

수문의 자동설계 시스템 개발에 관한 연구

A Study on the Development of Automatic Drawing System for Water-gate

김일수*, 박창언*, 송창재*, 정영재*, 김기우**, 서병태***

* 목포대학교, ** 광주직업훈련원, ***해남공고

Abstract

The biggest challenge facing today manufacturing industry is better quality and high productivity. From an economic point of view, productivity is the most important parameter, as high productivity will reduce the cost. However, the customers of today are not only cost concerned, but also quality conscious. So high accuracy levels should also be achieved in the manufacturing process. This paper reports the development of a automatic design system based on AutoCAD program. This work is composed of three section that are design of top down menu, guide frame and gate lifter for water-gate programed by AutoLISP language and runned Windows system. The developed system ultimately generates the design for a water gate through AutoCAD program. In the design of the water gate, it needs about 23 hours with an expert, but this system can be only 80 seconds without an expert.

1. 서 론

최근에 중·소형 수문은 산업의 소형화 및 경량화의 경향에 따라 각종 설계의 표준화가 절실하게 요구되고 있다. 그러나 지금까지의 설계체계는 대부분 숙련된 기술자의 경험과 직관적 판단에 의하여 수행되어 왔으므로 정량화된 기준이 마련되지 못하고 있는 실정이며, 이러한 문제점을 보완하기 위하여 극히 일부기업에서 CAD시스템이 도입되어 수문설계에 이용하고 있으나, 현재까지 많은 설계자들은 CAD시스템을 그들의

설계도구라고 단순히 인식하고 있다. 또한 CAD시스템을 사용하는 설계자들이 증가 추세에 있지만, 대부분 설계자들이 기존의 CAD시스템을 사용하면서 많은 문제점을 인지하지만 여러 가지 여건상 기술개발을 하지 못하고 있는 실정이다¹⁻²⁾. 따라서 향후 국내 수문 제작업계의 기술수준 향상과 대외 경쟁력 확보 여부는 고기능, 고품질의 제품설계 기술의 확보 및 CAD/CAE 기술을 기반으로 한 고기능 통합 설계지원 기술이 제품설계기술의 고도화에 핵심기술로 인식되고 있다³⁾. 이러한 측면에서 볼 때 고기능 CAD/CAE Software 기술의 국산화 및 이를 기반으로 한 설계 자동화는 필수적이라 판단된다.

국내의 상황을 보면 수문 제작업계와 관련된 대기업의 경우 대부분 외국에서 CAD/CAM 시스템을 도입하여 제품설계에 활용하고 있고^{4~9)}, 비교적 많은 전문인력도 확보되어 있어 이들 시스템 개발에 나름대로 소기의 성과를 거두고 있으나 중소기업의 경우는 CAD/CAM 시스템의 구입이 고가일 뿐 아니라 전문 기술 인력도 확보되어 있지 않아 효과적인 활용을 통한 실질적인 생산성 향상에 대한 기대 또한 미약하며, 활용도 미흡한 실정이다. 또한 전자동 중·소형 수문설계 system에 관한 연구는 현재 전무한 실정이며 이에 대한 연구가 시급한 과제로 대두되고 있다.

본 논문은 전자동 중·소형 수문설계 시스템의 전체 시스템을 설계하고 연구개발 환경 및 추진체계를 구축하여 각 시스템의 원형(Prototype)을 제시하고, 시스템의 주요기능을 개발, 통합하여 주요 기본 기능의 활용이 가능한 수준의 형상설계 시스템을 개발 하였다 이를 위하여 중·소형 수문설계 자료를 비교·분석하여 알고리즘을 개발하고, 이를 기초로 AutoLISP 프로그램 언어를 이용하여 Coding한 다음 그 결과를 AutoCAD로 출력할 수 있다. 개발된 전자동 중·소형 수문설

계 시스템은 고객의 주문에 단순히 Input값(주문 높이, 수문폭, 수압)을 AutoCAD상에 있는 Dialogue Box에 입력하면 AutoCAD상에 설계도면이 자동 생성된다.

2. 수문 설계 시스템의 개발

본 프로그램의 구성은 주프로그램(Main Program), 초기치 입력모듈(Data Input Module), 도면작성 모듈(Drawing Module), 도면편집 모듈(Drawing Edit Module) 등으로 구성되어 있다. 수문설계 프로그램 진행 방식은 선택의 다양성을 위하여 주로 대화식을 이용하였고 수문설계에 사용된 프로그램 언어는 범용 CAD system인 AutoCAD환경 하에서 운행되는 AutoLISP을 이용하였다. AutoLISP언어의 구조는 함수형식으로 되어 있어 함수로 표현 가능한 모든 기하학적 모델을 자유롭게 AutoCAD상에 Load 할 수 있다는 것이다^{10~12)}.

본 프로그램의 제작에 사용된 소프트웨어는 Autodesk사의 AutoCAD R14를 기반으로 하였다. 사용된 언어로는 AutoCAD R14내에 자체 포함 되어있는 AutoLISP, DCL(Dialog Control Language), MNU를 이용하였고, Editor로는 Windows 95/98내의 메모장과 워드패드를 활용하였으며, 수문에 관련 자료는 여러 수문 제조업체로부터 지원을 받았다.

Fig. 1은 관련자료를 기초로 하여, 개발한 전체 시스템의 구성도를 나타낸다. 수문 설계시 제품 형상에 따라 일체식분수문, 제수문(중수문), 자동비, Roller Gate로 나뉘고, 각각의 수문별로 규격과 형상이 달라지며 제품의 특성과 용도에 적합하게 설계되도록 구성되었다. 또한 설계 순서에 의해 설계되어 제반적인 지식과 경험을 유용하게 집약화한 DB를 구축하여, 설계 및 제작기술의 변화로 인한 DB의 수정과 삭제를 용이토록 하였다. 부품의 추가 및 삭제 등 설계의 전반적인 사항을 수정 편집이 가능토록 구성하였다. 기존의 분리된 문틀과 문비 및 권양장치를 하나로 하는 구조적 특성으로 제작 및 설치되는 일체식 철제 수문이다. 그러므로 문틀에 입력되는 직경, 높이

값이 문비에도 동일하게 적용되는 일체식 분수문, 제수문(중수문), 자동비, Roller Gate에 이용될 수 있도록 구성하였다.

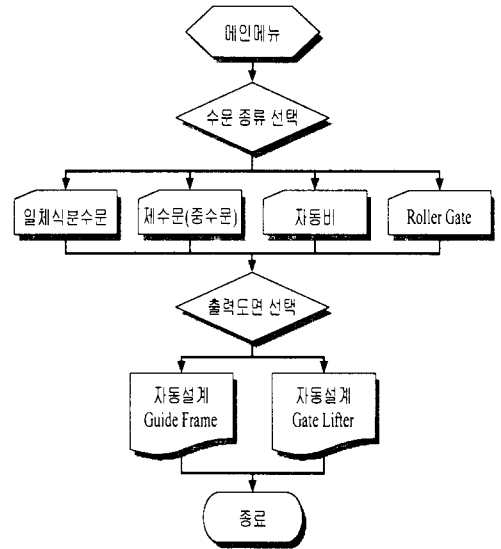


Fig. 1 Structure of the developed system

Topdown Menu에서는 부품의 특징에 맞게 수문 형태 및 크기를 표준화하였다. 특수 사양인 경우는 비슷한 사양을 수정, 편집하거나 유사한 데이터를 입력하도록 구성하였다. Topdown Menu의 프로그램 Coding 예는 다음과 같다.

```

***POP11
**Image
ID_Autodraft3 [GUIDE FRAME...]^C^C_Chan5
ID_Autodraft4 [GATE LIFTER...]^C^C_Chan6
ID_Autodraft3 [종합...]^C^C_INSERT;
.....
.....

```

Fig. 2는 프로그램한 결과를 나타낸다.

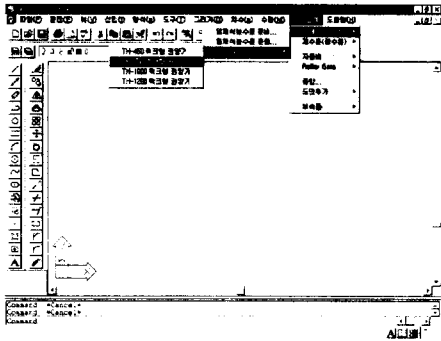


Fig. 2 Topdown menu

- 각 수문의 문틀, 문틀 : 입력값(직경, 높이)을 기본으로 하여 각각의 부품들이 구성된다.
- 사용되는 권양기 : 입력값을 근거로 하여 설계되는 수문에 적합한 용량의 권양기를 선택하여 삽입시킨다.
- 종합 : 각 수문의 문틀, 문틀 도면을 통합화하는 기능을 삽입할 수 있도록 하였다.
- TH 랙크형 권양기, 2 : 삽입된 도면을 무시하고 주문자의 요구에 맞는 권양기로의 대체를 위한 기능을 갖고 있다. 자세한 권양기의 사양 및 자료의 부족으로 다양한 종류의 권양기에 관한 System을 완성하지 못하였다.
- 부품 : 설계된 도면에서의 부품을 삭제하고 새로운 부품을 추가하는 기능을 갖고 있다. 부품은 1개의 UNIT로 구성되어 있으므로 데이터의 추가, 삭제가 용이하다.

대화상자(Dialog Box)가 생성되면 우선 Drawing Type의 설정을 묻게 되는데 제품의 종류를 선택하면 자동적으로 도면의 형식이 지정될 수 있도록 하였다. 다음은 Guide Frame의 Dialog Box를 DCL을 이용하여 Coding한 일부분을 나타낸다.

```

:edit_box {
  label="직경";
  key="w";
  allow_accept=true;
  is_enabled=true;
  ....
  ....

```

Fig. 3은 Dialog Box를 이용하여 수문 설계에 필요한 수문의 폭, 높이, 수압등의 기준값을 입력할 수 있도록 프로그래밍 한 결과이다.

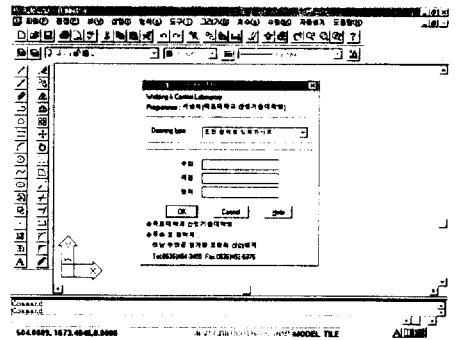


Fig. 3 Dialog Box(Guide Frame)

다음은 Gate Lifter의 Dialog Box를 DCL을 이용하여 Coding한 내용의 일부분이다.

```

:boxed_column {
:popup_list {
  label="Drawing type";
  edit_width = 30;
  edit_height = 5;
  alignment = centered;
  ....
  ....

```

Gate Lifter 설계에 기준값을 입력하는 Dialog Box를 구성하도록 프로그래밍 한 결과를 Fig. 4와 같이 AutoCAD상에 나타낸다.

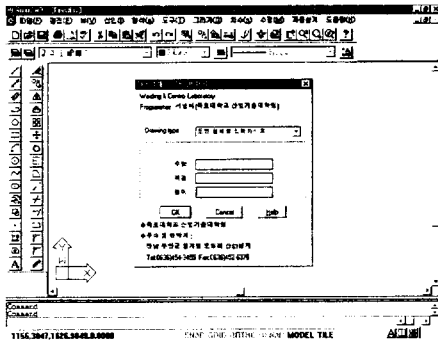


Fig. 4 Dialog Box(Gate Lifter)

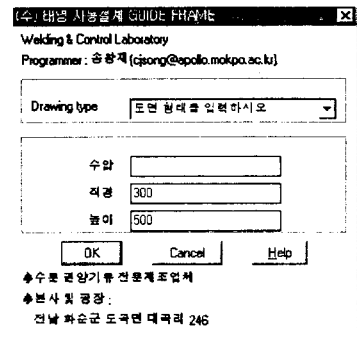


Fig. 5 A guide frame dialogbox in case I

3. 시뮬레이션 결과 및 고찰

1. 수문설계 예제

개발된 전자동 수문설계 시스템의 성능을 평가하기 위하여 다음 2가지 경우(case)로 나누어서 평가하였다. 사용된 Input 값은 Table 1에 나타내었다.

Table 1. Input data for verification of the developed system

Item	Water-gate width	Water-gate Height
case I	300mm	500mm
case II	500mm	300mm

1) Case I

개발된 전자동 수문설계 시스템을 이용하여 AutoCAD상의 Fig. 2에서 보았던 바와 같이 Topdown Menu에서 자동설계를 클릭 한 후 일체식분수문을 선정하고 그 다음 Guide Frame을 설계하기 위하여 Dialog Box를 선정하면 Fig. 5와 같이 Guide Frame Dialog Box가 생성되고, 그 데이터 값으로 직경 300mm, 높이 500mm를 입력하면 Fig. 6과 같이 Guide frame 도면과 Fig. 7과 같이 Guide Frame 도면을 출력시킨다.

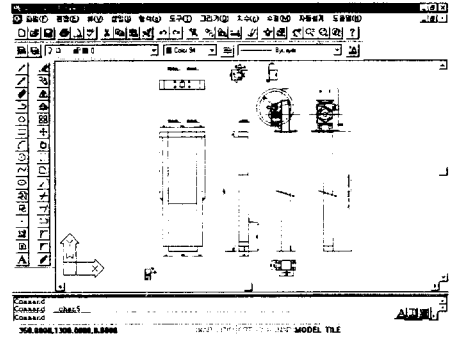


Fig. 6 Result of guide frame drawing in case I

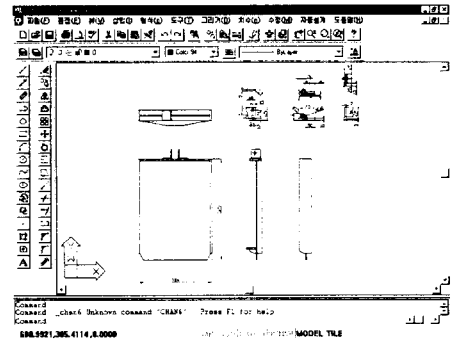


Fig. 7 Result of gate lifter drawing in case I

(2) Case II

개발된 전자동 설계 시스템을 이용하여 시스템을 Run 시킨 후 Fig. 8과 같이 Guide Frame의 Dialog Box에 Input Data값을 직경 500mm, 높이 300mm를 선정하면 Fig. 9와 같은 도면이 출력되고, Fig. 10과 같은 Guide Fram도면이 설계되어

짐을 확인할 수가 있다.

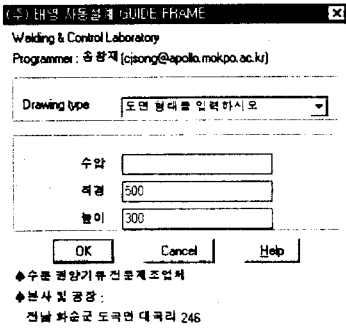


Fig. 8 A guide frame dialogbox in caseⅡ

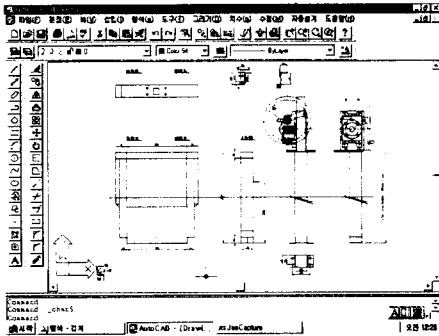


Fig. 9 Result of guide frame drawing in caseⅡ

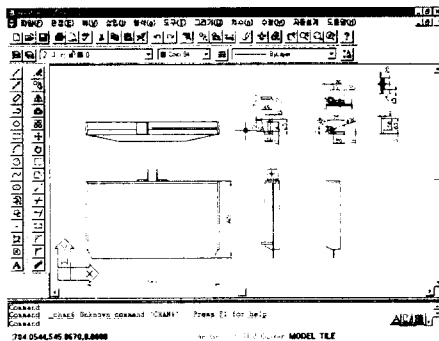


Fig. 10 Result of gate lifter drawing in caseⅡ

2. 시뮬레이션 결과에 관한 고찰

시스템 적용사례를 통해 설계모듈별로 효과를 분석하면 Table 2와 같으며 시스템 적용 결과 설계시간이 현저하게 단축된 것을 알 수 있다. 또한 제작 결과를 분석한 결과 부품이 설계 DB에

의해 AutoCAD상의 자동설계에서 자동설계 되므로 부품의 위치치수 및 크기, 형상, 치수누락 등에 대한 설계불량이 없어서 부수적으로 총제작기간의 단축효과가 있다.

Table 2 Comparison of manual and automated drawing time

Item	Drawing Time		
	Manual Design	Commercial CAD Design	Developed System
Guide Frame	13Hour	11Hour	40Sec
Gate Lifter	15Hour	12Hour	40Sec
Total	28Hour	23Hour	80Sec

*비교표는 수문도면 20매 정도를 기준 하였음.

4. 결론

본 논문은 수문 설계 도면을 자동화하기 위한 연구로 필요한 DB 및 수문 설계 관련 이론을 바탕으로 하여 표준화된 DB에 의해 수문 제작의 설계도면을 자동으로 구현하며 주 Data를 Dialog Box에 입력하므로 숙련된 설계자가 아니라도 시스템 사용이 용이하고 구축된 DB를 통해 설계정보도 간접적으로 얻을 수 있다. 또한 DB가 List 화일로 구성되어 있기 때문에 사용자가 수정, 추가, 삭제 등 편집이 용이한 유연성을 가지고 있다. 또한 수문 설계를 자동화함으로써 시스템 적용시 기존의 수문 설계(수작업 제도, 범용 CAD 작업)에 비해 비교할 수 없는 시간의 단축이 되었으며 구축된 DB를 바탕으로 CAD P/G을 작성 하였으므로 설계불량을 방지할 수 있고 전체적인 제작 기간의 단축은 물론 비용도 절감할 수가 있다.

본 프로그램은 수문의 폭과 높이의 데이터만을 입력하여 수문의 설계도면을 구현하고 있으며 이 프로그램을 현장에서 직접적으로 적용시킬 때는 다소의 수정과 보완이 필요하며 본 연구가 보다 실용성 있고 다양한 기계요소 설계에 이용될 수 있도록 하기 위해서는 유한요소법 등의 수치적 해석 방법을 이용한 정밀한 설계 프로그램이 개

발되어야 할 것이며 더 나아가 컴퓨터를 이용한 자동생산(CAM)시스템으로의 발전에 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

참 고 문 헌

1. Foundyller, C. M., "CAD/CAM, CAE" , Daratech, Vol. 1, pp. 3.1 - 3.20, 1984.
2. Besant, C. B., "Computer Aided Design and Manufacture", Ellic Horwood Limited, 1983.
3. Eric, T., "CAD/CAM Hand Book", Graphic System, Inc, pp. 87-96, 1984.
4. King, C. H. and Rong, N. C., "Polyhedron Reconstruction Using Three View Analysis", Pattern Recognition, Vol. 22, No. 3 pp. 231-246, 1989.
5. John, K. Y., "Advances in Computer Generated Imagery for Flight simulation", IEEE Computer Graphics and Applications, pp. 47-51, 1985.
6. Michael, J. Z. and Robert B. M., "flight Simulation for under \$10000", IEEE Computer Graphics and Applications, pp. 19-27, 1986.
7. Donald, H. and Baker, M. P., "Computer Graphics", New Jersey, Prentice-Hall, Inc, 1986.
8. Sutherland, I. E., "SKETCHPAD : Machine Graphical Communication System", Spring Joint Computer Conf, Spartan, Baltimore, Md, 1963.
9. Requicha, A. A. G., and Voelcker, H. B., "Solid Modeling: A Historical Summary and Contemporary Assessment", IEEE Computer Graphics and Applic., Vol. 2, No. 2, March 1982.
10. Requicha, A. A. G. and Voelcker, H. B., "Solid Modeling: Current Status and Research Directions", IEEE Computer Graphics and Applic, Vol. 3, No. 7, October 1983.
11. Zaid, I., "Understanding Turnkey CAD/CAM System Capabilities Overview of the Computervision CDS 4000", J. Engng Computing and Applic, Vol. 1, No. 2, Winter 1987.
12. Zeid, I. and Bardasz, T., "The Role of Turnkey CAD/CAM Systems in the 1 of the Graphysis Concept", Engineering Conf and Exhibit, Boston, Mass, 1985.