

차체 조립용 용접 지그 설계 전용 CAD시스템 개발

조병철*, 이상현*, 김형준**, 우윤환*, 이강수***

Development of a Dedicated CAD System for Welding Jigs for Automotive Body Assembly

Cho, B. C.*, Lee, S. H.*, Kim, H. J.**, Woo, Y.* and Lee, K. S.***

ABSTRACT

This paper introduces the development of a three-dimensional jig design system for automotive body welding assembly. Recently, three-dimensional CAD systems have been introduced in the jig design area, because they reduce errors in design process and the design result can be used readily for virtual manufacturing simulation. However, to facilitate three-dimensional jig design, it is essential to customize three-dimensional CAD system for this specific design area. To accomplish this object, we first standardized the parts and units in a jig assembly, and then built the standard part library. We also developed the dedicated 3D design capabilities of jig units and a jig base. By using this system, design can be performed more intuitively, and verification and simulation of design results can be done more easily. The proposed system has been implemented using the UG/Open API of the Unigraphics system.

Key words : Jig, Fixture, CAD, Automotive Body, Standard Part Library, 3D Design, Virtual Manufacturing

1. 서 론

1.1 연구 배경

치공구란 제조 분야에서 사용하는 제품생산의 한 보조 수단으로서 가공물(또는 조립물)의 위치 결정과 움직이지 않도록 고정시켜 허용 공차 내에서 공작물을 가공하는데 사용되는 생산용 장비이다. 치공구를 분류하면 크게 지그(jig)와 고정구(fixture)로 나누는데 지그는 공작물을 고정, 지지하거나 또는 공작물에 부착 사용하는 특수 장치로서 공작물을 위치 결정하여 고정할 뿐만 아니라 가공 작업 시 공구를 작업물에 안내할 수 있는 가이드(guide) 장치를 포함하고 있다. 고정구는 공작물의 위치 결정 및 클램프(clamp)하여 고정하는데 대해서는 근본적으로 지그와 같으나 공구를 작업물에 안내하는 가이드 기능이 없는 것을 말한다¹⁾. 이들 지그와 고정구를 기존 장비에 설치하여 사용함으로써 장비의 효율증대, 생산의 고속화, 생산

단가의 절감 및 정도 높은 제품을 가공할 수 있다.

치공구의 설계는 원래 제품에 대한 공정 설계가 끝난 후에 공정 작업도에 표시된 안을 기초로 하여 설계를 시작하게 된다. 치공구 설계는 Fig. 1에 나타난 것과 같이 3단계의 설계 과정을 포함하고 있다⁴⁾.

- 작업순서 및 공작물의 방향 등을 결정하기 위한 설치 계획
- 로케이터, 클램프, 지지장치의 위치를 결정하기 위한 치공구 계획
- 치공구 요소의 선정과 배치 위치 및 방향을 결정하기 위한 구성 설계

치공구는 사용되는 장비의 형식 및 특성, 생산량, 요구되는 정밀도, 공작물의 재질 및 이전 가공 상태 등에 따라 그 설계가 달라지게 된다. 따라서 설계자는 풍부한 경험과 자료에 대한 분석능력을 갖춰야 하며, 이를 편리하게 지원하기 위한 컴퓨터 원용 치공구 설계 시스템들이 다수 개발되어 왔다⁵⁾.

자동차 조립에 있어서 지그는 가공용, 조립용, 검사용 지그로 크게 나눌 수 있다⁶⁾. 가공용 지그는 가공물을 지지하거나 잡아주기 위하여 쓰이는 공구로써 가공물의 위치를 신속하고 정확하게 결정해 주고 안전하게 잡아주며 질서 공구를 안내하는 역할을 한다.

*국민대 자동차공학전대학원

**GM대우자동차 공기팀

***한반대 기계공학부

- 논문투고일: 2003. 03. 19

- 심사완료일: 2003. 06. 12

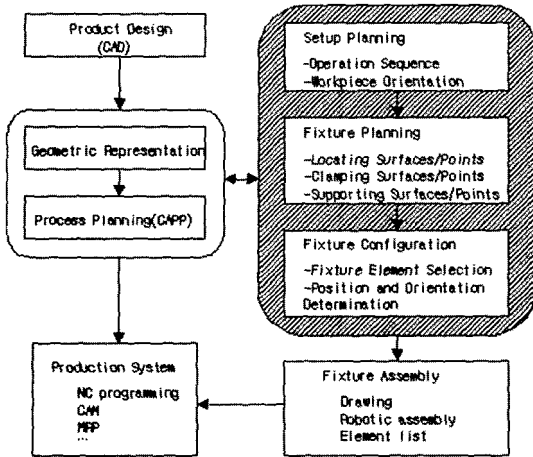


Fig. 1. Fixture design in manufacturing systems.

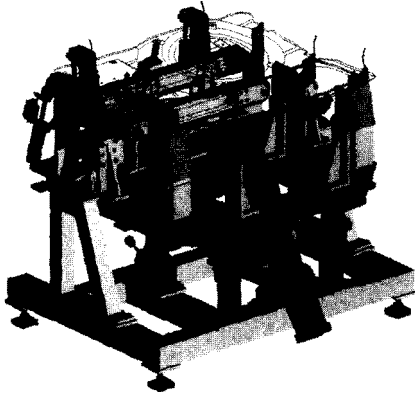


Fig. 2. A jig system for automotive body assembly.

조립용 지그는 단체 부품을 결합, 체결, 용접하여 완제품을 조립하는데 쓰이는 지그로서 보통 기계적인 조립 지그, 용접 조립 지그, 접촉체에 의한 지그등으로 나눈다. 검사용 지그는 일명 인스펙션 체커 (inspection checker)라 하며 부품을 위치하고 측정할 수 있는 기구를 갖추고 있는 장치물로 도면에 의한 제품의 오차를 계수화 및 계량화하는데 사용된다. 본 연구에서 대상으로 하고있는 것은 용접 조립용 지그로서 Fig. 2는 차체 용접 조립에서 판넬을 위치시켜 주는 지그 시스템을 나타내고 있다.

현재 차체 조립용 지그 설계는 2차원 설계가 주가 되고 있으며 3차원 설계는 가공을 위한 데이터를 추출하는 정도로 부분적으로 도입하여 적용하고 있다. 하지만 현재 주로 사용되고 있는 2차원 설계 방식은 다음과 같은 문제점들을 지니고 있다.

- 정확한 설계검증이 어렵다.

- 공간을 활용한 최적설계가 어렵다.
- 가상동작 확인이 불가능하다.
- 설계 데이터의 활용도가 떨어진다.
- 설계 변경에 대한 적응력이 떨어진다.
- 설계 시간이 많이 소요된다.
- 실제 도면의 신뢰도가 떨어진다.

3차원 설계가 이루어지면 2차원 설계에서 발생할 수 있는 문제점들 가운데 많은 부분을 해소할 수 있을 것으로 기대된다. 먼저 3차원 디지털 모델이 확보되어 지그의 관점에서 검증 가능한 내용으로는 용접용 지그의 조립 정렬, 유닛 사이의 공간 점검, 판넬 로딩 및 어셈블리 언로딩 점검, 용접용 지그와 판넬 상호간의 간섭 및 간격 점검, 용접 건(welding gun)의 작업 공간에 대한 공간상의 검토 등이 있으며, 조립 공정의 관점에서는 공정 시뮬레이션, 간이 체커 및 체크 갭(check gap) 필요성 검토, 공정별 작업성 및 예상 공수 분석, 용접 건의 작업 공간에 대한 검토 등이 있다. 또한 3차원 디지털 모델의 확보는 설계 품질의 향상뿐만 아니라 제품의 시각화를 통한 공간 활용 및 간섭 불량감소를 이룰 수 있으며, 구조 해석을 통하여 취약부의 사전 예측 및 최적 설계에 의한 지그의 경량화를 이룰 수 있다.

그러나 3차원 CAD시스템을 도입하였다고 설계 효율이 2차원에 비해 높아진다고 하기는 어렵다. 3차원 모델의 생성은 더 많은 사용자의 입력을 필요로 하기 때문에 설계자의 작업량이 증가되는 것이 일반적이다. 따라서 3차원 CAD시스템이 제공하는 범용 모델링 기능외에 지그 설계 업무에 적합한 모델링 기능을 제공하는 지그 설계 전용 CAD시스템의 개발이 필요하다.

1.2 관련 연구

저자의 조사에 의하면 상용화된 지그 설계 전용 CAD 시스템은 아직 없는 것으로 나타났다. 하지만 규모가 큰 지그 관련 업체나 부서에서는 나름대로의 표준 부품 라이브러리나 유틸리티 성격의 프로그램을 자체 개발하여 사용하고 있는 것으로 알려져 있다. 문헌에 나타난 지그 설계 시스템은 다음과 같다.

먼저 김덕표 등^[14]은 현업에 적용한 사례를 발표하였다. 이 시스템은 2차원 CAD시스템인 CADRA와 CATIA파일로부터 직접 판넬 단면 정보를 추출해 내는 SPADRA(Section Profiling CADRA), 그리고 지그 표준 라이브러리로 이루어져 있다. 이 시스템은 2

차원 설계 환경에서 보다 설계를 효율적으로 하기 위한 목표에 초점이 맞추어져 있는 것으로 2차원 설계가 갖는 한계점은 그대로 가지고 있는 것이라고 할 수 있다.

김형규, 박홍석¹²⁾은 Solid Edge를 기반으로 한 3차원 지그 설계 시스템을 제안하였다. 이 시스템에서는 차체 패널에 대하여 MCS(major control section) 측면 단면을 생성하고, 이 단면을 이용하여 지그 유닛에 필요한 로케이터와 클램프를 설계 한다. 다음, 주변 부품인 브라킷과 실린더, 볼트등을 미리 구축된 3차원 표준 부품 라이브러리를 이용하여 설계하게 된다. 이러한 설계 흐름은 3차원 지그 설계 시스템이 갖는 전형적인 방식이라고 할 수 있다. 다만 차체의 곡면 데이터 및 지그 전체 시스템을 조작하거나 관리하기에는 중저가 CAD 시스템인 Solid Edge의 제공 기능과 능력이 만족스럽지 못할 수 있다. 이에 본 연구에서는 Unigraphics를 기반으로 한 지그 설계 전용 CAD시스템을 개발하였다. 시스템은 UG/Open API¹³⁾를 이용하여 구현되었다. Unigraphics를 기반으로 함으로써 차체의 곡면 데이터 및 지그 전체 시스템을 조작 관리하는데 무리가 없으며, 차체 곡면 모델을 직접 이용하여 클램프와 로케이터를 설계하고 검증함으로써 설계 안정성을 높일 수 있도록 하였다.

2. 시스템 설계 고려사항

Fig. 3은 본 연구에서 개발하고 있는 전용 시스템과

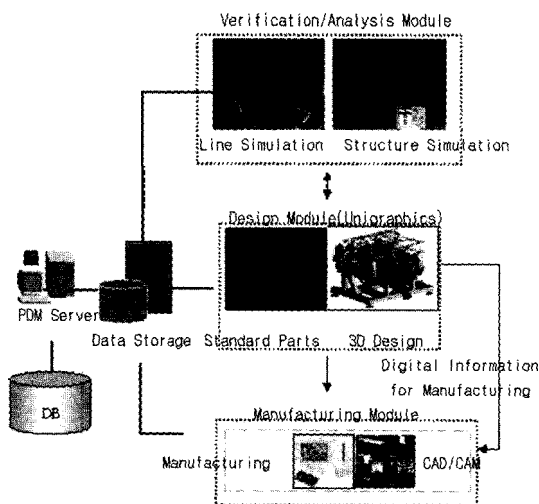


Fig. 3. Integration of CAD/CAM/CAE/PDM Systems for jigs.

응용 분야가 포함된 가상 시스템의 구성을 나타낸다. 지그 설계 모듈에서 지그 시스템을 3차원 설계하고 그 설계 결과를 PDM(product data management) 시스템에 저장하면 그 데이터는 검증 및 해석 시스템에서 읽어 들여 각 부품들에 대한 강도 해석 및 차체 용접 라인에 대한 시뮬레이션 등을 수행하여 설계에 대한 검증 작업을 수행한다. 설계가 완료되면 설계 데이터를 넘겨 받아 생산 시스템을 이용하여 지그의 부품들을 가공 조립하게 된다.

지그 유닛을 구성하는 부품은 Fig. 4에서 보는 것

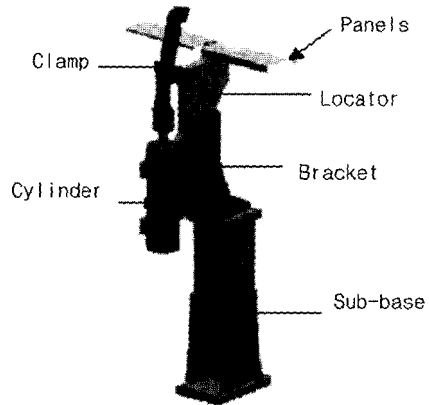


Fig. 4. A jig unit.

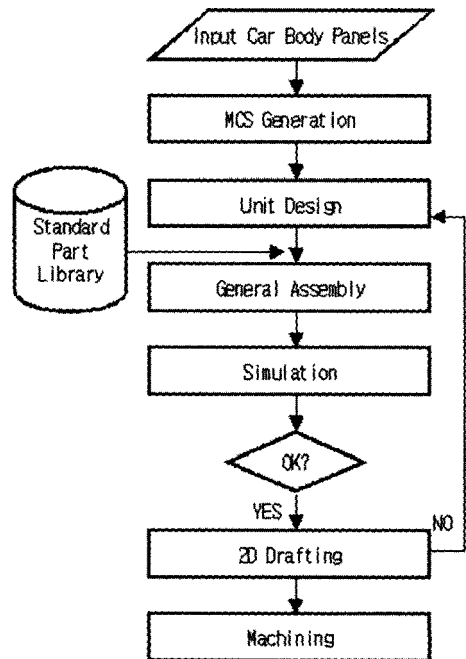


Fig. 5. Jig design and manufacturing process.

과 같이 로케이터(locator), 클램프(clamp), 브라킷(bracket), 서브베이스(sub-base), 실린더(cylinder)로 구성된다. 일반적으로 이러한 부품들이 조립되어 있는 상태를 “유닛(unit)”이라고 말한다.

일반적인 3차원 지그 설계 프로세스는 Fig. 5에 나타난것과 같이¹⁶⁾ 제품 사양서를 접수하여 설계용 MCS를 작성하고, 설계 데이터를 변환하여 전체 유닛에 대한 2차원 전체 어셈블리(general assembly)를 설계한다. 이때 기준이 되는 제품 면에 따라 로케이터와 클램프가 유닛을 구성하는 부품들 가운데서 먼저 설계 된다. 로케이터와 클램프의 설계는 2차원 단면을 이용하여 외곽 및 판넬과의 접촉면에 대한 설계 후 3차원 모델로 생성시키게 되며 이를 제외한 나머지 부품은 표준 부품 라이브러리에서 적용할 부품을 선택하여 유닛의 3차원 어셈블리 설계가 이루어진다. 이렇게 생성되어진 각각의 유닛들이 모두 설계 되면 베이스를 제외한 전체 어셈블리가 구성된다. 구성된 3차원 어셈블리 모델을 이용하여 유닛과 유닛, 유닛과 용접 건, 유닛과 차체 판넬과의 간섭 등을 검사하게 되고, 검증이 끝난 모델에 대해서는 가공에 필요한 상세설계를 하고 제작용 MCS를 작성하여 가공용 데이터로 변환하게 된다.

3차원 설계를 도입하기 위해서는 여러 가지 준비 되어야 할 항목들이 있지만 그 중에서 설계 룰의 정립 및 표준화된 데이터베이스를 구축하는 것이 우선되어야 할 것이다. 그렇게 됨으로써 단순, 반복 작업으로부터 오는 설계의 비효율 및 생산성 저하 등의 문제점을 바로잡을 수 있을 것이다. 하지만 모든 부품의 형상을 표준화시킨다는 것은 현실적으로 불가능하다. 왜냐하면 기준이 되는 제품의 형상이 제품마다 각각 상이하여 그것을 지지해 주는 장치 또한 그에 따라 변화된 형상이 필요하기 때문이다. 본 연구에서는 표준화가 어려운 부품인 로케이터와 클램프에 대하여 판넬과의 접촉면에 대한 형상을 단순화 시켜 초기 형상에 적용하였고 지그 유닛의 부품들에 대한 표준 부품 라이브러리를 구성하였다.

3차원 CAD시스템에서 지그 시스템을 표현하는 어셈블리 구조는 Fig. 6 같이 대상이 되는 판넬과 유닛에 대한 어셈블리들의 조합으로 구성된다.

본 시스템은 지그를 설계하기위한 전용 모듈로서 모델러의 범용 기능과 병행하여 사용될 수 있게 구성되어 있다. 시스템은 다음과 같이 여섯 가지 주요 기능으로 이루어져 있으며 그 각각은 독립적으로 작동되도록 되어있다.

- 유닛의 생성, 치수 변경, 위치 이동 및 회전 기능

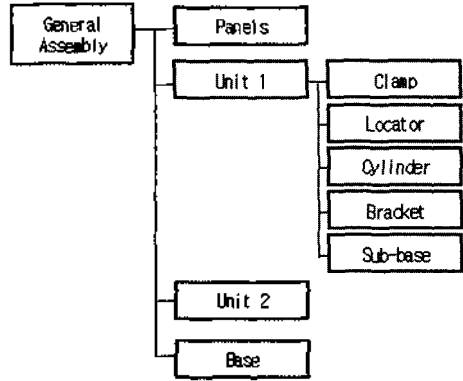


Fig. 6. Assembly structure.

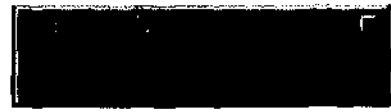


Fig. 7. A toolbar for the jig design system.

- 판넬 형상에 따른 로케이터, 클램프의 불필요한 형상 제거 기능
- 로케이터와 클램프의 판넬 접촉면 편집 기능
- 실린더 스트로크(stroke)에 따른 클램프 동작 시뮬레이션 기능
- 클램핑 포인트와 실린더 위치에 따른 실린더 바디부 크기 자동 설계 기능
- 페이스 및 구멍 생성 기능

Fig. 7은 본 시스템에서 사용되는 위에서 설명한 여섯 가지 주요기능에 대한 돌 바로서 위의 순서대로 정렬되어 있다.

3. 시스템의 기능

지그 설계 과정은 MCS 정보를 포함한 차체 판넬 모델을 읽어 들여, 각 MCS에 대해 유닛들을 설계한 후, 최종적으로 베이스를 생성시켜 전체 지그 어셈블리를 완성하는 것으로 볼 수 있다. 본 시스템을 이용한 구체적인 지그 설계 과정은 Fig. 8의 흐름도에 나타난 것과 같다.

먼저 MCS정보를 포함한 차체 판넬 모델을 읽어들여 각 MCS에 대해 유닛들을 설계한 후 최종적으로 베이스를 생성시켜 전체 지그 어셈블리를 완성한다. 각 유닛에 대한 설계과정은 다음과 같다. 먼저 해당 MCS에 대하여 기본값으로 생성된 초기 유닛 모델을

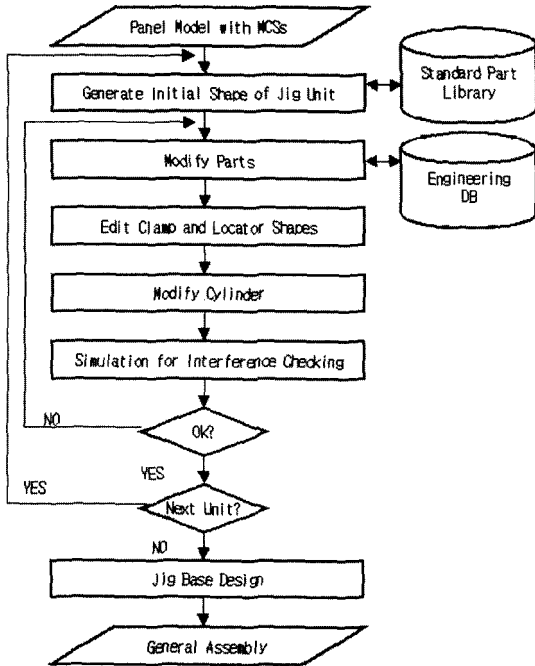


Fig. 8. Jig design process.

생성시킨 후 각 부품의 치수와 위치를 주어진 판넬에 맞추어 수정한다. 다음 클램프와 로케이터가 판넬과 간섭을 일으키지 않도록 판넬과 교차되는 부분을 적절한 여유 간극과 가공 편의성을 고려하여 제거하도록 한다. 이후 클램프와 로케이터의 면들 가운데 판넬과 접촉하는 면은 판넬 면의 형상으로 치환시켜주는 작업을 수행한다. 다음 클램핑 힘의 크기에 따라 공압 실린더의 규격을 결정하고, 클램프의 작동을 기구적으로 시뮬레이션하여 적합성을 판단한 후 그 결과에 따라 관련부위를 수정하도록 한다. 필요한 유닛의 설계를 모두 마치면 지그 베이스를 모델링하고 유닛을 장착하기 위한 구멍의 생성과 같은 작업을 거쳐 최종 지그 전체 어셈블리를 완성한다.

유닛의 형태는 일반적으로 1단 힌지, 1단 링크, 2단 힌지, 2단 링크의 4가지 타입으로 분류할 수 있다. 본 논문에서는 위에서 언급된 타입 중 사용 빈도가 가장 많은 1단 힌지와 1단 링크 형태를 다루었다. Fig. 9는 본 시스템에 적용된 1단 힌지 및 링크 타입을 보여준다.

3.1 초기 유닛 생성

이 기능의 초기 GUI(Graphics User Interface)는 Fig. 10과 같이 구성되어 있다. 사용자로부터 받아들여야 하는 입력 유닛의 타입, 앵글 브라킷과 서브베

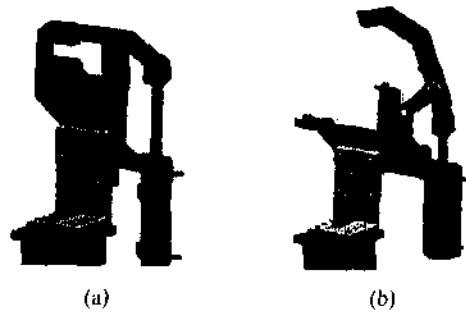


Fig. 9. Unit types: (a) one-stage hinge type, (b) one-stage link type.

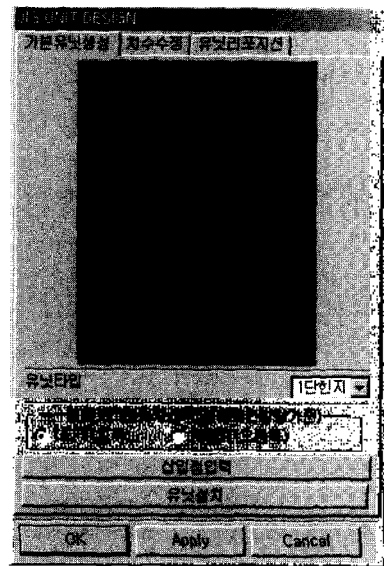


Fig. 10. GUI of the unit generation function.

스의 위치, 로케이터의 설치 위치의 3가지이다. 앵글 브라킷과 서브베이스의 위치는 왼쪽 혹은 오른쪽을 선정하도록 되어 있으며, 여타 유닛 구조물과의 간섭을 고려하여 사용자가 선택한다. 유닛의 타입은 1단 힌지와 1단 링크 타입으로 타입에 따라 각 구성 부품이 자동으로 조합되도록 구성되어 있다. 1단 힌지 타입의 부품은 로케이터, 클램프, 실린더 조립품, 앵글 브라킷, 서브베이스로 구성되어 있으며, 1단링크 타입은 여기에 링크와 실린더 브라킷이 추가되어 있다.

3.2 유닛의 치수 및 위치 수정

3.2.1 유닛의 치수 수정

기본 치수값으로 설정되어 있는 초기 유닛을 사용자가 주어진 판넬에 따라서 치수들을 수정한다. 유닛

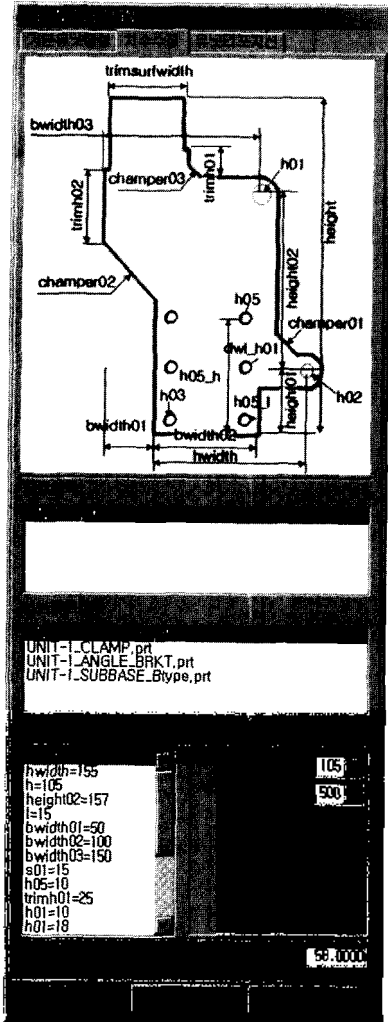


Fig. 11. GUI of the dimension modification function for parts in a jig unit.

이 설치되면 Fig. 11과 같이 “UNIT-xx.prt”란 파트가 유닛 단위의 GUI의 리스트 창에 보이며 설치된 유닛을 선택하면 선택된 유닛의 부품들이 GUI의 디스플레이 창에 보이게 되어있어 이미 여러 개의 유닛이 설치되어 있을 경우 사용자의 혼선을 피할 수 있게 되어 있다. 또한 사용자에 의한 치수의 변경이 필요한 부품들을 Fig. 11의 파트 리스트 창을 보며 선택하면 모델러에서 선택된 부품을 하이라이트 시켜주어 사용자가 편리하게 설계를 수행 할 수 있다.

3.2.2 유닛의 이동 및 회전

유닛이 설치될 때 시스템은 내부적으로 설치시 입

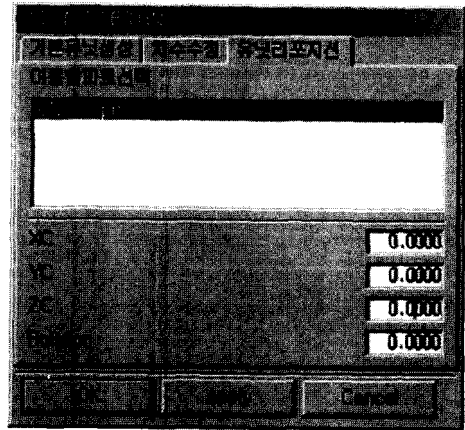


Fig. 12. A menu for the unit transformation function.

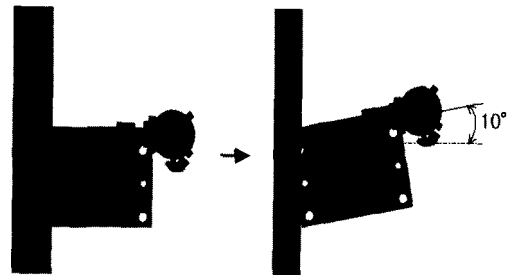


Fig. 13. Transformation of a unit.

력 받은 설치될 곡선의 정보를 이용하여 곡선과 같은 방향으로 유닛이 설치되도록 되어있다. 하지만 실제 설계 환경에서는 다른 부품 및 구조물들과 간섭이 발생할 경우가 있어 부득이하게 유닛의 위치를 변경할 경우가 발생할 수 있다. 이를 위하여 유닛 조립품의 위치를 직선 및 회전 이동을 하는 기능으로 Fig. 12와 같이 개발하였다. XC, YC, ZC는 x-y-z축에 대한 직선 이동의 값이며 Rotation은 유닛의 회전할 각도를 의미한다. Fig. 13은 유닛이 10도만큼 회전하였을 경우의 모습을 보여주고 있다.

3.3 로케이터 및 클램프의 형상 편집

3.3.1 로케이터 및 클램프의 불필요한 형상 제거

이 기능은 표준화된 로케이터와 클램프 형상에서 제품의 형상과 간섭이 일어나는 부분을 제거하기 위한 기능이다. Fig. 14에서 GUI의 파트 선택 창을 이용하여 수정할 파트를 선택한 후, 잘라낼 부분을 스케치하기 위해서 기준 평면(datum plane)을 생성시켜야 한다. 시스템에 구현된 스케치 기능은 기준 평면에 프로파일을 스케치하는데 사용된다. 필요한 스케치를

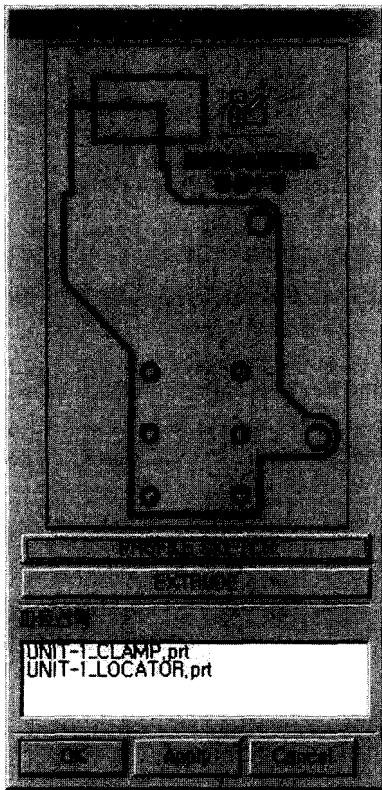


Fig. 14. GUI of the unnecessary shape removal function of a locator and a clamp.

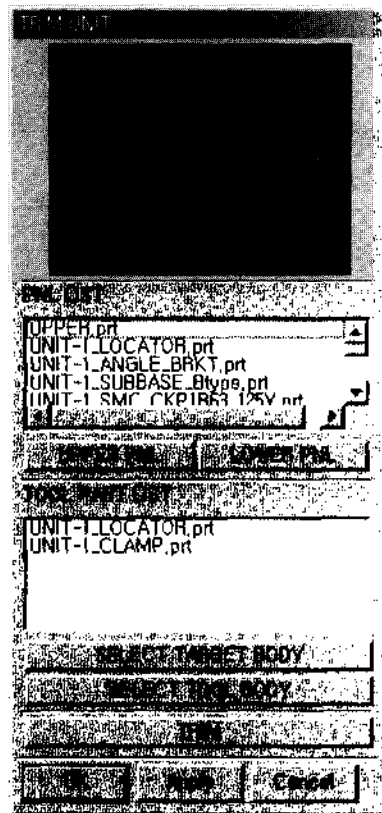


Fig. 16. GUI of the contact-face redefining function.

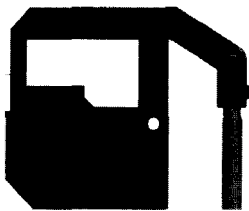


Fig. 15. Elimination of unnecessary shape.

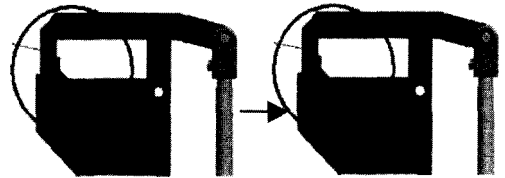


Fig. 17. Replacing the geometry of the contact face of a clamp with a panel surface.

마치면 만들어진 스케치 프로파일들을 잘라낼 방향으로 두께를 주어 로케이터 또는 클램프에서 빼내게 된다. Fig. 15는 프로파일을 정의하여 불필요한 형상을 제거한 로케이터 및 클램프의 한 예를 보여주고 있다.

3.3.2 판넬 형상에 따른 로케이터와 클램프의 접촉면 편집

이 기능은 로케이터와 클램프를 구성하는 면들 가운데 판넬과 접촉하는 면의 형상을 정의하는 기능이다. 이 기능은 Fig. 16에 나타난 것과 같이 판넬이 들어있는 파트를 리스트 창에서 선택하여 상(upper) 또

는 하(lower)판넬로 등록시킨 후, 로케이터 또는 클램프 파트의 판넬 접촉면의 곡면을 판넬의 곡면으로 치환시키는 기능이다.

Fig. 17은 로케이터와 클램프의 판넬과의 접촉면이 판넬면으로 치환된 결과를 나타내고 있다.

3.4 실린더 수정

3.4.1 실린더 바디부 크기 자동 설계

초기 유닛에서는 기본값으로 공압실린더의 크기가 설정되어 있다. 본 기능은 실린더의 규격을 현실에 맞게 수정해 주는 기능이다. 먼저 실린더의 타입은 클램

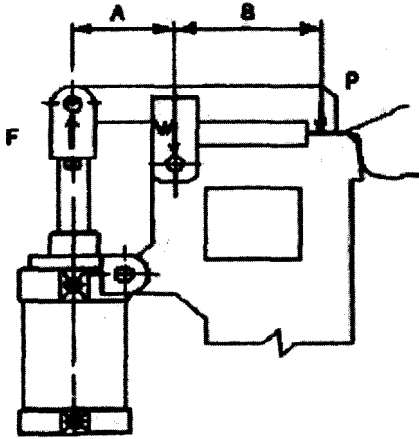


Fig. 18. Forces on a clamp.

프 위치와 힌지 포인트에 따라서 실린더 추력을 계산하여 선택할 수 있다. Fig. 18은 클램프 추력에 대한 역학적 계산식을 유도하기 위한 그림이다. 회전축에 작용하는 힘은 다음과 같이 정리할 수 있다. 여기서 W 는 힌지 포인트에 작용하는 힘이고, F 는 실린더 추력, P 는 클램핑 힘을 나타낸다.

$$W = F + P \tag{1}$$

$$P = \frac{A}{B}F \tag{2}$$

$$W = \left(1 + \frac{A}{B}\right)F \tag{3}$$

실린더 추력에 대한 설계식은 Fig. 17에서 F 와 P 의 힘의 관계에 의해서 식 (4)가 유도될 수 있고 이것에 따라 계산된 실린더 추력은 실린더 바디의 크기를 선정하는데 기준이 된다. 여기서 A 는 실린더 중심축과 회전축 $p2$ 사이의 거리이며, B 는 클램핑 포인트와 회전축 $p2$ 사이의 거리이다. 또한 γ 는 설계 효율을 나타낸다.

$$F = \frac{BP}{A\gamma} \tag{4}$$

Fig. 19는 실린더 바디의 설계를 위한 GUI를 나타내고 있다. 유닛 단위의 파트 리스트 창에서 유닛을 선택하면 선택된 유닛이 활성화되며 활성화된 유닛의 실린더 바디부에 대한 설계가 시작된다. 실린더 추력을 계산하기 위해서는 식 (4)에서 A , B 의 거리가 필요하며 이 거리는 사용자가 지정한 3점($p1$, $p2$, $p3$)을 이용하여 거리를 계산한다. 또한 클램프 추력은

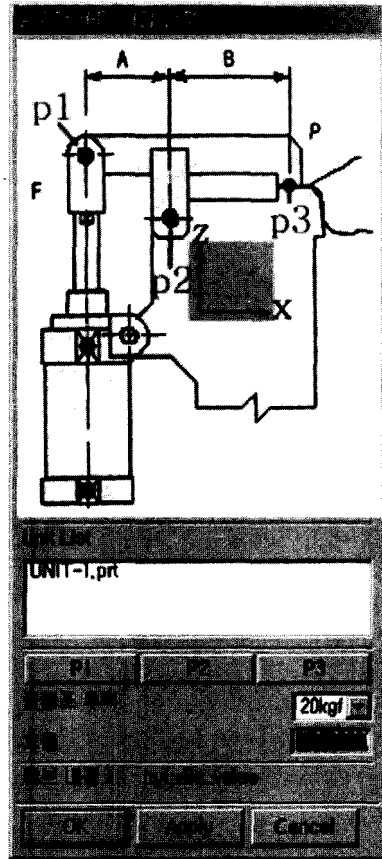


Fig. 19. GUI of the cylinder design function.

Dia	F	GA	GB	IA	IB	H	W	WC	WS	S	Z	MS	Ht
40	44	32	18	52	47	52	5	34	44	55	90	45	18
50	55	32	18	40	52	49	7	39	39	58	80	49	28
60	69	34	12	71	72	49	5.5	44	45	58	80	54.5	28

Fig. 20. Standard cylinder body dimensions.

20 kgf와 50 kgf가운데 하나를 선택할 수 있으며, 효율은 초기값이 80%로 설정되어 있으나 사용자가 변경할 수 있다. 이와 같이 사용자가 5가지의 입력 값을 주면 시스템은 실린더 추력을 계산하고 각각의 추력에 맞는 튜브내경을 선택하고, Fig. 20에 나타난 것과 같이 해당 튜브 내경에 따라 실린더 바디의 각 부분의 치수가 결정되며, 최종적으로 모델에 대해서 치수정보에 대한 업데이트가 이루어지게 된다. Fig. 20은 튜브 내경에 따른 실린더 바디의 표준 치수를 나타내고 있다.

3.4.2 시뮬레이션

실린더 바디에 대한 설계 변경을 행하면 초기 클램프에 설정되었던 실린더 스트로크가 적절하지 않게

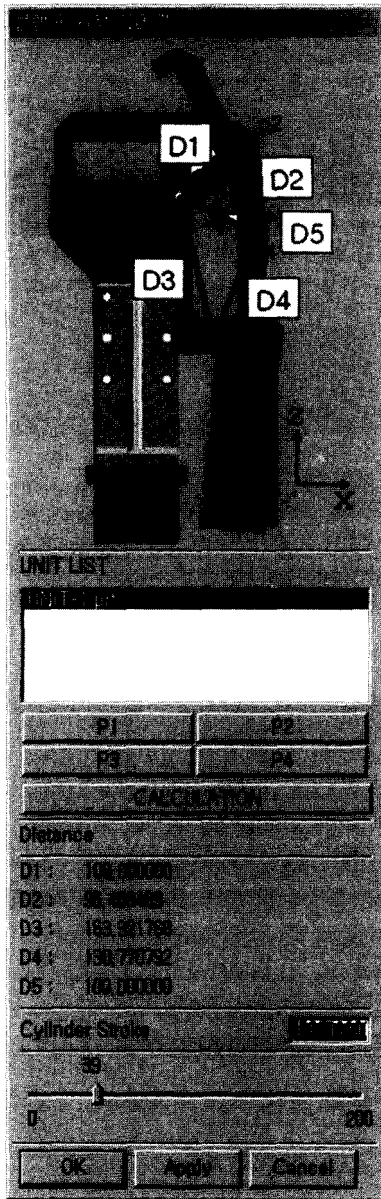


Fig. 21. GUI of the clamping simulation function.

되어 실린더 스트로크를 변경해야 할 경우가 생긴다. 따라서 실린더 스트로크에 대한 클램핑 범위를 체크할 필요성이 있다. 이 기능에서는 사용자가 실린더 스트로크의 값을 스크롤 또는 키인(key in) 방식으로 입력하여 실린더 스트로크에 따른 클램프와 실린더 바디의 상대적인 이동을 직관적으로 관찰하는 시뮬레이션 기능을 제공하고 있다. Fig. 21에서와 같이 사용자 입력값은 추가적인 거리 정보를 얻기위한 포인트 4점

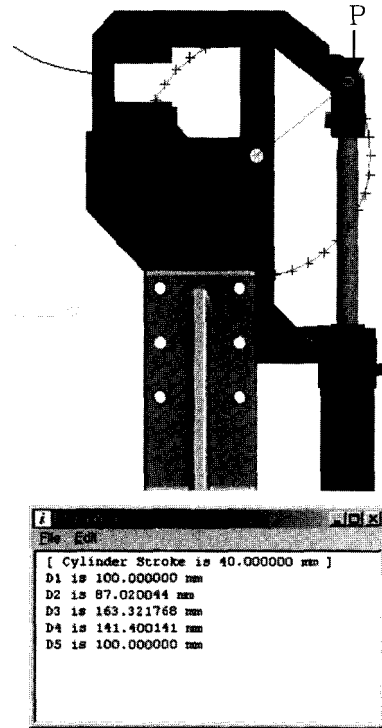


Fig. 22. Simulation result of clamping motion.

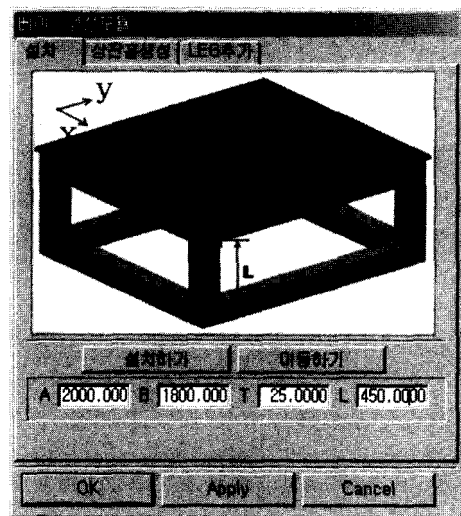


Fig. 23. GUI of the base generation function.

($p1, p2, p3, p4$)과 실린더 스트로크를 입력하게 되어 있으며, 이 입력값으로부터 Fig. 22에서와 같이 P의 궤적이 그려지게 되며 궤적위에 포인트가 6도 간격으로 자동으로 그려지게 되어 사용자는 가능한 언클램프 범위를 유추할 수 있다.

3.5 베이스 생성 및 베이스 홀 생성

유닛의 설계가 모두 이루어지게 되면 베이스 설계가 이루어진다. Fig. 23은 베이스 생성 기능의 GUI를 나타내고 있다. 베이스의 형상은 기본 형태만 가지고 있는 모델을 사용하였다. 베이스의 생성을 위한 입력 값은 베이스가 위치할 곳의 포인트1개가 필요하며 베이스 설치위치가 적절하지 않을 경우 이동 기능을 이용하여 적절한 위치로 재위치시킬 수 있다. 또한 베이스의 크기는 판넬에 따라서 사용자가 설계 파라미터 값을 입력하여 변경하도록 되어있다.

베이스의 설치가 끝나게 되며 마지막으로 베이스의 상판에 위치할 각각의 유닛의 서브베이스의 홀의 위치에 맞게 베이스 홀을 생성하는 작업이 필요하다. Fig. 24는 베이스 상판의 홀을 보여주고 있다. 베이스 홀을 생성하는 작업은 아주 단순하고 반복적인 일이라서 이것을 기본기능을 이용하여 생성할 경우 설계에 필요한 시간이 상당히 많이 소요되게 된다. 이러한

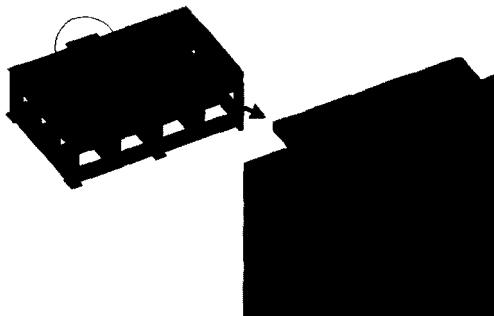


Fig. 24. Holes on a base plate.

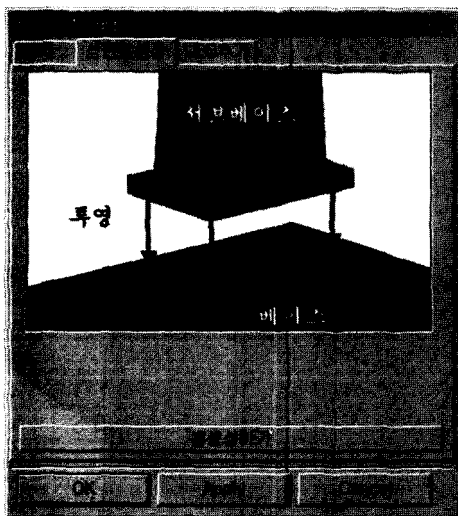


Fig. 25. A menu for the base hole generation function.

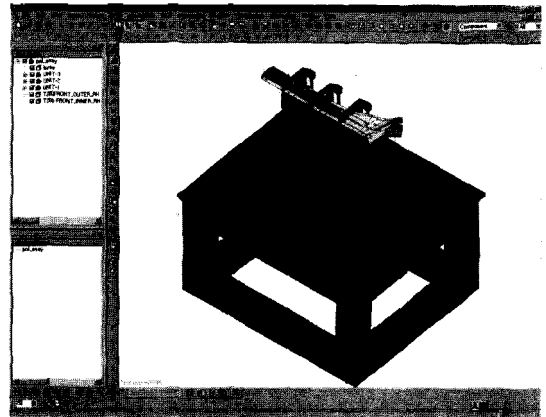


Fig. 26. Case study.

불필요한 시간을 줄여주기 위해서 베이스 상판의 홀을 생성시켜주는 기능이 필요하다.

Fig. 25는 베이스 상판에 홀을 생성시켜주는 메뉴이다. 베이스 상판에 홀을 생성시키는 순서는 현재 어셈블리 구조에 있는 모든 서브베이스에서 베이스와 결합되는 홀들의 중심 위치를 추출하여 이것을 베이스 상판에 투영시켜 투영된 점을 중심으로 홀을 생성하게 되어있다.

4. 적용 예

Fig. 26 승용차의 엔진룸 론지 판넬(engine room longi panel) 모델의 일부분에 대하여 본 시스템을 이용하여 설계한 결과를 보여주고 있다.

5. 결 론

본 연구에서는 Unigraphics를 기반으로한 3차원 지그 설계 전용 시스템을 개발하였고 이를 이용한 지그 설계 프로세스를 제시하였으며 실제로 이를 설계에 적용 시켜 보았다. 설계 작업의 효율을 높이기 위하여 자주 사용되는 표준화된 부품들에 대해서 표준 부품 라이브러리를 구축하여 이를 설계에 활용하였다. 본 시스템을 사용함으로써 3차원 CAD시스템의 일반 범용기능만을 사용하여 설계한 경우에 비하여 설계 시간을 크게 단축시킬 수 있었으며, 설계된 결과에 대한 동작 시뮬레이션을 수행시킴으로써 제작후 작동시 발생하는 문제점을 조기에 발견할 수 있었다. 그러나 본 시스템은 현재 한정된 표준 부품에 대한 라이브러리가 구축되어 있어 향후 이를 확장할 필요가 있다. 또한 로케이터와 클램프의 형상 편집에 대한 자동화가

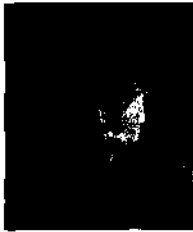
수행된다면 설계 효율을 더욱 높일 수 있을 것으로 기대된다. 또한 숙련된 설계자가 가지고 있는 각종 설계 지식을 추출하여 전문가 시스템을 구축하고 이를 본 CAD시스템과 통합시킨다면 더욱 효과적인 지능형 설계 시스템이 구축될 수 있을 것으로 기대된다.

감사의 글

본 연구는 한국과학기술재단 목적기초연구(과제 번호: R01-2002-000-00061-0) 지원으로 수행되었음.

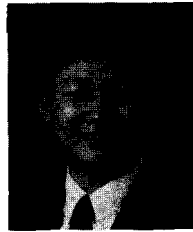
참고문헌

1. 차일남 외, "최신 차공구 설계," 대광서림, 1994.
2. 장덕기, "차공구 설계," 영지문화사, 1986.
3. 최태주, "차공구 구조와 설계 제도," 기진연구소, 1985.
4. CAMLab., "http:// http://www.engr.siu.edu/tech/rong/," Southern Illinois Univ, Carbondale, IL, USA.
5. Wu, Y., Rong, Y. and Chu, T. C., "Automated Generation of Dedicated Fixture Design," *International Journal of Computer Applications in Technology*, Vol. 10, No. 3-4, pp. 213-235, 1997.
6. Rong, Yiming and Bai, Yong., "Automated Generation of Fixture Configuration Design," *Journal of Manufacturing Science and Engineering, Transactions of the ASME*, Vol. 119, No. 2, pp. 208-219, 1997.
7. Nee, A. Y. C., Bhattacharyya, N. and Poo, A. N., "Applying A.I. in Jigs and Fixtures Design," *International Conference on Intelligent Manufacturing System*, Budapest, Hungary, pp. 195-200, Jun 16-19 1986.
8. GM대우자동차 생산기술연구소, "지그 설계 교육 교안," GM대우자동차, pp. 71-98, 1998.
9. Jung, Y.-H., "Implementation of Concurrent Engineering for Large Assembly Design: Part (I) - Assembly-centric Modeling Methodology as BOM Structure," *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, Vol. 2, No. 2, pp. 93-102, June 1997.
10. Jung, Y.-H., "Implementation of Concurrent Engineering for Large Assembly Design: Part (II) - Development of a Digital Mock-Up System for Reducing Design Changes," *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, Vol. 2, No. 2, pp. 103-110, June 1997.
11. 김덕표, 김대영, 김윤오, "CADRA를 이용한 Jig 설계 시스템 구축," 한국 CAD/CAM학회지, pp. 45-49, 1997.
12. 김형규, 박홍석, "솔리드 기반의 지그 설계 시스템," 한국 CAD/CAM학회 학술 발표회 논문집, pp. 39-43, 2000.
13. Electronic Data System Corporation, Unigraphics Division, UG/OPEN API Reference Version 18.0, 2001.



조 병 철

2001년 국민대학교 기계설계학과 학사
2003년 국민대학교 자동차공학전문대학원 석사
2003~현재 심비테크
관심분야: Solid Modeling, Assembly Modeling, Die Design, JIG & Fixture Design, Intelligent CAD, User Interaction Techniques



이 상 현

1986년 서울대학교 기계설계학과 학사
1988년 서울대학교 기계설계학과 석사
1993년 서울대학교 기계설계학과 박사
1993~1995년 신도리코 기술연구소 책임 연구원
1996년 대우 고등기술연구원 선임연구원
1996~현재 국민대학교 부교수
관심분야: CAD/CAM, 3D Geometric Modeling, Die & Mold Design, Virtual Design and Manufacturing



김 형 준

1995년 유한대 기계설계과 졸업
1994~2002년 대우 자동차 생산기술연구소 연구원
2002~2003년 GM DAEWOO AUTO & TECHNOLOGY 생산기술연구소 대리
관심분야: PLM/CAD/CAM, 3D Geometric Modeling, Virtual Simulation and Manufacturing



우 윤 환

1993년 한양대학교 정밀기계공학과 학사
1995년 미국 Illinois Institute of Technology 기계공학과 석사
1999년 미국 Colorado State University 기계공학과 박사
1999~2002년 미국 Spatial Corp. ACIS 개발팀 소프트웨어엔지니어
2002~현재 국민대학교 자동차공학전문대학원 연구교수
관심분야: CAD, Geometric modeling, Computer-aided process planning



이 강 수

1987년 서울대학교 기계설계학과 학사
1989년 서울대학교 기계설계학과 석사
1999년 서울대학교 기계설계학과 박사
1989~2000년 대우종합기계 선임연구원
2000~2002년 국민대학교 연구교수
2002~현재 한반대학교 기계공학부 전임 강사
관심분야: CAD/CAM, Product Design, Digital Mockup, PDM