論文 한국정밀공학회지 제8권 제1호 1991. 3
Journal of the Korean Society of Precision Engineering Vol. 8. NO1 March. 1991.

제조특징인식에 의한 CAD/CAPP 시스템

조 규갑*, 김 석재**

CAD/CAPP System based on Manufacturing Feature Recognition

Kyu-Kab Cho*, Suk-Jae Kim**

Abstract

This paper describes an integrated CAD and CAPP system for prismatic parts of injection mold which generates a complete process plan automatically from CAD data of a part without human intervention. This system employs AutoCAD as a CAD model and GS-CAPP as an automatic process planning system for injection mold.

The proposed CAD/CAPP system consists of three modules such as CAD data conversion module, manufacturing feature recognition module, and CAD/CAPP interface module. CAD data conversion module transforms design data of AutoCAD into three dimensional part data. Manufacturing feature recognition module extracts specific manufacturing features of a part using feature recognition rule base. Each feature can be recognized by combining geometry, position and size of the feature. CAD/CAPP interface module links manufacturing feature codes and other head data to automatic process planning system.

The CAD/CAPP system can improve the efficiency of process planning activities and reduce the time required for process planning. This system can provide a basis for the development of part feature based design by analyzing manufacturing features.

* 부산대학교 산업공학과
**부산대학교 대학원

1. 서 론

자동공정계획(Computer Aided Process Planning;CAPP)은 CAD와 CAM을 연결하여 컴퓨터 통합생산시스템의 구축에 핵심적인 역할을 하는데, 현재 개발된 대부분의 CAPP시스템의 입력방식은 공정계획자에 의존하므로 완전한 자동화에 장애가 되고 있다[1]. 공정계획의 완전한 자동화를 위해서는 제품설계와 공정설계의 동시화(Concurrent Product and Process Design)의 개념하에 부품의 CAD 데이터로 부터 제조에 필요한 공정계획을 자동적으로 생성하는 CAD와 CAPP이 통합화된 CAD/CAPP시스템을 개발하는 것이 필요하다.

CAD와 CAPP이 통합화된 자동공정계획시스템은 자동화된 CAD 인터페이스와 완전하고 지능적인 공정계획의 기능을 가져야 한다. CAD 데이터를 공정계획시스템에 자동적으로 입력하는 방법에는 세가지가 있다[2]. 첫째, CAD 데이터베이스로 부터 공정계획에 필요한 제조특징을 인식해서 CAPP에 인터페이스시키는 방법으로 FEXCAPP[3], PDDS[4], EXCAP[5] 등이 있다. 둘째, 제품설계와 공정계획이 동시에 수행되도록 공정계획에 필요한 형상 및 제조특징을 내부에 정의하고 있는 부품특징에 의한 설계방식으로 APPAS[2], KAPLAN[6] 등이 있다. 셋째로는 위의 두 방법을 혼용한 혼합형(hybrid type)으로 QTC[7,8]가 있다. 그러나 부품형상의 다양성과 형상을 서술하는 CAD 데이터를 바로 공정계획에 사용하는데 문제점이 있으므로 아직까지는 제한점이 많은 부분적인 결과만 발표되어 있다[1,2]

본 연구는 CAD시스템에 표현된 부품의 도면정보를 변환시켜, CAPP에 필요한 제조특징(Manufacturing Feature;MF)을 인식규칙을 적용하여 자동적으로 인식한 다음, 그 결과를 CAPP시스템에 인터페이스시켜 CAD와 CAPP이 통합화된 CAD/CAPP 시스템의 개발을 목적으로 한다. 연구의 대상은 받침판이 없는 2단 사출금형의 판류부품이며, 적용 CAD 및 CAPP시스템은 각각 AutoCAD[10]와 GS-CAPP[11]시스템을 이용하여 개인용 컴퓨터에서 활용이 가능케 하였다.

2. 제조특징인식에 의한 CAD/CAPP 시스템의 개발

본 연구에서 대상으로 하는 부품은 받침판이 없는 2단 사출금형의 판류부품이며[9], 적용 CAD시스템은 금형부품의 설계시에 실제 현장에서 많이 사용하고 있는 AutoCAD[10]이다. 일반적으로 공정계획은 공정설계와 작업설계의 두 단계로 나눌 수 있는데, 본 연구에서는 프레스 및 사출금형부품에 대한 자동공정설계시스템으로 개발된 GS-CAPP시스템을 사용한다. GS-CAPP시스템은 컴퓨터에서 대화형으로 부품의 제조특징에 관한 질문에 공정설계자가 응답한 정보를 토대로 형상특징, 치수, 공차, 가공방법, 가공조건 등을 포함하는 제조특징코드(MF code)[11]를 생성하고, 여기에 연결된 공정설계 지식베이스내의 제조규칙들을 이용하여 부품가공에 필요한 공정의 선정, 기계의 선정과 가공순서의 결정 등을 출력해낸다(GS-CAPP의 상세한 내용은 문헌[11]참조 요망).

본 연구는 사출금형 부품의 제조특징을 CAD 데이터로 부터 자동인식하여 CAPP시스템에 인터페이스시킨 CAD/CAPP시스템을 개발하며, 시스템은 그림

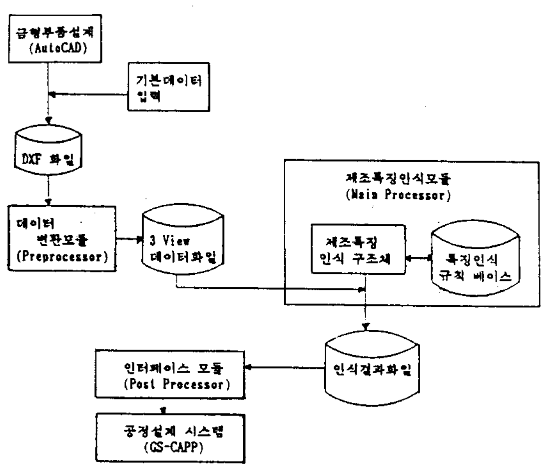

Fig.1 Structure of CAD/CAPP system based on manufacturing feature recognition

1에 표시한 바와 같이 CAD데이터 변환모듈, 제조특징인식모듈 및 CAD/CAPP 인터페이스모듈로 구성된다.

2. 1 CAD 데이터 변환모듈

AutoCAD에서 얻어지는 DXF 화일에 서술된 부품의 도면요소에 대한 데이터를 평면도, 정면도, 측면도 별로 분리한 다음에, 각 투영면을 정의하는 새로 설정한 좌표계를 기준으로 도면요소의 좌표값을 변환한다. 이렇게 변환된 데이터를 이용하여 각 투영면을 조합함으로써 3차원적인 해석을 가능하게 한다. 데이터 변환모듈에서의 진행단계는 입력데이터에 대한 분리, 변환, 저장의 순으로 이루어지며, 모듈의 구조를 도식화하면 그림 2와 같다.

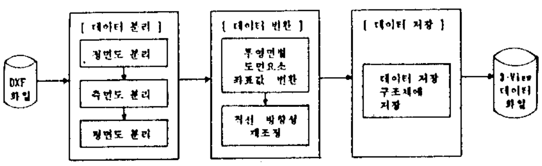

Fig. 2 Structure of CAD data conversion module

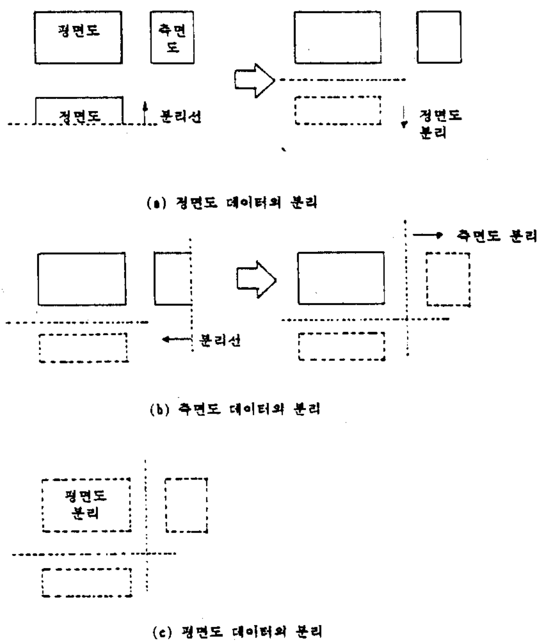

Fig. 3 Data seperation procedure of each projected plane

(1) 데이터 분리

DXF 화일에서 읽은 도면데이터를 정면도, 측면도, 평면도의 순으로 분리한다. 정면도와 측면도의 분리를 위해서 그림 3에 나타낸 바와 같이 각 투영면의 밑변에 평행한 분리선을 설정하고, 투영면의 밑변에서 부터 직각방향으로 이동하면서 데이터를 분리한다. 즉 각 도면요소를 분리선과 비교해서 겹치거나 교차하는 도면요소가 있으면 분리선을 직각방향으로 증가시켜 다시 교차여부를 검색한다. 분리선과 만나는 도면요소가 없을 때까지 이 과정을 반복한 다음 분리선 아래의 도면요소를 분리한다. 정면도와 측면도를 제외한 나머지 도면요소는 평면도 데이터가 된다.

(2) 데이터 변환

각 투영면에 그림 4에 나타낸 바와 같이 새로운 좌표계 즉, 평면을 정의하는 xy좌표계, 정면을 표시하는 xz좌표계, 측면을 나타내는 yz좌표계를 설정하

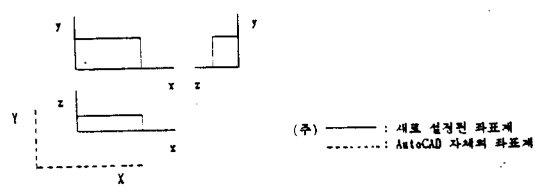

Fig. 4 Coordinate systems for each projected plane

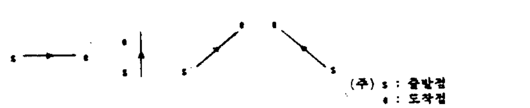

Fig. 5 Method for specifying start and end point of straight line

고, 이 좌표계들을 기준으로 분리된 도면요소의 좌표값을 투영면별로 다시 지정한다. 이렇게 함으로써 3면을 조합하여 부품의 입체형상을 나타내는 3차원 데이터를 얻을 수 있다.

데이터 변환방식은 먼저 새로운 좌표계의 원점과 이 원점의 DXF 화일에서 제공된 원래 좌표값과의 차이값을 계산한 다음, 각 도면요소들의 원래 좌표값에서 이 차이값을 빼면 변환된 좌표값이 구해지며 여기에 척도를 곱하여 부품의 실제 치수를 구한다.

측면도는 그림 4에서 보는 것 처럼 AutoCAD 자체의 좌표계와 새로 설정된 yz좌표계의 각 좌표의 방향이 서로 다르기 때문에, 원래의 AutoCAD 좌표계에서의 수평좌표를 yz좌표계의 수직좌표로, 수직좌표는 수평좌표로 변환시킨다.

도면의 모든 직선의 출발점과 도착점을 방향에 따라 그림 5와 같은 방법으로 통일함으로써, 제조특징 인식규칙을 보다 효율적이고 간단하게 적용할 수 있다.

(3) 데이터 저장

변환된 각각의 도면요소는 표 1과 같은 형식의 데이터 저장구조체를 이용하여, 투영면별로 배열하여 새로운 도면정보화일을 생성한다. 이 화일을 "3-View 데이터 화일"이라고 하고, 이것이 CAD 데이터 변환모듈의 출력이 된다. 표 1의 속성 5에서 직선의 방향분류기호는 직선을 방향에 따라 기호를 할당함으로써 데이터에의 접근을 간편하도록 하였다.

데이터 변환모듈의 실행과정을 그림 6에 나타낸 분할형 고정측 형판의 도면에 적용한 결과, 그림 7의 3-View 데이터 화일을 얻었다. 그림 6에서 직선 ①

Table 1. Data storage frame

도면요소명	표현 선형식	층	속성 1	속성 2	속성 3	속성 4	속성 5	속성 6	속성 7
LINE			출발점 수평좌표	출발점 수직좌표	도착점 수평좌표	도착점 수직좌표	방향 분류기호	-	-
ARC			〃	〃	〃	〃	반경	중심점 수평좌표	중심점 수직좌표
CIRCLE			-	-	-	-	반경	〃	〃

은 그림 7의 정면도 데이터의 13번 구조체에 나타나 있는데, 선의 형식은 실선이며, AutoCAD 화면의 0층(layer)에 표시되어 있고, 직선의 두 점의 좌표는 (110.0, 110.00)과 (890.0, 110.0)이며, 직선의 방향분류기호가 -1이므로 수평선임을 의미한다. 그림 6에 은선으로 표시된 원 ②는 평면도 데이터의 17번 구조체에 중심점의 좌표가 (500.00, 225.0)이고 반경은 25㎜인 원을 나타내고 있다.

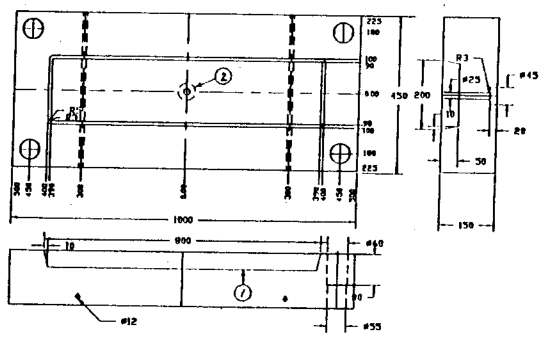

Fig.6 An example drawing of a split cavity plate

2.2 제조특징 인식모듈

제조특징인식모듈은 GS-CAPP시스템에서 코드화되어 입력되는 부품의 제조특징을 분석하여 CAD 데이터에서 바로 인식이 가능한 특징들에 대한 인식규칙을 개발하고, 그 규칙에 의해 변환된 CAD 데이터에서 자동적으로 제조특징들을 추출하여 MF 코드를 생성한다. 부품을 구성하는 각 제조특징은 그 특징의 대표형상, 부품상의 위치, 치수 등에 의해 분석될 수 있으므로, 이들 요소를 조합하여 각 특징에 대한 인식규칙을 개발한다.

제조특징 인식모듈은 부품별 제조특징 인식구조체, 특징 인식규칙과 특징 인식규칙베이스, MF 코드 생성부, 인식 결과화일로 구성되며 모듈의 구조는 그림 8과 같다.

(1) 부품별 제조특징 인식구조체

부품별 제조특징 인식구조체는 GS-CAPP에서의

	FRONT VIEW data :									
0	LINE CONT	0	0. 00	0. 00	0. 00	160. 00	-10. 00	-	-
1	LINE CONT	0	0. 00	160. 00	1000. 00	160. 00	-5. 00	-	-
2	LINE CONT	0	1000. 00	0. 00	1000. 00	160. 00	-10. 00	-	-
3	LINE CONT	0	0. 00	0. 00	1000. 00	0. 00	-10. 00	-	-
4	LINE HIDDEN	0	980. 00	70. 00	980. 00	160. 00	-2. 00	-	-
5	LINE HIDDEN	0	920. 00	70. 00	980. 00	70. 00	-1. 00	-	-
6	LINE HIDDEN	0	920. 00	70. 00	920. 00	160. 00	-2. 00	-	-
7	LINE HIDDEN	0	977. 50	0. 00	977. 50	70. 00	-2. 00	-	-
8	LINE HIDDEN	0	922. 50	0. 00	922. 50	70. 00	-2. 00	-	-
9	CIRCLE CONT	0	-	-	-	-	6. 00	200. 00	25. 00
10	CIRCLE CONT	0	-	-	-	-	6. 00	800. 00	25. 00
11	LINE CONT	0	100. 00	110. 00	100. 00	160. 00	-4. 00	-	-
12	LINE CONT	0	890. 00	110. 00	900. 00	160. 00	-3. 00	-	-
13	LINE CONT	0	110. 00	110. 00	890. 00	110. 00	-1. 00	-	-
	PLANE VIEW data :									
0	LINE CONT	0	0. 00	0. 00	1000. 00	0. 00	-10. 00	-	-
1	LINE CONT	0	1000. 00	0. 00	1000. 00	450. 00	-10. 00	-	-
2	LINE CONT	0	0. 00	450. 00	1000. 00	450. 00	-10. 00	-	-
3	LINE CONT	0	0. 00	0. 00	0. 00	450. 00	-10. 00	-	-
4	LINE CONT	0	112. 00	125. 00	888. 00	125. 00	-1. 00	-	-
5	LINE CONT	0	900. 00	137. 00	900. 00	313. 00	-2. 00	-	-
6	LINE CONT	0	112. 00	325. 00	888. 00	325. 00	-1. 00	-	-
7	LINE CONT	0	100. 00	137. 00	100. 00	313. 00	-2. 00	-	-
8	CIRCLE CONT	0	-	-	-	-	30. 00	50. 00	50. 00
9	CIRCLE CONT	0	-	-	-	-	27. 50	50. 00	50. 00
10	CIRCLE CONT	0	-	-	-	-	30. 00	50. 00	400. 00
11	CIRCLE CONT	0	-	-	-	-	27. 50	50. 00	400. 00
12	CIRCLE CONT	0	-	-	-	-	30. 00	950. 00	400. 00
13	CIRCLE CONT	0	-	-	-	-	27. 50	950. 00	400. 00
14	CIRCLE CONT	0	-	-	-	-	30. 00	950. 00	50. 00
15	CIRCLE CONT	0	-	-	-	-	27. 50	950. 00	50. 00
16	CIRCLE CONT	0	-	-	-	-	10. 00	500. 00	225. 00
17	CIRCLE HIDDEN	0	-	-	-	-	25. 00	500. 00	225. 00
18	LINE CONT	0	110. 00	137. 00	110. 00	313. 00	-2. 00	-	-
19	LINE CONT	0	112. 00	315. 00	888. 00	315. 00	-1. 00	-	-
20	LINE CONT	0	890. 00	137. 00	890. 00	313. 00	-2. 00	-	-
21	LINE CONT	0	112. 00	135. 00	888. 00	135. 00	-1. 00	-	-
22	ARC CONT	0	888. 00	135. 00	890. 00	137. 00	2. 00	888. 00	137. 00
23	ARC CONT	0	888. 00	125. 00	900. 00	137. 00	12. 00	888. 00	137. 00
24	ARC CONT	0	110. 00	137. 00	112. 00	135. 00	2. 00	112. 00	137. 00
25	ARC CONT	0	100. 00	137. 00	112. 00	125. 00	12. 00	112. 00	137. 00
26	ARC CONT	0	890. 00	313. 00	888. 00	315. 00	2. 00	888. 00	313. 00
27	ARC CONT	0	900. 00	313. 00	888. 00	325. 00	12. 00	888. 00	313. 00
28	ARC CONT	0	112. 00	315. 00	110. 00	313. 00	2. 00	112. 00	313. 00
29	ARC CONT	0	112. 00	325. 00	100. 00	313. 00	12. 00	112. 00	313. 00
30	LINE HIDDEN	0	806. 00	0. 00	806. 00	450. 00	-2. 00	-	-
31	LINE HIDDEN	0	794. 00	0. 00	794. 00	450. 00	-2. 00	-	-
32	LINE HIDDEN	0	206. 00	0. 00	206. 00	450. 00	-2. 00	-	-
33	LINE HIDDEN	0	194. 00	0. 00	194. 00	450. 00	-2. 00	-	-
	SIDE VIEW data :									
0	LINE CONT	0	0. 00	0. 00	0. 00	160. 00	-10. 00	-	-
1	LINE CONT	0	0. 00	160. 00	450. 00	160. 00	-5. 00	-	-
2	LINE CONT	0	450. 00	0. 00	450. 00	160. 00	-10. 00	-	-
3	LINE CONT	0	0. 00	0. 00	450. 00	0. 00	-10. 00	-	-
4	LINE CONT	0	250. 00	0. 00	250. 00	20. 00	-2. 00	-	-
5	LINE CONT	0	200. 00	20. 00	250. 00	20. 00	-1. 00	-	-
6	LINE CONT	0	200. 00	0. 00	200. 00	20. 00	-2. 00	-	-
7	LINE CONT	0	135. 00	110. 00	125. 00	160. 00	-4. 00	-	-
8	LINE CONT	0	315. 00	110. 00	325. 00	160. 00	-3. 00	-	-
9	LINE CONT	0	135. 00	110. 00	315. 00	110. 00	-1. 00	-	-
10	LINE CONT	0	235. 00	20. 00	235. 00	110. 00	-2. 00	-	-
11	LINE CONT	0	235. 00	20. 00	215. 00	110. 00	-2. 00	-	-

Fig.7 An example of 3- View data file for a split cavity plate

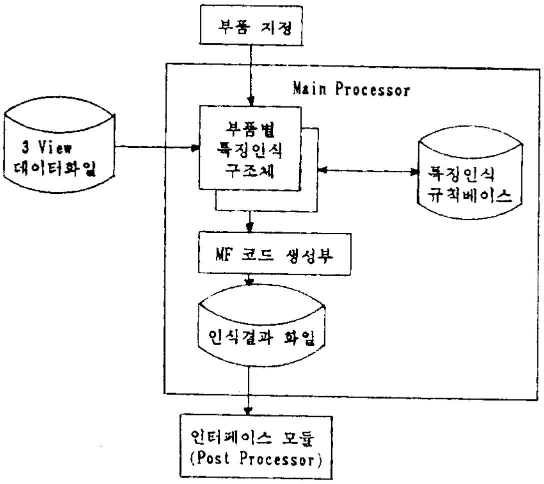

Fig.8 Structure of manufacturing feature recognition module

부품에 따른 제조특징들의 목록을 기본으로 인식대상이 되는 제조특징들을 부품별로 배열해 놓은 것으로, 사용자가 부품코드를 입력하면 해당부품의 제조특징 인식구조체가 선정되어 인식작업을 수행한다. 제조특징 인식구조체는 일련의 제조특징 인식유니트와 인식결과 리스트로 구성된다.

제조특징 인식유니트는 특징 인식구조체 내에서 하

Table 2. Explanation of the recognitionn results list of Fig. 9

부품코드	제조특징 구분코드	인식코드	대표속성
분할형 고정측형판	포켓형상	각형포켓	평면에서의 가로
〃	런너게이트 유무, 종류	다리렉트형	평면에서의 원
〃	냉각수구멍 유무	있음	정,측면에서의 원
〃	일반구멍 유무	있음	평면에서의 원
〃	동시가공구멍 유무	없음	-

나의 특정한 제조특징을 정의하는 단위체로서 특징인식 규칙베이스 내의 해당특징에 대한 인식규칙과 연결되어 인식작업을 행하며, 인식결과를 일정형태로 인식결과 리스트에 전달한다. 인식결과 리스트는 각 제조특징 인식유니트에서의 특징인식 결과를 저장하여, MF 코드 생성부에 인식 결과를 제공한다. 그림 9는 인식결과 리스트의 구조와 그림 6의 도면에 대한 인식결과 리스트의 보기를 나타내며, 표 2는 그림 9의 보기에 표시된 각 코드값을 설명하고 있다.

그림 10은 제조특징 인식구조체를 도식화한 것으로 제조특징에는 여러 부품에 공통으로 적용되는 공통제조특징과 특정부품에만 적용되는 부품별 제조특징이 있다. 그리고 구조체 내에서 나열된 순서대로 특징인식이 수행된다.

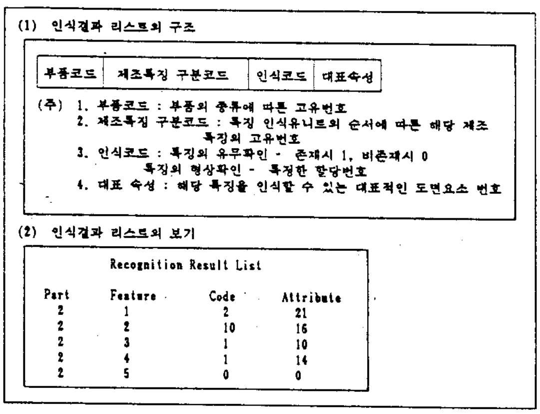

Fig.9 Structure and example of recognition results list

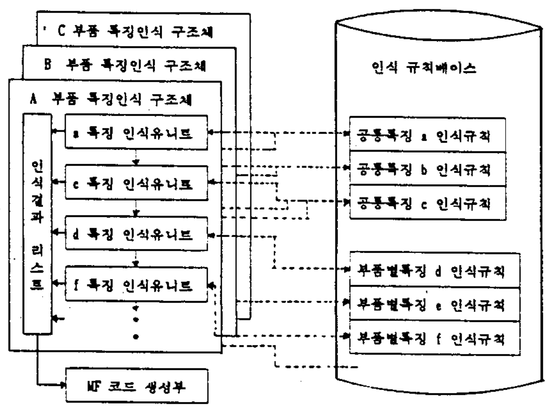

Fig.10 Manufacturing feature recognition frame

(2) 제조특징 인식규칙 및 규칙 베이스

각 제조특징은 그 특징의 대표적인 형상, 존재위치, 치수범위 등과 같은 요소들을 조합하여 서술될 수 있다. 본 연구에서는 이들 요소를 특징구성요소라 하고 각 특징 구성요소를 인식할 수 있는 기본규칙과 이 기본규칙들을 각 제조특징에 적합하게 조합하여 해당 제조특징의 고유한 인식규칙을 개발한다. 표 3은 각 특징구성요소들을 인식하는 기본규칙을 제시한 것이다.

Table 3. Rccognition rules of feature elements

구성요소 종류	인 식 방 법	예
형상요소	1. 도면요소명으로 형상의 특징은 인식	CIRCLE : 구멍으로 간주
	2. 도면요소(LINE, ARC)들의 연결상태를 추적하여 특징의 윤곽을 인식	성형부, 포켓 인식 방법
	3. 각 투영면에서 좌표값이 일치하는 도면요소들을 조합해서 형상을 인식	성형부나 O ring 인식방법
위치요소	1. 투영면 별로 특정한 특징을 파악	냉각수 구멍-정면도나 측면도의 위치
	2. 포켓이나 성형부의 내외부에 따른 위치파악으로 특징을 구별	일반구멍-포켓외부 스프루부시구멍-포켓내부
치수요소	해당특징이 치수범위로서 다른 특징과 구별	볼트구멍의 직경 -20㎜ 이하

특징구성요소의 조합에 의한 특징인식의 절차를 기본으로 하여, 제조특징을 크게 원형단면과 비원형단면의 제조특징으로 분류하여, 각각의 기본적인 인식 절차를 그림 11에 나타내었다. 비원형단면 제조특징 인식의 기본절차를 각형포켓(그림 6 참조)에 적용한 인식규칙의 구조는 그림 12와 같다. 제조특징 인식규칙베이스는 각제조특징인식규칙들의 집합체로, 규칙베이스 내의 각 특징인식규칙들은 제조특징인식 구조체 내에 있는 해당특징의 인식유니트와 연결되어 선정된 부품의 제조특징을 인식한다.

(3) MF 코드 생성부

MF 코드 생성부에서는 특징 인식구조체 내의 인식결과 리스트의 인식코드 값에 따라 MF 코드를 생성하며, 해당특징이 존재하면 코드값은 1이고, 존재하지 않으면 0이다.

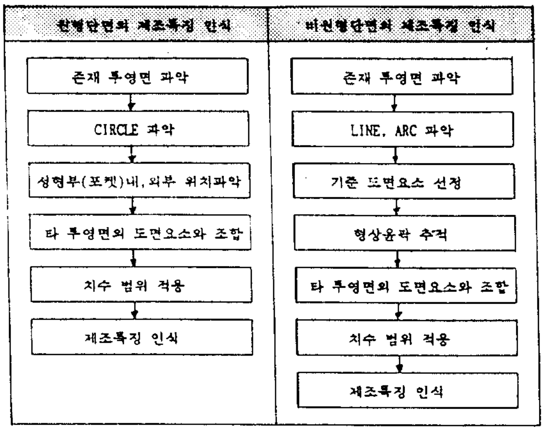

Fig. 11 Basic procedures of manufacturing feature recognition

```
Function recognize_각형포켓
{ assign(제조특징 구분코드, 일반구멍 코드)
  for(평면도의 각 도면요소)
  { search((수평선)and(표현선 형식: 실선)and(y좌표값<평면도 중심점 y좌표값)
       and(길이<평면도 외곽수평선))
    if recognized then
    { set(기준 도면요소)
      for(측면도의 각 도면요소)
      { search(((수평선이 아니면서 측면도 상단부와 만나는 직선)or(측면도
          상단부와 만나는 호))and(기준 도면요소와 좌표가 일치하는 도면요소))
        if recognized then
        { yield(기준 도면요소의 길이)
          assign(기준 도면요소, "포켓 평면의 가로")
          set(측면도 기준 도면요소)  } } } }
    search(측면도 기준 도면요소의 종류)
    if(경사선)
    { for(평면도 각 도면요소)
      { search((수평선)and(경사선의 출발점 좌표와 일치))
        if recognized then
        reset(평면도 기준 도면요소)  } }
    for(평면도 각 도면요소)
    { search(평면도 기준 도면요소에 연결되는 도면요소)
      if (호)
      {  reset(연결 호, 평면도 기준 도면요소)
         return to for loop }
      else
      assign(연결 도면요소, 포켓 평면 세로) }
 return 인식결과 }
```

Fig. 12 Structure of a prismatic pocket recognition rule

(4) 인식결과 화일

인식결과 화일은 제조특징 인식모듈에서의 인식결과를 수록한 화일로, 특징 인식작업이 완료되면 자동적으로 생성되며 인터페이스 모듈에 의해 GS-CAPP에 입력된다.

인식결과 화일은 총 51행으로 이루어지며 MF 코드와 부품코드, 부품소재의 치수가 저장된다. 1번부터 47번행까지는 GS-CAPP시스템에서 정의된 47개의 코드로 구성된 MF 코드가 기록되고, 48번행은 부품코드, 49번에서 51번행까지는 소재치수가 두께, 세로, 가로의 순으로 저장된다.

2. 3 CAD와 CAPP의 인터페이스모듈

GS-CAPP 시스템은 공정설계자가 직접 화면상의 질문에 응답해야 하므로 데이터 입력에 비교적 많은 시간이 소요되었으나, 본 연구에서는 CAD와 CAPP의 인터페이스모듈을 개발하여 공정설계자의 개입을 최소화하도록 하였다.

인터페이스 모듈은 인식결과 화일의 정보를 GS-CAPP내의 필요한 부분에 전달하며, 화일의 MF 코드는 자동적으로 공정규칙 지식베이스에 연결된다. 이때 CAD 정보에서 인식불가능한 특징에 대해 추가질문이 화면에 나타나며, 공정설계자가 응답함으로써 비로소 완전한 MF 코드가 구축된다. 또한, 특징 인식결과에 공정설계자가 수정할 수 있는 수정모드도 제공된다. 인식결과 화일의 부품코드는 해당부품의 공정규칙 지식베이스를 지정하며, 여기에 공정설계자의 추가입력 및 수정작업을 거친 MF 코드가 연결되어 공정설계가 진행된다. 화일의 소재치수는 치수를 필요로 하는 공정규칙에 입력된다. 그림 13은 인터페이스 모듈의 기능을 도식화한 것이다.

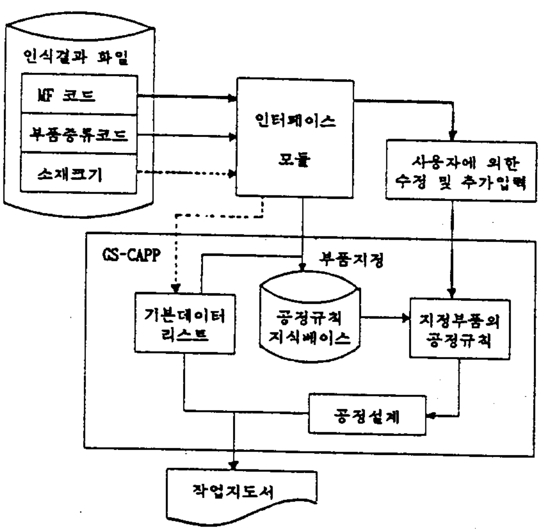

Fig.13 Functions of a interface module.

3. CAD/CAPP시스템의 실행절차 및 적용사례

3. 1 CAD/CAPP시스템의 실행절차

제조특징에 의한 CAD/CAPP 인터페이스 시스템이 CAD 데이터를 변환하여 해당부품의 제조특징을 인식한 다음, 그 결과에 의해 GS-CAPP에서 가공공

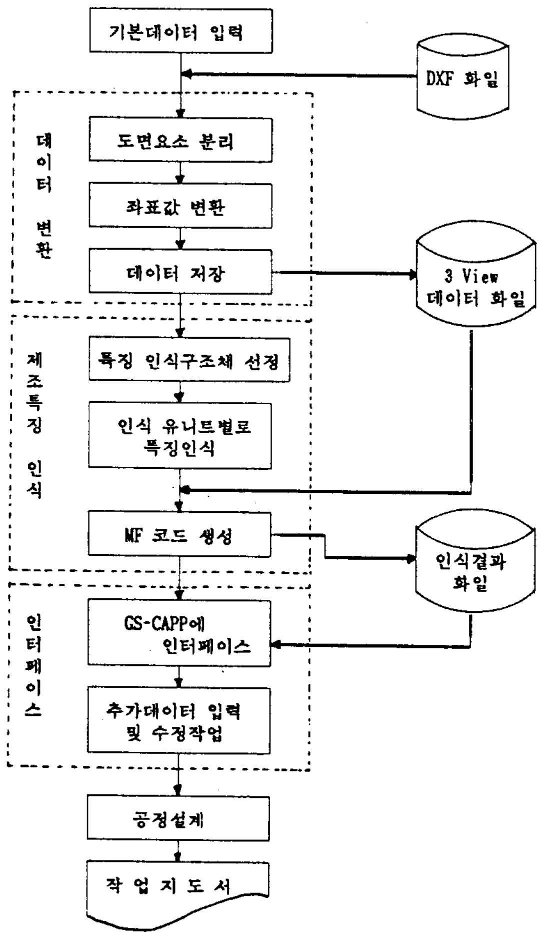

Fig.14 The excecution procedure of the system

정을 결정하는 실행절차를 그림 14에 도식화하였다.

그림 14에서 기본데이터 입력은 DXF 화일명, 척도, 부품코드 등을 사용자가 컴퓨터의 질문에 대해 대화식으로 입력하는 것이다. 제조특징 인식구조체의 선정은 사용자가 입력한 부품코드에 의해 해당 구조체가 선정된다. 추가데이터 입력은 인식결과 화일에 수록되지 않는 GS-CAPP의 기본데이터와 제조특징에 대한 질문에 사용자가 응답한다. 수정작업은 화면의 인식결과에 대해 공정설계자가 그 타당성을 검토하고 필요시 수작업으로 수정한다.

본 시스템의 프로그램은 주로 Turbo C Version 2.0으로 작성하였으나, GS-CAPP이 Turbo

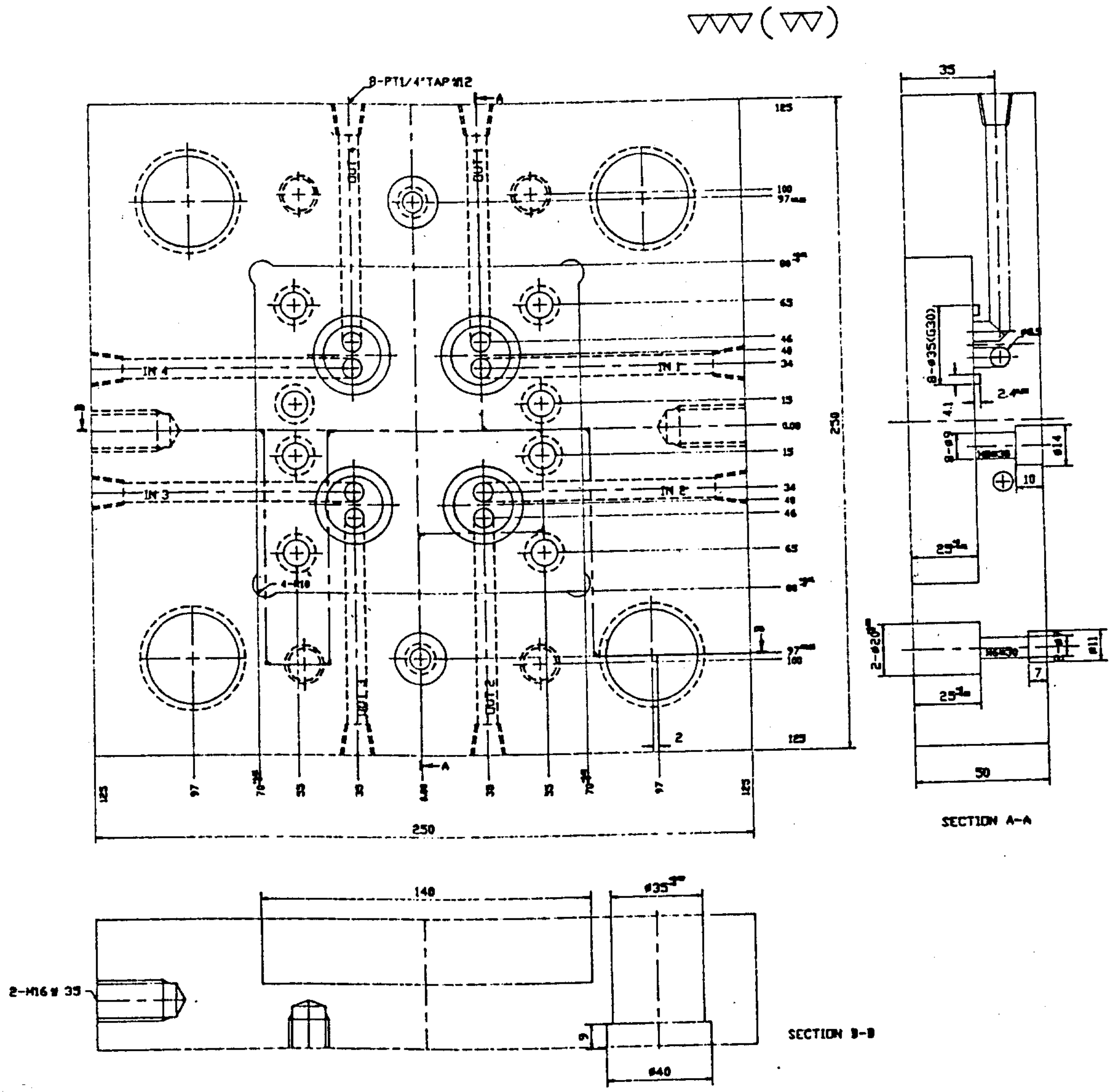

Fig.15 A drawing of a split cavity plate

Pascal로 구성되어 있어 이것과의 연결기능을 가진 인터페이스 모듈은 Turbo Pascal Version 3. 0으로 구축하였다.

3. 2 적용사례

본 연구에서 개발한 제조특징인식에 의한 CAD/CAPP시스템을 그림 15에 나타낸 고정측 형판의 실제도면에 적용시켜 보았다. 그림 16은 인식결과 화일로 부터 자동적으로 GS-CAPP시스템에 코드값이 입력된 보기이며, 그림 17은 GS-CAPP시스템에서 적용부품의 가공공정을 결정하여 최종적으로 출력한 작업지도서이다. 그림 16의 인식결과와 그림 17의 작업지도서는 공정설계 전문가의 검토결과 타당성이 입증되었고, 공정설계에 소요되는 시간은 부품도면의 복잡도에 따라 차이는 있지만 사례연구에서 다른 몇가지 경우에는 대략 2/3 정도의 시간단축효과가 있다고 사료된다.

```
*** 분할형 고정측 형판 ***

CAD 인식 결과 :
00001000000000000000000000100100001000000000000
--------------------------------------------------
1. 포켓 형상이 원형 입니까 ? ==> 0
2. 포켓 형상이 각형 입니까 ? ==> 1
3. 런너 게이트부 작업이 있읍니까 ? ==> 0
4. 냉각수구멍이 있읍니까 ? ==> 1
5. 일반구멍이 있읍니까 ? ==> 1
6. 동시가공(보링)이 있읍니까 ? ==> 1
--------------------------------------------------

수정하려면 해당번호를 치고 번호 0을 치면 다음화면으로 넘어 갑니다.
```

Fig. 16 Automatic input of MF recognition results

```
*** 작 업 지 도 서 ***
----------------------------
===============================================================
제      품      명 : 부      품      명 : 제      번 : 품   번
===============================================================
NAME PLATE-II    : CAVITY PLATE (SPLIT)  :   SU2100   :   5
---------------------------------------------------------------
사   용   기   계 :      작      업      내      용
---------------------------------------------------------------
       MS        :  소형 각형 포켓가공  - ENDMILL
       AM        :  가공부위 금긋기
       DG        :  냉각수구멍가공  - GUNDRILL TAD
       DR        :  일반구멍가공  - DRILL
       EM        :  가공이 불가능한 성형부위 방전가공
       NM        :  보오링 작업  - DRILL + REAMER + BORING BITE
       AS        :  수 사상
===============================================================
```

Fig. 17 Routing Sheet

4. 결 론

본 연구에서는 3각법으로 표현된 부품의 CAD 데이터화일로 부터 공정설계에 필요한 제조특징을 인식하여 공정설계 시스템에 자동적으로 인터페이스시킨 제조특징인식에 의한 CAD/CAPP시스템을 개발하였다. 본 시스템을 실제 현장도면에 적용한 결과, 공정설계자에 의해 그 타당성이 입증되었으며 시간단축의 효과도 가져왔다.

제조특징에 의한 CAD/CAPP시스템을 개발함으로써, 사용자와의 대화에 의한 CAD와 CAPP의 연결과정에 필요한 데이터의 인식규칙 및 알고리즘을 적용함으로써 공정설계의 완전자동화에 근접할 수 있으며, 또 제조특징인식규칙을 구축하기 위해 부품의 제조특징들을 분석함으로써 부품특징에 의한 설계(Part Feature Based Design)로 까지 확장시킬 수 있는 기초를 확립할 수 있다고 기대된다.

본 연구에서 개발한 시스템은 금형의 판류부품에 제한된 것이므로 시스템의 확장을 위해서는 형상이 복잡한 캐비티나 코어에 대한 체계적인 인식규칙이 구축되어야 한다. 특히 CAD정보에서 바로 인식이 불가능하거나 공정설계자의 판단을 거쳐야 하는 제조특징을 추출하기 위해서는 인공지능이나 전문가 시스템적인 접근방법을 이용한 인식규칙 개발에 관한 연구가 이루어져야 할 것으로 사료된다.

참고문헌

1. Joshi, S., "CAD Interface for Automated Process Planning," Ph. D. Thesis, Purdue University, 1987.
2. Chang, T. C., Expert Process Planning for Manufacturing, Addison-Wesley Publishing Company, pp. 19-20, 1990.
3. Lee, J. M., and Lee, K. I., "Pattern

Recognition and Process Planning Prismatic Workpieces by Knowledge Based Approach," Annals of CIRP, Vol. 38/1/89, pp. 485-488, 1989.
4. Li, R. K., "A Part-Feature Recognition System for Rotational Parts," International Journal of Production Research, Vol. 26, No. 9, pp. 1451-1475, 1988.
5. Davies, B., et. al., "IKBS Process Planning System for Rotational Parts," Proceedings of the 2nd Seminar on Intelligent Manufacturing Systems, pp. 27-38, 1987.
6. Giusti, F., et. al., "KAPLAN : A Knowledge-Based Approach to Process Planning of Rotational Parts," Annals of CIRP, Vol. 38/1/89, pp. 481-484, 1989.
7. Chang, T. C., and Anderson, D. C., "QTC-an Integrated Design/Manufacturing/Inspection System for Prismatic Parts," Engineering Research Center for Intelligent Manufacturing Systems, Purdue University, 1988.
8. Chang, T. C., and Moore, J., "The Control of a Quick Turnaround Cell-an Integrated CAD and CAM System," Engineering Research Center for Intelligent Manufacturing Systems, Purdue University, 1988.
9. 플라스틱 射出成形用 金型設計基準, 機電研究社, 1984
10. Jones, F. H., and Martin L., The AutoCAD Database Book, Ventana Press, 1987.
11. 조규갑 외, "金型工程設計의 自動化시스템 開發," 부산대학교 기계기술연구소 연구보고, 1988.