

형상모델을 이용한 초정밀 밀링 가공에 관한 연구

Study on Precision using Shape Model

*유효선¹, #양정삼², 이찬희³, 최준명³, 김호상³

*H. S. You¹, #J. S. Yang(jyang@ajou.ac.kr)², C. H. Lee³, J. M. Choi³, H. S. Kim³

¹아주대학교 산업공학과, ²아주대학교 산업정보시스템공학부, ³고등기술연구원 로봇생산기술센터

Key words : Z-Map, Ultra-Precision Technology, Tool Path, CAM, Shape Model

1. 서론

현대 사회에 들어 제품의 소형화, 슬림화가 중요시 되고 반도체와 같이 정밀한 가공을 요하는 첨단 기술 제품이 출현함에 따라 초정밀 가공의 필요성이 점차 높아지고 있다. 이러한 제품들이 발달함에 따라 부품이 요하는 정밀도가 나날이 높아지게 되었고, 이로 인해 정밀 가공 기술 역시 고도화되어 점차 초정밀 가공에 포커스가 맞춰지고 있다. 초정밀 가공은 마이크로미터, 나노미터의 정밀도를 실현하는 가공 기술로 가공 범위가 굉장히 좁기 때문에 공구의 움직임이 공작물에 정밀하게 투영된다는 특징을 가지고 있다. 이는 가공경로정보가 가공물의 품질에 치명적인 영향을 미치는 품질요소로 작용된다는 것을 의미한다. 가공경로정보는 가공물에 작용하는 다른 품질요소보다 핸들링이 쉽고 정보 변경으로 인한 품질 변화가 크다는 장점을 가지고 있다.

가공경로정보는 가공물의 3차원 형상 모델과 일치성이 높을수록 고품질의 가공물이 생성된다. 이를 위해 공작기계에서는 추출된 경로 정보를 여러 가지 보간 방법을 이용하여 기존 형상 모델과의 차이를 없애는데 주력한다. 주로 사용되는 보간법으로는 직선보간, 원호보간, NURBS 보간법이 있다. 직선 보간법은 직선을 가공하는 방법으로 공구가 시점에서 종점까지 직선으로 이동한다. 원호 보간법은 이와 반대로 곡선을 가공하는 기능으로 시점에서 종점까지 시계방향이나 반시계 방향으로 이동하며 가공을 한다. 마지막으로 NURBS 보간법은 곡선을 가공하는 방법으로 포인트를 통해 NURBS 곡선을 생성하여 시점에서 종점까지 NURBS 곡선을 따라 이동한다.

본 연구에서는 밀링 가공에서 주로 이용되는 직선 보간법을 이용하여 보간 하였다. 이를 위해

Z-Map을 이용하여 가공경로정보를 추출하였다. 추출 데이터를 이용하여 CAM소프트웨어에 적용한 후 제품의 3차원 형상 모델과의 형상 오차를 확인하였다.

2. Z-Map의 기본개념

Z-Map은 곡면상의 점(X, Y)가 갖는 깊이 Z 값의 표현 방법으로 일정한 간격의 격자를 생성하여 임의의 점(X(i), Y(j))에서의 깊이 값 Z를 추출한다. Fig. 1 은 Z-Map의 기본 개념을 보여주고 있다.

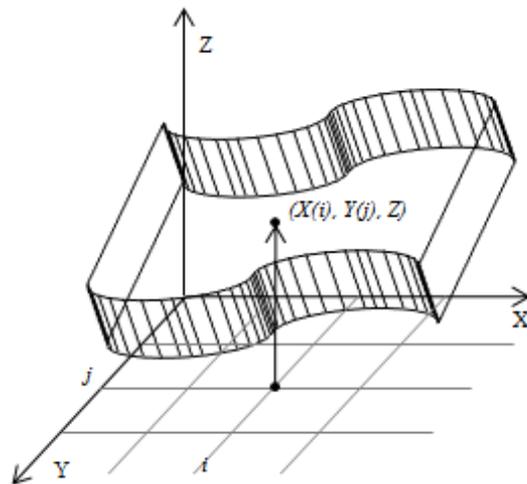


Fig. 1 Fundamental concept of Z-Map

Z-Map은 데이터 구조가 단순하기 때문에 업데이트가 단순하고 추출된 데이터의 공구 보상이 간단하다는 장점을 갖는다. 반면 격자가 조밀해 질수록 정밀도가 높아지는데, 이에 따라 많은 저장 공간과

긴 계산 시간이 요구된다는 단점을 가지고 있다.

3. CAM 프로그램의 제작

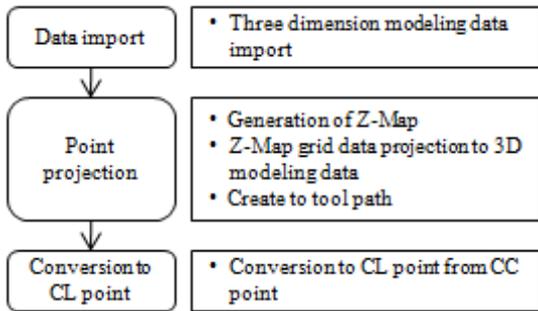


Fig. 2 The process of CAM program

Fig. 2 는 제작된 프로그램의 전체 흐름을 나타내고 있다. 3차원 형상 모델을 불러오게 되면, 점 투영 작업이 시작된다. 먼저 Z-Map이 생성된 후 격자에 위치한 점 데이터가 형상에 투영되면서 위치 정보를 추출되고 이를 통해 공구 경로를 생성할 수 있다. 생성된 공구 경로는 CC(Cutter contact) 데이터로, 가공을 위해서는 공구의 실제 위치를 반영한 CL(Cutter location) 데이터로 변환할 필요가 있다. 최종적으로 머신에 전송되는 위치 데이터는 CL 데이터로 공구 반경에 의한 1차적 보상을 행하였다. CL 데이터는 수식 (1) 과 같이 구할 수 있으며, 만들어진 CAM 프로그램의 화면은 Fig. 3 과 같으며 세부 선택 메뉴는 Fig. 4와 같다.

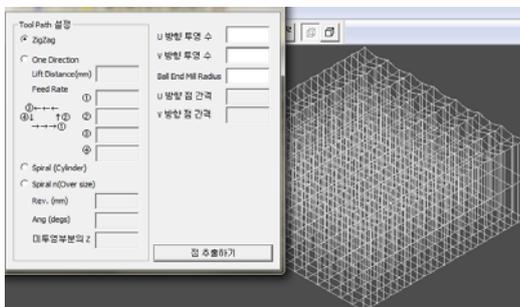


Fig. 3 Run screen of CAM program

$$CL_b = p + nR_b - \begin{bmatrix} 0 \\ 0 \\ 1 \end{bmatrix} R_b \quad (1)$$

Binormal Vector = b

Surface Point(CC point) = p

$$CL \text{ Point} = CL_b$$

$$\text{Surface Normal Vector} = n$$

$$\text{Ball End Mill Radius} = R_b$$



Fig. 4 User selection menu

4. 결론

본 연구에서는 초정밀 가공에서 3차원 형상 모델을 이용한 가공 경로 생성 방법에 대한 연구를 진행하였다. 이를 위해 Z-Map을 적용하였으며, 최종 CAM 프로그램을 제작하였다. 차후, 제작된 CAM 프로그램에서 생성된 가공경로를 사용하여 가공된 가공물과 가공물의 3차원 형상 모델, 가공 경로정보 간의 형상 오차 비교를 통해 가공 경로 정밀성과 가공물의 품질간의 관계를 확인할 예정이다.

감사의 글

본 과제는 경기도 기술개발사업의 사업비지원 (A10101010)에 의해 수행되었습니다.

참고문헌

1. Gyula Hermanu, "Real-Time 3D Tool Path Generation for Numerical Control," johnvon nennmann faculty of information technology, 2000.
2. Misra, D., Sundararajan, V., Wright, P. K., "Zig-Zag Tool Path Generation for Sculptured Surface Finishing," Dimacs Series in Discrete Mathematics and Theoretical Computer Science, 67, 265-280, 2005.