig. 7 A flowchart of process

3. 분산 환경하에서의 시뮬레이션 시스템

3.1 시스템 구성

공정 계획, 일정 계획, 시뮬레이션 시스템 등은 네트워크 환경하에서 분산되어 독립적으로 수행되는 시스템이다. 공정 계획, 일정 계획 시스템

은 데이터베이스에 의해 공정 및 일정 정보를 공유한다. 시뮬레이션 시스템은 이들 정보를 시뮬레이션 수행의 입력정보로 전달 받으며, 시뮬레이션의 수행 상황이 다른 클라이언트에게 실시간적으로 전달된다. 이러한 기능을 정보 인터페이스 모듈에서 구현하기 위하여 본 연구에서는 클라이언트/서버의 개념을 적용하였으며 각 시스템의 구성은 Fig. 8 과 같다.

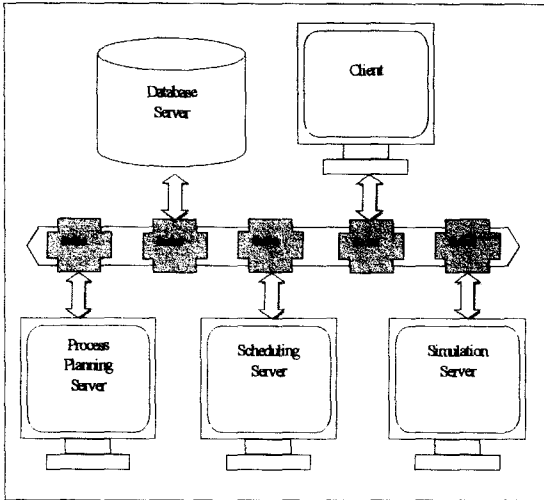


Fig. 8 A structure of distributed simulation

클라이언트는 시뮬레이션 수행 요구에 대한 메시지를 서버로 전달하고 시뮬레이션 서버는 공정 정보와 일정 정보를 기반으로 시뮬레이션을 수행한다. 시뮬레이션의 수행에 의해 처리되는 부품은 각 기계에서 가공이 완료됨과 동시에 완료에 대한 메시지가 클라이언트에게 실시간적으로 전달되므로 직접 시뮬레이션을 수행하지 않는 클라이언트도 시뮬레이션의 진행과정을 이들 메시지로부터 확인할 수 있다. 이와 같은 클라이언트/서버 통신을 위해 서버 소켓 프로그램, 클라이언트 소켓 프로그램이 개발되었으며, 구현된 소켓을 통해 메시지를 주고 받는 통신 기능이 구현되었다.

3.2 인터넷 상의 가상 생산 시스템

소프트웨어 패러다임이 웹으로 급속히 변화하면서 문서형태나 PC 통신으로 이루어지던 정보 교환이 네트워크를 통한 정보 교환 형태로 변화하고

있다. 또 인터넷은 개방형 구조를 지향하고 있기 때문에 분산 시스템을 구축하는데 유용한 도구이며 서로 다른 지역이나 서로 다른 기종에서도 웹 브라우저를 통해 쉽게 정보를 공유할 수 있는 장점을 가지고 있다.[9,10]

본 연구에서는 클라이언트 상의 사용자가 웹 브라우저를 이용하여 데이터 베이스의 시뮬레이션 수행 정보를 HTML 형태로 확인 및 변경이 가능하도록 하였다. 또한, 시뮬레이션의 수행 결과를 웹 브라우저에 전달하고 확인할 수 있다. 따라서, 사용자는 기계 대체, 생산 로트 크기의 변경, 작업 시간 변경 등과 같은 생산 운영 상황의 변화를 인터넷을 통해 시뮬레이션에 전달할 수 있다. 이러한 정보는 시뮬레이션을 통해 생산 시스템의 진행 상황을 미리 예측하는데 이용된다.

인터넷을 이용한 클라이언트 뷰(View)화면은 Fig. 9 과 같다. 클라이언트는 시뮬레이션을 위한 정보와 시뮬레이션 수행 결과를 본 뷰(View) 화면에서 확인할 수 있다.

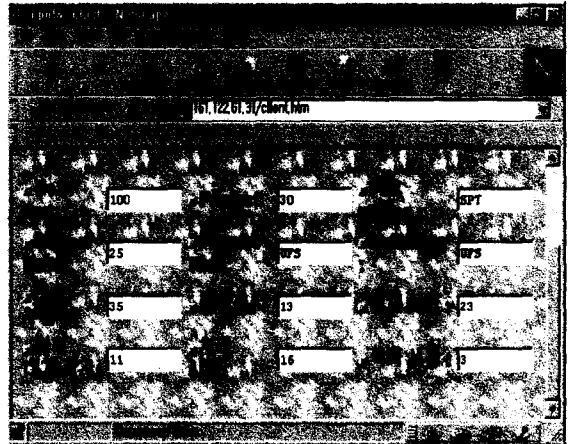


Fig. 9 Client view of the simulation result

4. 결론

본 연구에서는 분산 환경하에서의 공정 계획과 일정 계획의 통합을 위한 가상 생산 시스템을 제안하였다. 또한, 클라이언트/서버 개념과 인터넷을 이용한 정보 공유 및 교환에 의해 가상 생산 시스템이 구현되었다. 따라서, 사용자는 분산 환경하의 가상 생산 시스템을 이용하여, 생산 시스템

의 상황을 시각적으로 확인할 수 있다. 또한 이를 통해 생산 시스템의 상황에 대한 직관적인 분석, 판단 및 평가가 용이하다. 그러므로, 생산 현장의 변화에 대한 문제점 발견 및 처리, 일정 계획의 유효성에 관한 검증 등을 신속하게 할 수 있다.

추후 연구과제로서, VRML을 이용하여 서로 다른 컴퓨터 환경에서 웹 브라우저로 시뮬레이션의 진행 과정을 시각적으로 확인할 수 있게 하는 연구가 필요하다. 또한 공통의 데이터 베이스를 이용하지 않고 시뮬레이션의 수행 정보를 분산되어 있는 각 시스템으로부터 수집하여 시뮬레이션을 수행할 수 있는 에이전트 구현에 대한 연구가 필요하다.

후 기

본 연구는 정부 출연 기관 연구 개발 사업의 일부 지원(2E14863)으로 수행되었으며, 관계자 여러분께 감사 드립니다.

참고문헌

1. 박지형 “가상 생산 시스템의 기술동향 및 방법론,” 한국 정밀 공학회 '97 자동화 부문 기술 세미나, pp. 47-70, 1997.
2. Philip Willis, “Virtual Manufacturing,” *International Workshop on Graphics and Robotics*, 1993.
3. Kyo-il Lee, Sang-do Noh, and Kyoung -yun Roh, “Integrated scheduling system for virtual manufacturing system,” 29th, CIRP International Seminar on Manufacturing Systems, pp. 245-250, 1997.
4. K.Iwata, M. Onosato, K. Teramoto, S. Osaki, “A Modelling and Simulation Architecture for Virtual Manufacturing System,” Vol. 44 CIRP, pp. 399-402, 1995.
5. M. Kreitler, J.Heim and R. Smith, “Virtual Environments for Design and Analysis of Production Facilities,” IFIP WG 5.7 Working Conference, 1995.
6. Hetan.s. Shukla and F.Frank Chen, “The state of the art in intelligent real time FMS control,” *The journal of intelligent manufacturing* ,7, pp. 441-455, 1996.
7. F.Frank Chen and D.Wu, “Intelligent scheduling and control of flexible manufacturing systems,” *Proceedings of the international conference on managing integrated manufacturing*, pp. 151-155, 1993.
8. 박지형, 강민형, 노형민, “공정 네트 모델과 유전 알고리즘에 의한 공정 계획과 일정 계획의 통합,” 한국 정밀 공학회지 15/3, pp82-87, 1998.
9. J.W. Erkes , K. B. Kenny, J. W. Lewis, “Implementing Shared Manufacturing Services on the World Wide Web,” ARPA , 1995.
10. Song Myongsup, Kim Seunghan, Hahm Juho, “A study on Development of Intranet based POS System,” 산업공학 학회 논문집 pp. 629-632, 1997.