

3차원 기계요소를 위한 자동형상 설계프로그램 개발

김민주[#], 전언찬^{*}

Development of Automatic Geometry Design Program for 3-Dimensional Mechanical Element

Min Ju Kim[#], Eon Chan Jeon^{*}

ABSTRACT

In this study we do for the thing to develop automatic geometry design program of a mechanical element that we have used in CAD/CAM system.

The program, which produces automatically three-dimensional surface and a solid model that have been used in CAD/CAM system, widely create automated two and three-dimensional model to by inputting several necessities for a design, for the design element. It is emphasized if you are just a beginner having only basic knowledge of the mechanical engineering, you might be able to design easily a three-dimensional model.

The software to be used to develop automatic geometry design program is visualLISP to be a developer program of AutoCAD.

Key Words : Automatic Geometry Design Program (자동형상설계 프로그램), Mechanical element (기계요소), Mechanical engineering (기계공학), CAD/CAM (설계/가공)

1. 서론

CAD는 널리 알려진 바와 같이 컴퓨터 이용설계(Computer aided design)이며, 설계작업을 컴퓨터가 지원하는 것이다.¹

최근 기계 및 제조분야에 널리 도입되어 사용되고 있는 CAD/CAM시스템은 3차원 서피스 모델(Surface model) 및 솔리드 모델(Solid model)을 사용한다는 공통점을 가지고 있으며, 일반적으로 3차원 모델은 AutoCAD, MDT(Mechanical desktop) 및 CATIA, 그리고 Solid-edge 등과 같은 3차원 모델러

를 통하여 생성된다.

그러나 이러한 3차원 모델링은 그 유용성에도 불구하고, 모델링 시간의 과다 및 이를 수행하는 전문인력부재 등의 문제점을 안고 있다. 이를 해결하고, CAD 본래의 의미인 컴퓨터 이용설계를 구현하기 위한 방법의 일환으로 최근 자동형상설계 프로그램이 각광받고 있다.

자동형상설계 프로그램은 설계에 필요한 몇 가지 요소만을 입력받아 2차원 및 3차원 모델을 자동 생성하는 프로그램을 통칭하는 것인데, 일반적으로 AutoCAD나 MDT기반의 VisualLISP 프로그램이 주로

¹ 접수일: 2003년 3월 21일; 게재승인일: 2003년 7월 11일

[#] 교신저자: 동아대학교 기계공학과

Email: kmjshj@hanmail.net, Tel: (051) 200-6992

^{*} 동아대학교 기계·산업시스템 공학부

사용된다. 그리고 자동형상설계프로그램은 모델링 전문가가 아니더라도 기계공학적 지식을 가진 사용자라면 누구나 쉽게 사용할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 또한 자동형상설계 프로그램 라이브러리(Library)를 구축함으로써 모델의 디스플레이 및 NC 코드생성에 의한 가공, 비용계산과 같은 포괄적인 작업이 가능하다. 이러한 ADS에 관한 연구를 살펴보면, 김 등²이 VisualLISP을 이용한 마스터기어 자동설계 프로그램을 개발하였고, 조 등³이 AutoLISP을 이용한 기어설계 프로그램을 개발하는 등 활발히 진행되고 있다. 그리고 Tavakoli 등⁴이 스퍼기어의 최적 프로파일 형상을 모델링하고, 이를 활용하여 응력해석을 수행한 연구들이 있다. 하지만 지금까지 연구된 자동설계 프로그램들은 대부분 2차원화된 도면을 지원하는 형태를 가지고 있다. 김 등⁵이 AutoCAD 프로그램을 이용한 자동펌프설계 시스템을 개발한 경우 및 박 등⁶이 휠 볼트 제작을 위한 공정설계 자동화 시스템을 개발한 경우, 그리고 Choi 등⁷이 단조공정에 이용되는 자동모델링에 대한 연구를 수행하고, Sevenler 등⁸이 냉간단조에 이용되는 성형모델을 자동생성하는 연구를 수행한 경우와 같이 2차원 자동설계에 대한 연구는 다양하게 이루어지고 있지만 3차원 서피스 및 솔리드 모델을 지원하는 연구는 다양하지 못하다.

따라서 본 연구에서는 CAD/CAM 시스템에 공통으로 사용되는 3차원 서피스 및 솔리드 모델을 자동생성하는 기계요소 자동형상설계 프로그램을 AutoCAD 기반의 개발프로그램인 VisualLISP을 이용하여 개발하고자 한다. 그리고 다양한 기계요소 자동형상설계 프로그램을 개발하여 라이브러리를 구축함으로써 기존에 자동설계 프로그램을 한정적으로 제공하는 3차원 모델러들과의 차별성을 부각하고, 다양한 활용방법을 제시하고자 한다.

2. 자동형상설계 프로그램

기계요소 자동형상설계 프로그램을 개발하기 위하여 AutoCAD상의 개발프로그램인 VisualLISP을 사용하였다. 그리고 기계요소 자동형상설계 프로그램을 개발하기 위한 과정을 Fig. 1에 나타내었다. 먼저 자동설계할 대상물체를 선정하고, ISO, JIS 및 KS규격을 참조하여 대상물체의 규격을 결정한다. 다음으로 대화입력창(DCL)을 구성하는 프로그램을 개발한다. 이 때 입력창의 상단에 대상물체를 슬라

이드 파일로 만들어 생성될 요소의 형태를 사용자에게 미리 보여준다. 그리고 입력창을 주 프로그램에 링크시키고, 생성될 요소의 모델링 방법을 결정한 후 이를 프로그래밍한다. 자동형상설계 프로그램에서 가장 중요한 부분이 이 모델링 방법의 결정으로 새로운 모델을 생성시킴에 있어서 항상 새로운 수학적·기하학적 알고리즘을 적용하여야 하며, 프로그래머의 경험치가 상당히 중요하다. 이와 같은 전반적인 과정을 확인하고, 입력창에 치수 및 모델의 규격을 입력한 후 모델이 생성되는 과정 전체를 확인함으로써 기계요소 자동형상설계 프로그램을 완성한다.

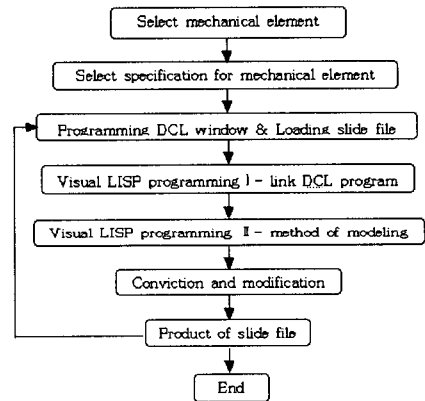


Fig. 1 Flowchart of automatic geometry design program

기계요소 자동형상설계 프로그램의 개발과정을 Fig. 2부터 Fig. 7까지 나타내었다. 이는 2D 형상의 키 홈(key way)과 축 구멍(shaft hole)의 자동형상설계 프로그램을 나타낸 것이다. 먼저 대상물체로 키 홈과 축 구멍이 선정되었으므로, 이들의 규격을 KS, JIS 및 ISO등에서 조사한다. 그리고 사용자로부터 입력받을 데이터를 결정한다. 키 홈과 축 구멍을 설계하는데 있어 입력요소는 키의 폭과 높이, 그리고 축 경이다. 이를 모델링하기 위해서는 요소 각 부분의 정확한 좌표값이 필요하다. 입력요소만을 가지고 요소 각 부분의 좌표값을 산정하기 위해서 수학적 개념인 사인과 코사인으로 변환하여 초기에 어떠한 값이 입력되더라도 연동하여 그 크기 및 기하학적 좌표값이 변화할 수 있도록 하였다. Fig. 2는 입력요소의 수학적 변환을 나타낸 그림이다. 중심점을 (0, 0)으로 하였을 때 P_1 점의 X축 좌

표는 $w/2$ 이고, 이는 $R\cos\theta$ 로 표현된다. 그리고 Y 축 좌표는 $R\sin\theta$ 이다. 따라서 P_1 점의 좌표는 $(R\cos\theta, R\sin\theta)$ 이다. P_2, P_3 및 P_4 점의 좌표는 P_1 점을 기준으로 높이 값 h 와 폭 값 w 를 가감하여 구하였다. P_2 점의 좌표는 $(R\cos\theta, R\sin\theta + h)$ 이고, P_3 점의 좌표는 $(R\cos\theta - w, R\sin\theta + h)$, 그리고 P_4 점의 좌표는 $(R\cos\theta - w, R\sin\theta)$ 이다. 다음으로 대화 입력창인 DCL프로그램을 개발한다. 이 때 사용자에게 실제 대상물체의 입력값 위치를 알려주는 슬라이드 파일을 생성하여 DCL프로그램에 링크시킨다.

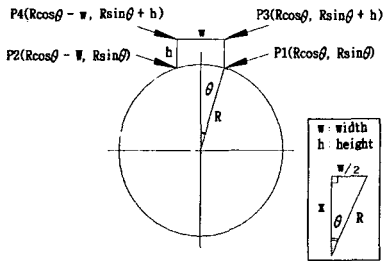


Fig. 2 Mathematical transformation of positional coordinate

Fig. 3에 키 홈과 축 구멍 슬라이드 파일의 이미지를 나타내었으며, Fig. 5의 자동설계 프로그램 입력창 상단에서 슬라이드 파일이 링크된 모습을 확인할 수 있다. A는 키 홈의 폭, B는 키 홈의 높이, 그리고 C는 축 구멍의 반경을 나타내고 있다.

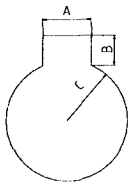


Fig. 3 Slide file

별첨 1에 키 홈과 축 구멍 자동형상설계 프로그램의 대화입력창을 설계하는 DCL프로그램을 나타내었다. DCL프로그램은 VisualLISP으로 작성되며, 프로그램 첫 문장의 'Keyway'는 DCL프로그램의 이름을 나타낸 것이다. 그리고 첫 줄 뒷부분은 대화 입력창 상단의 제목을 지정하는 부분이다. 키 홈과

축 구멍을 설계하는 것이므로 제목을 'Key way and shaft hole'로 하였다. 또한 'image'부분에서 슬라이드 파일이 위치할 부분의 높이 및 폭, 색깔 등을 지정하였다. 'edit_box'부는 수치를 입력받을 부분의 타이틀과 입력창 크기를 정하는 부분이다. 그리고 제일 끝에 있는 'OK_Cancel'부는 대화입력창의 'OK'버튼과 'Cancel'버튼을 생성시킨다. 이와 같은 DCL프로그램에 의해 생성된 입력창을 Fig. 4에 나타내었다.

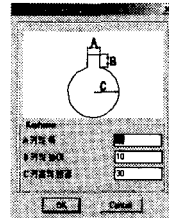


Fig. 4 Dialog box of key way and shaft hole using visualLISP

```

(defun c:key()
; (setvar "cmdecho" 0)
;(if (/= (keyhome_dcl) 0) (keyhome_dwg) )
;(princ)
;)

(defun c:keyhome()
(setq dcl_id (load_dialog "d:/vlisp/dcl/keyhome.dcl"))
(if (not (new_dialog "keyhome" dcl_id)) (exit))

(setvar "osmode" 0)

(setq key_name "ibutt1")
(start_image key_name)
(setq sld_name "d:/vlisp/sld/keyhome.sld")
(slide_image 0 0 (dimx_tile key_name) (dimy_tile key_name)
sld_name)
(end_image)

(setq va "10" vb "10" vc "30")
(set_tile "va" va)
(set_tile "vb" vb)
(set_tile "vc" vc)
(mode_tile "va" 2)
(action_tile "va" "(setq va $value)")
(action_tile "vb" "(setq vb $value)")
(action_tile "vc" "(setq vc $value)")

(setq init (start_dialog))
(if (= init 1) (ok_func) (prompt "\n Cancel"))
)
    
```

Fig. 5 Automatic geometry design program for key way and shaft hole

Fig. 5는 키 홈과 축 구멍 자동형상설계 프로그램의 주(Main) 프로그램을 나타낸 것으로 Fig. 2의 방법을 통해 획득된 네 점들의 기하학적 좌표를 이용하여 모델링하는 기법을 포함하고 있다. 첫째 줄에 'defun c:key()'는 AutoCAD에서 주 프로그램을 로드할 때 사용되는 명령어 "key"를 생성하는 것을 나타내고 있으며, 둘째 줄에서 입력창인 DCL 프로그램을 호출하였다. 그리고 가운데 에 있는 'defun ok_func()'부터는 사용자의 'OK'버튼 클릭후 입력된 데이터로 모델링에 사용될 위치좌표를 구하고, 모델을 완성하는 과정을 나타내고 있다. Fig. 6은 입력창에 사용자가 치수를 기입하고, 실행한 결과화면이다. 이 모든 과정이 AutoCAD를 실행한 상태에서 수행된다.

좀더 복잡한 형상인 래칫 휠 자동형상설계 프로그램의 대화 입력창을 설계하는 DCL프로그램을 Fig. 7에 나타내었다. 세 번째 줄에서 이미지를 이용하여 슬라이드 파일이 위치한 부분의 높이 및 폭, 색깔 등을 정하였고, 'edit_box'부는 수치를 입력 받을 부분의 타이틀과 수치입력상자의 크기를 정하는 부분이다. 줄 끝에 위치한 'edit_width = 10'은 수치입력상자의 길이를 10으로 한다는 의미를 가지고 있다.

래칫 휠 자동형상설계 프로그램의 주 프로그램에는 Fig. 6의 키 홈과 축 구멍 모델링 방법 및 래칫 휠 형상 모델링 기법이 프로그래밍되어 있다. 또한 AutoCAD에서 주 프로그램을 호출할 때 사용되는 명령어 "ratchet"을 생성하며, DCL프로그램을 호출한다. 그리고 모델링에 사용될 위치좌표를 구하고, 모델을 완성하는 과정을 포함한다.

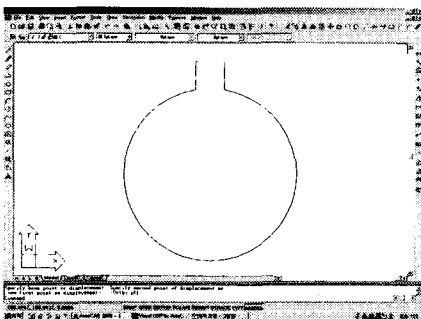


Fig. 6 Key way and shaft hole model using automatic geometry design program

```
ratchet01 : dialog { label = "래칫 휠 그리기 ";
: column {
: image {key = "ratchet01"; height = 15;
aspect_ratio = 1.5; color = 0; allow_accept = true;}
: row{
: boxed_column{ label = " 래칫 휠 입력사항 ";
: edit_box { label = " 래칫 휠 반경 "; key = "key01"; edit_width = 10;}
: edit_box { label = " 래칫 휠 두께 "; key = "key02"; edit_width = 10;}
: edit_box { label = " 래칫 휠 외륜반경 "; key = "key03"; edit_width = 10;}
: edit_box { label = " 래칫 휠 외륜깊이 "; key = "key04"; edit_width = 10;}
: edit_box { label = " 내륜 반경 "; key = "key05"; edit_width = 10;}
: edit_box { label = " 내륜 사이의 거리 "; key = "key06"; edit_width = 10;}
: edit_box { label = " 베어링 외륜 "; key = "key07"; edit_width = 10;}
: edit_box { label = " 베어링 폭 "; key = "key08"; edit_width = 10;}
: edit_box { label = " 키의 폭 "; key = "key09"; edit_width = 10;}
: edit_box { label = " 키의 높이 "; key = "key10"; edit_width = 10;}
: edit_box { label = " 축반경 "; key = "key11"; edit_width = 10;}
}
}
ok_cancel;
}
```

Fig. 7 DCL program for ratchet wheel

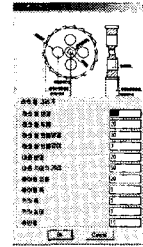


Fig. 8 Dialog box of ratchet wheel using visualLISP

AutoCAD를 실행한 상태에서 주 프로그램을 호출하기 위하여 "ratchet"을 입력하면 Fig. 8과 같은 래칫 휠 자동형상설계 프로그램 입력창이 나타난다. 여기에 사용자의 요구대로 치수 및 규격을 입력하고, OK버튼을 클릭하면 Fig. 9와 같은 3차원 솔리드 모델을 얻을 수 있다. 이와 같은 일련의 과정이 매우 짧은 시간동안에 이루어진다.

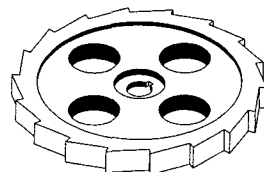


Fig. 9 3D model of ratchet wheel

3. 자동형상설계 프로그램 라이브러리 구축

기계요소 자동형상설계 프로그램 라이브러리를 구성하기 위하여 본 연구에서 개발한 자동설계 프로그램들을 Fig. 10부터 나타내었다.

Fig. 10은 개스킷 자동형상설계 프로그램 입력창을 나타낸 것이다. 여기에 사용자의 요구대로 치수 및 규격을 입력하고, OK버튼을 클릭하면 Fig. 11과 같은 3차원 솔리드 모델을 얻을 수 있다. 개스킷 자동설계 프로그램 입력창의 하단부에 있는 형상조밀도는 3차원 솔리드 모델의 진원도를 결정한다. 디폴트 값은 0.1이고 10까지 입력할 수 있으며, 값이 점점 증가할수록 보다 매끈한 면을 가진 3차원 모델을 만들 수 있다.

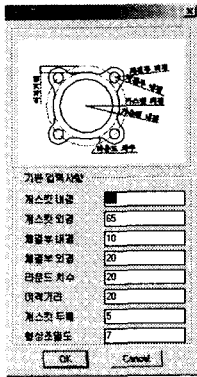


Fig. 10 Dialog box of gasket using visualLISP

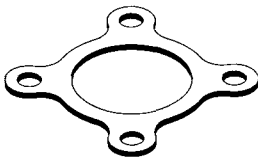


Fig. 11 3D solid model of gasket using automatic geometry design program

Fig. 12는 플랜지커플링(Flange coupling) 자동형상설계프로그램의 대화입력창을 나타낸 것이다. 플랜지커플링에 요구되는 입력요소는 커플링 두께, 커플링 높이, 그리고 내경 및 외경 등이며, 여기에 사용자의 요구대로 치수 및 규격을 입력하고, OK버튼을 클릭하면 Fig. 13과 같은 3차원 솔리드 모델을 얻을 수 있다.

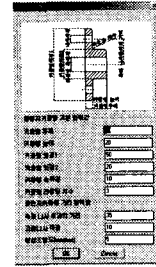


Fig. 12 Dialog box of flange coupling using visualLISP

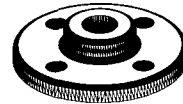


Fig. 13 3D model of flange coupling using automatic geometry design program

Fig. 14는 제네바 기어(Geneva gear) 자동형상설계 프로그램의 대화입력창을 나타낸 것이다.

AutoCAD를 실행한 상태에서 "gnv"를 입력하면 Fig. 14와 같은 제네바 기어 자동형상설계 프로그램 입력창이 나타난다. 제네바 기어 자동형상설계 프로그램의 입력요소는 이빨 수, 키 홈의 폭, 높이 및 반경 등이다. 그리고 제네바 기어의 반경, 홈 및 축에 관계된 사항을 입력받는다. 여기에 사용자의 요구대로 치수 및 규격을 입력하고, OK버튼을 클릭하면 Fig. 15와 같은 3차원 솔리드 모델을 얻을 수 있다.

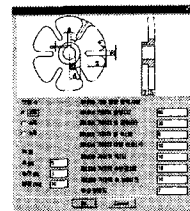


Fig. 14 Dialog box of Geneva gear using visualLISP

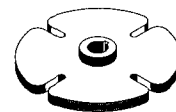


Fig. 15 3D solid model of Geneva gear

Fig. 16은 축(Shaft) 자동형상설계 프로그램의 입력창을 나타내고 있다. 축의 종류는 중공축과 중실축이며, 중공축의 경우 요구되는 입력요소는 축의 외경, 내경 및 길이이다. 사용자가 중실축을 선택하게 되면 입력창의 ‘축 안 직경’ 부분이 활성화되지 않는다. 그리고 Fig. 17에 축 자동설계 프로그램을 통해 생성된 3차원 모델을 나타내었다.

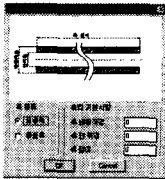


Fig. 16 Dialog box of shaft using visualLISP



Fig. 17 3D solid model of shaft

Fig. 18과 Fig. 20은 조인트(joint) 자동형상설계 프로그램의 입력창을 나타내고 있다. 이는 수직으로 세워진 두 물체를 결합할 경우나 세 개의 물체를 결합할 때 주로 사용되어진다. 매우 복잡한 형상이라도 2차원 도면형태에서 평면도, 정면도 및 측면도로 나눈다면 각각에 요구되어지는 입력요소를 간략화시킬 수 있다. 그리고 일반적인 형태의 2차원 도면으로 3차원 물체를 구성하는 연구들과 달리 본 연구에 사용된 자동형상설계 프로그램들은 텍스트화된 치수만으로 3차원 물체를 구성할 수 있다는 장점을 가지고 있고, 결과물인 3차원 솔리드 모델을 Fig. 19 및 Fig. 21에서 확인할 수 있다.

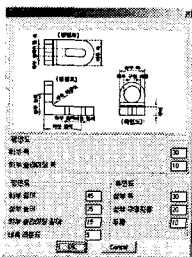


Fig. 18 Dialog box of joint_01 using visualLISP

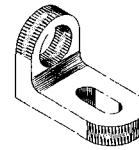


Fig. 19 3D solid model of joint_01

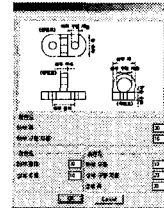


Fig. 20 Dialog box of joint_02 using visualLISP

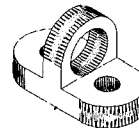


Fig. 21 3D solid model of joint_02

Fig. 22는 마운팅 브래킷(Mounting bracket) 자동형상설계 프로그램의 입력창을 나타내고 있으며, 조인트의 경우와 마찬가지로 평면도, 정면도 및 측면도로 간략화시켜 수치를 입력받는다. 그리고 마운팅 브래킷 자동형상설계 프로그램을 통해 생성된 3차원 솔리드 모델을 Fig. 23에 나타내었다. Fig. 24는 파이프 브래킷(Pipe bracket) 자동형상설계 프로그램의 입력창을 나타내고 있으며, 평면도, 정면도 및 측면도의 삼각법을 이용하여 그 입력값을 간략화시킨 형태이다. 파이프 브래킷 자동형상설계 프로그램을 통해 생성된 3차원 모델을 Fig. 25에 나타내었다.

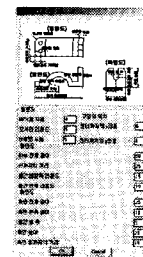


Fig. 22 Dialog box of mounting bracket using visualLISP

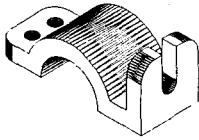


Fig. 23 3D solid model of mounting bracket using automatic geometry design program

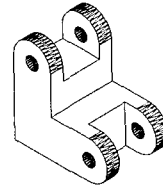


Fig. 27 3D solid model of support bracket

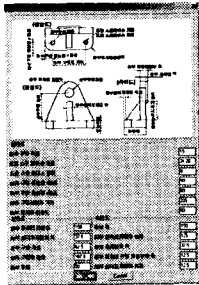


Fig. 24 Dialog box of pipe bracket using visualLISP

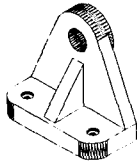


Fig. 25 3D solid model of pipe bracket

Fig. 26은 서포트 브래킷(Support bracket) 자동형상설계 프로그램의 입력창을 나타내고 있으며, 자동형상설계 프로그램을 통해 생성된 3차원 모델을 Fig. 27에 나타내었다. 이상과 같이 복잡한 형상을 가지고 있는 기계요소를 텍스트 형태의 입력값만으로 3차원 모델링할 수 있기 때문에 자동형상설계 프로그램의 편의성이 매우 높음을 알 수 있다.

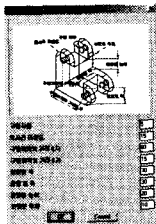


Fig. 26 Dialog box of support bracket using visualLISP

그리고 Fig. 28에 마운팅 브래킷과 축을 조립한 모델을 나타내었다. 자동설계 프로그램을 이용하여 기계요소들을 따로 모델링하고, 이를 조립하여 그 간섭정도를 'Boolean'연산을 통하여 확인할 수 있다. 이는 상당히 중요한 의미를 가지는 것으로서 자동형상설계 프로그램 라이브러리를 구축함으로써 조립모델을 구현하고, 간섭량을 실시간으로 확인할 수 있는 가능성을 제시한 것이다. Fig. 29는 Fig. 28의 수동적인 조립모델이 아닌 조립모델 자동형상설계 프로그램을 나타내고 있다. 두 기어를 동일 각도로 회전시키면서, 'Boolean'연산을 통해 기어의 간섭정도를 계산할 수 있다. Fig. 30에 조립모델 자동설계 프로그램을 통해 생성된 3차원 모델을 나타내었다.

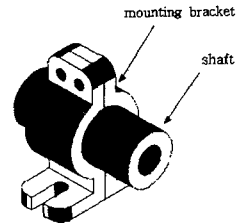


Fig. 28 3D assembly model of mounting bracket and shaft

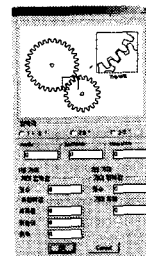


Fig. 29 Dialog box of assembly model for spur gear

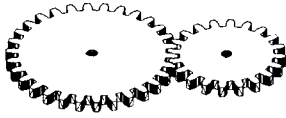


Fig. 30 3D assembly model of spur gear

4. 자동형상설계 프로그램 라이브러리 구축의 기대효과

모든 기계요소들에 대하여 3차원 모델을 생성할 수 있는 자동형상설계 프로그램을 라이브러리 형태로 구축한다면 기계요소 모델링의 정확성과 신속성을 유지할 수 있다. 그리고 3차원 모델을 이용한 NC 데이터 생성 및 단가계산 등도 자동형상설계 프로그램을 이용하여 쉽게 할 수 있다는 장점을 가지고 있다. 이를 위해 각각의 기계요소들에 대한 자동형상설계 프로그램을 만들고, 이를 하나의 프로그램 안에서 구동되는 형태로 제작하는 연구가 이루어져야 하며, 앞으로의 개발 방향이기도 하다.

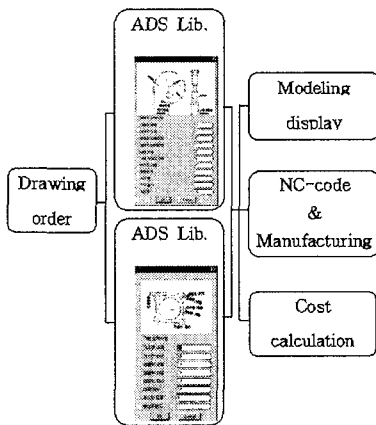


Fig. 31 Library of automatic geometry design program

Fig. 31은 자동형상설계 프로그램이 라이브러리 형태로 구축되어 있을 경우에 가능한 작업들을 나타내었다. 모델링 디스플레이 부분은 기계요소를 3차원형상으로 보여주기 때문에 삼각법에 의한 도면만으로 이해하기 어려운 전체형상을 보다 쉽게 전달할 수 있다는 장점과 원하는 형상의 치수를 자동형상설계 프로그램 입력창에서 수정하여 재모델링할 수 있는 신속성을 제공한다. 그리고 자동형상설계 프로그램에서는 솔리드 모델을 제공하기 때문에

3차원 모델의 2차원 도면화 및 추출된 데이터를 이용한 NC 데이터 생성이 보다 수월하다. 또한 조립에 소요된 각각의 부품 리스트를 프로그램에 의해 데이터 베이스로 저장하여 필요시 사용자에게 단가, 제품중량 및 체적 등을 계산하여 그 결과를 즉시 제공할 수 있다. 또한 각각의 모델들을 독립적으로 생성하여 조립모델을 만들 수 있다. 이를 통해 조립공차 및 설계된 모델들의 간섭을 체크할 수 있으며, 복합화된 조립모델들을 쉽게 구축할 수 있는 토대를 제공한다.

5. 결론

본 연구에서는 CAD/CAM 시스템에 공통으로 사용되는 3차원 서피스 및 솔리드 모델을 자동생성하는 기계요소 자동형상설계 프로그램의 개발과정을 제시하고, 다양한 기계요소 자동형상설계 프로그램 라이브러리를 구축하였다. 본 연구에서 개발된 기계요소 자동형상설계 프로그램은 텍스트 형태의 입력값만으로 3차원 모델링을 수행할 수 있기 때문에 높은 편의성을 보여준다. 또한 설계 및 모델링에 대한 지식이 부족한 사용자가 쉽게 사용할 수 있도록 지원하며, 원하는 형상의 치수를 자동형상설계 프로그램 입력창에서 수정하여 재모델링할 수 있는 신속성을 제공한다. 그리고 조립모델 자동형상설계 프로그램을 통해 실시간으로 조립공차 및 설계된 모델들의 간섭을 체크할 수 있다.

향후에는 등고선 가공과 Z가공을 통해 CAM을 지원하는 자동형상설계 프로그램 개발 및 기계요소 자동형상설계 프로그램 라이브러리를 하나의 통합된 모듈에서 제어하는 방법에 대한 연구를 진행하고자 한다.

후 기

본 연구는 한국과학재단 지정 동아대학교 신소재 가공청정 공정개발 연구센터(과제번호 : R12-2002-004-01-004)의 지원으로 수행되었음.

참고문헌

1. Power, J., Computer Automated Manufacturing, McGraw-Hill International Editions, 1987.
2. Kim, Y. N., Lee, S. S., "Development of

부록

[별첨 1] - DCL program for key way and shaft hole

- Automatic Design Program for Measuring Master Gear using VisualLISP," Proc. KSMTE, pp. 169-174, 2000.
3. Cho, K. Z., Kim, J. S., "A Study on the Development of the Gear Design Program by using AutoLISP," Proc. KSMTE, pp. 422-427, 2000.
 4. Tavakoli, M. S. and Houser, D. R., "Optimum Profile Modifications for the Minimization of Static Transmission Errors of Spur Gears," Journal of Mechanism in Design, MARCH, Vol. 108, pp. 86-95, 1986.
 5. Jeong, Y. J., Kim, I. S., "Development of an Automatic Pump Design System Using AutoCAD," Journal of KSMTE, Vol. 11, No. 1, pp. 91-96, 2002.
 6. Park, J. O., Park, S. G., "Development of an Automated Process Planning System for Manufacturing Wheel Bolt," Proc. KSPE, pp. 983-987, 2001.
 7. Choi, J. C., Kim, C., "An Integrated Design and CAPP System for Cold or Hot Forging," Products Int. J Adv. Manufacturing Technology, Vol. 16, pp. 720-727, 2000.
 8. Sevenler, K., Raghupathi, P. S. and Alta, T. n., "Forming-Sequence Design for Multistage Cold Forging," J. Mech. Work. Technology, Vol. 14, No. 2, pp. 121-136, 1985.

```

Keyhome : dialog { label = "keyhome drawing" ;
:boxed_column {
:image (key="ibutt1"; height = 10; aspect_ratio = 1.65;
color = 0; allow_accept = true;)
:row{
:column(label = "keyhome";
:edit_box (label = "A 키의 폭"; key = "va"; edit_width = 10;)
:edit_box (label = "B 키의 높이"; key = "vb"; edit_width = 10;)
:edit_box (label = "C 키 홈의 반경"; key = "vc"; edit_width =10;)
:text(label = ""; key = ""; height = 0.5;)
}
}
}
ok_cancel;
}

```