

OPEN CASCADE를 이용한 블록조립 자동 계획 시스템

신동목* · 최상수**

*울산대학교 수송시스템공학부

**울산대학교 수송시스템공학부 대학원

Automation Planning System of Block assembly using an OPEN CASCADE

DONGMOK SHEEN*, SANGSU CHOI**

*School of Transportation System Engineering, University of Ulsan, Ulsan, Korea

**Graduate school of Transportation System Engineering, University of Ulsan, Ulsan, Korea

KEY WORDS: Open CASCADE, 블록조립, 공정계획

ABSTRACT : This paper presents a CAD interface system that imports CAD model data and exports input information to a CAPP(Computer Aided Process Planning) system to generate a sequence for block assembly operations. In developing this system we use an open architecture CAD kernel, OpenCASCADE. The functions of the system developed are visualization of the product, definition of relations between parts, and generation of relation graph and input file for CAPP. The functions are demonstrated with a simple example.

1. 서 론

공정계획은 작업의 순서와 제품 및 그 부품들을 생산하는데 필요한 작업장의 순서를 나열하는 공정절차서(route sheet)를 준비하는 것이다. 제조 현장에서는 공정에 익숙한 엔지니어들이 점점 줄어들고 있어 향후 공정계획을 수행할 인물이 마땅치 않은 회사에서는 공정계획기능을 컴퓨터를 통해 자동으로 수행할 수 있는 컴퓨터 이용 공정계획(Computer-Aided Process planning, CAPP) 시스템에 많은 관심을 갖고 있다. CAD/CAM 시스템에서 설계와 제조를 연결해주는 다리 역할을 수행하는 CAPP는 다음과 같은 이점이 있다. 첫째, 수동으로 작성된 공정계획보다 논리적이고 일관성 있는 결과를 얻을 수 있고 표준적인 공적 계획을 활용함으로써 적은 비용과 높은 품질을 기대할 수 있다. 둘째, 데이터 파일로 저장되어 있는 표준공정계획이 확보되어 있고 체계적인 접근 방법을 활용할 수 있어 공정 계획자들이 보다 더 많은 업무를 수행할 수 있다. 셋째, 수작업 계획보다 빠르게 공정 계획서를 작성할 수 있고 다른 프로그램과 연결이 가능하다. CAPP 시스템을 개발하는데 있어서는 크게 두 가지 방법으로 나뉜다. 첫 번째는 공정 설계자의 기억에 있는 지식을 추출할 때, 컴퓨터의 도움을 받는 좀더 진전된 수작업으로 생각할 수 있는 변성형 방법(Variant approach)이고 두 번째는 완성된 부품의 설계도면으로부터 자동으로 생성되는 창생형 방법

(Generative approach)이다. 창생형 방법은 상세한 공정 계획을 수립할 수 있는 장점이 있지만, 필요로 하는 입력 데이터의 양이 많아서 비실용적이다. 현재는 형상정보를 CAD 모델로부터 자동으로 추출하는 기능을 갖춘 자동공정계획에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. CAD 모델로부터 형상정보를 얻기 위한 방법으로는 형상기반 설계에 의존하는 방법(Feature-based design)과 일반 CAD 모델로부터 기하학적 추론 기법을 통하여 형상을 추출하는 방법(Feature extraction)이 사용된다. (한영근 등 2002), (김성환 등 2000)

조선분야에서 CAPP가 적용되는 분야는 블록분할 공정계획, 가공 공정계획, 조립공정 계획, 탑재공정계획 등을 들 수 있고, 그 중 블록 분할과 조립 공정에 대한 연구 중 형상 정보 자동 추출에 관한 연구와 공정계획 자동 수립에 관련된 몇 가지의 연구가 있었다. (이재원등 1994), (최해진과 이수홍,1997)

본 논문에서는 상용 CAD 시스템에서 파트 모델링 된 블록 설계 데이터를 공정계획에 이용할 수 있도록 개방형 CAD 커널인 Open CASCADE(<http://www.opencascade.com>)를 이용해 CAD 인터페이스 시스템을 개발하였다.

2. 시스템 구성

시스템의 구성은 Fig. 1에서 볼 수 있는 바와 같이 크게 3개의 시스템으로 구성된다. 첫 번째는 CATIA나 TRIBON 같은 상용 CAD 시스템이다. 이 CAD 시스템으로부터 모델링 된 설계 데이터를 중립 파일의 일종인 IGES(Initial Graphics Exchange Specification)포맷을 통하여 인터페이스 시스템에 전

제 1저자 최상수 연락처 : 울산광역시 남구 무거동 산 29번지 052-259-2166 ssssu@mail.ulsan.ac.kr

달하게 된다. 두 번째는 인터페이스 시스템으로 CAD 시스템에서 설계된 정보를 IGES 포맷으로 import하여 BOM(Bill Of Material)을 생성하고 관계 Interactive Input을 통하여 결과를 Export한다. 세 번째, 공정 추론 시스템은 인터페이스 시스템에서 Export된 결과를 바탕으로 공정 순서 결정 및 공수 산정을 한다. 마지막으로 공정 추론 시스템을 통해 결정된 공정 순서와 공수 산정이 타당한지 결과를 다시 인터페이스 시스템을 통하여 가시화하고 검토 승인한다. 본 논문은 인터페이스 시스템에 대해 기술하며, 공정 추론 시스템은 신동목(2003)에 나와 있다.

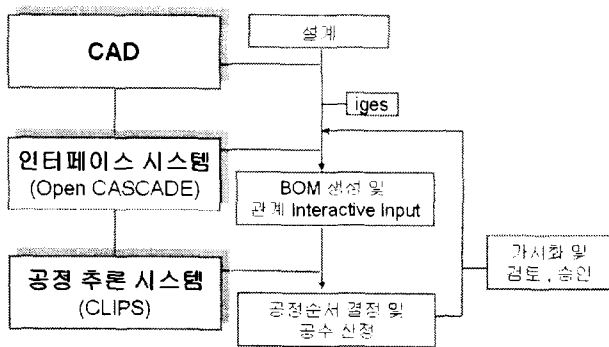


Fig. 1 시스템 구성도

3. 인터페이스 시스템

본 논문에서의 CAD 인터페이스 시스템은 개방형 CAD 커널인 Open CASCADE와 Visual C++ 6.0의 MFC (Microsoft Foundation class)를 이용하여 개발하였다. 커널이란 쉽게 말해 동일한 모델을 생성한다고 해도 각각의 CAD 시스템마다 내부적으로 계산하는 방식이 다르므로 모델링 할 수 있는 수학 공식의 집합이라고 말할 수 있고 자동차와 비교한다면 엔진과 같은 핵심 부분이라 할 수 있다. Open CASCADE는 과학적이고 기술적인 어플리케이션 개발을 위한 Open Source 소프트웨어 컴포넌트이며, 모델링 기술을 위한 일련의 C++ 라이브러리고 멀티 플랫폼(Linux, Window NT, Sun Solaris)을 지원한다. Open CASCADE는 여러 타입의 오브젝트들을 2D 와 3D 기하학 정보로 모델링 할 수 있는 toolkits, 오브젝트들을 디스플레이 하기 위한 가시화 서비스, 비 기하학적 데이터와 기하학적인 데이터의 결합, 표준파일포맷(IGES and STEP)들의 import 와 export를 통한 데이터 교환 서비스를 제공하므로 개발자가 보다 빠르게 어플리케이션을 개발하도록 해준다.

Open CASCADE 는 Fig. 2와 같이 Module은 Library의 구성들로 이루어지고 라이브러리는 클래스들로 구성된 Packages를 포함하는 계층적 구조로 이루어져 있다.

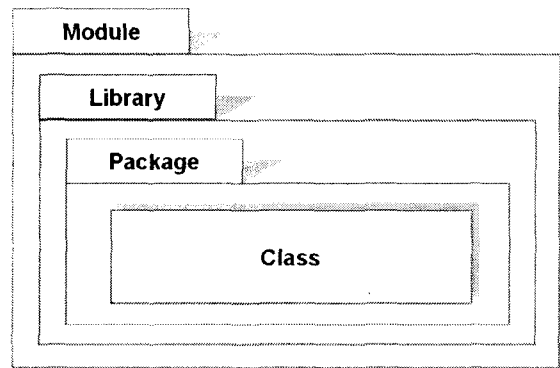


Fig. 2 Open CASCADE의 계층

CAD 시스템에서 모델링 된 설계 데이터를 import하기 위해서는 CAD/CAM/CAE 시스템 사이에 제품 정의의 데이터를 교환하기 위하여 개발한 최초의 표준 교환 형식인 IGES를 이용하였다. 앞에서 기술한 바와 같이 IGES파일 포맷은 Open CASCADE에서 기본적으로 지원하고 있다. 인터페이스 시스템에서의 기능으로는 데이터 import를 통한 BOM 생성, import된 CAD 모델의 가시화, 가시화된 모델을 통한 관계 속성 설정, 그리고 관계 트리(tree) 및 관계 파일을 생성한다.

Open CASCADE 에서는 Test Hardness 기반 어플리케이션, Viewer 기반 어플리케이션, OCAF(Application Framework) 기반 어플리케이션의 MFC Wizard를 제공한다. 본 논문의 인터페이스 시스템에서는 Viewer 기반 Wizard를 이용하여 프로그램을 개발하였다. CAD 시스템에서 부품단위로 설계된 제품을 부품리스트를 참조하여 Open CASCADE에서 import한다. import된 부재들은 부재별로 TopoDS_Shape 클래스의 인스턴스로 생성되게 된다. 부재들이 TopoDS_Shape 의 인스턴스로 import되면 화면에서 부재들을 선택할 때 부재들을 구분할 수 없기에 본 연구에서는 TopoDS_Shape의 하위 클래스를 생성하여 부재에 대한 파일 이름을 저장할 수 있게 하였다. 부재들 간의 관계 트리(tree) 생성 기능은 MFC의 GDI(Graphic Device Interface)를 이용하여 구현하였다.

4. 공정 순서 결정

인터페이스 시스템에서 구성된 부재간의 연결 정보는 (part1, part2, joint-type, joint-length)의 형태로 나타난다. 여기서 joint-type는 블록 조립에서 나타나는 공정들인 fillet, butt, through의 3가지 중 하나의 값을 갖게 된다. joint-length는 접합 길이를 의미하며, 이는 공정 계획 시 공수 추정의 기본 정보가 된다. part1 및 part2는 결합된 부품을 의미하며 butt-용접 이외의 경우는 순서에 의미가 있는데, Fig. 3은 각 결합 형태 및 부품의 순서가 갖는 의미를 나타낸다. 이와 같은 연결 정보를 미 항공우주국(NASA)에서 개발한 전문가 시스템 셸인 CLIPS(<http://www.ghg.net/clips/CLIPS.html>)를 이용하여 개발된 공정 추론 시스템을 통하여 공정 순서를 결정하고 공수를 산정한다. 대표적인 전문가 시스템 형태인 production system은 실행 단계에

서 사실들(facts)을 보관하는 전역 데이터베이스(global database), (조건=>실행)의 쌍으로 구성되는 규칙기반(rule base), 프로그램 실행 시 현 단계에서 전역데이터베이스에 있는 사실들과 규칙기반의 규칙들의 조건부를 비교하여 실행 가능한 규칙들을 찾는 추론 엔진(inference engine), 실행 가능한 규칙들 중 적용(fire)할 규칙을 정하는 제어전략(control strategy)으로 구성된다. CLIPS와 같은 전문가 시스템 셸을 이용할 경우 추론 엔진은 프로그램할 필요가 없으며, 제어전략의 경우 전문가 시스템 셸에서 제공하는 기능을 사용하기도 하나 프로그램의 일부로 구성하였다. 공정 추론 시스템에서는 주어진 정보들로부터 가능한 조립순서를 트리형태로 표현할 수 있다. 이 탐색 트리를 따라 depth-first 탐색 방법을 기본으로 공정간의 선행조건, 공정 묶음, 유사공정 연속수행들의 규칙을 적용하여 가능한 조립 순서를 탐색하며, 더 이상 관계가 없을 때 종료한다. 다른 공정계획을 수립해 보고 싶을 경우는 현재의 해를 데이터베이스에서 제거하면 open-list 상에서 다음노드를 전개해서 다른 해를 찾게 된다. 공정 추론 시스템에서는 결합, 결합에 따른 연관 결합 통합, 유사결합 그룹핑, through 공정과 fillet 공정간의 선행관계 등을 규칙으로 구현하였다. 새로운 공정 규칙이 추가될 경우에도 추론 부분에 대한 프로그램은 수정 할 필요 없이 규칙기반만을 수정하면 되므로 프로그램의 확장성이 좋고 유지보수가 쉽다.

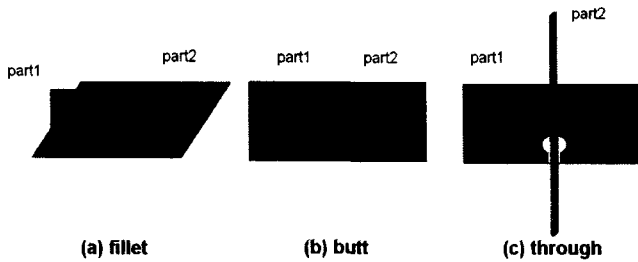


Fig. 3 Joint types

5. 적용 예

본 절에서는 CATIA V5를 이용하여 간단한 블록들을 모델링 하고 인터페이스 시스템을 통하여 접합 관계 설정을 하고 이를 공정 추론 시스템을 통해 공정 순서를 결정하는 예를 설명한다. Fig. 4 는 모델링 할 예를 나타내고 있으며 Fig. 5는 CATIA에서 모델링 한 모습이다.

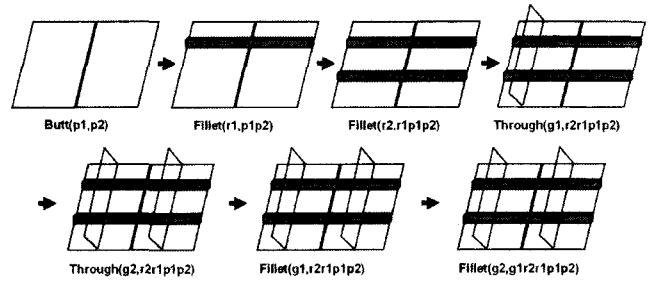


Fig. 4 Example

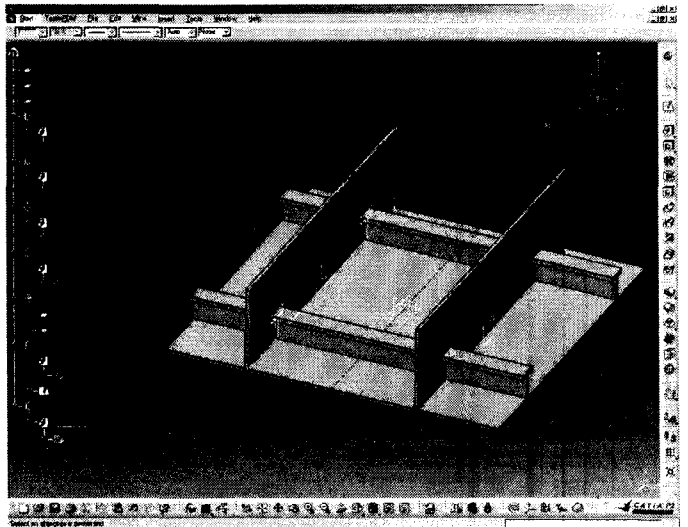


Fig. 5 CATIA에서 모델링 한 블록

Fig. 6은 CATIA에서 모델링 된 블록들을 IGES로 import한 모습을 나타낸다.

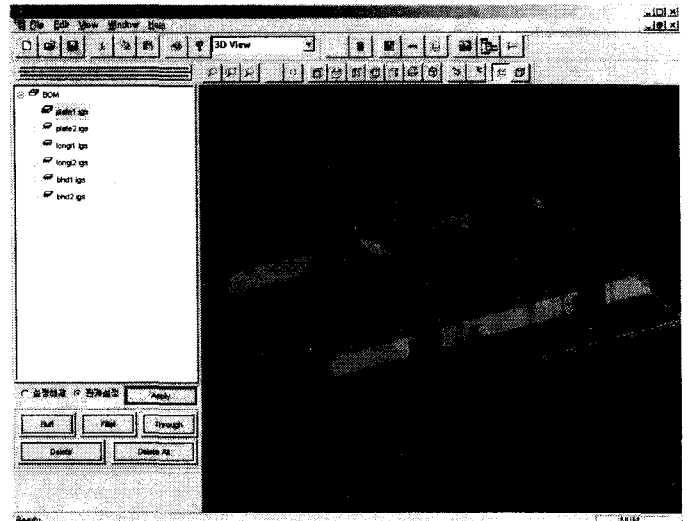


Fig. 6 import 한 결과

인터페이스 시스템은 그래픽 사용자 인터페이스 기법을 이용하여 사용자가 편리하게 블록 부재들의 접합 관계를 설정

할 수 있도록 하였다. Fig. 7은 부재들을 선택하고 그 관계를 설정하는 모습을 보여준다.

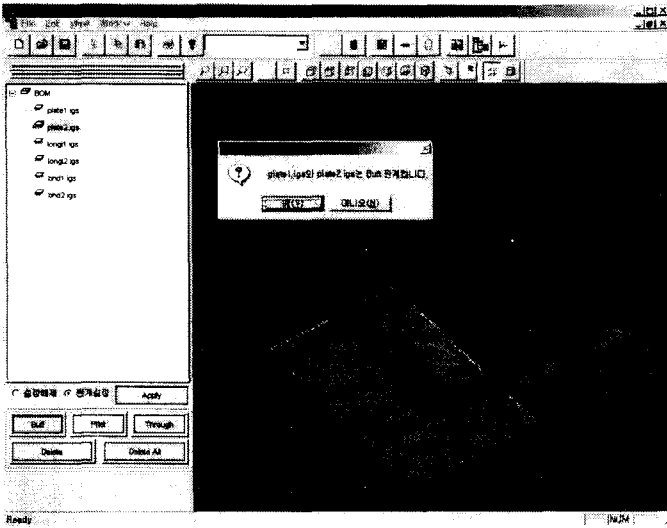


Fig. 7 접합 관계 설정

블록 부재들의 접합 관계를 설정을 마치면 각 부재들 간의 관계 트리가 Fig. 8과 같이 나타난다. 용접형태에 따라 부재들은 다른 색상의 선으로 연결되게 되는데 butt관계일 때는 빨간색, through관계일 때는 녹색, fillet관계일 때는 파란색으로 연결된다.

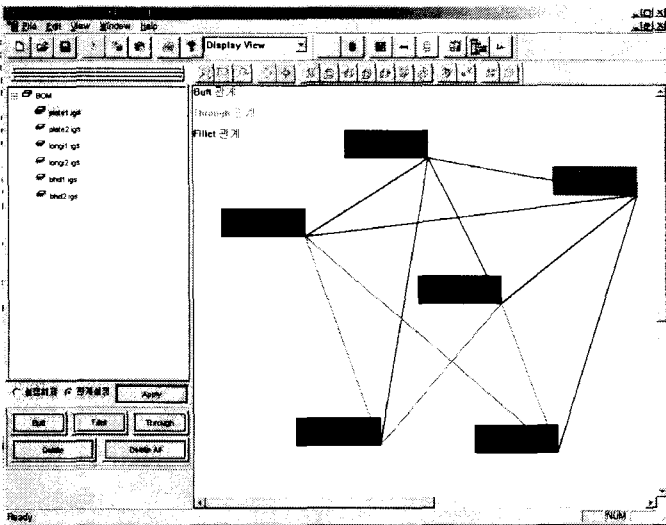


Fig. 8 부재들의 접합 관계 트리

또한 관재간의 연결 관계 정보는 Fig. 9 과 같이 (part1, part2, joint-type, joint-length) 형식으로 표현되며 이 관계 파일을 Export 하면 공정 추론 시스템을 통해 공정 순서 및 공수 산정을 하게 된다.

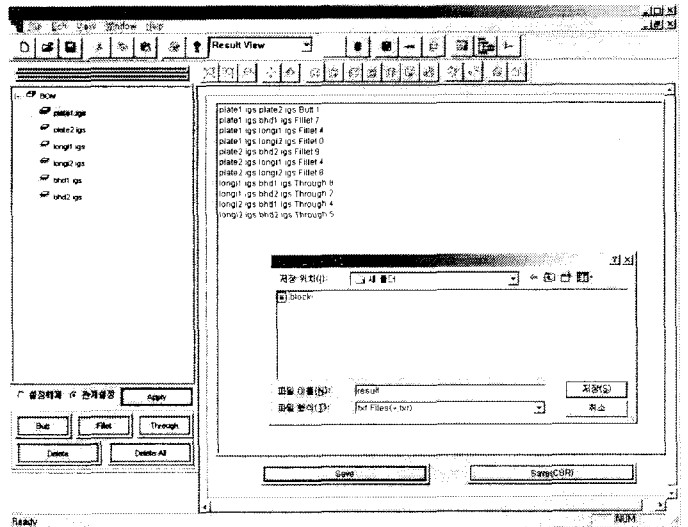


Fig. 9 출력 파일 형식

6. 결 론

개방형 CAD 커널인 Open CASCADE를 이용한 공정 계획 자동화 시스템을 개발 중이며, 그 중 본 논문에서는 CAD 시스템에서의 설계데이터를 IGES포맷을 이용해 import하여 BOM을 생성하고 CAD 모델을 가시화하였으며, 가시화된 모델을 통한 관계 속성을 설정하고 부재들의 관계 트리(tree) 및 관계 file을 생성하였다. 개방형 CAD 커널을 사용함으로써 IGES 파일포맷을 import하고 가시화하는 부분들이 지원되었고, 그 외의 기능은 Open CASCADE의 클래스를 상속받거나 MFC를 이용하여 구현하여 프로그램 개발 기간이 많이 단축 되었다. 하지만 프로그램 개발 초반 CAD 커널의 이해가 부족하고 매뉴얼 외에 마땅한 레퍼런스가 없으며 교육기회 또한 없어서 많은 어려움을 겪었다. 현재는 공정계획 결과를 단계별로 보여주는 가시화 모듈을 개발 중에 있으며 다양한 파일 포맷을 import할 수 있도록 확장 할 것이다. 또한 CLIPS가 C와의 연동이 가능하므로 인터페이스 시스템 내에서 CLIPS로 구현된 공정 추론 모듈을 호출하는 프로그램으로 확장해 나갈 것이다.

후 기

본 연구는 울산대학교 연구비로 지원되었으며 이에 감사를 드린다.

참 고 문 헌

- 김성환, 김영일, 박상호, 박종천, 이상헌, 정음호, 조경호 (2000). "CAD/CAM/CAE 시스템," 피어슨 에듀케이션 코리아, pp 325.
- 신동목 (2003). "전문가 시스템을 이용한 블록 조립 공정계획," 한국해양공학회지, 제 17권, 제1호, pp67-71.
- 이재원, 황인식, 윤덕영, 김훈주 (1994). "조선 블록분할 공정계

획을 위한 솔리드 CAD의 기능 연구," 대한 조선학회논문집, 제31권, 제 1호, pp51-56.

최해진, 이수홍 (1997). "WWW와 연계된 선박 조립 구조물의 분할 CAD 모듈 개발," 한국 CAD/CAM 학회논문집, 제 2권, 제 4호, pp267-275.

한영근, 김기범, 김종화, 박강, 서윤호, 신동목, 정봉주 (2002). "생산자동화와 CIM," 시그마프레스, pp665.
