

지식 기반 공학 시스템을 이용한 사출 금형의 몰드베이스 설계

김석렬*(국민대 자동차 공학전문대학원), 임성락(국민대 자동차 공학전문대학원),
이상헌 (국민대 자동차 공학전문대학원)

A Mold Base Design System based on a Knowledge Based Engineering System

S. R. Kim(Kookmin University), S. L. Lim(Kookmin University),
S. H. Lee(Kookmin University)

ABSTRACT

In order to enhance the productivity of design and manufacture of injection molds, various computer-aided systems have been developed and introduced to mold manufacturers. The customized 3-D CAD systems for mold design is one of the most representative computer-aided system. However, these systems usually do not provide a convenient way to access and manage design knowledge implemented in them. To overcome this shortage, knowledge-based engineering systems have been developed, and now they are imbedded as modules of commercial CAD systems. In this paper, we introduced a 3-D design system for standard mold base based on Knowledge Fusion, a commercialized KBE system imbedded in Unigraphics. By introducing KBE system, design knowledge can be exposed to the users and modified by the end-users.

Key Words : Knowledge Based Engineering System (지식 기반 공학 시스템), Knowledge Fusion, Unigraphics (유니그래픽스), Injection Mold(사출금형), Mold Base(몰드베이스)

1. 서론

사출 금형 산업에 있어서 금형의 설계, 가공 및 성형을 위한 사이클 타임의 단축은 필수적으로 고려되어야 하는 사항이다. 이 가운데 금형 설계의 기간을 단축하기 위하여 금형 설계 전용 시스템의 개발, 전문가 시스템의 접목 등 많은 노력들이 경주되어 왔다. 금형 설계 전용 시스템은 일반 CAD 시스템을 금형 설계 업무에 적합하도록 새로운 전용 설계 기능을 추가한 것으로서 이를 사용함으로써 설계 생산성을 크게 높일 수 있다.^[1,2,3] 그러나 이러한 시스템은 대부분 형상에 관련한 편의 기능을 제공하고 있으며, 설계에 필요한 각종 지식은 그 시스템 안에 프로그램으로 들어있어서 이를 밖에서 참조하거나 관리하는 것은 대단히 불편하다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 지식 기반 공학 시스템들이 개발되어 왔다. 이 시스템들은 전문가 시스템의 기능과 3 차원 형상 모델링 기능을 동시에

갖추고 있는 것으로 과거의 추론 기능만 갖춘 전문가 시스템을 극복하고 현업에 적용할 수 있는 수준에 접근하게 되었다.^[4,5] 인공 지능 (AI : Artificial Intelligence) 분야에 기반을 둔 지식 기반 공학 (KBE : Knowledge Based Engineering)의 적용을 위한 근본적인 목적은 지식의 재사용(re-use)성에 있다.^[5] 여기서 지식이라 함은 현장 전문가의 경험적 지식, 기술 표준서의 자료, 가공 소재에 대한 데이터, 해석, 생산, 검사 되어지는 공정들에 대한 정보 등 다양한 정보들을 포괄할 수 있다.^[6,7] 그리하여 이러한 지식들을 기존에 주로 데이터 저장의 용도로 사용되어 오던 자료기반(database)과 유사한 형태로 지식을 정의하여 구축한 것을 지식 기반(knowledge base)이라 하며 이러한 지식기반을 관리 및 활용하는 시스템을 지식 기반 공학 시스템(knowledge based engineering system)이라 한다.^[8]

이에 본 논문에서는 지식 기반 공학 시스템을 이용한 금형 설계 전용 시스템의 개발을 위하여 그

첫 단계로 금형 설계에 필수적인 몰드 베이스 설계 자동화를 상용 지식 기반 공학 시스템인 Unigraphics 의 Knowledge Fusion 을 바탕으로 개발하였다. Knowledge Fusion 은 Heide Corporation 사의 intent! 라는 지식기반공학시스템을 Unigraphic 에 이식시킨 객체 지향 개념의 지식 기반 공학 시스템이다.^[5] 이 시스템이 계속 확장된다면 기존에 본 연구실에서 개발한 KMU-Mold 금형 설계 시스템을 대체할 수 있을 것으로 기대된다.^[3]

2. 시스템 구성

본 논문에서 구현한 시스템은 크게 몰드베이스 파트 라이브러리와 지식을 규칙(rule)의 형태로 정리한 규칙 베이스 그리고 몰드베이스에 기본적으로 들어가는 핀류의 데이터를 기록한 데이터 베이스로 구성된다. 여기서 규칙 베이스는 몰드베이스의 크기를 결정하기 위한 지식 베이스로써 if-else 와 같은 규칙으로 정의 하였다. Fig. 1 은 시스템 구성도를 보여주고 있다.

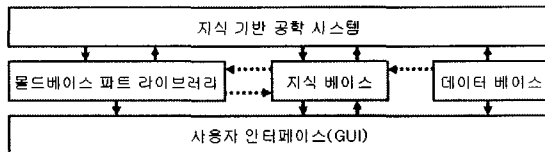


Fig. 1 System configuration

2.1 몰드베이스 파트 라이브러리의 구성

몰드베이스 파트 라이브러리의 경우 2 플레이트 금형과 3 플레이트 금형을 고려하여 구성하였다. 2 플레이트 금형은 상고정판, 메니폴드 블록, 상원판, 하원판, 받침판, 다리, 상밀판, 하밀판, 하고정판으로 구성되며 3 플레이트 금형은 메니폴드 블록 대신 런너 스트리퍼판이 위치되어 구성된다.^[3,9] Fig. 2 는 2 플레이트 금형과 3 플레이트 금형의 구성을 보여 주고 있다.

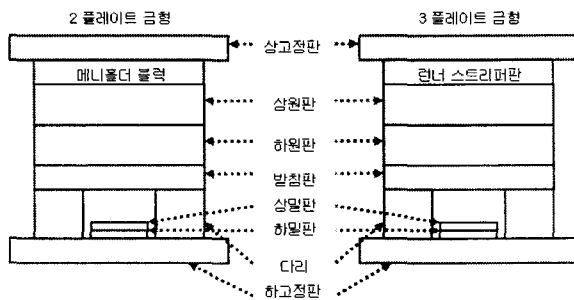


Fig. 2 Mold base configuration

몰드베이스 파트 라이브러리의 구성 시 선행되어야 하는 사항으로 몰드 베이스의 크기를 제어하고 그 크기 값을 참조하여 규칙 베이스를 정의하기 위한 설계변수의 정의를 들 수 있다. 설계변수는 변수명과 기본 변수 값으로 정의한다. Fig. 3 은 몰드 베이스 파트 라이브러리에 정의한 설계변수를 보여 주고 있다.

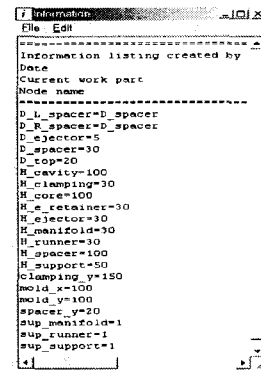


Fig. 3 Definition of design parameters

2.2 데이터 베이스(핀류)의 구성

본 논문에서 구현한 시스템 에서는 몰드베이스에 기본적으로 들어갈 수 있는 핀들인 서포트 핀, 이젝터 가이드 핀, 리턴 핀, 가이드 핀 등을 구현하였으며 핀의 생성시 각각의 핀에 대한 위치 정보와 크기 정보는 규칙 베이스에서 정의한 설계 규칙과 데이터 베이스에서 정의한 데이터에 의해 결정된다. Fig. 4 는 핀에 대한 설계 변수 값 정보를 기록한 데이터 베이스를 보여주고 있다.

	A	B	C	D	E
	Support Pin Diam	Guide Pin	Ejector Guide Pin	Return Pin	Pulver Bolt
1	40	16	13	10	20
2	45	20	16	12	25
3	50	25	20	15	30
4	55	30	25	20	
5	60	35	30	25	
6	65	40	35	30	
7	70	45	Ejector Guide Height		
8	75	50	10		
9	80	60	10		
10	85	70	15		
11	90	80	15		
12	95		15		
13	100		20		
14	105				
15	110				

Fig. 4 Database of design parameters

2.3 지식베이스(규칙베이스)의 구성

지식 베이스는 앞서 언급한 바와 같이 전문가의 경험적 지식, 기술 표준서의 자료, 가공 소재에 대한 데이터 등 다양한 정보들을 포괄할 수 있다. 본 논문에서는 지식베이스의 구성에 있어서 금형 설계자의 경험적 지식을 이용한 몰드베이스의 크기를 설계 규칙으로 정의하였으며 Fig. 5 와 Fig. 6 은 이

러한 설계 규칙들을 정의하는데 있어서 사용된 관계식과 설계 규칙을 보여주고 있다.

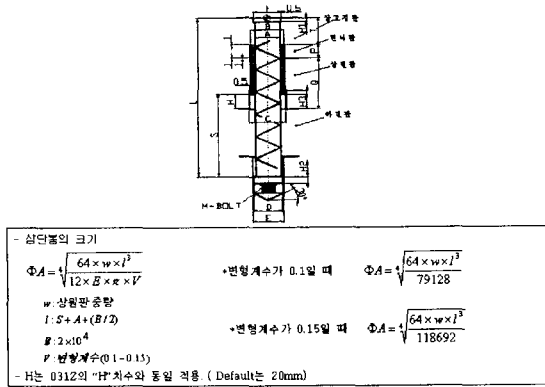


Fig. 5 Relational expressions of support pin

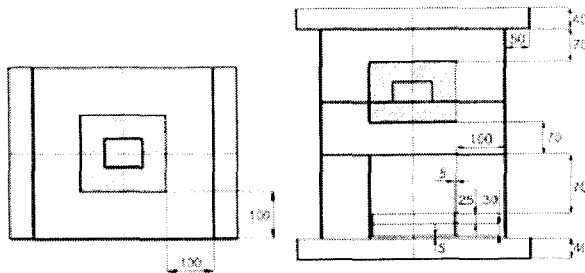


Fig. 6. Design rule of mold base

Table. 1 과 Table. 2 는 규칙 베이스에서 정의한 규칙의 정의와 실제 구현을 보여 주고 있다.

Table. 1 Definition of rule base

규칙	내용
코어 블록을 기준으로 한 몰드베이스의 크기	매정 몰드베이스의 경우 통상적으로 코어블록을 기준으로 몰드베이스의 크기를 결정할 때 X, Y방향으로 100의 여유 간격을 기본으로 하며 Z방향의 경우 캐비티판과 코어판은 70의 여유간격을 기본으로 한다.
2 몰레이트와 3 몰레이트 급형	2 몰레이트 급형의 경우 마디홀더 블록의 삽입은 선택적으로 요구되며 저마디 홀레이트 급형의 경우 런너스트리퍼의 삽입이 필수적으로 요구되며 진다.
⋮	⋮

Table. 2 Application of defined rule base

규칙	규칙 베이스의 구현
코어 블록을 기준으로 한 몰드베이스의 크기	<pre> (Number) in link_H_cavity: if (in_edit_mode_radio = 1) then (nth(6, CoreBounding)) * 70; else in_H_cavity: (Number) in link_H_core: if (in_edit_mode_radio = 1) then (abs(nth(3, CoreBounding)) * 70); else in_H_core: (Number) in link_mold_x: if (in_edit_mode_radio = 1) then (nth(4, CoreBounding)) - nth(1, CoreBounding) * 200; else in_H_mold_x: (Number) in link_mold_y: if (in_edit_mode_radio = 1) then (nth(5, CoreBounding)) - nth(2, CoreBounding) * 200; else in_H_mold_y: (Number) in link_H_clamping_y: in link_mold_y + in_clamp_wing; (Integer Parameter) in sub_manifold: if ((in_mold_type = 1) & (in_manifold_tag = 1)) then 1 else 0; (Integer Parameter) in sub_runner: if (in_mold_type = 2) then 1 else 0; (Integer Parameter) in sub_sucport: if (in_sucport_tag = 1) then 1 else 0; </pre>
2 몰레이트와 3 몰레이트 급형	<pre> (Integer Parameter) in sub_runner: if (in_mold_type = 2) then 1 else 0; (Integer Parameter) in sub_sucport: if (in_sucport_tag = 1) then 1 else 0; </pre>
⋮	⋮

2.4 사용자 인터페이스(GUI)의 구성

사용자 인터페이스(이하 GUI)는 크게 몰드베이스 파트 라이브러리를 코어 블록의 어셈블리 구조로 추가 시키기 위한 GUI 와 몰드 베이스의 설계 변수를 수정하기 위한 GUI, 그리고 삽입시킴 각각의 핀에 대한 GUI 로 구성되어 있다. 다음은 GUI의 구성도를 보여주고 있다.



Fig. 7 GUI configuration

3. 몰드베이스의 생성

몰드베이스를 생성시키기 위해서는 우선 몰드베이스의 크기를 결정하는데 기준이 되는 코어블록의 선택이 필요하다. 코어블록의 선택으로 획득한 정보를 이용하여 몰드베이스를 어셈블리 구조에 추가하며 몰드베이스를 생성한다. 몰드베이스의 생성은 미리 정의된 규칙에 의해 자동으로 그 크기 조정이 되며 사용자에게 의한 임의의 값으로 변경할 수도 있다. 몰드베이스가 완성되면 몰드베이스의 설계변수 정보, 규칙베이스 정보 등을 이용하여 기본 몰드베이스에 삽입되는 핀들을 삽입한다. Fig.8 은 이와 같은 일련의 과정을 단계별로 보여주고 있다.

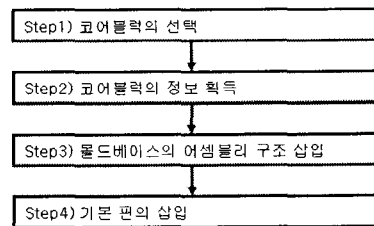


Fig. 8 Design process of mold base

4. 적용 사례

Fig. 9, Fig. 10, Fig. 11 은 본 논문에서 구현한 시스템을 이용하여 몰드베이스 설계의 적용 예를 보여주고 있다.

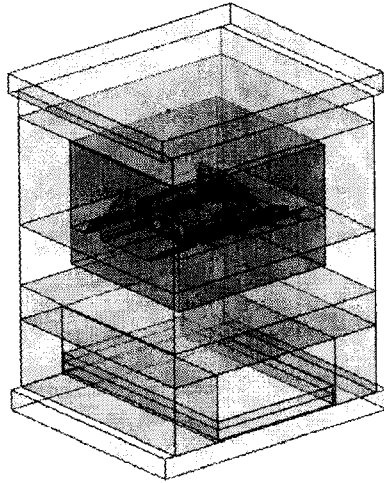


Fig. 9 Created mold base

Type	Parameter
<input type="checkbox"/>	Manifold Block
<input checked="" type="checkbox"/>	Support Plate
Clamping H	
Clamp Wing	70.0000
Manifold H	80.0000
Spacer H	20.0000
Cavity H	180.0000
Core H	190.0000
Support H	100.0000
Spacer H	20.0000
Spacer Y	150.0000
Ejector Retainer H	75.0000
Ejector H	30.0000
Mold Base X	625.0000
Mold Base Y	725.0000

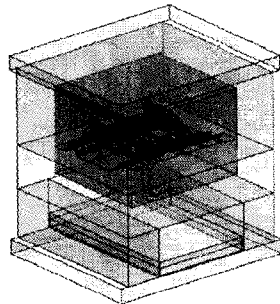


Fig. 10 Edited mold base by relational expressions and design rule

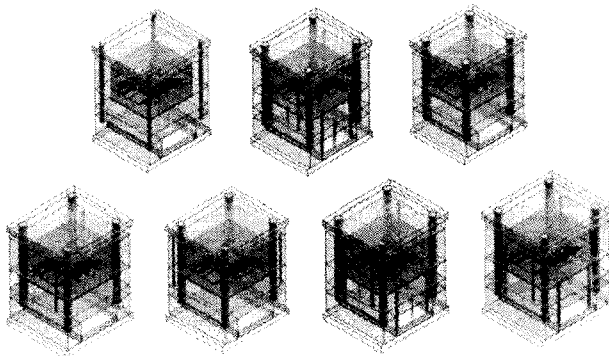


Fig. 11 Various design results by edited design rule

5. 결론

본 논문에서는 상용 지식 기반 공학 시스템인 Unigraphics 의 Knowledge Fusion 을 바탕으로 몰드 베이스 설계 자동화 시스템을 개발하였다. UG/Open 과 같은 3 차원 형상 중심의 개발 도구를 사용하여 개발된 금형 설계 전용 시스템에 비하여 설계자의 지식에 대한 참조 및 변경이 용이함을 발견할 수 있었다. 향후 이 시스템을 계속 확장된다면 기존에 본 연구실에서 개발한 KMU-Mold 금형 설계 시스템을 대체할 수 있을 것으로 기대되며, 그럼으로써 설계 지식 및 노하우에 대한 관리가 용이해 질 것으로 기대된다.

후 기

본 연구는 국민대학교 자동차 전문대학원의 BK21 사업단의 연구지원 결과이다.

참고문헌

1. 이상헌, "플라스틱 사출금형설계를 위한 CAD 시스템의 개발", 석사학위논문, 서울대학교 1988. 2.
2. 이상헌, 장진우, 임성락, 김석렬, "솔리드 모델링 기반 금형설계 전용 그래픽 시스템의 개발", 제 10 회 첨단생산시스템 Workshop, pp.118-131, 2002. 9. 6.
3. 이상헌, 장진우, 우윤환, "KMU-MOLD: Unigraphics 기반 솔리드 사출 금형 설계 시스템", 2003 한국 CAD/CAM 학회 학술발표회 논문집, pp 421-426, 2003. 2. 3
4. 명세현, "설계유니트를 이용한 기계 조립체의 지식기반 파라메트릭 설계", 박사학위논문, 한국과학기술원, 2002. 2
5. 이형기, "엔지니어링 자동화 방법", CAD&Graphics, pp236-238, 2001.11
6. Electronic Systems Corporation, Unigraphics Division, UG Knowledge Fusion Reference Version NX, 2002.
7. 홍민성, "지식기반 엔지니어링", 한국 CAD/CAM 학회지, pp34-36, 2002.2
8. 김혁, 이정원, 윤용산, "플라이 휠의 설계를 위한 지식기반 전문가 시스템의 개발에 관한 연구", 대한기계학회, pp1138-1146
9. 유병렬, "사출금형설계입문", 성안당, 1996