

사출 금형 자동공정계획시스템

조규갑* · 임주택* · 오정수* · 노형민**

* 부산대학교 산업공학과

** KIST CAD/CAM 연구실

1. 서론

다품종소량생산의 특징을 갖고 있는 금형공업에서 컴퓨터통합생산시스템(Computer Integrated Manufacturing System: CIMS)의 실현을 위한 중요한 분야의 하나는 부품설계도면으로부터 최종제품을 생산하는데 필요한 공정계획의 자동화, 즉 컴퓨터를 이용하여 공정계획을 자동적으로 생성하는 자동공정계획시스템(Computer Aided Process Planning: CAPP) 기술의 개발이다.

국내외적으로 CAPP 분야의 연구는 컴퓨터 지원에 의한 자동화 기술의 급속한 발전과 더불어 지난 20여년 동안에 기계가공품에 관한 CAPP은 약 150여가지가 개발되었으나, 이는 컴퓨터 지원에 의한 설계의 자동화(Computer Aided Design: CAD)나 컴퓨터 지원에 의한 제조의 자동화(Computer Aided Manufacturing: CAM) 분야에 비해 상대적으로 저조한 형편이다. 특히 금형을 대상으로 한 CAPP 시스템의 개발은 아직 초기단계에 있기 때문에, 본 연구에서는 사출금형을 대상으로 하여 실용성이 있는 공정설계시스템을 개발함을 목적으로 한다.

일반적으로 공정계획은 “소재로부터 제품을 경제적, 효율적으로 생산하는데 필요한 제조공정의 체계적인 결정”이라고 정의할 수 있다. 공정계획은 제품의 종류와 수량, 재료와 부품의 종류, 보유 생산설비와 제조기술의 수준에 따라 다르나, 공정설계(Process Design)와 작업설계(Operation Design)로 구분할 수 있다.

본 연구에서는 공정계획을 광의의 공정설계로 정의하고, 공정설계와 공정계획을 동의어로 통용토록 한다.

기존의 CAPP 시스템의 개발에 관한 기본적인 접근방법은 변성형방법

(Variant method), 창성형방법(Generative method) 및 자동화 방법(Automatic method)이 있다. 이들 CAPP 시스템을 개발할 때 사용하는 기법은 크게 5가지 - (1) GT(Group Technology) 접근기법, (2) Bottom-up 접근기법, (3) Top-down 접근기법, (4) AI와 전문가시스템(Expert System) 접근기법, (5) 컴퓨터 프로그래밍 언어 - 로 분류할 수 있다.

본 연구에서는 전문가시스템 기법을 도입해서 사출금형 공정계획전문가의 지식과 경험을 획득하여 지식베이스를 구축하고, 전문가시스템 셸(shell) 중 CLIPS를 이용하여 자동공정계획시스템인 Mold CAPP을 개발하였다.

2. 공정계획용 제조 지식베이스 구축

본 연구에서는 받침판이 없는 2단 사출금형을 제조하기 위해서 가공공정, 공작기계, 가공순서 및 사용공구의 결정에 필요한 의사결정규칙들을 공정계획전문가로부터 획득 및 체계화하여 각 부품별로 제조지식베이스로 구축하였다.

2.1 공정계획용 지식의 획득

사출금형의 부품에 대한 공정계획을 수행하려고 할 때 전문가의 지식을 활용하기 위해서는 숙련된 공정계획자의 사고의 흐름, 의사결정과정, 처리하고 있는 입출력 정보 등을 조사하고 분석하는 것이 기본적으로 중요하다.

본 연구에서의 지식의 획득은 그림 1에 표시한 바와 같이 공정계획전문가와 의 인터뷰하는 방법과 간단한 예제도면을 공정계획전문가에게 주어서 공정계획을 수행하게 한 다음 각각의 의사결정이 어떻게 이루어지고 어떤 지식이 사용되어서 수행되는지 관찰한 후에 지식공학자가 공정계획전문가에게 질문하면서 지식을 획득하는 방법을 병행하여 지식베이스를 구축하였다.

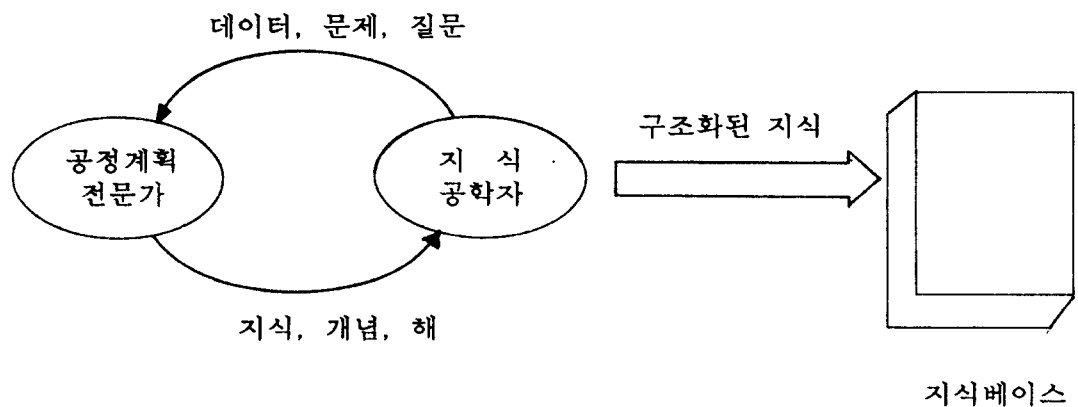


그림 1 전문가시스템을 개발하기 위한 지식획득 과정

이와 같이 구축된 각 부품별 제조 지식베이스 중에서 분할형 고정축 형판에 존재하는 몇 가지 기능들에 대해서 부분적으로 예를 들면 다음과 같다. 분할형 고정축 형판의 형판 및 캐비티 기능에서 인서트용 포켓의 형상이 각 형이라는 것이 인식되면 형판의 크기 및 요구하는 치수 정도에 따라서 가공 공정, 공작기계 및 사용공구가 결정된다.

이와 같이 결정된 의사결정규칙을 IF - THEN 형식으로 나타내면 다음과 같다.

• 형판 및 캐비티 기능

- (1) IF (Insert용 포켓이 각형) and
 (형판치수가 $A \leq 500$ and $B \leq 300$)
 THEN (사용기계는 MS, 사용공구는 Endmill)
- (2) IF (Insert용 포켓이 각형) and
 [형판치수가 ($500 < A \leq 700$ and $B \leq 300$)
 or ($A \leq 500$ and $300 < B \leq 400$)
 or ($500 < A \leq 700$ and $300 < B \leq 400$)]
 THEN (사용기계는 NM, 사용공구는 Endmill)
- (3) IF (Insert용 포켓이 각형) and
 [형판치수가 ($700 < A \leq 1200$ and $300 < B \leq 400$)
 or ($500 < A \leq 700$ and $400 < B \leq 800$)
 or ($700 < A \leq 1200$ and $400 < B \leq 800$)]
 THEN (사용기계는 NL, 사용공구는 Endmill)
- (4) IF (Insert용 포켓이 각형) and
 (형판치수가 $A > 1200$ or $B > 800$)
 THEN (사용기계는 NO, 사용공구는 Endmill)

본 연구에서 획득한 “받침판이 없는 2단 사출금형”의 각 부품별 의사결정 규칙들의 현황은 표 1과 같다.

표 1 각 부품별 의사결정규칙 현황

번호	부 품 명	부품별 약호	규칙 갯수
1	일체형 고정축 형판	UCAP	81
2	분할형 고정축 형판	DCAP	82
3	일체형 가동축 형판	UCOP	96
4	분할형 가동축 형판	DCOP	88
5	캐비티 코어, 코어	CACO	67
6	슬라이드 코어	SLCO	31
7	이젝트 플레이트	EJTP	15
8	스페이스 블록	SPBL	10
9	고정축 설치판	TPCP	12
10	가동축 설치판	BTCP	13
합 계			495

2.2 지식의 표현

전문가시스템을 개발할 때 지식베이스를 구축하기 위해서 의사결정규칙들을 표현하는 방법에는 Production Rule, Frame, Semantic Net 등 여러가지의 표현방법이 있는데, 본 연구의 지식의 획득과정에서 수집된 의사결정규칙들은 IF - THEN 형식의 Production Rule을 사용해서 Rule-based된 공정계획용 전문가시스템을 개발하였다.

Production Rule을 선택한 이유는 전문가시스템을 개발하기 위해서 사용한 셸인 CLIPS가 Production Rule에 기초를 둔 시스템이기 때문이며 또한 지식의 변경, 수정이 용이하며 시스템의 확장성이 뛰어난 점, 지식의 표현이 명확한 점, 사용자에게 친숙한 점, 유연성이 높은 점 등 소위 지식의 모듈성이 높은 것에 따른 이점을 갖고 있기 때문이다.

3. MOLD CAPP 시스템의 개발

3.1 시스템의 개요

본 연구에서 개발된 사출금형 공정계획용 전문가시스템인 MOLD CAPP은 “받침판이 없는 2단 사출금형”을 대상으로 하여 각 부품을 가공하는데 필요한 가공공정, 공작기계, 사용공구, 가공순서를 자동적으로 산출하는 공정계획시스템이다.

MOLD CAPP시스템의 전체 개략도를 나타내면 그림 2와 같다.

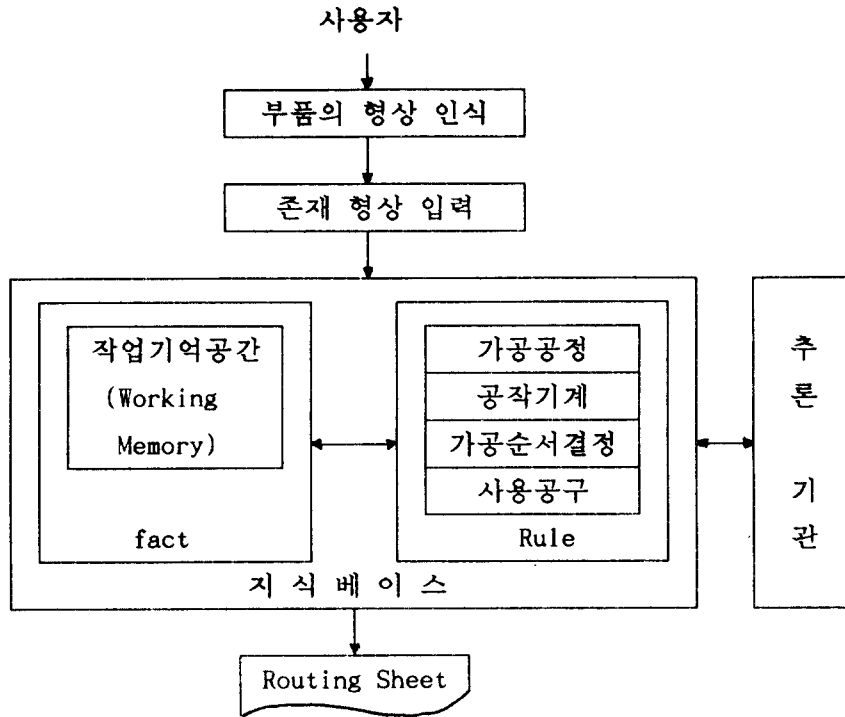


그림 2 MOLD CAPP 시스템의 개략도

MOLD CAPP 시스템을 실행시키면 제일 먼저 Head Data 입력 부분이 나타나는데 성형될 제품에 대한 각종 정보 즉 제품번호, 모델, 제품명, 금형번호, 설계자 및 일자 등을 사용자가 직접 입력하고 나면, 시스템은 어떤 부품에 대해서 공정계획을 할 것인가를 공정계획자에게 질문을 한다. 이때, 공정계획자가 원하는 부품의 번호를 선택하면 해당 부품에 대한 각종 정보 즉 제품번호, 제품명, 재질, 주요 외곽 치수, 납기 등의 입력을 사용자에게 요구한다. 부품의 선택과 부품에 대한 정보를 키보드를 통해서 입력하고 나면 시스템은 공정계획할 부품의 지식베이스를 작업기억공간(Working Memory)으로 기억시킨다. 그 다음 시스템은 부품도에 존재 가능한 기능특성에 포함된 형상에 대한 질문을 공정계획자에게 한다. 이때 공정계획자는 어떤 형상들의 존재 유무를 Yes 또는 No로 대답해서 시스템에게 인식시킨다. 형상인식을 한 시스템은 작업기억공간에 있는 지식베이스를 이용해서 시스템내의 추론기관을 통해 가공공정, 공작기계, 가공순서결정 및 사용공구를 선정하고 난 뒤에 바로 Routing Sheet가 출력된다.

3.2 적용 사례

본 연구에서 개발된 MOLD CAPP 시스템을 그림 3에 나타난 분할형 고정축

형판을 대상으로 하여 시스템을 수행시킨 결과인 Routing Sheet를 그림 4에 나타내었다.

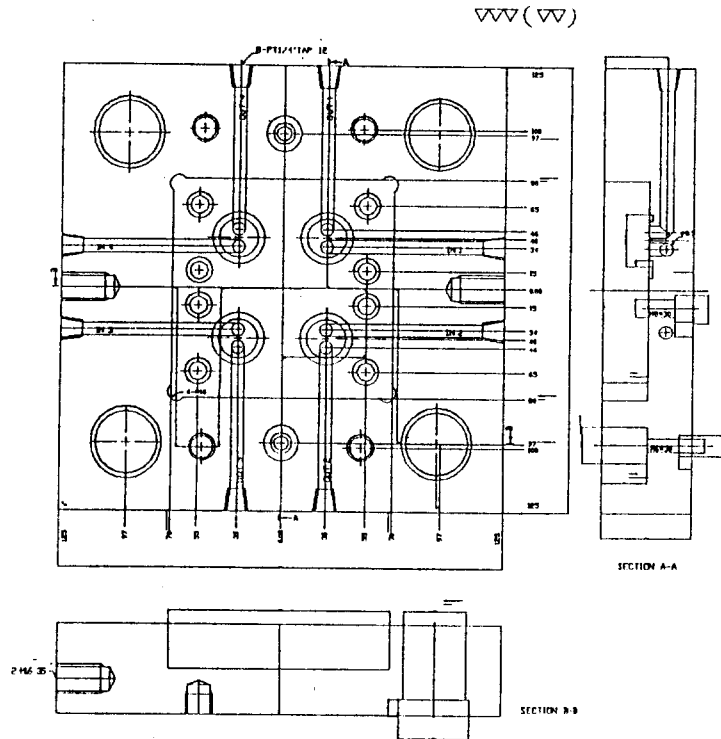


그림 3 분할형 고정축 형판

ROUTING SHEET

PROD. NO.	MODEL	PROD. NAME	DIE NO.	PLANNER	DATE
071DA	3J06922	NAME PLATE-H	OCMJ071	LIM J. T.	1990. 8. 23.
PART NO.	PART NAME	MATERIAL	PART SIZE(A>B>C)	BEG. DATE	DUE. DATE
J03	DCAP	SM55C	1250 * 250 * 50	1990. 8. 30.	1990. 9. 29
NO.	PROCESSES	M/C	TOOL	ST	
1	First rough cutting	MF	Face Cutter		
2	Prima pocket processing	MS	Endmill and Ball Endmill		
3	Second rough cutting	MF	Face Cutter		
4	Square pocket for insert	MS	Endmill		
5	Air vent shape processing	MS	Endmill		
6	Sprue bush hole shape processing	MS	Endmill		
7	Guide pin hole processing	MS	Endmill		
8	"O" ring shape processing	MS	Endmill		
9	Cooling channel processing	DG	Gun Drill		
10	General hole processing	DR	Drill and Tab		
11	Eye bolt hole processing	DR	Drill and Tab		
12	Finishing processing	AS			

그림 4 분할형 고정축 형판의 Routing Sheet

4. 고찰 및 결론

개발된 MOLD CAPP시스템은 10개의 모듈로 구성되어 있는데, 각 모듈을 실행시킨 결과인 Routing Sheet와 공정계획전문가가 행한 수작업의 결과를 비교할 때 잘 부합되므로 그 유효성이 입증된다.

본 시스템이 개발됨으로써 시간 및 비용이 절감되고 일관성있는 공정계획이 가능함에 따라 생산자동화가 가능하리라고 사료된다. 그러나 사출금형을 대상으로해서 컴퓨터통합생산시스템(CIMS)을 구축하기 위해서는 CAD와 인터페이스된 완전자동화된 CAPP 시스템의 개발이 향후 연구과제로 사료된다.

< 참고문헌 생략 >