

## 자동설계 프로그램을 이용한 축 및 홀 측정용 한계게이지 모델링에 관한 연구

김성욱\*, 이승수, 김민주(동아대 대학원 기계공학과), 김순경(동의공업대 자동차과),  
전언찬(동아대 기계공학과)

### A Study on the Modeling of Limit Gauge for Measuring Axis and Hole using Automatic Design Program

S. W. Kim, S. S. Lee, M. J. Kim(Graduate School, Mech. Eng. Dept., Dong\_a), S. K. Kim(Dept. of Automobile, Dong\_eui), E. C. Jeon(Mech. Eng. Dept., Dong\_a)

#### ABSTRACT

In this study, we will try to develop the 3D automatic design program of limit gauge. When users, who have some mechanical information, input some date, they can do 3D-modeling easily like expert. This is one of the merit in automatic design program and the automatic design program can compare the limit gauge made in this study with processed the bolt and nut model. This demonstrates the effective value of automatic design model. Limits gauge of sort divide into ring gauge of measuring bolt and pin gauge of measuring nut. The new automatic design program follows the KS

**Key Words** : Automatic design program(자동설계 프로그램), ADS(Automatic design system : 자동설계 시스템), Limit gauge(한계 게이지)

#### 1. 서론

CAD의 정의는 널리 알려진 바와 같이 컴퓨터 이용설계(Computer Aided Design)이며, 설계작업을 컴퓨터가 지원하는 것이다.<sup>1)</sup> 그러나, CAD시스템으로 현재 나와 있는 것의 대부분은 컴퓨터 이용제도(Computer Aided Drafting) 즉, 제도작업 지원의 2차원 CAD시스템이다. 따라서 이것은 설계 작업의 일부를 지원하는 것뿐이다. 이러한 CAD시스템의 한계를 극복하고, 일반 사용자가 약간의 공학적 지식만으로도 올바른 설계를 할 수 있도록 지원하기 위하여 ADS(Automatic design system)가 개발되었다. 이러한 ADS에 관한 연구

를 살펴보면, 김영남<sup>2)</sup>이 VisualLISP을 이용한 마스터기어 자동설계 프로그램을 개발하였고, 조종규<sup>3)</sup>가 AutoLISP을 이용한 기어설계 프로그램을 개발하는 등 활발히 이루어지고 있다. 하지만 지금까지 연구된 자동설계 프로그램들은 대부분 2차원화된 도면

을 지원하는 형태를 가지고 있다. 김일수등<sup>4)</sup>이 AutoCAD 프로그램을 이용한 자동펌프설계 시스템을 개발한 경우 및 박성관등<sup>5)</sup>이 휠볼트 제작을 위한 공정설계 자동화 시스템을 개발한 경우, 그리고 J. C. Choi and C. Kim<sup>6)</sup>이 단조공정에 이용되는 자동모델링에 대한 연구를 수행하고, K. Sevenler<sup>7)</sup>등이 냉간 단조에 이용되는 성형모델을 자동생성하는 연구를 수행한 경우와 같이 2차원 자동설계에 대한 연구는 다양하게 이루어지고 있지만 3차원 서페이스 모델 및 솔리드 모델을 지원하는 연구는 전무하다.

따라서 본 연구에서는 일반 생산현장에서 많이 사용되는 한계게이지를 3차원 모델링할 수 있는 자동설계 프로그램을 개발하여 실제 한계게이지의 설계 경험이 없는 초보자라도 게이지의 종류, 공차역 및 등급, 호칭경 등의 선택에 의해 전문가 수준의 설계 및 제도가 가능하게 하며, 자동설계 프로그램의 새로운 가능성을 제시하고자 한다.

## 2. 자동설계 프로그램의 개발

기계요소를 설계하는데 있어서 사용자의 입력값에 따라 자동적으로 3차원 모델링하는 프로그램을 개발하기 위하여 본 연구에서는 AutoCAD상의 개발 프로그램인 VisualLISP을 사용하였다. 그리고 자동설계 프로그램을 개발하기 위해 Fig. 1과 같은 순서로 작업을 진행하였다. 먼저 자동설계할 대상물체를 선정하고, ISO나 JIS, KS등을 참조하여 대상물체의 규격을 결정한다. 그리고 입력창(DCL)을 구성하는 프로그램을 작성한다. 이 때 입력창의 상단에 대상물체를 슬라이드 파일로 만들어 생성될 요소의 형태를 사용자에게 미리 보여준다. 다음으로 입력창을 주 프로그램에 링크시키고, 생성될 요소의 모델링 방법을 결정한 후 이를 프로그래밍한다. 자동설계 프로그램에서 가장 중요한 부분이 이 모델링 방법의 결정으로 새로운 모델을 생성시킴에 있어서 항상 새로운 수학적·기하학적 알고리즘을 적용하여야 하며 프로그래머의 경험치가 상당히 중요하다.

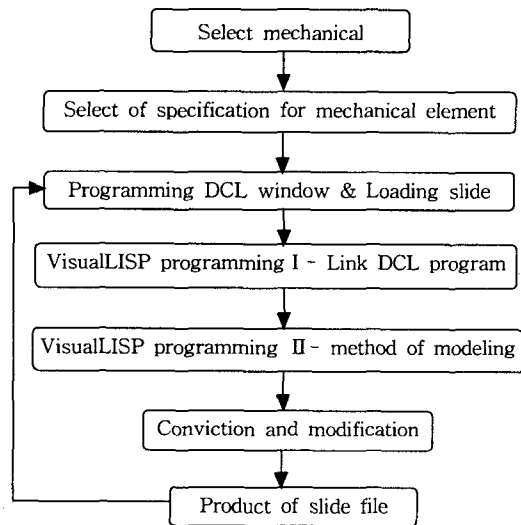


Fig. 1 Flowchart of evolution for ADS program

Fig. 2에 기하학적인 점들의 위치좌표를 수학적으로 계산하는 예를 나타내었다. 원통 위에 키를 설계하고자 할 때 키의 크기는 규격집에 근거하여 정하여진다. 하지만 시작점의 위치나 모델링에 사용되는 좌표점들의 기하학적 위치 데이터는 주어지지 않는다. 따라서 좌표점들의 기하학적 위치 데이터를 수학적 개념인 사인과 코사인으로 변환하여 초기에 어떠한 값이 입력되더라도 연동하여 그 크기 및 기하학적 좌표값이 변화할 수 있도록 하는 수식을 정립할 수 있다. 이와 같은 전반적인 과정을 확인하고,

입력창에 치수 및 모델의 규격을 입력한 후 모델이 생성되는 과정 전체를 확인한다.

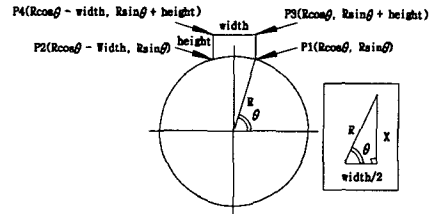
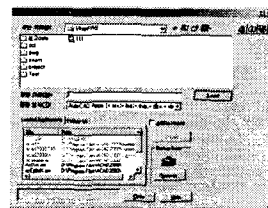


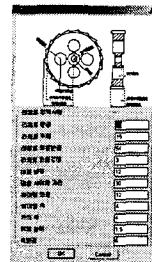
Fig. 2 Mathematical Transformation of positional coordinate

생성된 자동설계 프로그램을 사용하기 위한 과정을 Fig. 3에 나타내었다. 자동설계 프로그램을 사용하기 위해서는 AutoCAD 프로그램을 실행시킨후 appload 명령을 사용하여 작성된 프로그램을 로딩한다. Fig. 3의 a)에 appload 명령을 수행하면 생성되는 활성창을 나타내고 있다. 자동설계 프로그램의 로딩 후 예를 들어 라쳇 휠(ratchet wheel) 자동설계 프로그램의 경우 ratchet를 입력하면 DCL창이 나타난다. Fig. 3의 b)에 활성화된 라쳇 휠의 DCL창을 나타내었다. 여기에 사용자의 요구대로 치수 및 규격을 입력하고 OK버튼을 클릭하면 Fig. 3의 c)와 같은 3차원 솔리드 모델을 얻을 수 있다. 이와 같은 일련의 과정에 요구되는 시간은 매우 짧으며, 채 1분을 넘지 않는다.

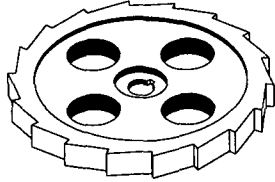
그리고 Fig. 4에 예로 든 라쳇 휠 DCL 프로그램을 나타내었다. 세 번째 줄에서 이미지를 이용한 슬라이드 파일 로딩부분을 확인할 수 있다.



a) Active window for appload command



b) Active DCL window for ratchet command



c) 3D solid model for ADS

Fig. 3 Method of Behaviour for automatic design program

```

chet01 : dialog ( label = "라쳇트 그리기 ";
: column {
: image (key = "ratchet01"; height = 15; aspect_ratio = 1.5; color = 0;
allow_accept = true;);
: row{
: boxed_column( label = "라쳇트 입력사항 ";
: edit_box ( label = "라쳇트 반경 "; key = "key01"; edit_width = 10;);
: edit_box ( label = "라쳇트 두께 "; key = "key02"; edit_width = 10;);
: edit_box ( label = "라쳇트 외륜반경 "; key = "key03"; edit_width = 10;);
: edit_box ( label = "라쳇트 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. 4 DCL program for ratchet wheel

3. 한계계이지 자동설계 프로그래밍

3.1 한계계이지의 기원

게이지에 대한 최초의 사고방식은 '모범적인 것을 만들어 놓고 그것과 똑같은 것을 만들어낸다'고 하는 데에서 출발하고 있다. 따라서 처음에는 같은 모양의 축에 대해서는 그것과 같은 지름의 원통을 사용하여 퍼스에 의해 옮기거나 양자를 손톱끝으로 비교하거나 하는 방법이 채택되었다. 1840-80년의 워트워드의 작업은 호환성의 요구에 대해 현재의 통과게이지, 곧 반대 형상의 모범을 사용해야 한다는 것을 나타내고 있다. 그는 논문에서 철도 차축의 '끼워

맞춤'을 정하는데 있어 이전에는 축을 기준으로 구멍을 가공하던 것을 개량하여 미리 축과 구멍의 치수차를 정해 놓고, 이 치수로 만든 모범을 기초로 하여 가공하면, 조립시에 필요한 '끼워맞춤'의 정도가 얻어진다는 것을 나타내고 있다. 다시 말하면 호환성이 있는 제품이 얻어진다고 하는 단측게이지의 방식을 나타낸 것이다. 이와 같은 단측게이지 방식은 게이지에 대해 제품을 꼭 맞추어야 한다는 것에 한도가 있고, 또 생산성이 낮다. 그래서 미리 제품에 허용될 최대, 최소의 치수를 정하고, 그 한계내에 제품이 가공되어 있는가를 조사하려고 하는 '한계계이지 방식'이 사용되기에 이르렀다.

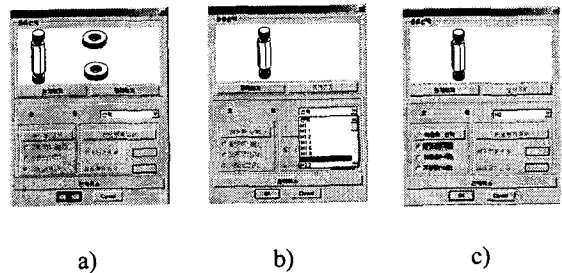
3.2 한계계이지 자동설계 프로그램 개발

본 연구에서 개발한 한계계이지 자동설계 프로그램은 KS B 0412를 기준으로 제작하였으며, Table 1에 한계계이지의 절삭가공시 보통 허용차를 나타내었다.

Table 1 Common tolerance of metal cutting

치수의 구분 \ 등급	정밀급 (12급)	보통급 (14급)	거친급(16급)
0.5이상 3이하	±0.05	±0.1	-
3이상 6이하			±0.2
6이상 30이하	±0.1	±0.2	±0.5
30이상 120이하	±0.15	±0.3	±0.8
120이상 315이하	±0.2	±0.5	±1.2
315이상 1000이하	±0.3	±0.8	±2
1000이상 2000이하	±0.5	±1.2	±3

Fig. 5에 나타낸 한계계이지 자동설계 프로그램은 사용자의 클릭에 따라 슬라이드 화면과 활성버튼이 변화되는 형태로 프로그래밍한 것이다.



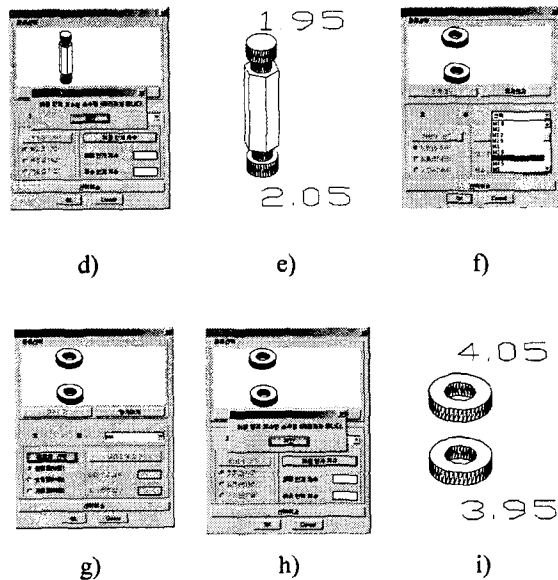


Fig. 5 Limits gauge program and solid model using visualLISP

Fig. 5의 a)에 나타낸 것이 한계게이지의 초기 입력창이다. 사용자는 축을 측정할지 혹은 홀을 측정할지에 따라 핀 게이지나 링 게이지를 선택하여야 한다. 핀 게이지를 선택하면 b)와 같이, 링 게이지를 선택하면 f)와 같이 슬라이드 그림이 변화하고, 선택된 게이지 버튼이 활성화된다. 다음으로 KS규격에 입각한 호칭선택을 하면 두 개의 버튼이 활성화되는데 하나는 KS규격에서 주어진 허용공차를 그대로 사용하는 '허용차 선택' 버튼과 사용자가 임의대로 입력하는 '허용한계치수' 버튼이다. 사용자가 기존의 규격대로 공차를 주기 위해서 '허용차 선택' 버튼을 누르면 c)와 g) 그림과 같이 허용차 선택이 활성화된다. 그리고 사용자가 임의대로 공차값을 주기 위하여 '허용한계치수' 버튼을 클릭하면 d)와 h)처럼 허용한계치수가 활성화된다. 이때 소숫점 네자리까지 입력하라는 안내창도 같이 활성화된다. 허용공차를 입력한 다음 오케이 버튼을 클릭하면 e)와 i)같은 3차원 나사 게이지가 모델링된다. Fig. 5에서 M4를 선택하고, 정밀급을 선정하였기 때문에 한계게이지의 허용공차가 KS규격에 의하여  $\pm 0.05$ 로 주어진다.

#### 4. 결론

AutoCAD의 개발 프로그램인 VisualLISP을 사용하여 축 및 홀 측정용 한계게이지를 모델링하는 프로그램을 개발한 결과 다음과 같은 결론을 얻었다.

- 1) 한계게이지의 설계 및 3차원 모델링을 신속하게 수행할 수 있었다.
- 2) 3차원 자동설계 모델링의 새로운 가능성을 제시하였다.
- 3) 실제 모델링에 걸리는 시간을 최소화하였고, 일반사용자의 편의성을 높였다.

#### 참고 문헌

- 1) J. Power, "Computer automated manufacturing", McGraw-Hill International Editions, 1987
- 2) 김영남, 이성수, "VisualLISP을 이용한 마스터기어 자동설계 프로그램 개발", 한국공작기계학회 추계 학술대회 논문집, pp.169-174, 2000
- 3) 조종규, 김종석, "AutoLISP을 이용한 기어설계 프로그램 개발에 관한 연구", 한국공작기계학회 추계 학술대회 논문집, pp.422-427, 2000
- 4) 김일수, 정영재, 이창우, 박주석, "AutoCAD 프로그램을 이용한 자동펌프설계 시스템 개발", 한국공작기계학회지, Vol. 11, No. 1, 2002. 2
- 5) 박성관, 박종욱, 이준호, "휠볼트 제작을 위한 공정설계 자동화 시스템 개발", 한국정밀공학회 춘계 학술대회 논문집, pp. 983-987, 2001. 5
- 6) J. C. Choi and C. Kim, "An Integrated Design and CAPP System for Cold or Hot Forging", Products Int. J Adv. Manufacturing Technology Vol. 16, pp. 720-727, 2000
- 7) K. Sevenler, P. S. Raghupathi and T. Altan, "Forming-Sequence Design for Multistage Cold Forging", J. Mech. Work. Technology, Vol. 14, No. 2, pp. 121-136, 1985