

사출금형 CAM 작업 지원용 공구 항목 추천 시스템 개발

김성근*, 양학진**, 허영무***, 양진석***

Development of Tool Item Selection System Aiding CAM Procedure for Injection Mold

Seong Kun Kim*, Hac Jin Yang**, Young Moo Heo***, Jin Seok Yang***

ABSTRACT

As consumer's desire becomes various, agility of mold manufacturing is the most important factor for competitive mold manufacturer. Decision making process is required to produce optimal result of CAM systems in using commercial CAM system to generate tool path. The paper proposes a methodology for computer-assisted tool selection procedures for various cutting type of rough, semi-rough and finish cuts. The procedure provides assistance for machining tool selection by analyzing sliced CAD model section of die cavity and core. Information about machining time for the generated NC-code is used to aid the tool selection. The module is developed with commercial CAM API. This module will be used for the optimization of tool selection and planning process.

Key Words: Tool Selection (공구 선택), Slicing Feature (분할 특징 형상), Permission Tool Item (허용 공구 항목), Machining Time (가공 시간)

1. 서론

소비자의 욕구가 다양해지면서 제품을 생산하는 데 필요한 금형의 수요가 증가하므로, '가공 정밀도 향상'을 기반으로 한 '제작 시간 단축'이 업체의 경쟁력을 향상시키는 요인으로서 부각되고 있다. 금형 제작 시간은 금형의 크기와 복잡도에 따라 다소 차이가 있지만⁽¹⁾, NC-code 생성 및 가공 시간에 대부분을 투자한다. 또한, 상용 CAM 시스템 활용 측면에서도 지능적인 기능이 활용되고 있는 것이 아니라, 90% 이상이 작업자의 직관

에 의존한 수동적인 방법으로 항목을 설정하면, 이에 따라 공구 경로를 생성한다.

따라서, 공구 경로 생성에 투자하는 시간을 줄이는 것이 금형 제작 시간을 단축시키는 데 직접적인 영향을 미친다고 볼 수 있으며, 이러한 연구는 현재 많이 수행되었다. 사용 가능한 공구들을 공구 데이터베이스로부터 자동으로 선택해 내고, 옥트리 분할 기법을 적용시켜 절삭 효율을 높이는 공구 경로 생성 알고리즘을 제시하였으며⁽²⁾, 공구 간섭을 제거한 등고선 및 펜슬 가공 등의 방법론에 대해서도 연구되었다⁽³⁾. 또한, 신경망을 이

2002년 6월 12일 접수
* 호서대학교 기계설계전공
** 호서대학교 기계공학과 대학원
*** 한국생산기술연구원

용한 공구 경로 생성과 이송 속도의 조절을 통한 공구 후퇴 문제를 해결하고 일정한 절삭력을 유지 하면서 빠르게 가공하는 황삭 가공 알고리즘⁽⁴⁾, 입의의 $2\frac{1}{2}$ 차원 포켓에 대해 공구 형식, 직경, 포켓 윤곽의 형상과 정삭에 필요한 표면 공차를 부여하여 포켓 경계 윤곽의 최적화 동적 오프셋(dynamic offset)을 구하기 위한 알고리즘⁽⁵⁾ 그리고 허용 오차를 만족하면서 데이터 양을 줄일 수 있는 방법과 여러 개의 패치로 이루어진 곡면에 대해 연속적인 공구 경로를 생성하는 방법도 제시되었다⁽⁶⁾.

이상의 연구를 비롯하여 공구 경로를 생성하는 연구가 많이 진행되었지만, 공구 경로 결정에 기여하는 정보로서, 절삭 방법(Cut Method), 스텝오버(Stepover) 그리고 공구 경로 옵션 등과 같은 요인들은 공구의 크기에 의존하는 요소이므로, 공구의 경로 결정에 앞서 공구의 최적 크기에 관한 결정이 선행되어야 하지만^(7,8,9,10,11,12,13,14), 상대적으로 미흡하다. Y. M. Kyoung^(10,11)은 백워드 접근 방법(Backward approach)에 의해 포켓형상의 가공에 있어서 황삭 가공을 위한 절삭층의 형성과 그에 따른 최적 공구의 선정에 다루었다. 또한 인접한 절삭층의 가공에 할당된 공구들을 연속적으로 사용할 수 있도록 함으로써 공구 교환횟수를 감소시키기 위한 공구 결합 알고리즘을 개발하였으며, 가공 시간을 최소화하는 최적 공구의 크기 및 공구 조합을 찾기 위하여, 공구선정문제를 대안공구 집합에서 최소가공시간을 주는 공구의 조합을 선택하는 이산형 조합문제로 보고, 최적해를 찾기 위해 분기 한계법을 사용하였다. 하지만, 계산시간이 오래 걸린다는 점을 감안하여, 각 노드에서의 현가공 시간을 하계로 설정하여 총 가공시간을 계산할 때 실 가공시간과의 오차가 발생할 수 있으며, 후보공구집합을 구하기 위한 공구의 최소 크기 및 최대 크기에서 절삭층의 윤곽선을 옵셋하여 구한 공구 경로와 실제적인 공구가 지나갈 때, 과절삭에 대한 오차 범위를 설정하지 않았다. 이러한 과절삭은 가공 형식별 단일 공구 설정에 대하여 연구를 한 Alan C. Lin⁽¹²⁾도 마찬가지이다.

또한, 지난번 연구결과^(13,14)에서 과절삭에 대한 보안점을 찾아볼 수 있으나 가용 최소 공구 크기에 대한 가공 오차를 적용하지 않은 부분이 있으며, 또한 형상부에 있어서의 공구 조합에 대한 부분을 보완하려고 한다.

본 연구에서 개발된 모듈의 흐름도를 설명하면 다음과 같다. (1) 주어진 형상부의 제거 형상(Removal Model)을 생성한다. (2) 이 제거 형상에 대하여 형상부의 단면을 기준으로 하여, 절삭 깊이만큼씩 Z 축 방향으로 평행한 가상 수직평면을 얻고, 가용 공구 크기를 구할 때 필요한 정보들을 작업자 및 기존의 정보를 통하여 얻는다. (3) 이 값들을 통하여 최소, 최대 공구 크기를 구하고, 이에 따른 가용 공구 범위를 통하여 금형 업체에서 제공하는 공구 데이터베이스와 비교를 하면서 허용 공구 항목을 구한다. (4) 이 허용 공구 항목을 토대로 각각의 가공 형식에 맞는 식에 대한 정보들을 얻고 계산한 다음에 공구 정보를 보여준다. (5) 이 추천 공구별 상용 CAM 시스템으로 NC-code 를 생성하며, 이 NC-code 를 통하여 가공 시간을 계산하여 CAM 작업자에게 보여줌으로써, 공구를 추천하는 것이다. (6) 그리고 마지막으로 작업자의 의사 결정에 따라 공정 추가 작업(Adding Operation)을 한다.

위와 같은 모듈을 상용 CAM 시스템인 Unigraphics V16.0 - CAM 시스템의 응용프로그램 인터페이스(API)를 사용하여 개발하였다. 이 모듈은 최적의 가공 경로를 설정하기 위한 모듈의 전 단계 모듈로서, 가공 형식별 공구 선정 시스템으로 통합 개발하였다.

2. 이론적인 배경

2.1 허용 공구 항목

다음과 같은 이론적인 배경을 통하여 가용 공구 크기의 범위를 구할 수 있으며, 이러한 공구 크기의 범위는 금형 업체의 공구 항목에 제한을 받음으로써 허용 공구 항목을 얻을 수 있다.

2.1.1 가용 최소 공구 크기

형상부에 의한 가용 최소 공구 크기는 가공 오차 값을 고려하여 제거 형상부의 내부에서, 윤곽선을 따라 이동하면서 모든 영역에 접근할 수 있는 가용 가능한 최대 크기의 공구라고 할 수 있다. 즉, 폭이 좁은 간극이 존재하는 경우라도 가공 도중에 공구 후퇴(Tool Retraction)가 발생하는 것이 아니라, 공구가 지나갈 수 있어야 한다는 의미이다.

따라서 최소 공구 크기 결정에 관여하는 요소

는 (1) 볼록 정점에서 커브에 대한 라운드 반경과 오목 정점에서의 커브까지의 수선의 길이, (2) 한 오목 정점과 다른 오목 정점과의 직선 거리이다. 임의의 한 정점에서 위와 같은 결정 요소에 의한 가공 가능한 최대 길이를 모든 정점에 대해 구하고 이들 중에서 가공 오차 값을 고려하여 최소인 것을 최소 공구 크기(TD_{small})로 결정하며, 다음과 같이 표현된다.

$$TD_{small} = \min(2R_i, W_j) - (IT_f + PS_f) \quad \dots\dots\dots(1)$$

where, $\left\{ \begin{array}{l} R_i : \text{round radius at convex vertex } i \\ W_j : \text{strait width at concave vertex } j \\ i : 1, 2, \dots, v_c ; j : 1, 2, \dots, v_v \\ v_c : \text{number of convex vertices} \\ v_v : \text{number of concave vertices} \\ IT_f : \text{In-Tolerance in Finish Cutting} \\ PS_f : \text{PartStock in Finish Cutting} \end{array} \right.$

여기서, IT_f 및 PS_f 는 현장 조사를 통한 값으로서 Table.1 과 같은 값을 얻는다.

2.1.2 가공 최대 공구 크기

가공을 위한 최대 공구 크기는 형상부의 윤곽선을 대상으로, 윤곽선 내부로 읍셋한 커브를 형성한다고 할 수 있으며, 이 읍셋거리(OD)는 다음과 같이 구할 수 있다.

$$OD = TD + (IT_r + PS_r) \quad \dots\dots\dots(2)$$

where, $\left\{ \begin{array}{l} TD : \text{Tool-Dimension} \\ IT_r : \text{In-Tolerance in Rough Cutting} \\ PS_r : \text{PartStock in Rough Cutting} \end{array} \right.$

여기서, IT_r 및 PS_r 는 다음과 같은 값을 얻는다.

Table 1 Value for Method-Filed

	Intol	Outtol	PartStock
Rough	0.03	0.12	1.00
Semi-Rough	0.03	0.03	0.30
Finish	0.03	0.03	0.00

그리고 TD 의 범위로서, 최소값으로는 최소 공

구 크기에서 결정된 값으로부터 얻고, 최대값으로는 금형 업체에서 갖고 있는 공구 데이터베이스의 최대 공구 크기의 값으로부터 설정한다. 즉, TD 의 값으로서는 최소값보다 큰 공구부터 하나씩 대입하면서 읍셋에 의한 커브가 생성되지 않는 값까지 구하고, 생성되지 않은 바로 전 단계의 읍셋값을 최대 읍셋값으로 설정한다. 그리고 이 값에서 설정한 TD 값을 최대 공구 크기(TD_{large})로 정한다.

2.1.3 가공 공구 크기 범위

앞에서 정해진 가공 공구 크기에 의하여 사용이 가능한 공구 크기의 범위를 구할 수 있으며, 또한 식(2)의 TD 범위에서 최대 공구 크기로 정한 값보다 작거나 같은 공구 크기 범위로도 표현이 가능하다.

그리고 금형 업체에서 갖고 있는 공구 데이터베이스의 공구 크기 항목의 수를 l 이라고 하며, 이때의 공구 크기 집합은 다음과 같이 표현된다.

$$Set(TD_{DB}) = \{TD_1, TD_2, \dots, TD_l\} \quad \dots\dots\dots(3)$$

where, $TD_i < TD_{i+1}$ for $i=1, 2, \dots, l$

허용 공구의 수를 m 이라고 표현하면, 허용 공구 크기 집합은 식(4)와 같다.

$$Set(TD_{feasible}) = \{TD_j, TD_{j+1}, \dots, TD_m\} \quad \dots\dots\dots(4)$$

where, $TD_{small} \leq TD_j \leq TD_{large}$ for $j=1, 2, \dots, m$

여기서, TD_1 은 가공 최소 공구 크기라고 하고, TD_m 은 가공 최대 공구 크기라 할 수 있다.

2.2 가공 형식별 공구 결정

허용 공구 항목을 갖고, 다음을 기반으로 하여 각각의 가공 형식에 적합한 정보를 얻음으로써, 해당 가공 형식별 공구를 선정할 수 있다.

2.2.1 황삭용 공구 결정

황삭에서 제거해야 할 체적이 전체 피삭재의 약 70%나 되는 것이 많고, 절삭시 소요 되는 시간도 크다. 하지만, 완성품의 형상을 정확하게 가공하지 않아도 되는 점이 있기 때문에 최대한 큰 공구 사이즈를 사용해도 무방하다. 하지만, 너무 큰 공구 사이즈를 사용하면 가공물의 기하학적인

형태에 대한 제한 때문에 피삭재의 제거율이 떨어지므로 그 만큼 중삭 및 정삭에서 많은 가공을 해야 한다. 또한, 절삭 공구를 작게 하면, 잔여 체적은 작아지지만, 소요 시간은 커지기 때문에 체적의 제거율이 떨어진다. 즉, 제거된 체적과 공구 사이즈 사이의 관계에서 황삭 공구 사이즈를 결정할 수 있으며, 잔여 체적의 감소와 체적의 제거율의 증가 사이의 관계로도 표현할 수 있다.

황삭에서 제거된 전체적인 체적은 각 절삭층의 절삭 깊이와 단면적의 합에 대한 곱으로 표현할 수 있다.

$$V_e \cong h \sum_{i=1}^n A_i \quad \dots\dots\dots(5)$$

여기에서 V_e 는 제거된 전체적인 체적을 나타내고, h 는 각 슬라이스의 절삭 깊이를 표시하며, 보통 공구 지름의 1.5 ~ 3 배가량 되는데, 이들은 공구의 재료와 밀접한 관계를 가지고 있다. 따라서, 공구가 커지면 유효절삭깊이도 깊어진다. 본 연구에서는 실제현장데이터 적용을 위해 절삭깊이 = 1.5 * 공구직경으로 정의하였다⁽¹⁵⁾. $\sum A_i$ 은 각 면에 대한 제거 면적을 얘기하며, A_i 는 i^{th} 절삭면의 단면적을 말한다.

또한, 황삭에서의 제거된 전체 체적은 아래와 같이 계산할 수도 있다.

$$V_e \cong whl_p \quad \dots\dots\dots(6)$$

여기서, w 는 절삭 폭을 나타내며, l_p 는 근접한 윤곽선 길이를 표시한다. 절삭 폭은 일반적으로 공구 사이즈에 제한을 두며, 공구 사이즈와 비례관계를 형성한다. 식(6)을 정리하고, 절삭 시간 t 로 양변을 나누면 다음과 같다.

$$\frac{l_p}{t} = \frac{V_e}{wht} \quad \dots\dots\dots(7)$$

그리고, 이송률 f_v 는 절삭 윤곽선 길이 l_p 를 절삭 시간 t 로 나눈 값이고, 체적 제거율은 제거된 체적을 절삭 시간 t 으로 나눈 것으로서 다음과 같이 표현할 수 있다.

$$f_v = \frac{l_p}{t} \quad \dots(8) \quad \dot{V}_e = \frac{V_e}{t} \quad \dots(9)$$

위의 식(8),(9)를 식(6)에 대입하고 정리하면 다음과 같다.

$$\dot{V} = f_v wh \quad \dots\dots\dots(10)$$

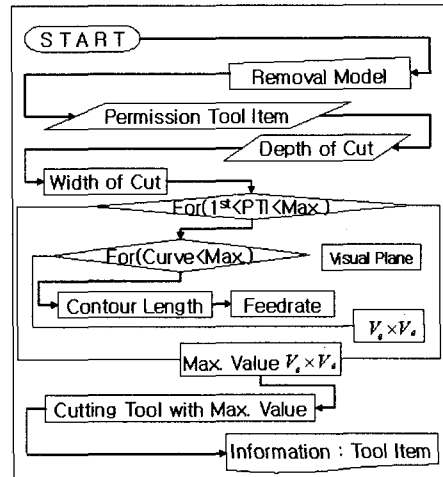


Fig. 1 Algorithm of determining the tool for the rough cut

식(6) 과 (10)은 제거된 체적과 체적 제거율로서, 허용공구항목으로서 설정된 공구 사이즈 중에서 두 식의 값을 곱하여 최대가 되는 값을 갖고 있는 공구가 황삭용 공구 사이즈에 최적인 것이다.

Fig.1은 황삭용 절삭 공구를 얻기 위한 방법을 보여준다. 이러한 과정은 가공물과 황삭 작업이 끝난 절삭 재료의 체적을 계산하는 것에 있으며, 다음과 같은 절차로서 설명할 수 있다.

- (1) 허용 공구 모듈에서 구한 공구 데이터베이스에서 허용 공구 항목을 얻고, 각각의 공구에 맞는 유효절삭 깊이를 계산.
- (2) 유효 절삭 깊이로부터, 절삭층의 단면적을 솔리드 모델링의 가공물과 완성품을 통하여 얻음.
- (3) 각 공구는 식 (6),(10)에 의하여 V_e 와 V_e 를 구함.
- (4) $V_e \cdot V_e$ 의 최대값을 갖는 절삭 공구를 선택.
- (5) 선택된 공구와 관련된 절삭 정보 결정.

2.2.2 중삭용 공구 결정

중삭은 가공물과 근접한 형상을 얻는 것만이 아니라 정삭 과정에서 수월하게 하기 위하여 절삭

층 사이의 평면에 대한 절삭 함수를 적용시킨다.

먼저, 황삭에서 사용한 절삭 깊이의 1/2 배에 해당하는 값을 중삭 절삭 깊이로서 i^{th} 절삭면이라 명한다.

Pappus-Guldinus 이론에서처럼, 면적의 중심을 지나는 곡선을 따라 가면서 면적에 의하여 형성된 체적은 면적과 곡선 길이의 곱으로서 표현할 수 있으며, 황삭 가공에서의 i^{th} 와 $(i+1)^{th}$ 절삭면 상의 윤곽선에 의한 단면적의 차와 절삭 깊이의 곱으로도 얘기할 수 있다.

$$V_s = \bar{Y}h\bar{l}_i = (A_{i+1} - A_i)h \quad \dots\dots\dots(11)$$

여기서, \bar{Y} 는 두 절삭면의 평균 윤곽선 폭을 나타내며, 식(11)로부터 다음 식을 얻을 수 있다.

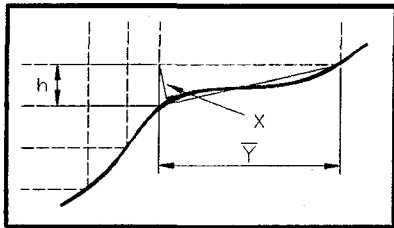


Fig. 2 Triangular proportion

$$\bar{Y} = \frac{A_{i+1} - A_i}{l_i} \quad \dots\dots\dots(12)$$

Fig. 2 에서 보여주는 것처럼 삼각 비율을 이용하여 다음과 같은 식을 유도 할 수 있다.

$$\frac{\bar{Y}}{\sqrt{h^2 + \bar{Y}^2}} = \frac{x}{h} \quad \dots\dots\dots(13)$$

여기서 x 는 절삭층 상단 코너에서 형상의 표면, 즉 윤곽선까지의 거리를 나타내며, 식(14)와 같이 구할 수 있다.

$$x = \frac{\bar{Y}}{\sqrt{h^2 + \bar{Y}^2}} \cdot h \quad \dots\dots\dots(14)$$

절삭층 상단 모서리에서 윤곽선까지의 근접한 거리를 얻을 수 있으며, 이 거리는 허용 절삭 깊

이로서 이용되며, 이 값보다 큰 허용 절삭 깊이를 갖는 공구 중에서 가장 작은 공구를 중삭용 공구로서 선정하는 것이다.

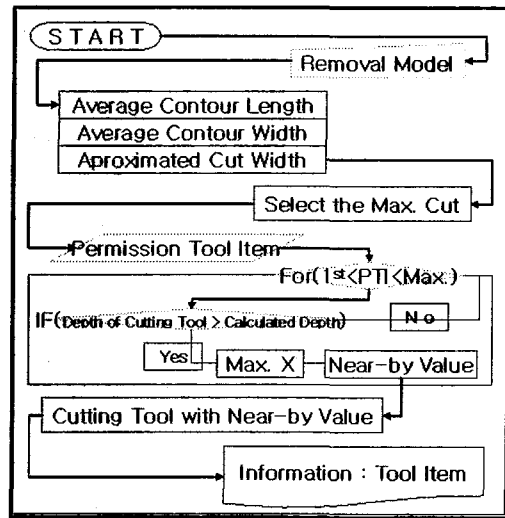


Fig. 3 Algorithm of determining the tool for the semi-rough cut

Fig. 3 은 중삭용 절삭 공구를 얻기 위한 방법을 보여주며, 다음과 같은 절차로서 설명할 수 있다.

- (1) i^{th} 절삭면을 얻는다.
- (2) 평균 윤곽선 길이(식(11))를 얻는다.
- (3) 절삭 폭(식(13))을 계산한다.
- (4) 식(14)를 이용하여 normal 거리 x 를 계산한다.
- (5) 각각의 절삭층에 대한 정보를 얻기 위하여 1 단계에서 4 단계까지를 반복한다.
- (6) 전체적으로 절삭이 가능한 x 값을 구하고, x 값보다 크게 절삭 깊이를 갖는 가장 작은 공구를 허용 공구 항목에서 추천한다.

2.2.3 정삭용 공구 결정

정삭이란, 가공 오차를 제거하고 가공물의 표면을 부드럽게 하기 위한 연마 공정의 전 단계이며, 황·중삭 때 남은 잔여 돌출부를 제거하는 작업으로서, 최대한 근접한 형상 및 사이즈를 부여해야 한다. 이러한 기하학적인 형상을 만들기 위하여 다음과 같은 항목으로 공구 사이즈를 제한한다. (1) CAD model 에서 추출한 윤곽선을 여러 개의 커브로 나누어서, 생성한 최소 반지름을 갖는 커

브의 반지름보다 작아야 한다. (2) 가공 오차에 대한 값을 고려해야 한다. (3) 1항에서 얻은 공구 사이즈만큼 옵션하였을 때, 다른 윤곽선에 대한 간섭이 없어야 하며, 허용 공구 항목에서 공구 정보를 찾지 못 하면 허용 공구 항목에서 추천하는 가용 최소 공구 크기를 갖는 공구를 정삭용 공구로 선정한다.

2.3 가공 시간

가공 형식별 공구를 선정한 다음, 상용 CAM 시스템을 이용하여 공구별 NC-code 를 생성하며 이에 해당하는 가공 시간(M_{time})을 계산한다.

$$M_{time} = \sum f(D, f) \dots\dots\dots(15)$$

where, D:Distance
F:Feedrate

3. 적용 사례

가공 형식별 공구 모듈을 검증하기 위하여 상용 프로그램인 Unigraphics V16.0-CAM 시스템에 통합하였으며, 개발 프로그래밍 환경에 맞추어서 Oracle 8, UGopen⁽¹⁶⁾ 그리고 Visual C++ 6.0 을 사용하였다.

Fig. 4 는 본 연구에서 개발한 모듈을 이용하여 CAM 시스템에서 구동되는 모듈 구조이다.

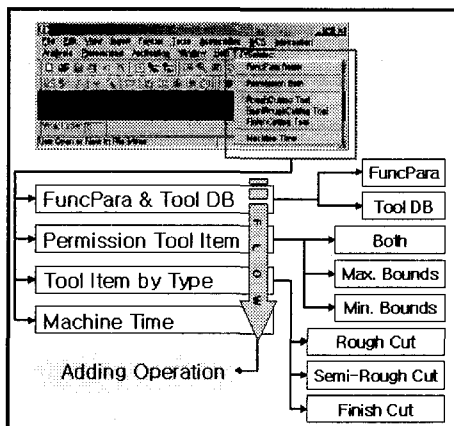


Fig. 4 Flow structure

1st 단계 : 사용자 입력에 의하여 기본적인 데이터 선택 또는 수치를 결정할 수 있으며, 금형

업체가 갖고 있는 공구를 관리하는 모듈로서, 데이터 선택 및 수치 결정은 클라이언트에서, 공구 데이터베이스는 클라이언트에서 서버를 접속하여 수정한다(Fig. 5). 그리고 공구 항목들은 항상 작업자에게 작은 공구부터 큰 공구 순으로 보여주며, 이 정보를 이용할 때도 마찬가지이다.

2nd 단계 : 먼저 본 연구에서 적용시킨 솔리드 모델은 균일한 깊이를 가지고, 하나의 아일랜드가 있는 포켓 형상을 하고 있으며(Fig. 6), 해당 제거 형상, 절삭 깊이 그리고 오차값에 대하여 설정한다. 여기서 얘기하는 절삭 깊이에 대한 정보는 공구 No. 및 피승수를 얘기하며, 오차값은 Fig. 7 처럼 (1) 실 형상과 절삭면이 교차하면서 윤곽선이 생성될 때, 윤곽선에 대한 허용 범위, (2) 윤곽선을 여러 개의 커브로 나눌 때 커브에 대한 허용 범위 및 커브와 커브가 떨어진 거리를 말한다. 이러한 정보는 작업자 및 기존의 정보를 통하여 얻고, 선택한 제거 형상을 이용하여 절삭 깊이 만큼씩 절삭면, 윤곽선 그리고 커브를 추출하며(Fig. 8), 나누어진 커브에 대한 Normal Vector 방향으로 선을 생성하여 각 커브에 대한 정보를 얻는다.

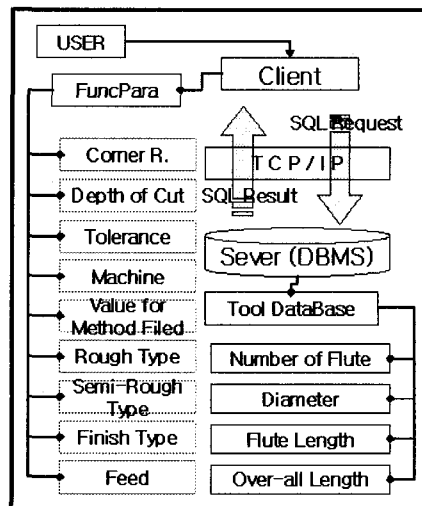


Fig. 5 Parameter of funcpara and tool database

그리고 Fig. 9 는 각각의 절삭층에 대한 최소 공구 크기 및 최대 공구 크기 그리고 가용 공구 크기 범위에 들어가는 허용 공구 항목을 Information 창에 보여준 장면이다.

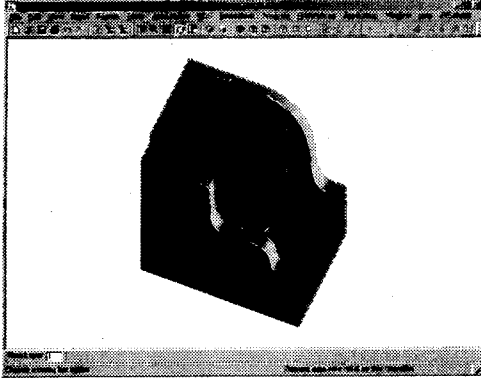


Fig. 6 Solid model

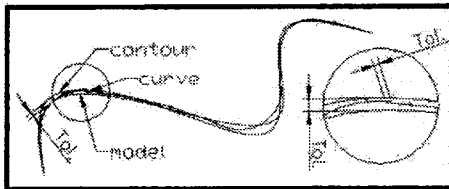


Fig. 7 Range for tolerance

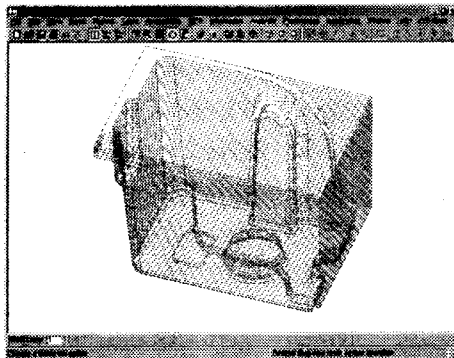


Fig. 8 Cutting slices and contours

3rd 단계 : 이 모듈에서는 황삭용, 중삭용 그리고 정삭용 추천 공구 선정으로 나눌 수 있는데, 앞에서 얻은 정보를 이용하여 황삭에서는 윤곽선 길이 및 V_c , V_f 를 구하여 황삭용 공구를 지정하고, 중삭에서는 평균 윤곽선 길이, 윤곽선 폭 그리고 x 값을 구하여 중삭용 공구를 선정한다. 그리고 정삭에서는 허용 공구 항목에서 가장 작은 공구로서 정삭용 공구로 설정하는 것이다. Fig. 10 은 가공 형식별 공구를 선정해서 보여준 모습이다.

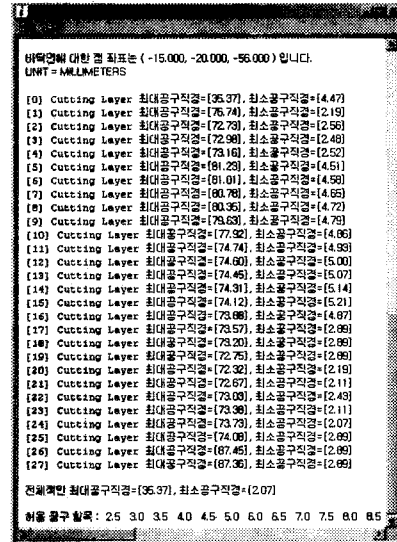


Fig. 9 Result of permission tool list

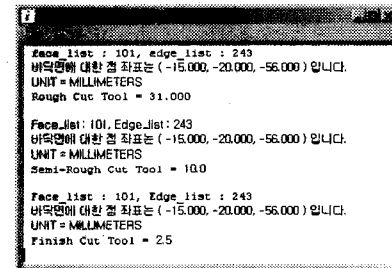


Fig. 10 Deciding tool size

4th 단계 : 가공 형식별 추천 공구 항목을 상용 CAM 시스템을 이용하여 NC-code 를 생성한다. 이때, NC-code 를 생성하기 위한 변수값은 앞에서 애기한 공구에 대한 정보, 절삭 깊이는 해당 공구 크기의 1.5 배 그리고 이송속도는 현장 조사를 통한 수치를 적용하며, 나머지는 상용 CAM 시스템에서 설정한 기본값을 그대로 적용한다. 그리고 이 NC-code 를 읽어 들인 다음, 식(15)를 통하여 가공 시간을 계산하여 작업자에게 보여줌으로써, 최종 공구 선택은 작업자 의사에 의하여 결정된다.

4. 결론

금형 CAM 작업에서의 공구 경로를 설정하는 것만큼 중요한 부분인 공구 선택은 전문가의 의사

결정이 필요한 부분으로서 형상부에 따른 선택에 있어서 시행 착오가 많다. 이러한 점은 CAM 작업에 있어서 비효율적인 면이라고 할 수 있으며, 업체의 경쟁력을 약화시키는 요인으로 볼 수 있다. 따라서 본 연구에서는 시행착오를 줄이는 방법으로 형상부에 대한 허용 공구 항목을 바탕으로 가공 형식별 추천 공구를 작업자에게 보여주고, 신뢰성을 얻기 위해 해당 공구별 가공 시간을 계산함으로써, 시행착오를 줄이는 방법을 모색하였다. 특히, 비전문가가 공구 경로를 생성할 때 많은 요소들이 공구의 크기에 의존하는데, 이러한 부분에 대하여 도움을 줌으로서 공구 경로를 생성하는데 가이드 역할을 할 수 있었다. 앞으로 더 진행해야 할 사항은 공구 경로 생성 방법론에 대하여 개발하는 것이다.

후 기

본 연구는 재영 솔루션을 통한 한국생산기술 연구원의 첨단생산시스템 과제 지원에 의한 것입니다.

참고문헌

- Altan, T et al, "Advanced techniques for die and old manufacturing," Annals of the CIRP, Vol.42, NO.2, pp. 707-716, 1993.
- 김 태주, 이 건우, 홍 성의, "육트리를 이용한 황삭 가공경로생성," 대한기계학회지, 제 18 권, 제 1 권, pp. 53-64, 1994.
- 이 철수, "자동차 판넬 금형의 NC 가공을 위한 공구 경로 생성," 한국자동차공학지, 제 2 권, 제 5 호, pp. 74-84, 1994.
- 신 양수, 서석환, "신경회로망 방식에 의한 복잡한 포켓형상의 황삭 경로 생성," 한국정밀공학회지, 제 12 권, 제 7 호, pp. 32-45, 1995.
- 김 희송, 오 선, "포켓 가공에서 동적 읍셋을 이용한 NC 공구경로 생성에 관한 연구," 대한기계학회지 A 권, 제 23 권, 제 5 호, pp. 820-828, 1999.
- 이 성근, 권 성환, 양 승환, "여러 개의 패치로 이루어진 곡면에서 재매개변수화를 통한 공구 경로 생성," 한국공작기계학회지, 제 9 권, 제 5 호, pp. 119-126, 2000.
- Lee, Y. S., Choi, B. K., and Chang, T.C., "Cut Distribution and Cutter Selection for Sculptured Surface Cavity Machining," Int. J. Prod. Res., Vol. 30, No. 6, pp. 1447-14470, 1992.
- Bala, M., and Chang. T.C., "Automatic Cutter Selection and Optimal Cutter Path Generation for Prismatic Parts," Int. J. Prod. Res., Vol. 30, No. 6, pp. 2163-2176, 1991.
- 김 영진, 권순오, "절삭 공구 자동 선정 프로그램 개발," 한국 CAD/CAM 학회, 제 3 권, 제 3 호, pp. 177-182, 1998.
- 경 영민, 조 규갑, "3 차원 포켓가공을 위한 절삭층 형성 및 공구선정," 한국정밀공학회지, 제 15 권, 제 9 호, pp. 101-110, 1998.
- 경 영민, 조 규갑, 전 차수, "포켓형상가공을 위한 최적공구 선정방법," 한국정밀공학회지, 제 14 권, 제 7 호, pp. 49-58, 1997.
- Alan C. Lin, Ching-Long Wei, "Automated selection of cutting tools based on solid models," Materials Processing Technology, pp. 317-329, 1997.
- 양 학진, 김 성근, 허 영무, 양 진석, "사출금형 CAM 작업 지원용 공구 선정 시스템 개발," 한국정밀공학회 추계학술대회, pp. 175-179, 2001.
- 양 학진, 김 성근, 허 영무, 양 진석, "사출금형 형상부 가공을 위한 공구 선정 시스템 개발," 한국정밀공학회 춘계학술대회, pp. 569-574, 2002.
- Sumitomo Electric, "'91 Performance Cutting Tools," 1991.
- EDS Unigraphics, "Ugopen API Reference".