

## Solid Modeling 기법을 응용한 복합곡면 가공에 있어서 공구간섭 제거

장동규\*, 조시완\*, 양균의\*\*

Tool Interference Avoidance in Compound Surface  
Using Solid Modeling Method

Dong-Kyu Chang, \* Si-Wan Cho\*, Gyun-Eui Yang\*\*

### Abstract

Compound surface modeling is widely used for die cavities and punches. A compound surface is defined in 3-D space by specifying the topological relationship of several analytic surface elements and a sculptured surface. A constructive solid geometry scheme is employed to model the analytic compound surface. The desired compound surface can be accomplished by specifying topological relationships in terms of boolean relations between primitives and the sculptured surfaces.

Additionally, a method is presented for checking and avoiding the tool interference occurred in machining the compound surface. Using this method, the interference of concave, convex, and side region can be checked easily and avoided rapidly.

Keywords : Compound Surface(복합곡면), Tool Interference Avoidance(공구간섭 제거), Solid Modeling Method(솔리드 모델링 기법), Boolean Operation(불린작업)

### I. 서 론

단순한 형태의 기계부품에서부터 대량 생산품목인 자

자동차, 선박, 항공기 그리고 가전제품 등 주위에서 흔히 볼 수 있는 여러 가지 제품의 제작에 금형은 널리 쓰이고 있다.

특히, 요즘의 금형 산업은 그 기능적인 측면뿐 아니

\* 전북대학교 기계공학과 대학원

\*\* 전북대학교 기계공학과

라 미적 감각까지 만족시키는 심미안적인 측면이 많이 고려되고 있으며 CAD/CAM 소프트웨어, CNC공작기계, 머시닝 센터 등을 이용한 기술 집약적인 생산체제로 변화하는 실정이며 금형의 생산성 향상, 원가단축 및 납기단축에 중점을 두고 있다.

공정계획에 의해 금형 제품을 가공할 때 가장 심각하게 발생하는 문제 중의 하나가 공구간섭현상이다. 공구간섭현상은 가공시간, 가공 효율등 생산성 향상을 고려하여 반경이 큰 공구로 황삭가공을 할 때 곡면의 곡률보다 공구의 반경이 클 때 발생하는 현상이다. 이와 같은 간섭현상이 생기면 공구가 곡면의 원하지 않는 부위까지 과절삭하게 되어 금형의 정밀도를 크게 저하시키게 된다. 그러므로, 효과적인 가공효율로 정밀도가 높고 생산성이 뛰어난 금형을 생산하기 위해서는 공구 간섭현상의 제거가 필수적이다.

이와 같은 공구의 간섭 현상을 제거하기 위한 기존의 공구간섭 제거에 관한 연구를 보면 매개적 복합곡면의 경우에는 곡면 가공시 발생하는 간섭을 분할된 삼각평면을 이용하여 제거하는 연구[1]가 나와있고 해석적 복합곡면의 경우에는 곡면의 모델링과 곡면 가공시 자유곡면과 도형의 접합 부위 및 도형의 볼록 부위에서의 공구간섭 문제를 filleting과 rounding기법을 사용하여 제거한 연구[2]가 있다. 복합곡면의 간섭문제는 기저면이 되는 자유곡면의 공구간섭내의 공구간섭과 자유곡면과 접합되는 도형의 접합 부위의 간섭으로 나누어 생각할 수 있다.

또한, 자유곡면에 대한 간섭 방지에 관한 연구를 보면, 첫 번째 방법은 APT방식[3]을 이용하는 방식과 두 번째 방식으로 Cartesian 또는 parametric 공간상에서 공구경로를 계획하고 이 공구경로에 해당하는 곡면상의 곡선을 구한 다음 여러 개의 선분들로 적절히 보간하여 CC data를 얻고 CC data에서 간섭영역에 속하는 부분들을 제거함으로서 간섭을 방지하는 CL data를 얻는 방식[4]이 있으며 세번째 방법은 Duncan과 Mair에 의해서 제안된 다면체 근사 모형을 이용하는 방법[5]으로 가공곡면을 삼각면으로 이루어진 다면체로 근사한 뒤 공구가 각 삼각형면의 도심에 접하게 하여 주변의 삼각형들과 간섭이 되는지 검사하고 간섭의 경우 Z축을 들어올리는 방식이 있다. 네번째 방식으로 다면체 근사모형 방법과 두번째의 방법을 같이 사용하여 CC data로

다면체 근사모형을 형성하는 방법[6]과 이 외에도 공구의 inverse offset을 이용해 공구 간섭이 제거된 공구경로의 생성방식[7]이 제시되었다. 이러한 방식은 간섭은 확실히 제거되나 근사적인 방법이라는데 문제가 있다. 또한 험몰탐색에 의한 공구간섭을 제시한 방식[8]은 공구 접촉 데이터(CC data)와 공구 위치 데이터(CL data)간의 거리 검사를 통해 간섭부위를 찾아 간섭을 국부적으로 제거하는 방식이다.

최근의 연구로는 간섭이 발생하는 오목부위에서 offset곡면이 교차하여 loop가 생성되는 성질을 이용하여 offset곡면의 교차곡선을 찾아서 그 loop를 제거하는 방법으로 간섭을 제거한 방법[9]이 제시되었고 Oliver 방식을 향상시켜 복합곡면에서 한번의 공구 이동에 따라 얹어지는 곡면의 데이터를 가지고 데이터간의 거리검사를 통하여 간섭영역을 검사하고 오목, 볼록 및 측면간섭을 제거하는 방법[10]이 제시되었다.

본 연구에서는 이러한 공구간섭의 배경을 바탕으로 하여 해석적 복합곡면에서 간섭이 발생하는 부위를 솔리드 모델링 기법중 primitive에 대한 정보를 가지고 boolean연산을 행하여 복합곡면을 만드는 CSG(Constructive Solid Geometry)의 data structure기법을 응용하여 접합되는 도형에 대한 정보를 data structure에서 추출. 이 정보를 사용하여 빠르게 간섭역을 찾고 찾아진 간섭역에서의 공구간섭 현상을 검사하고 offset법을 이용하여 제거하고자 한다. 이 방식은 처리하는 데이터 양이 적기 때문에 계산시간이 적고 메모리를 단축시킬 수 있다. 특히, 접합되는 도형에 대한 간섭문제를 빠르게 검사하고 제거하고자 한다.

## 2 복합곡면의 모델링

### 2.1 전체 시스템의 흐름

본 연구에서 수행한 프로그램의 전체 개략도는 Fig.1과 같다.

전체 알고리즘은 흐름은 그림에서 보듯이 주어진 형상의 곡면데이터 및 접합되는 도형의 data를 받아 data structure에 넣고 이 data를 사용하여 기저곡면 및 복합곡면을 생성하고 CC data를 구한다. 초기의 입력 data는 가공정보로서 이용되어 오목, 볼록 및 측면간섭에 대한 간섭역을 구하는데 이용되고 찾아진 간섭역

에서 주어진 data의 offset data를 구하여 간섭을 제거한 CL dat를 구한다. 간섭을 검사하고 제거하는 알고리즘은 뒤의 <참고>편에 두었다.

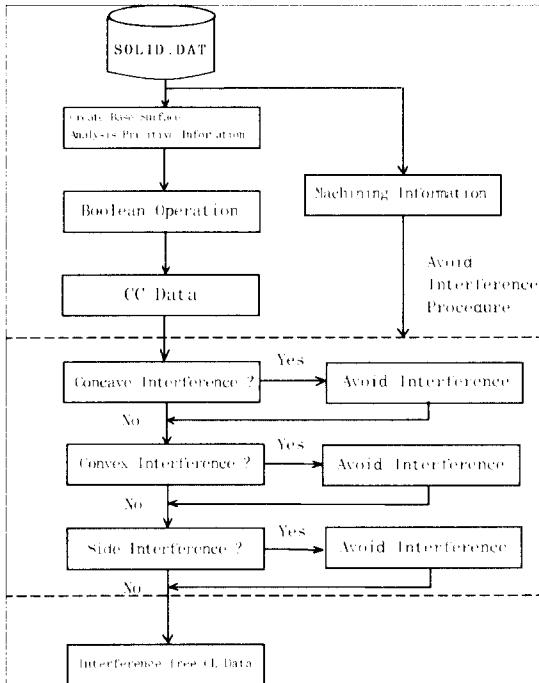


Fig. 1 : Flowchart of tool interference avoidance algorithm

## 2.2 기저곡면의 모델링

복합곡면의 기저곡면은 자유형상을 갖는 곡면으로 여러 자유곡면의 표현방법을 사용하여 표현할 수 있다. 매개변수로 표현되는 매개적 자유곡면식은 다음과 같은 벡터식이다.

$$\vec{S}(u, v) = [X(u, v), Y(u, v), Z(u, v)] \quad (1)$$

여기서  $u, v$ 는 매개변수이다. 즉, 매개변수  $u, v$ 가 주어지면 해당곡면상의 한 점의 좌표 ( $x, y, z$ )를 알 수 있다. 또한, 이 곡면식에서 매개변수  $u, v$  위치에서의 곡면의 법선벡터를 산출하고 이를 이용하여 공구위치를 계산한다. 주어진 곡면식  $\vec{S}(u, v)$ 에서의 매개변수  $u, v$ 에 대한 법선벡터는 다음과 같은 식으로 계산된다.

$$\vec{N}(u, v) = \frac{\frac{\partial \vec{S}(u, v)}{\partial u} \times \frac{\partial \vec{S}(u, v)}{\partial v}}{\left| \frac{\partial \vec{S}(u, v)}{\partial u} \times \frac{\partial \vec{S}(u, v)}{\partial v} \right|} \quad (2)$$

즉, 곡면을 매개변수  $u, v$ 에 대해서 양방향 편미분하여 얻어진 접선벡터를 벡터적하여 곡면의 법선벡터를 구할 수 있다.

위의 두 식을 사용하여 공구 접촉 데이터(CC data)에서 공구 반경( $R$ )을 고려한 공구 위치 데이터(CL data)는 다음의 벡터식으로 표현할 수 있다.

$$\vec{O}(u, v) = \vec{S}(u, v) + R \cdot \vec{N}(u, v) \quad (3)$$

여기서  $R$ 은 공구반경이다. 자유곡면의 생성방식에는 여러 가지가 있지만 본 연구에서는 기본적인 곡면생성 방식중의 하나인 Ferguson곡면식을 사용하여 기저곡면을 나타내는 자유곡면을 정의하였다.

## 2.3 복합곡면의 생성

기저곡면으로서 자유곡면을 모델링한 후 여러 가지 해석 도형을 첨가하거나 제거하여 해석적 복합곡면을 모델링 한다. 해석적 복합곡면의 모델링은 자유곡면의 모델링에 해석적 도형을 첨가하거나 제거하는 방법으로 정의된다.

자유곡면에 이러한 해석도형이 첨가되거나 제거되는 접합관계를 표시하는 기준을 boolean 관계라 한다. 이 boolean 관계를 가지고 복잡하게 접합된 복합곡면에서의 교점을 계산한다. 그림 [2]는 boolean관계를 나타낸 그림이다. 임의의 복합곡면에서 기저곡면  $\vec{B}(u, v)$ 과 해석도형  $S_1$ 이 제거되어 있고  $S_2$  가 첨가되었다고 한다면 이 복합곡면의 경우 boolean 표현은 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$BP = B - S_1 + S_2 \quad (4)$$

삽입되는 도형의 경우는 교점의 높은 값을 취하고 제거되는 도형의 경우는 교점의 낮은 값을 취하는 방법으로 복합곡면 상에서의 실제 교점을 찾을 수 있다.

$$Z_s = \max(Z_s, \min(Z_b, Z_{sl})) \quad (5)$$

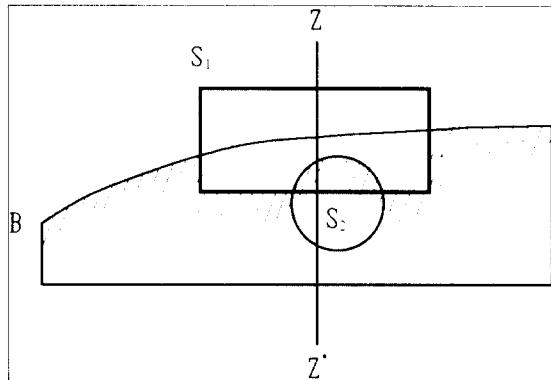


Fig. 2 : Boolean relation of compound surface

### 3 공구간섭 검사와 제거

해석적 복합곡면의 가공시 발생하는 공구간섭은 크게 두 가지로 나누어 고려한다. 하나는 자유곡면에서의 공구간섭 제거이고 다른 하나는 접합된 해석도형에서의 간섭이다. 이 중, 자유곡면에서의 공구간섭 제거는 오목인 경우와 볼록인 경우로 나누어 생각하고 접합되는 해석도형에서의 공구간섭은 오목, 볼록 및 측면간섭으로 나누어 고려한다.

#### 3.1 자유곡면에서의 공구간섭 제거

본 연구에서는 자유곡면의 공구간섭 제거를 위해 먼저 곡면의 오목과 볼록을 판정한다. 가공 곡면 위의 두 CC데이터  $(\mathbf{r}_i, \mathbf{n}_i)$ ,  $(\mathbf{r}_j, \mathbf{n}_j)$ 에 대하여 다음과 같은 관계를 정의할 수 있다.

- ◇  $(\mathbf{r}_j - \mathbf{r}_i) \cdot \mathbf{n}_i < 0$ 이면  $\mathbf{r}_i$ 는  $\mathbf{r}_j$ 에 대하여 볼록
- ◇  $(\mathbf{r}_j - \mathbf{r}_i) \cdot \mathbf{n}_i > 0$ 이면  $\mathbf{r}_i$ 는  $\mathbf{r}_j$ 에 대하여 오목
- ◇  $(\mathbf{r}_j - \mathbf{r}_i) \cdot \mathbf{n}_i = 0$ 이면  $\mathbf{r}_i$ 는  $\mathbf{r}_j$ 에 대하여 평행

또한, 두 CC데이터에 대하여 다음과 같은 상호관계를 정의할 수 있다.

- ◇ 두 CC점이 서로 볼록하면 '볼록관계'
- ◇ 두 CC점이 서로 오목하면 '오목관계'
- ◇ 두 CC점이 서로 평행하면 '평행관계'
- ◇ 한 점은 볼록하고 다른 점이 오목하면 '변곡관계'
- ◇ 한 점은 볼록(오목)하고 다른 점이 평행하면 볼록 (오목)관계

만일, 위의 관계식에서 오목이나 볼록관계로 판정이 되면, 오목인 경우에는 가장 낮은 점에 공구를 놓고 간섭이 없는 부위까지 검색하여 그 부위로 공구를 들어올리고 볼록인 경우에는 공구 중심점에서 각 점까지 거리를 검사하여 가장 높은 곳으로 공구를 들어주는 방식으로 자유곡면의 오목과 볼록 간섭을 제거한다.

#### 3.2 복합곡면에서의 공구간섭제거

본 연구에서 공구의 간섭을 제거하는 방식으로는 찾아진 간섭영역에서 크게 세 가지로 나누어 생각한다. 하나는 공구가 오목부위에서 간섭을 일으키는 것과 볼록부위에서 간섭을 일으키는 경우, 공구가 측면간섭을 일으키는 부위로 나누어 고려한다. 해석적 복합곡면에서는 자유곡면상에서의 간섭을 배제한 경우 해석적 도형이 접합된 부위에서 공구의 간섭현상이 발생하므로 In/Out 판별법을 이용하여 해석도형의 형상정보로부터 공구의 간섭영역을 쉽게 계산할 수 있다.

##### 3.2.1 오목부위에서의 공구간섭 제거

Oliver[8]는 오목부위에서 생기는 간섭을 나비 형태의 간섭이 생기는 것으로 판단, 이 나비형의 루프(Butterfly Detection)에서 간섭쌍을 찾아 나비형태의 시작과 끝에 해당하는 곡면점의 매개변수값을 결정하고 그 시작과 끝간의 값을 제거하는 방식으로 오목부위의 공구간섭을 제거하는 방식을 취하였다. 본 연구에서는 공구의 오목간섭의 제거방법을 Solid Modeling기법을 응용하여 Solid모델링의 정보구조에 있는 quadratic도형의 정보를 이용하여 공구와 간섭을 일으키는 영역을 찾고 간섭을 제거한다. 즉, 공구의 간섭영역을 해석도형의 초기진입점에서 좌우로 공구의 반경만큼의 부분으로 지정하고 공구가 간섭영역에 들어오면 간섭영역의 시작점에서 공구의 반경만큼 더 이송을 하고 공구를 가공경로를 따라 움직이게 한 후 밑면부위에서 공구의 반경만큼을 띠워주는 방식으로서 공구의 간섭현상을 제거한다. 아래의 그림 [3]은 이 방법을 도식적으로 표현한 것이다. 그림에서 A점을 A'점으로 공구의 반경만큼 이송을 준 후 B점을 공구의 반경만큼 옆과 위로 이동한 B'점까지 이송을 준 후 같은 방식으로 C'점과 D'점으로 이송을 하여 공구의 간섭을 제거한다.

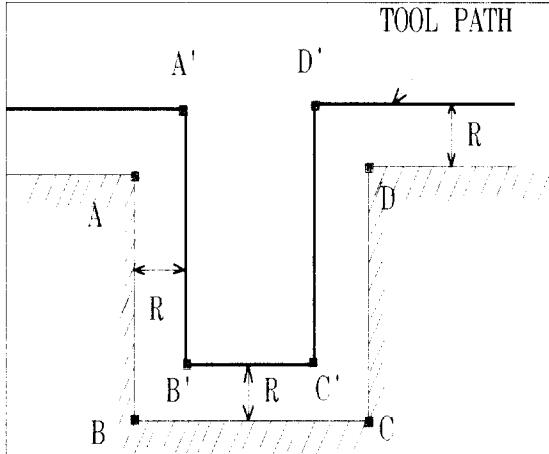


Fig. 3 : Avoidance of concave interference

### 3.2.2 볼록부위에서의 공구간섭 제거

Oliver의 방식에서는 곡면의 볼록 부위에서 공차한도를 넘어서는 간섭은 다음의 관계가 성립함을 알 수 있다 [그림 4].

- (1)  $|P_{n2}P_{n3}| > |P_2P_3|$
- (2)  $|P_2P_3| < R$  (tool radius)
- (3)  $H_2 > chordal tolerance limit$

위의 조건에서 조건(1)은 볼록부위를 나타내고 (2)와 (3)은 급격한 볼록형상으로 인하여 공구가 볼록부위를 깎아먹는 조건을 나타낸다.

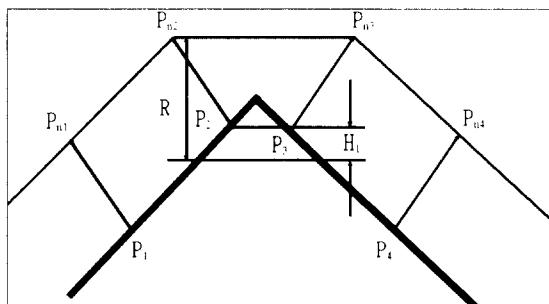


Fig. 4 : Detection of convex interference

본 연구에서는 볼록부위의 판정을 위의 식(1)과 (2)를

이용하여 곡면이 볼록간섭을 일으키는가를 체크한다. 그림 [5]는 볼록간섭의 형태를 보여주고 있다.

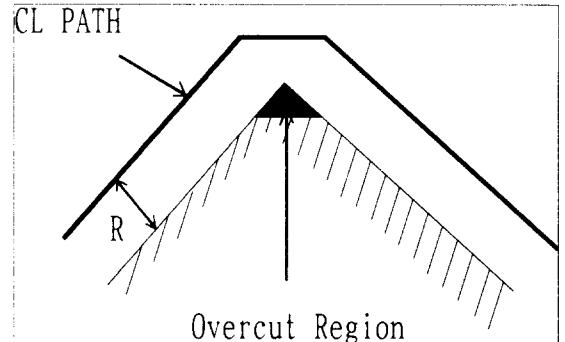


Fig. 5 : Example of convex interference

그림 [6]은 볼록간섭을 제거하는 그림을 보여주고 있다. 그림과 같이 삼각형 형상의 ABC도형에서 선분  $\overline{AB}$ 의 법선방향으로 점 A와 B를 offset시켜 점 A'와 B'를 구하고 선분  $\overline{BC}$ 의 법선방향으로 점 B와 C를 offset시켜 점 B''와 C'를 구한다. 이렇게 구한 offset 점 A', B', B'', C'점을 가지고 선분  $\overline{A'B'}$ 와 선분  $\overline{B''C'}$ 를 그린다. 이때, offset된 이 점들로 구한 선분의 교차 점 D를 두 직선의 교차점을 찾는 방식으로 찾아 그 교차점을 삽입해주거나 점 B'와 B''사이를 원호보간하는 G-code를 삽입하는 방식과 원호보간된 데이터를 삽입하는 방식으로 볼록부위에서 공구의 간섭을 제거한다.

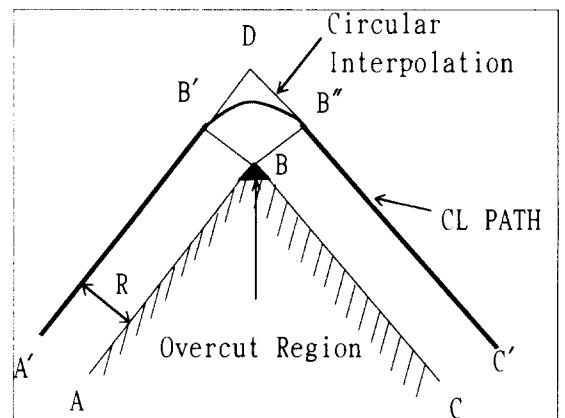
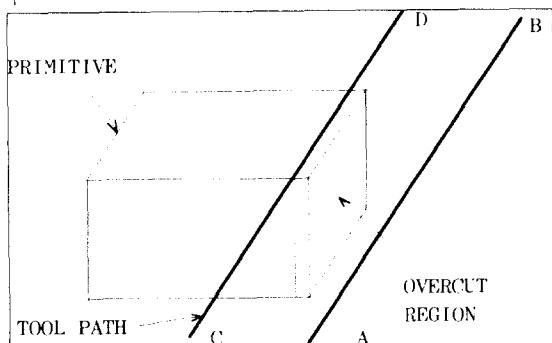


Fig. 6 : Avoidance of convex interference

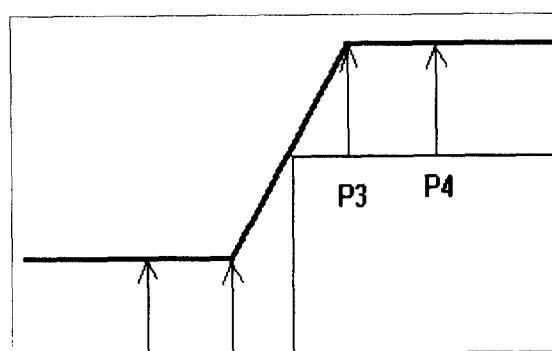
### 3.3 공구의 측면간섭

#### 3.3.1 공구의 측면간섭 현상

공구의 측면간섭은 두 가지로 구분할 수 있다. 하나는 공구가 진행하면서 간섭을 일으키는 경우와 공구가 도형의 옆을 지날 때 도형의 측면을 깎아먹는 경우이다. 공구의 측면간섭 현상을 그림 [7]에 보여주고 있다. 그림 (a)는 해석도형의 측면에서의 측면간섭현상으로 공구가 선분 AB를 지날 때는 공구의 간섭이 일으키지 않으나 공구가 선분 CD를 지날 때는 공구가 도형의 측면을 과먹는 공구의 측면간섭현상이 발생하게 된다. 이러한 측면간섭은 Oliver의 방식으로는 법선벡터가 일정하지 않아 구(sphere) 부분에서는 간섭을 제거하기가 어렵다. 또한, 그림 (b)는 공구의 진행방향에서의 간섭으로 공구가  $P_2$ 점에서  $P_3$ 점으로 이동하면서 도형의 일부분을 과먹는 현상이다. 이 간섭은 공구 진행방향의 간



(a) In primitive side



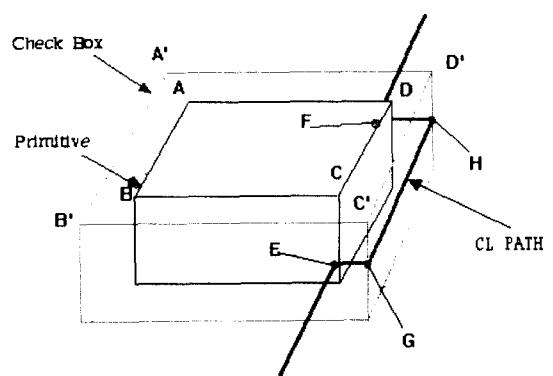
(b) Along the tool path

Fig. 7 : Side interference

섭이지만 오목이나 불록의 간섭 검사로는 확인할 수 없는 간섭이다.

#### 3.3.2 측면간섭의 제거

공구의 측면간섭의 경우는 공구의 불록간섭현상과 마찬가지로 솔리드 모델링 기법 중 해석도형의 data structure를 이용하여 이 해석도형의 offset 윤곽을 구하고 이 offset 윤곽과 기저곡면의 offset 도형의 만나는 부위에서 해석도형의 offset 윤곽을 공구의 가공경로에 대체시킴으로써 공구의 측면간섭현상을 제거한다. 그림 [8]의 (a)는 측면간섭의 제거를 도식화한 것이다. 그림에서 보듯이 진행의 측면에서 발생하는 간섭의 경우에는 도형의 각 모서리점 A,B,C,D를 공구의 반경만큼 Offset시킨 점  $A', B', C', D'$ 를 구하여 이 네개의 점으로 새로운 도형의 외각을 만든다. 이 외곽라인  $\overline{CD}$  바로 간섭을 일으키는 시작점이 되므로 공구가  $\overline{CD}$ 를 지날 때 공구의 진행방향을 그림에서 보듯이 검사상자와 가공 CL 라인이 만나는 점 E와 F를 찾고 그 점에서 선분  $\overline{CD}$ 의 외곽윤곽선인  $\overline{GH}$ 를 지나가게 데이터를 치환함으로써 공구의 측면간섭을 제거하한다. 또한, 공구의 진행방향에서 발생하는 공구의 측면간섭 역시 이 방식을 도입하여 그림 (b)와 같이 간섭이 없는 현재의 가공 데이터와 다음의 가공데이터의 z값을 비교하여 현재 공구위치의 z값이 작으면 공구를 외각라인의 점  $P'$ 를 찾아 그 점에 위치시키고 그 점에서 최상의 z값으로 들어올림으로써 공구의 측면 간섭을 제거한다.



(a) In primitive side

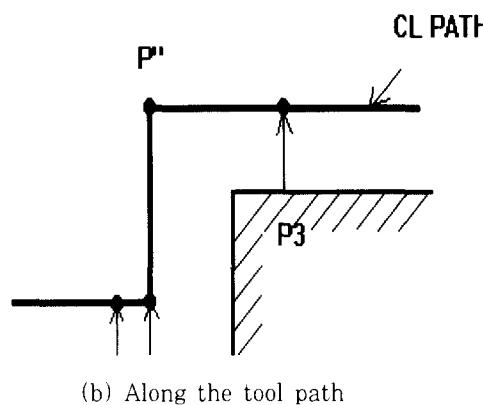


Fig. 8 : Avoidance of side interference

#### 4 수행 결과

본 연구에서 수행한 알고리즘을 검증하기 위하여 아크릴 재료를 가지고 가공을 하였다. 가공 기계로는 본 실험실에서 보유하고 있는 3차원 Milling Machine을 사용하였으며 486 퍼스널 컴퓨터와 연결된 DNC프로그램을 이용하여 가공을 수행하였다. 그림 [9]는 본 연구에서 개발한 알고리즘을 이용하여 공구간섭을 제거한 공구 경로를 보여주고 있다. 그림 [10]은 본 연구에서 채택한 복합곡면을 사용하여 간섭이 배제된 공구위치데이터를 가지고 가공한 결과를 보여주고 있다.

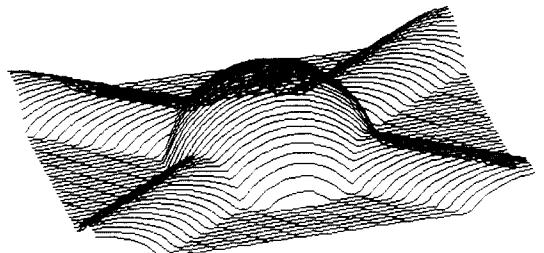
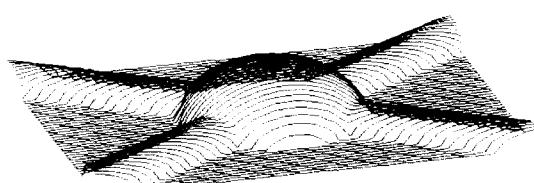


Fig. 9 : Example of compound surface in this study

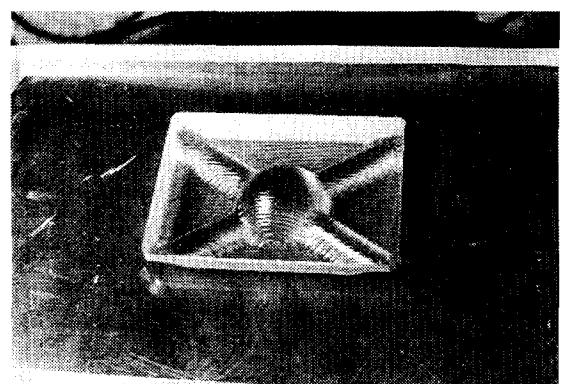


Fig. 10 : Machined result

#### 5 결론

해석적 복합곡면에서의 금형의 황삭가공에서 발생하는 공구간섭 현상을 솔리드 모델링에서의 In/Out 판별에 의한 방식과 data structure 개념을 도입하여 공구의 오목간섭 및 불록간섭, 측면간섭현상을 제거하였다. 이러한 공구의 간섭제거는 공구의 진행방향에서만 검사하고 제거하므로 처리하는 데이터 양이 적어 계산시간과 메모리를 줄일 수 있었으며 접합되는 도형의 정보를 data structure화하여 외윤곽을 구하므로 쉽게 간섭역을 검사하고 그 부분에서만 공구의 간섭을 제거함으로 빠른 공구간섭 검사 방식이 되어 실시간 가공이 가능할 수 있도록 하였다.

추후 연구과제로는 해석적 복합곡면이 아닌 임의의 복합곡면에서도 이러한 기법을 응용하여 공구의 간섭을 제거하는 것이 필요하겠다.

## 후 기

본 논문은 1995년도 한국학술진흥재단의 공모과제 연구비에 의해 수행되었으며 이에 관계자분들에게 감사 를 드립니다.

## 6 參考文獻

- [1] B.K. Choi, C.S. Lee, J.S. Hwang and C.S. Jun, "Compound Surface Modeling and Machining", CAD, Vol 20, No 3, pp 127-136, April 1988
- [2] J.S. Hwang, "Interference-Free Tool Path Generation in the NC Machining of Parametric Compound Surfaces", CAD, Vol. 59, pp. 667-676, 1992
- [3] I.D. Faux, etc, "Computational Geometry for Design & Manufacture", Ellis Horwood pub, 1981
- [4] 전차수, "3차원 측정데이터로부터 자유곡면의 NC 가공", 석사학위 논문, KAIST, 1985
- [5] J.P. Duncan and S.G. Mair, "The Anti-interference Features of Polyhedral Machining", in Advances in Computer-Aided Manufacture, North-Holland Pub. pp 181-195, 1977.
- [6] B.K. Choi and C.S. Jun, "Ball-end cutter interference avoidance in NC machining of sculptured surface", CAD, pp371-378, 1989.
- [7] Kondo,K.,Kishinami,T. and Saito,K., "Machining System Based on Inverse Offset Method", Journal of JSPE, Vol.54, pp.971-976, 1988
- [8] J.H.Oliver, D.A.Wysocki and E.D.Goodman, "Gouge Detection Algorithms for Sculptured Surface NC Generation", Journal of

- Engineering for Industry, pp. 139-144, Vol. 115, 1993
- [9] 박윤섭, 이희관, 양근의, "3차원 자유곡면 가공에 있어서의 공구간섭방지에 관한 연구", 대한기계학회 논문집, 제 19권, 제 8호, pp.1832-1843, 1995
  - [10] 강성기, '복합곡면 가공에 있어서의 공구간섭 제거에 관한 연구', 석사학위논문, 전북대학교, 1995

### 〈참고 : 각 공구간섭 단계별 알고리즘〉

1. 한 점에서 접합되는 도형의 윤곽을 구하는 알고리즘 : MACRO GET\_OUTLINE

```
MACRO GET_OUTLINE
//입력값 : 현재의 좌표값(X,Y,Z), 현재 도형의 정보
(Fig_Type), 불린 연산자(Sign)
// 출력값 : 새로운 윤곽점 배열(New_POINT)
{
    // 1. 입력된 도형의 종류를 파악한다.
    Fig_Name = Get_Pic_Name;
    // 2. 현재의 점이 각 도형에 해당되는지 검사
    만일 도형의 점이면
    {
        // 2. 각 도형별로 외곽라인의 방정식을 구한다.
        New_POINT[X] = Get_New_X
        New_POINT[Y] = Get_New_Y
        New_POINT[Z] = Get_New_Z
    }
    아니면
    RETURN(NOT_POINT) }
```

2. 오목간섭을 검사하고 제거하는 알고리즘 : MACRO CHK\_CONCAVE

```
MACRO CHK_CONCAVE // 입력값 :
현재의 점좌표 배열
```

```
{
// 현재 점에 대해 오목간섭을 검사
VAL = GET_OUTLINE
만일( VAL 이 NOT_POINT가 아니면 )
    현재의 점이 윤곽점 안에 들어 왔는가를 검사 들어왔으면
    New_VALUE = New_POINT
    아니면
    New_VALUE = OLD_VALUE
}
```

3. 볼록간섭을 검사하고 제거하는 알고리즘 : MACRO  
CHK\_CONVEX

```
MACRO CHK_CONVEX
// 입력값 : 점좌표 배열
{
// 현재점의 법선벡터와 다음점의 법선벡터 사이의 거리를 구함
DIST_NORMAL = GET_DISTANCE_NORMAL
// 현재의 점과 다음 점 사이의 거리를 구함
DIST_PNT = GET_DISTANCE_POINT
만일( (DIST_NORMAL > DIST_PNT) OR
(DIST_PNT<R) )
{
// 현재점과 그 전의 점을 지나는 선분을 구한다
LINE_1 = GET_LINE_EQN
// 현재 점과 다음 점을 지나는 선분을 구한다
LINE_2 = GET_LINE_EQN
// 두 선분의 교점을 구한다
INTSEC_PNT = GET_CROSS_POINT(LINE_1,
LINE2)
RETURN( INTSEC_PNT )
}
아니면
RETURN( OLDVALUE ) }
```

4. 공구의 측면간섭을 검사하고 제거하는 알고리즘 :
MACRO CHK\_SIDE

```
MACRO CHK_SIDE // 입력값 : 현재의 점 좌표 배열
```

```
{
VAL = GET_OUTLINE
만일( VAL 이 NOT_POINT가 아니면 ) // 도형의 점
{
만일 현재의 점이 윤곽점 안에 들어 왔으면
{
만일 현재의 점이 도형의 양 측면전의 점이면
{
New_VALUE = New_POINT
RETURN( New_VALUE )
}
아니고 진행방향의 점이면
{
// 간섭이 없는 최대 높이를 구한다
New_VALUE[Z] = GET_MAX_Z
RETURN( New_VALUE )
}
} RETURN(OLD-VALUE)
}
```