

## 펌프의 자동설계 시스템 개발에 관한 연구

김일수\* · 박창언\* · 정영재\*\* · 송창재\*\* · 김학형\*\* · 박주석\*\*

### A Study on the Development of Automatic Drawing System for Pump

Ill-Soo Kim\*, Chang-Eun Park\*, Young-Jae Jeong\*\*, Chang-Jae Song\*\*,  
Hak-Hyoung Kim\*\*, Ju-Seog Park\*\*

*Key Words: Automated Drafting(자동제도), CAE(Computer Aided Engineering), CAM(Computer Aided Manufacturing), FEM(Finite Element Method)*

#### 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 day 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, impeller and casing for pump programed by AutoLISP language and runned Windows system. The developed system ultimately generates the design for a pump through AutoCAD program. In the design of the pump, it needs about 23 hours with an expert, but this system can be only 80 seconds without an expert.

#### 1. 서 론

현재의 산업사회는 제품의 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 펌프설계에 이용하고 있으나,

현재까지 많은 설계자들은 CAD시스템을 단순히 그들의 설계도구라고만 인식하고 있다. 또한 CAD시스템을 사용하는 설계자들이 증가 추세에 있지만, 대부분 설계자들이 기존의 CAD시스템을 사용하면서 많은 문제점을 인지하지만 여러 가지 여건상 기술개발을 하지 못하고 있는 실정이다<sup>1-2)</sup>. 따라서 향후 국내 펌프 제작업계의 기술수준 향상과 대외 경쟁력 확보 여부는 고기능, 고품질의 제품설계 기술의 확보 및 CAD/CAE 기술을 기반으로 한 고기능 통합 설계지원 기술이 제품 설계기술의 고도화에 핵심기술로 인식되고 있다<sup>3)</sup>. 이러한 측면에서 볼 때 고기능 CAD/CAE Software 기술의 국산화 및 이를 기반으로 한 설계 자동화는 필

\* 목포대학교 기계공학과

\*\* 목포기능대학교

수적이라 판단된다.

국내의 상황을 보면 펌프 제작업체와 관련된 대기업의 경우 대부분 외국에서 CAD/CAM 시스템을 도입하여 제품설계에 활용<sup>4~9)</sup>하고 있고, 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 기대뿐 만 아니라, 활용도 미흡한 실정이다. 또한 전자동 펌프설계 시스템에 관한 연구는 현재 전무한 실정이며 이에 대한 연구가 시급한 과제로 대두되고 있다.

본 논문은 전자동 펌프설계 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 개발하였다 이를 위하여 펌프설계 자료를 비교·분석하여 알고리즘을 개발하고, 이를 기초로 AutoLISP 프로그램 언어를 이용하여 Coding한 다음 그 결과를 AutoCAD로 출력할 수 있다. 개발된 전자동 펌프설계 시스템은 고객의 주문에 단순히 Input값(유량, 양정, 효율)을 AutoCAD상에 있는 Dialogue Box에 입력하면 AutoCAD상에 설계도면이 자동 생성되도록 개발하였다.

## 2. 펌프 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. 펌프설계 프로그램 진행 방식은 선택의 다양성을 위하여 주로 대화식을 이용하였고 펌프설계에 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 있는 것이다<sup>10~12)</sup>.

본 프로그램의 제작에 사용된 소프트웨어는 Autodesk사의 AutoCAD R14를 기반으로 하였다. 사용된 언어로는 AutoCAD R14내에 자체 포함 되어있는 AutoLISP, DCL(Dialog Control Language), MNU를 이용하였고, Editor 로는 Windows 95/98내의 메모장과

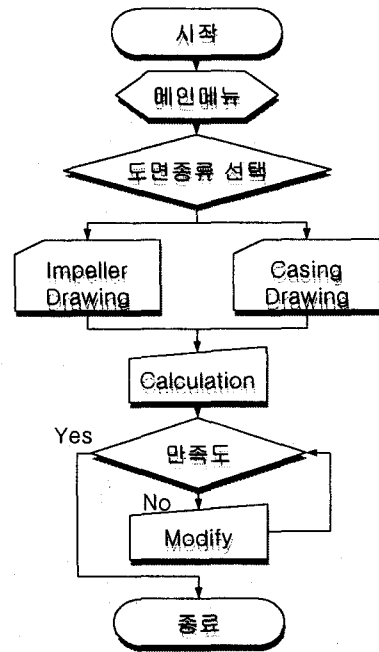


Fig. 1 Structure of the developed system

워드패드를 활용하였으며, 펌프 관련 자료는 여러 펌프 제조업체로부터 지원을 받았다.

Fig. 1은 관련자료를 기초로 하여, 개발한 전체 시스템의 구성도를 나타낸다. 펌프 설계시 제품형상에 따라 Impeller와 Casing으로 분리하고, 각각의 펌프별로 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. Fig. 2는 Topdown Menu방식을 활용하여 AutoCAD R14의 Main Menubar에 구성한 시스템을 나타내며, 부품의 특성에 맞도록 펌프 형태 및 크기를 표준화하였다. 특수 사양인 경우는 비슷한 사양을 수정, 편집하거나 유사한 데이터를 입력하도록 구성하였다.

Dialog Box를 이용하여 펌프 설계에 필요한 펌프 Type, 날개갯수, 속도, 유량, 양정, 효율등의 기준값을 입력할 수 있도록 프로그래밍 한 결과를 Fig. 3에 나타내었다.

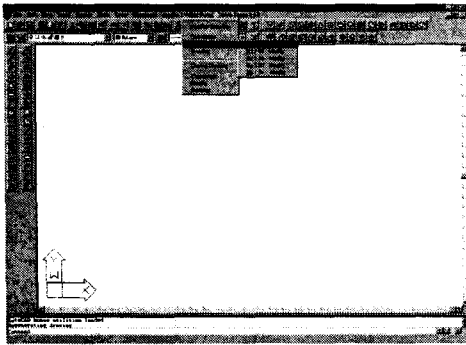


Fig. 2 Topdown menu

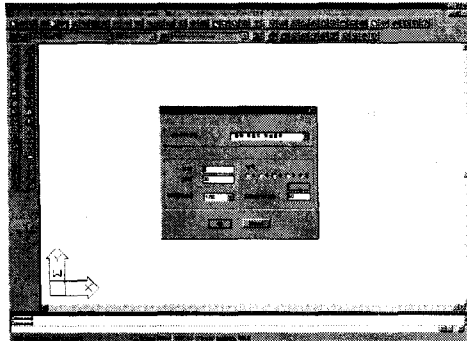


Fig. 3 Dialog Box(Impeller Drawing)

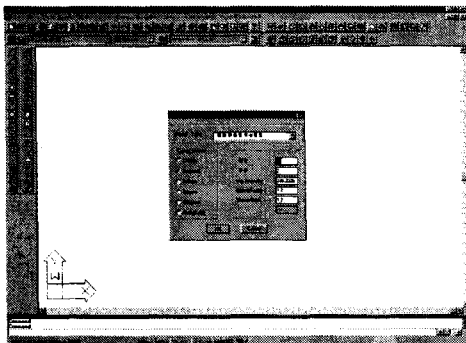


Fig. 4 Dialog Box(Casing Drawing)

Casing 설계에 기준값을 입력하는 Dialog Box를 구성하도록 프로그램한 결과를 Fig. 4와 같이 AutoCAD상에 도시하였다.

### 3. 연구결과 및 고찰

#### 3-1. System 성능 시험

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

##### 1) Case I

개발된 전자동 펌프설계 시스템을 이용하여 AutoCAD상의 Fig. 2에서 보았던 Topdown Menu에서 자동설계를 클릭 한 후 Impeller를 선정하고 그 다음 Calculation을 선택한 후 생성된 Dialog Box에서 기초 입력값을 Fig. 5와 같이 입력하면 Fig. 6과 같은 impeller가 생성된다.

또한, Topdown Menu에서 Casing의 calculation을 선택하면 Fig. 7과 같은 case dialogbox가 형성되며, 그 결과는 Fig. 8과 같은 casing 도면이 출력된다.

##### (2) Case II

개발된 전자동 펌프설계 시스템을 이용하여 시스템을 Run 시킨 후 Fig. 9와 같이 Casing의 Dialog Box에 Input Data값(유량 4, 양정 60, 효율 70)을 입력하면 Fig. 10과 같은 도면이 출력됨을 확인할 수가 있다. Fig. 11은 Casing dialogbox을 나타내며 그 결과는 Fig. 12에 나타내었다.

Table 1. Input data for verification of the developed system

Item	Flow (m <sup>3</sup> /min)	Head (m)	Efficient (%)
case I	2	30	80
case II	4	60	70

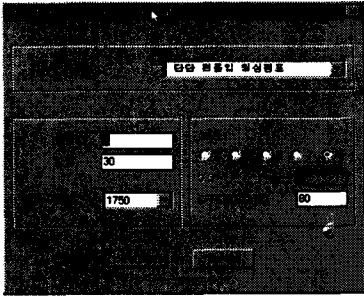


Fig. 5 A impeller dialogbox in case I

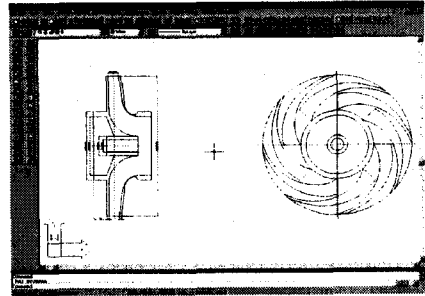


Fig. 6 Result of impeller drawing in case I

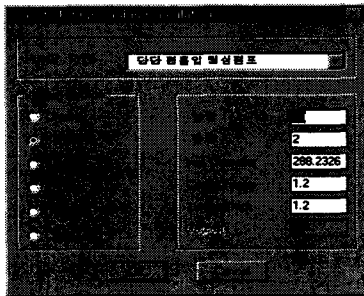


Fig. 7 A casing dialogbox in case I

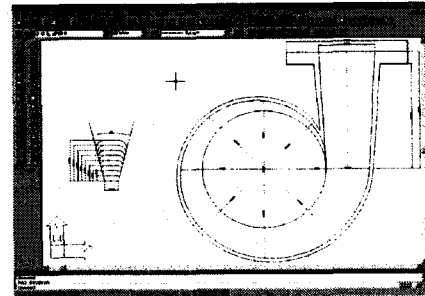


Fig. 8 Result of casing drawing in case I

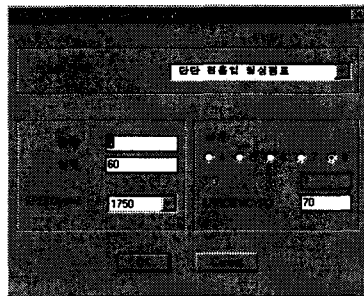


Fig. 9 A impeller dialogbox in case II

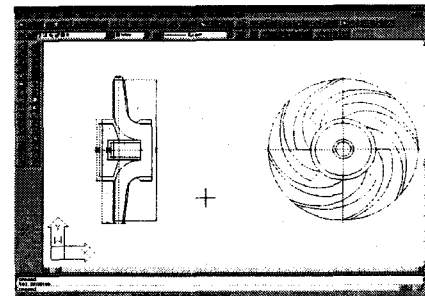


Fig. 10 Result of impeller drawing in case II

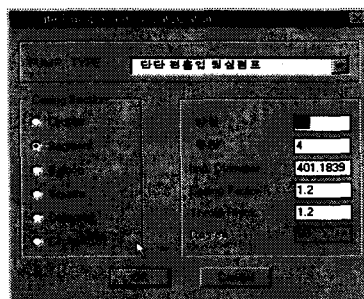


Fig. 11 A casing dialogbox in case II

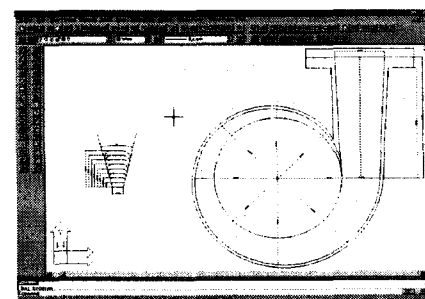


Fig. 12 Result of casing drawing in case II

Table 2 Comparison of manual and automated drawing time

Item	Drawing Time		
	Manual Design	Commercial CAD Design	Developed System
Impeller	13Hour	11Hour	40Sec
Casing	15Hour	12Hour	40Sec
Total	28Hour	23Hour	80Sec

\*비교표는 펌프도면 20매 정도를 기준 하였음.

### 3-2. 성능시험 결과에 관한 고찰

시스템 적용사례를 통해 설계모델별로 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 drawing 되므로 부품의 위치치수 및 크기, 형상, 치수누락 등에 대한 설계불량이 없어서 부수적으로 총 제작 기간의 단축효과가 있다.

### 4. 결 론

본 논문은 펌프 설계 도면을 자동화하기 위한 연기로 필요한 DB 및 펌프 설계 관련 이론을 바탕으로 하여 표준화된 DB에 의해 펌프 제작의 설계도면을 자동으로 구현하며 Main Data를 Dialogbox에 입력하므로 숙련된 설계자가 아니라도 시스템 사용이 용이하고 구축된 DB를 통해 설계정보도 간접적으로 얻을 수 있다. 또한 DB가 List화일로 구성되어 있기 때문에 사용자가 수정, 추가, 삭제 등 편집이 용이한 유연성을 가지고 있다. 또한 펌프 설계를 자동화함으로써 시스템 적용시 기존의 펌프 설계(수작업 제도, 범용 CAD 작업)에 비해 비교할 수 없는 시간의 단축이 되었으며 구축된 DB를 바탕으로 CAD 프로그램을 작성하였

으므로 설계불량을 방지할 수 있고 전체적인 제작 기간의 단축은 물론 비용도 절감할 수가 있다. 본 시스템은 펌프의 유량과 양정, 효율만을 입력하여 펌프의 설계도면을 구현하고 있으며 이 시스템을 현장에서 직접적으로 적용시킬 때는 다소의 수정과 보완이 필요하며

본 연구가 보다 실용성 있고 다양한 기계요소 설계에 이용될 수 있도록 하기 위해서는 유한요소법 등의 수치 해석 방법을 이용한 정밀한 설계 프로그램이 개발되어야 할 것이며 더 나아가 컴퓨터를 이용한 CAM(자동생산)시스템으로의 발전에 지속적인 연구가 이루어져야 할 것이다.

### 참고 문헌

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.