

동시공학 설계를 이용한 웹기반의 철의장 자동생산 시스템 설계에 관한 연구

류갑상* · 김형곤**

*동신대학교, **호남대학교

A Study of Web based sheet metal cutting system using of concurrent
engineering design concept

Gab-sang Ryu* · Hyeong-gyun Kim**

*Dongshin University, **Honam University

E-mail : gsryu@dsu.ac.kr

요 약

최근 들어 공장자동화분야에 동시공학이라는 개념이 활용되고 있다. 본 논문에서는 판재를 절단하여 철의장 부품을 생산하는 작업 현장이 회사 내·외의 협업이 요구되는 환경임에도 불구하고, 분산화 된 동시공학적 생산개념이 적용된 사례가 없어 이와 관련된 연구를 수행하였다. 클라이언트/서버 환경의 철의장 부재생산 자동화시스템을 설계하고, 부재 절단에 필요한 NC포스트프로세서 구축기를 설계하였다. 또한 부재생산 전 공정을 동시공학적 분산처리를 수행했을 때 기존의 생산공정에 비해 제품생산에 소요되는 시간이 단축됨을 보였다.

ABSTRACT

Concurrent engineering concept is used in factory automation recently. In this paper, described instance that apply concurrent engineering production concept in sheet metal cutting process. Automation system to produce metal parts designed by Client/Server structure, and designed NC postprocessor on inside. Also, in this paper, when handled all justices of part production by breakup design of concurrent engineering, proved can shorten time required in product manufacture than system past.

키워드

동시공학설계, 웹프로그램, 철의장자동생산시스템, NC절단기, NC포스트프로세서

1. 서 론

최근 들어 제품 개발은 개발 생명 주기의 역동성으로 인해 제품의 마케팅과, 설계, 제조 등이 지역적으로 분산되어 진행되고 있으며, 이들 제품 생산에 필요한 공정 모델링도 여러 지역에서 나누어져 이루어지고 있다. 아울러 분산 처리되는 공정들은 한 곳에서 처리되는 것처럼 동일 환경에서 통합이 이루어지도록 요구되고 있다

[1]. 이러한 산업적인 욕구는 동시공학(Concurrent Engineering)이라는 새로운 개념을 공장자동화분야에 출현시켰다. 웹기반의 통신 기술이 기존의 CAD/CAM 영역에 응용되면서 동시공학개념을 적용한 다양한 시스템들이 개발되었다. CyberCut은 1997년 미 NSF 연구 과제로 시작되어, 기계부품을 위한 웹 기반의 CAD/CAM 시스템을 구현하였다. CyberCut은 개념 설계를 도와주는 MAS 와 WebCAD, 공정계획, 그리고 가공에 관련되는 일련의 소프트웨어와 하드웨어를 포함

하며, 3-타이어 클라이언트/서버 구조를 사용하여 설계되었다. 그동안 진행된 연구들은 분산화된 동시공학 설계시스템 구축을 위한 프레임워크 또는 프로토타입을 제안하였고, 부품 생산을 위한 제조 관련 정보를 웹상에서 공유하고, 3차원의 특징 형상을 웹에서 모델링하는 등 제품 생산을 위한 정보공유 방안 등을 제안하였다. 그러나 웹에서 제품을 설계하고 제조하기 위한 실험적인 연구가 이루어졌으나, 실제 설계 및 제작과 달리 많은 제약조건 들을 만족하기에는 현실적으로 어려움이 있어 상용화는 되지 못하고 있는 실정이다. 특히 판재를 절단하여 선박, 철구조물, 중장비를 생산하는 작업 현장은 회사 내·외의 협업이 요구되는 환경임에도 불구하고, 분산화된 동시공학적 생산 개념을 적용한 연구가 거의 이루어지지 않고 있다. 이는 판재 절단분야의 공장 자동화를 지원하는 네스팅시스템이 오프라인에서 단일 사용자에 의해 실행되도록 개발되어, 절단 공정을 순차적으로 실행해야 하는 제약을 갖고 있는데 그 원인이 크다고 할 수 있다. 본 연구에서는 철의장 생산현장에 동시공학적 생산개념을 도입하고, 웹을 기반으로 한 작업환경을 지원할 수 있는 분산처리 및 협동생산이 가능한 통합 철의장 생산 자동화시스템을 제안하였다.

II. 시스템 설계

2.1 관련 연구

동시공학이란 기존의 제품 설계부터 제조에 이르는 일련의 순차적인 과정을 타파하는 개념으로서, 초기 설계단계에서부터 제조, 조립, 유지 보수 등을 위한 엔지니어링과 계획이 동시에 수행되어 제품 개발비용을 줄이고 제품 품질을 향상 시키려는 개념이다. 이를 위해서는 제품 생산에 필요한 공정들이 분산 처리(그림 1. 참조)가 가능하여야 하고, 동일 작업장에서 일괄 처리가 이루어지는 것처럼 동일 조건에서의 통합작업이 가능하여야 한다. 이러한 산업적인 욕구는 정보통신과 컴퓨터 기술의 발전을 통해 인터넷 기반의 제품 설계 및 제조 그리고 기타 엔지니어링서비스를 지원하는 시스템들이 개발됨으로써 활발한 연구가 이루어지고 있다. 동시공

학 개념을 생산에 적용한 것은 웹 기반의 통신 기술을 기존의 CAD/CAM 영역에 응용하면서 활발히 진행되었다. 웹을 통한 협업시스템인 DOME[2]은 웹 기반의 어플리케이션의 능력을 개선하기 위해 제안된 개방형 구조의 웹 기반 인프라스트락처이다. 한 장소에서 특정 어플리케이션이 서비스 되면, 다른 지역의 다른 사용자들에 의해서 이 서비스를 인터넷 및 웹 토크를 사용하여 사용할 수 있도록 함으로서 제품 개발에 활용하도록 개발되었다. 최[3]는 웹을 이용한 실시간 3차원 공동작업 부품 정보증개시스템 개발이라는 연구에서 웹을 이용하여 부품 정보를 증개하고 3차원 부품 형상을 협력적으로 조립할 수 있는 프로토타입 시스템을 개발하였다. 정[4]은 클라이언트 PC 상에서의 기계조작, NC 파트프로그램 편집 및 그에 따른 기계 동작 및 가공 시뮬레이션 등을 가능케 하는 Web 기반 가상공작기계를 구현하였다. 추[5]는 웹에 기반한 마이크로머시닝서비스에 관한 연구에서 웹 브라우저를 사용자 인터페이스로 사용하여 3차원의 파트 도형 정보를 업-로드 하고, 미리 정의된 공정 계획에 따라 부품을 가공하는 공구경로 데이터를 산출하여 제공하는 시스템을 개발하였다. 서[6]는 웹 환경의 가상현실 기술을 사용하여 설계와 가공 시뮬레이션을 구현하는 방법을 제시하였다.

2.2 동시공학 철의장 생산공정 설계

일반적으로 철의장 생산은 절단할 부재들의 설계가 이루어지고, 공정 계획이 수립되면, 부재를 레이아웃하고, 절단 방법을 결정한 후 최종적으로 절단기를 사용하여 부재를 절단하는 과정을 거치게 된다. 부재 생산 자동화 공정을 분석해 보면 다음 몇 가지 특징을 가지고 있다. 첫째, 공정별로 사용하는 자동화 프로그램이 다르다는 것이다. 부재 형상 설계는 CAD 시스템에 의해 처리되고, 부재 배치를 위한 네스팅공정과 CAM공정은 네스팅시스템에서 처리되며, NC 포스트프로세서공정은 NC 포스트프로세서에 의해 처리된다.[32] 둘째, 작업자의 수작업이 요구된다. 네스팅시스템에 의해 계산된 부재들의 자동배치는 부재 생산 과정에서 발생할 수 있는 절단의 효율과 열 변형 등이 고려되지 못하고 있다. 따라서 숙련된 작업자의 축적된 경험에 의해 자동 배치된 부재들 중 일부 부재들은 재배치되는 과정을 거치게 되는데 이 과정에서 많은 시간을 소비하게 된다. 셋째, 서로 다른 여러 작업을 수행할 때 설계부서에서 부재의 CAD공정과 네스팅공정 그리고 부재 재배치를 위한 편집공정 등을 수행하는 동안 가공부서에서는 부재의 CAM공정과 NC 포스트프로세서공정 그리고 부재 절단 공정을 분산해서 각각 수행함으로써 작업 대기 시간을 줄일 수 있다. 넷째, 기존의 상용 네스팅시스템은 단일 사용자에 의해 절단에 필요한 공정들은 시스템의 기능을 사용하여 순서대로 진행 하도록 설계되어 있다. 따라서 네트워크 및 컴퓨터프로그램 기술의 발전으로 절단 생산 자동화 환경이 변하고 있음에도, 네스팅시스템은 이러한 환경 변화에 적응하지 못하고 있으며, 기존의 작업 흐름을 따라 가도록 오히려 강요 하고 있는 실정이다. 본 논문에서는 이러한 분석 결과를 바탕으로 기존의 오프라인에서 단일 사용자 중심으로 운용

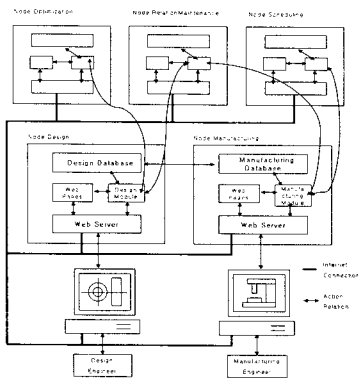


그림 1. 분산화된 시스템과 DB 모델링 구조

되던 상용 네스팅시스템의 구조를 분산처리가 가능하도록 클라이언트/서버 구조로 설계하고, 웹 상에서 다수의 작업자가 동시에 사용 할 수 있도록 설계하였다. 아울러 부재 절단의 진 공정을 시스템 내에서 일괄적으로 처리 할 수 있도록 NC 포스트프로세서 구축기 개념을 도입하여 통합 네스팅시스템의 모델을 제시하였다. 그림 2는 본 연구에서 제안한 웹 기반의 통합 네스팅시스템의 구성도이다

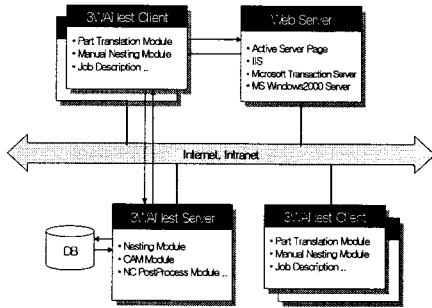


그림 2. 웹 환경의 시스템 구성도

2.3 네트워크 프로그램 설계

네트워크에 연결된 두 컴퓨터에서 실행되는 두 프로그램 간에 클라이언트/서버 모델을 적용할 경우, 두 프로그램은 통신 프로토콜을 사용하여 상호 정보를 교환하여야 한다. TCP/IP 프로토콜을 이용하여 애플리케이션이 통신을 하기 위해서는 사용할 프로토콜, 송신측 IP 주소, 송신측 포트 번호, 수신측 IP 주소, 수신측 포트 번호가 필요하며, 이러한 정보의 집합체로서 소켓을 사용한다. 본 논문에서는 통합시스템이 웹에서 실행될 수 있도록 하기위해 클라이언트/서버 모델의 네트워크 프로그램을 설계하였다. 시스템의 클라이언트 프로그램과 서버 프로그램의 통신은 윈도우 소켓 방식을 통해 이루어진다. 시스템의 운영은 서버 프로그램에서 N+1개의 소켓을 생성하고, N 개의 클라이언트가 서버에 접속하여 시스템을 사용한다. 이때 남아 있는 나머지 소켓은 다음에 연결될 클라이언트를 위해 대기하도록 설계되었다.

2.4 NC 포스트프로세서 설계

포스트프로세서 구축기는 사용자가 특정 NC 절단기 전용의 NC 포스트프로세서를 구축할 수 있도록 기능을 제공하고, 구축된 포스트프로세서를 시스템 내에 저장하였다가 필요시 호출하여 사용한다는 개념이다. NC 포스트프로세서 구축기는 그림3 에서 보는 바와 같이 입력(Input)기능, 제어(Control)기능, 주언어(major word) 처리기능, 보조언어(auxiliary word) 처리기능, 출력(Output)기능 그리고 NC 절단기 및 제어기의 특성 정보를 입력할 수 있는 특성정보 구축기능으로 구분하여 서로 유기적인 관계를 가질 수 있도록 설계했다.

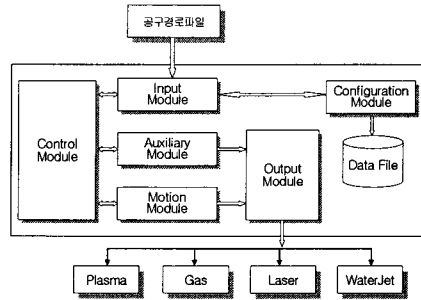


그림 3. NC포스트프로세서구축기 구조

부재 절단 CAM 공정에서 생성된 공구경로데이터를 ASCII 코드 형태로 입력받아 각 레코드의 주언어 내용을 검색하고 해석하여 관련 기능을 수행할 수 있도록 세부 모듈단위로 구분하였다. 그림 5.18은 NC 포스트프로세서를 구축하기 위해 필요한 정보를 입력하는 다이얼로그 중 하나를 보인 것이다. NC 절단기의 종류에 따라 GAS, Plasma, Laser 그리고 WaterJET 으로 구분하고, 각 절단기의 Feedrate, Coordinate System, Kerf Offset, Sequence NO 그리고 NC 컨트롤러 이름을 입력하도록 한다. 이렇게 입력된 정보들은 특정한 컨트롤러를 장착한 NC절단기 전용의 구축용 파일로 저장되어 포스트프로세서를 내부에 구축하게 된다

III. 시스템 성능 비교

3.1 시스템 서버프로그램

설계된 시스템은 서버-클라이언트 구조로 되어 있다. 서버는 작업요청 클라이언트가 접속할 서버 소켓을 초기화한 후 클라이언트의 요청을 감지하기 위해 대기한다. 서버소켓은 요청되어온 클라이언트의 IP 와 Port 정보를 얻어 서버 측에 할당된 클라이언트 서비스용 소켓과 통신을 할 수 있도록 한다. 이때 할당되는 서버 측의 클라이언트의 소켓 수는 연결되는 클라이언트에 할당할 수 있는 최대 접속수와 같다. 서버는 다른 프로세스를 처리하고 있는지 확인하고 클라이언트에 대기 혹은 승인 메시지를 전송한다. 서버의 승인이 있는 경우 클라이언트는 네스팅 공정에 필요한 작업파일을 서버에 전송한다. 서버는 승인된 클라이언트에서 전송된 네스팅 용 작업 파일을 클라이언트 소켓으로부터 읽어 부품 자동배치 공정을 수행한다. 서버에서 작업이 완료되면 서버 측의 클라이언트 소켓을 통해 클라이언트에 부품의 자동배치 파일을 전송하고, 클라이언트는 다음에 처리할 공정을 수행하게 된다. 시스템의 서버컴퓨터는 클라이언트의 접속 여부를 모니터링 할 수 있어야 한다. 이를 위해 그림 4와 같은 모니터링 화면을 설계하여 서버 화면에 나타

나도록 하였다. 모니터링 화면에는 시스템에 클라이언트가 접속될 때 마다 작업번호를 부여하고 서버에서 수행하는 프로세스의 작업시간 등을 표시하여 작업 진행의 상황을 서버컴퓨터의 작업자가 알 수 있도록 하였다.

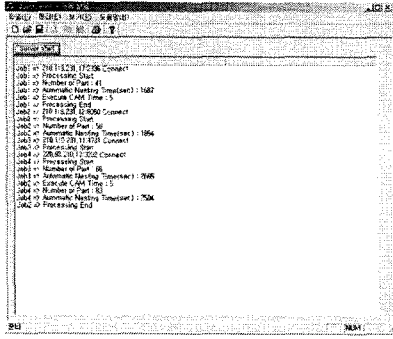


그림 4. 서버 모니터링 화면

3.2 시스템 성능 비교

설계된 시스템은 인터넷에서 다수의 작업자를 상대로 여러 작업을 동시에 분산처리 하여 동일한 작업 조건에서 협동 처리가 가능하므로, 기존의 오프라인에서 운영되는 시스템과는 기본적으로 처리 방법에서 차이가 있다. 제안된 시스템의 우수성을 입증하기 위해 오프라인에서 실행되는 버전과 웹에서 실행되는 버전을 가지고 동일 작업을 수행하는데 소요되는 처리 시간을 비교하였다. 시스템의 평가는 부재 생산자동화의 주요공정을 부재 CAD, 부재 자동배치, 부재 재배치, 부재 CAM, 그리고 NC포스트프로세서의 다섯 공정으로 나누고 이들 공정들이 제안된 시스템과 기존 시스템에서 실행될 때 소요되는 공정수를 비교하고, 각 작업 별 소요되는

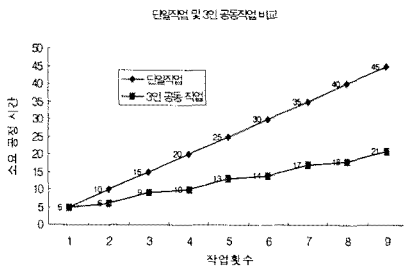


그림 5. 단일작업 및 3인 공동작업 소요 공정비교

시간을 비교하였다. 그림 5는 서로 다른 9개의 작업을 기존의 오프라인시스템에서 처리할 때 총 45 공정이 수행되던 것을, 개발된 시스템에서는 세명의 작업자가 동시에 작업을 수행함으로써 21 공정 만에 작업을 종료할 수 있음을 표로 설명한 것이다. 시스템에서 작업 진행

은 서버에 접속한 순서에 따라 먼저 접속한 클라이언트에게 작업 수행의 우선권을 부여하였으며, 각 공정의 수행시간은 동일한 것으로 간주하였다.

V. 결 론

정보통신 기술의 발전으로 산업 현장에서도 컴퓨터 네트워크 및 클라이언트/서버 구조의 응용프로그램 개발이 보편화되고, 그로인해 동시공학적 생산 개념이 공장자동화의 여러 분야에 적용되고 있다. 본 논문에서는 판재 부재 생산 현장에서 이루어지는 작업 특성들을 분석하여, 순차적으로 진행되던 공정들을 부서 간 혹은 작업자 간에 동시에 처리할 수 있도록 공정들을 분산 배치하고, 여러 자동화 시스템에 의해 처리되던 공정들을 통합된 단일 시스템에 의해 수행되도록 설계하였다. 기존의 순차적으로 수행되는 작업 방식과 이를 지원하는 상용 네스팅시스템과 본 논문에서 제안한 시스템의 작업에 소요되는 총 공정수를 비교하였다. 그 결과 서로 다른 9개의 작업을 수행하는데 기존의 상용시스템은 한 사람의 작업자에 의해서 총 45 공정을 수행해야 한다. 그러나 제안한 시스템에서는 동일 작업들을 수행하는데 클라이언트의 수를 3개로 하는 경우 21 공정 만에 처리할 수 있음을 보였다. 본 연구를 통해 동시공학개념을 철의장 부재생산 공정에 적용함으로써 협업이 가능한 작업구간에서 작업자가 대기해야 하는 시간을 줄일 수 있게 되었고, 생산에 소요되는 시간을 줄일 수 있는 웹 기반의 철의장 부재 생산을 위한 통합시스템 개발이 가능할 것으로 기대된다.

참고문헌

- [1] D.Xue, Y.Xu, "Web-based distributed system and database modeling for concurrent design", Computer-Aided Design, Vol.35, pp.433-452, 2003.
- [2] Pahng, G-D. F., Bae, s., Wallace, D., "Web-based Collaborative Design Modeling and decision Support", Proceedings of Design Engineering Technical Conference, September 13-16, 1998, Atlanta, Georgia, USA.
- [3] 최영상, 김영호, "웹을 이용한 실시간 3차원 공동작업 부품정보중개시스템 개발", 한국 CAD/CAM학회논문집 제4권 2호, pp.87-99, 1999.
- [4] 정광식, 서석환, 서윤호, 이현수, "Web 기반 가상공작기계의 구현", 한국CAD/CAM학회논문집 제6권 4호, pp. 236-243, 1999.
- [5] 추원식, 안성훈, "웹기반 마이크로 머시닝 서비스", 한국CAD/CAM학회논문집 제9권 3호, pp. 246-252, 2004.
- [6] 서윤호, 서석환, 김대영, 이현수, "VRML과 CORBA를 이용한 웹기반 CAD/CAM시스템 구현", 한국CAD/CAM학회논문집, Vol. 8, No. 1, pp.35-40, 2003.