

Window98 환경 내에서 가상 시뮬레이션 개발

김석하*(부산대 대학원 지능기계공학과), 김영호(부산대 대학원 지능기계공학과),
이만형(부산대 교수 지능기계공학과)

Development of a Virtual Simulation on Window 98/NT Environment

S. H. Kim(Mech. Eng. Dept. PNU), Y. H. Kim(Mech. Eng. Dept. PNU),
M. H. Lee(Mech. Eng. Dept. PNU)

Abstract

In this paper to cope with the reduction of products life-cycle as the variety of products along with the various demands of consumers, a virtual simulator is developed to make the changeover of manufacturing line efficient to embody a virtual simulation similar to a real manufacturing line. The developed virtual simulator can design a layout of a factory and make the time scheduling. Every factory has one simulator so that one product can be manufactured in the factories to use them as virtual factories. We suggest a scheme that heightens the agility to the diversity of manufacturing models by making the information of manufacturing lines and products models to be shared.

The developed system embodies a virtual manufacturing line on the simulation using various manipulators and work cells as manufacturing components. We develop a virtual simulator system on Window 98/NT environment of Microsoft, operating system using of the greater part of PC user. Window program have a merit making GUI environment that programmer can use without the expert knowledge about hardware. A user with the simulator can utilize an interface that makes one to manage the separate task process for each manufacturing module, change operator components and work cells, and easily teach tasks of each task module.

Key Words . Virtual simulator system(가상 시뮬레이션 시스템), Manufacturing(생산), Reduction of products life-cycle(제품 수명 사이클 단축)

1. 서론

오늘날 산업계에서는 생산성을 향상시키기 위해서 로봇을 도입함으로써 공장 자동화가 산업 분야 전반에 걸쳐 진행되어 왔고, 또한 로봇의 사용이 보편화됨에 따라 사용의 편리성에 대한 요구가 증대되고 있으며, 시장의 변화에 따른 제품의 다양화와 제품 수명의 단축 등으로 작업환경과 작업내용이 빈번하게 변화함에 따라 시스템을 쉽게 변경시킬 수 있는 시스템의 유연성이 점점 요구되어지고 있는 실정이다. 하지만, 생산 자동화라인의 구성요소인 로봇 매니플레이터, 밀단장치 등은 쉽게 교체하기 힘들어 시스템의 유연성

을 증대시키지 못하는 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해 매니플레이터 관련작업들을 가상 시스템 상에서 실시하여 결과를 예측한 후 실제 생산 시스템에 데이터를 전송하여 작업을 수행하는 오프라인 프로그래밍에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다.

본 연구에서는 짧은 제품 수명과 실제 생산라인의 직접 교체 시에 발생하는 라인 전환에 동반하는 고 비용, 장시간 라인설치로 인한 생산량 저하에 대처하기 위해 실제 생산라인과 유사한 시뮬레이션 환경을 구현함으로써 생산요소를 적절히 선택하게 하여 생산공정의 변경을 쉽게 할 수 있게 하고 생산라인의 부적절한 선택을 방지한

다. 그리고 Window 98 환경에서 사용자가 쉽게 가상의 생산라인을 구축하여 컴퓨터 하드웨어에 관한 전문지식이 없이도 시뮬레이션을 수행할 수 있는 가상 생산 시스템을 개발한다.

본 연구에서 개발되는 가상 생산 시스템은 매니플레이터 및 주변 구성요소들의 그래픽 모델링 데이터의 구성을 기반으로 각 작업 셀 단위로 매니플레이터 모듈을 전환하고, 사용자가 각 작업 모듈의 작업교시를 그래픽 상에서 구현할 수 있는 인터페이스를 개발함으로써 생산라인 전환에 효과적으로 대처할 수 있도록 하였으며, 이러한 인터페이스의 기초가 되는 데이터베이스 시스템은 기본적인 생산요소들의 동역학적, 기구학적 특징을 트리 형식의 하위 데이터요소로 연결되는 정적인 모델인 계층적 모델을 기초로 우선 구성하고, 미리 데이터의 관계를 연결하지 않고 사용자가 구성하는 모듈에 따라 데이터의 동적인 연결을 추구하는 상관적 모델로 보완함으로써 효율적이고 체계적이고 호환성이 있는 데이터 구조를 만들 수 있는 연구를 수행하였다.

또한, 로봇 매니플레이터의 경우, 기구학 해석, 계획계획 동역학적 시뮬레이션 및 성능 평가를, 작업 셀의 경우, 작업 모듈단위의 작업 시간 모듈간의 지연시간, 작업 셀의 이송속도 및 시간 등을 모니터링 할 수 있도록 하였다. 생산 시스템의 개발 언어로 Microsoft Visual C++ 6.0을 사용하였으며, 그래픽 라이브러리로는 실리콘 그래픽사의 Open GL을 사용하여 3차원 그래픽을 구현하였다 또한, GUI 환경을 이용한 사용자와 가상 생산 시스템의 인터페이스에 대하여 연구하였다.

2. 제안된 시스템의 구조와 특징

가상의 생산공정을 효율적으로 만들기 위해서는 그래픽 모델링 데이터를 체계적으로 구성할 필요가 있다. 이에 따라 제안되는 데이터베이스 구조는 사용자가 만드는 생산공정의 구성을 중심으로 설계되었고, 사용자의 필요한 작업공정에 따라 데이터베이스가 사용자의 인터페이스와 데이터 교환을 할 때, 가상의 생산라인 시스템을 효율적이고, 호환성이 있도록 구동할 수 있도록 하여야 한다. 이러한 시스템으로 필요성으로 본 연구에서는 계층적인 구조를 가지는 계층적 모델과 같은 데이터 연결의 변경에 적합한 상관적 모델을 채용하여 두 모델의 장점만으로 복합적인 데이터베이스 모델을 개발하였다.

2.1 계층적 모델

일반적으로 계층적 모델을 기초로 하는 데이터베이스 시스템을 모호성이 없는 구조로 정의될

수 있다. 데이터 공정 기술의 관점에서 보면 모델링 데이터 조적은 접근 경로가 명확히 결정될 때 효과적이다. 그러나 이러한 표현은 모든 생산요소로의 접근이 미리 정해진 트리 구조를 따라 움직여야하는데, 사용자 중심적이거나 복잡한 모듈의 교체에는 적절하지 못하다. 계층적 모델인 또한 상위요소와 다른 하위요소들간에 이루어지는 연결관계의 표현을 제한한다. 이러한 이유는 불명확한 생산요소간의 관계가 직접 계층적인 모델에 의해 표현될 수 없다는 것이다. 예를 들어 팔레트의 위치와 공정 좌표 등의 데이터는 작업 셀 모듈이나 매니플레이터 모듈에 공통의 연결관계를 가지기 때문에 명확한 연결을 가지기 어렵다. 이를 보완하기 위해 사용자 중심의 프로그램 구성이나 원활한 모듈의 교체를 위해 상관적 모델을 사용했다.

2.2 상관적 모델

보통 상관적 모델은 다른 모델과는 달리 생산 모듈과 모듈에 따른 하위 데이터 사이의 관계가 미리 거해져 있지 않다. 이 모델은 연결관계를 설명하는 2차원 테이블에 기초를 둔다. 상관적 모델의 주요 특징은 데이터 연결과 데이터 접근 정도의 결정이 될 정의되지 않고 사용자가 생산 모듈을 교체할 때 즉, 동적인 상태에서만 연결구조가 결정된다 이러한 모델은 주로 작업 공정이 자주 바뀌거나 사용자의 경험부족으로 많은 생산요소의 변경이 예상될 때 적용될 수 있다.

2.3 제안된 데이터베이스 시스템

따라서 이러한 데이터베이스 모델의 필요성들을 충족시키기 위한 구체적인 데이터베이스 시스템 모델의 구성은 다음과 같이 제한한다.

위에서 제시된 두 가지 모델을 기초로 개발된 데이터베이스시스템은 데이터의 상위요소를 임의의 n 개의 작업 셀 모듈로 배치하고 각각의 모듈의 기구학적, 동역학적, 그리고 여러 가지 연관된 모델링 요소들을 하위 데이터로 가진다 그림 1에서 제시한 각 모듈의 하위 모델링 데이터로는 매니플레이터의 관절의 각도, 관절의 길이를 포함하는 기구학적인 특징과 링크의 중량, 모멘트, 그리고 각 관절을 토크 값을 포함하는 동력학 특징을 고려하고, 작업 셀의 하위요소로는 작업 셀의 절대좌표 위치, 컨베이어 벨트의 이송속도, 그리고 그 밖의 셀 고유의 특징 등을 고려했다. 또한 각 상위 모듈 데이터와 그것의 하위 모델링 데이터는 트리 구조의 계층적 모델을 도입하였고, 그림 1에서 보여주는 것과 같은 인터페이스 블록 내에는 또한 각 생산요소의 공통되는 데이터 요소를 가지는데, 이들을 기초로 사용자의 의

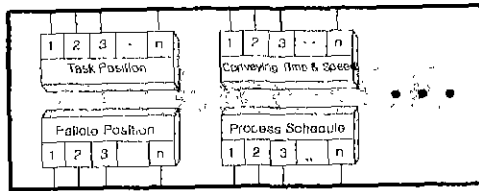


Fig 1. Relational model construction in the interface

도에 따라 생산 모듈이 동적으로 구성될 때는 각각의 상위데이터 즉, 매니플레이터와 작업 셀이 인터페이스 상에서 연결되는 상관적 모델을 채택하여 시스템을 구성한다. 이들 요소는 셀의 절대좌표, 셀 위에 장착될 매니플레이터의 절대좌표 위치와 셀의 페이스와 매니플레이터의 말단장치간의 상대위치, 작업 팔레트의 위치, 셀의 작업시간, 셀 끝에서 작업 위치까지의 이송시간, 모듈들의 작업 및 이송시간 차이에 따른 이송 지연시간, 각 작업 셀의 공정 계획과 전체 라인 상에서 팔레트의 위치와 현재 작업속도 그리고 작업 진행 정도 등이 있으며, 모듈을 구성하는 매니플레이터와 작업 셀이 각기 공통의 모델링 요소를 가지며 모듈 선택 창에서 하나의 모듈로 묶여지면서 부여된 모듈의 번호에 따라 인터페이스 안에 존재하는 데이터의 고유 번호를 각기 공통으로 부여받음으로써 모듈별 공통 데이터를 공유하게 된다. 이와 같이 사용자의 선택에 의한 데이터 베이스의 구성은 인터페이스의 데이터와 공유되어 사용자가 사용하는 대화상자와 연결된 후, 사용자가 생산라인으로 가상 시뮬레이션을 구동할 때 대화상자의 구성된 데이터베이스 시스템사이의 데이터 입출력이 되도록 하였다

3. 가상 시뮬레이션 시스템 구성

본 연구에서는 일반 사용자들도 쉽게 사용할 수 있도록 대다수 PC사용자가 쓰는 운영체제인 마이크로소프트사의 윈도우98/NT 환경에서 가상 생산 시스템을 개발하였다. 위도 프로그래밍은 프로그래머가 하드웨어에 대한 깊은 지식이 없어도 쉽게 사용할 수 있는 GUI환경을 제작할 수 있게 하는 장점이 있다. 또한 동시에 Visual C++ 프로그래밍 등은 코드와 자원이 편리하게 관리할 수 있는 통합 환경을 지원하므로 여러 사람이 분담하여 작업하기에 편리하고, 다양한 개발 방식을 지원하므로 작업 효율이 높다는 이점이 있다.

개발된 시스템의 구성은 그림 2에서 보는 바와 같이 생산라인을 구성하는 각각의 생산요소들을 작업 모듈로 고려하고, 사용자는 Module Selection에 포함되어 있는 매니플레이터들과 작

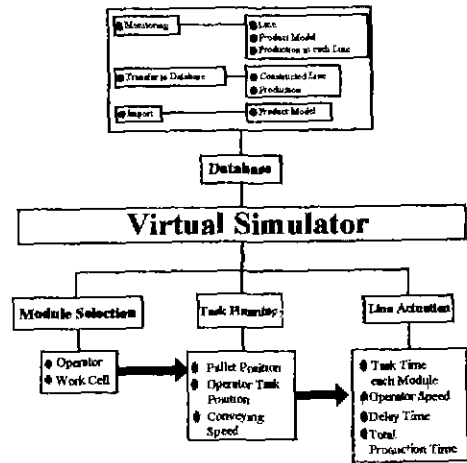


Fig 2. The concept of virtual simulator

업셀들 중에서 각각의 모듈마다 작업에 적합한 매니플레이터 모듈과 작업 셀을 선택하여 단위 작업 모듈을 구성한다.

이렇게 구성된 각각의 작업 모듈은 순차적으로 연결되어 하나의 공정라인을 가상으로 만들 수 있다. 따라서 Module Selection에서 구성된 생산모듈을 만들어진 가상 생산라인으로 작업계획에 속하는 팔레트 위치설정, 매니플레이터 작업 위치결정, 그리고 이송속도 설정 등이 입력되어 지면 라인 벨러싱에 속하는 시뮬레이션이 행하여지고 그 결과로 각 모듈의 작업시간, 매니플레이터 속도, 이송시간의 차이로 인한 모듈들 사이의 지연시간, 그리고 구성된 라인에서 첫 모듈에서 마지막 모듈까지 공정을 거치면서 제품이 생산되는 전체공정 시간을 모니터링 할 수 있도록 하였다. 각 모듈별로 로봇 매니플레이터와 작업 셀을 짝지어 선택하며 단위 모듈을 구성해 가는 대화상자를 보여주고 있다. 그리고 작업 계획을 위한 대화상자에서는 각 공정모듈 단위로 작업교시를 로봇의 말단장치 좌표 값과 셀 위에서의 팔레트의 위치 및 이송 속도로 하고, 구성된 가장의 생산라인으로 시뮬레이션할 수 있도록 하였다.

4. 가상의 생산라인

이상과 같이 구성된 가상 생산 시스템 프로그램을 사용하여 각 모듈에 필요한 생산요소인 로봇 매니플레이터와 작업 셀을 선택하여 메인 윈도우 창에 하나씩 띄운다. 선택 대화상자에서 최초로 1번 모듈에서 하나의 작업 셀과 SCARA 매니플레이터를 선택하여 메인 윈도우 창에 띄운 모습을 보여주고 있다

이렇게 각각의 단위 모듈에서 생산요소인 로봇 매니플레이터와 작업 셀을 선택하면서 라인구

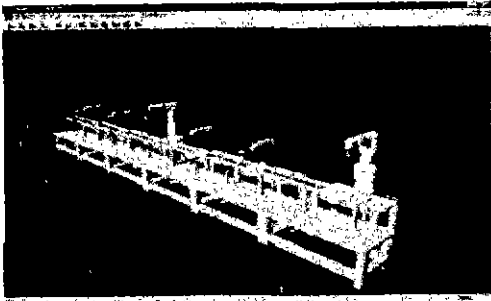


Fig 3. The Virtual construction of the whole manufacturing line

성을 진행해 갈 수 있다.

선택 대화창에서 선택된 매니플레이터와 작업 셀이 짝지어진 모듈들로 라인이 구성되어 가는 모습을 보여주고 있다. 그림3은 이렇게 선택된 생산요소들로 모듈을 구성하여 전체 생산공정 라인을 구성한 모습이다. 여기서 구성된 가상 생산라인을 이용하여 공정계획 대화창을 통해 작업 셀의 이송속도, 이송시간, 작업 셀 좌표를 기준으로 하는 팔레트의 위치좌표, 팔레트 위의 매니플레이터 작업위치 결정, 이송속도 등을 입력하고 가상으로 전체라인을 구동시켜 볼 수 있다. 또한 이 시뮬레이션 후에는 각 로봇 매니플레이터의 관절속도, 각 작업지점까지 가는 시간과 각 모듈 별 총 작업시간, 그리고 모듈과 모듈사이의 이송 시간의 차이로 인해 발생하는 이송지연시간, 라인 전체를 거쳐 하나의 부분 생산품이 나오는데 걸리는 총 시간을 모니터링할 수 있도록 하였다.

5. 결론

본 연구에서는 짧아지는 제품수명에 대처하기 위해 실제 생산라인과 유사한 시뮬레이션 환경을 구현하여 라인공정에 들어 갈 생산요소의 적절한 선택으로 생산공정위 변경에 쉽게 할 수 있는 가상의 생산 시스템을 개발하였다. 가상 생산 시스템은 여러 종류의 로봇 매니플레이터와 작업 셀을 생산요소로 이용한 가상의 생산라인을 구현하였다. 단위 모듈로 작업 셀과 매니플레이터 요소를 교체하고 각 생산모듈별로 분리된 작업공정을 처리하도록 대화창을 생성하여 팔레트의 위치, 작업위치, 이송속도를 결정하도록 하였다. 생산요소 및 생산공정 데이터의 효율적인 흐름을 만들기 위해 각 생산요소와 그에 연관된 모델링 데이터를 하위데이터로 두어 계층적으로 연결시키고, 매니플레이터와 작업 셀간의 공통 데이터를 인터페이스 안에 묶으로써 매니플레이터와 작업 셀을 사용자의 의도대로 동적으로 연결시키는 모델을 채용함으로써 생산공정의 데이터

를 효율적으로 흐르도록 만들었다.

개발된 가상 생산시스템은 사용자에게 의해 생산라인에 필요한 생산요소인 로봇 매니플레이터와 작업 셀의 적절한 선택을 할 수 있도록 하였고, 공정계획에 포함된 팔레트의 위치설정, 매니플레이터의 작업위치 결정 및 각 모듈의 팔레트 이동속도를 사용자가볼 수 있고, 그런 이유로 실제 라인의 전환시간을 단축시킬 수 있다.

참고문헌

1. M. W. Spong and M. Vidyasagar, Robot Dynamics and Control, John Wiley & Sons, 1989
2. M. A. Uoussef, "Agile Manufacturing: a necessary condition for competing in global markets" *Indust. Engng.*, pp. 18-20, 1992
3. B. Scholz-Reiter, *CIM INTERFACES Concepts, standards and problems of interfaces in Computer-Integrated Manufacturing*, CHAPMAN & HALL, 1992
4. T. Kidd, *Agile Manufacturing: Forging New Frontiers*, Addison-Wesley, 1994 Hyunbo Cho, Moyoung Jung, "Enabling Technologies of Agile Manufacturing and its related activities in Korea" *Computers Ind. Engng.*, vol. 30, No 3, pp. 323-334, 1996