

가상 CNC 밀링에서 공구충돌 예측 및 급속이송 경로 최적화 Prediction of Tool Collapse and Optimization of Rapid Feedrate Paths in Virtual CNC Milling

*백대균¹, 고태조², #양승한³

*D. K. Baek¹, T. J. Ko², #S. H. Yang(syang@knu.ac.kr)³

¹경북대학교 기계연구소, ²영남대학교 기계공학부, ³경북대학교 기계공학부

Key words : Rapid Feedrate Path Optimization, Tool Collapse, Virtual CNC Milling

1. 서론

가상 공작기계(Virtual Machine Tool, VMT)에서 자유곡면(Free-form surface) 가공은 급속이송과 절삭이송에서 충돌 검증이 필요하다. 특히, 생산현장에서 툴홀더(Tool Holder)와 스피들 헤드가 공작물에 충돌하게 되면 막대한 손실을 입히게 된다. 본 연구에서는 절삭이송뿐만 아니라 급속이송에서 공작기계 스피들, 툴홀더, 공구의 충돌을 예측할 수 있는 알고리즘을 제시하고 충돌방지를 위한 툴홀더와 공구의 길이를 결정하고, 충돌검증을 통하여 급속이송 경로를 최적화하고자 한다.

2. 가상 CNC 밀링에서 공구충돌 예측 및 급속이송 경로 최적화

자유곡면가공에서 급속이송(G00)뿐만 아니라 절삭이송(G01)에서 Fig. 1에서 보는 것처럼 공구, 툴홀더, 또는 스피들이 충돌할 수 있다.

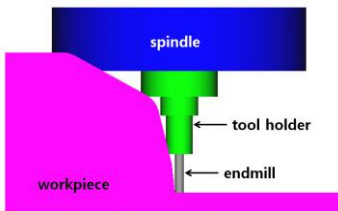


Fig.1 Collapse in machining of free-form surface.

Fig. 2에서 보는 것처럼 툴홀더와 스피들의 직경에 대하여 충돌하지 않는 각각의 길이를 찾아내고, 툴홀더와 스피들이 충돌하는지 확인 후 가공한다. 만약 공구길이를 잘못 선택하면 공구충돌로 막대한 손실이 발생하게 되고 공구길이가 너무 길면 진동이 발생하게 된다.

급속이송 경로에서 가공면 Z-map의 최소

값을 구하여 공구가 충돌하지 않고 최고로 빨리 이동할 수 있는 경로를 찾는다.

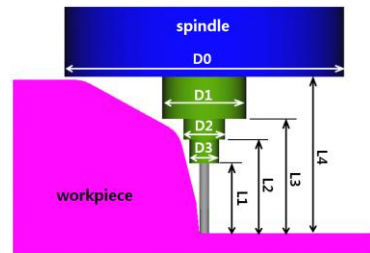


Fig. 2 Selection of tool holder and determination of tool length by predicting tool collapse.

다이나믹 가공검증모델¹에서 Swept Volume을 구하여 Boolean 연산을 수행한다. NC 블록의 출발점(x0, y0, z0)에서 swept volume을 구한 후 매 거리 dl마다 swept volume 구하여 Boolean 연산으로 공작물을 검증한다. 본 연구에서는 G00 급속이송에서 dl을 크게 하였다. 공구반경값 r=dl로 두어 계산시간을 빨리하고 급속이송에서 공구 충돌을 검증하였다.

빨리 계산하기 위해 스피들과 툴홀더의 모서리 부분의 z-map 데이터만 공작물과 충돌하는지 매 dl거리마다 검사하였다. 모든 급속이송(G00)과 절삭이송(G01)에서 매 dl의 위치에서 Fig. 3과 같이 모서리와 공구 끝 또는 공구 전체(G01일 때)의 z-map을 구하여 충돌하게 되면 그 때의 공작물의 z-map과 충돌하는 각 모서리의 차이값을 계산하여 최대값을 저장하여 Fig. 2의 L1, L2, L3, L4를 구하여 툴홀더와 공구길이를 선정한다. 급속이송(G00)에서는 그 경로에서 최고 높은 공작물의 z-map 값을 기억한다. 기억된 높이 값에 여유값을 더하여 CNC 프로그램의 Z-좌표에서 기존의 값 대신 저장하여 급속이송 경로를 최적화한다.

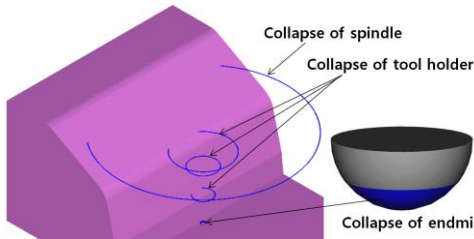


Fig. 3 Predicting collapse in dynamic verification model by using the edge of the tool & tool holder.

3. Simulation Results

자유곡면의 원래 가공경로의 한 예를 Fig. 4 에 나타내었다. 가공경로중 급속이송에 대해 공구가 충돌하지 않는 최적의 경로를 계산하여 Fig. 5 에 나타내었다.

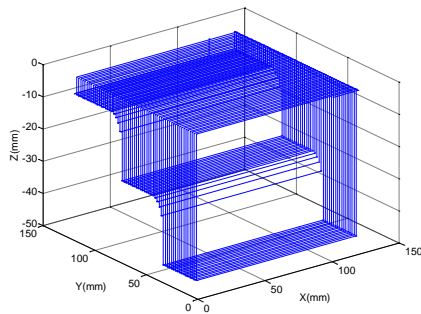


Fig. 4 Original tool paths of a free-form surface.

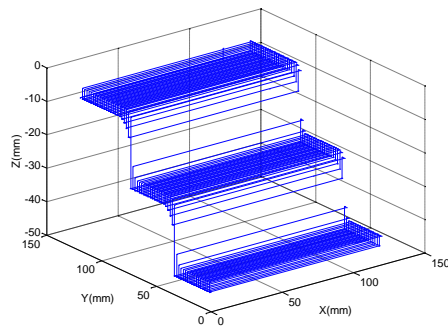


Fig. 5 Optimized tool paths of the free-form surface.

다이나믹 검증모델을 이용한 또다른 자유곡면의 검증결과는 Fig. 6 에 나타내었다. 충돌 예측 알고리즘을 이용하여 공작기계가 충돌하지 않는 공구 및 툴홀더 길이 L1, L2, L3, L4 를 구하여 Fig. 7 에 나타내었다.

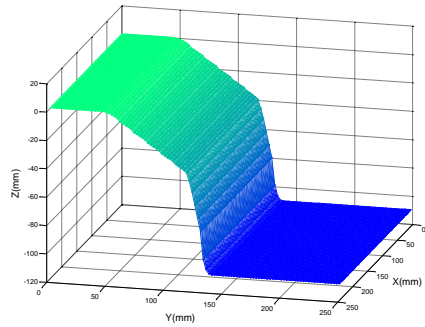


Fig. 6 Verification of another surface in VMT.

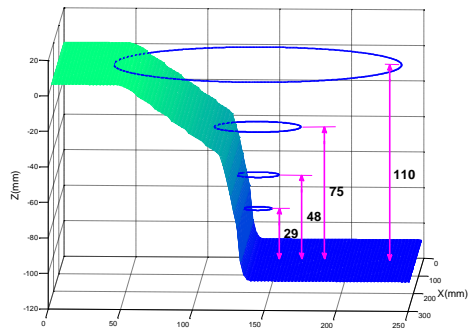


Fig. 7 Determination of tool lengths preventing tool collapse.

4. 결론

본 연구에서는 급속이송과 절삭이송에서 툴홀더 및 스피들 충돌을 검증하였다. 충돌 검증 알고리즘을 이용하여 공작기계가 충돌하지 않는 급속이송 경로를 찾아 최적화하여 생산성을 높이는 방법을 제시하였다. 또한, 공작기계가 충돌하지 않는 최적의 툴홀더 길이 및 공구 길이를 예측하였다.

후기

이 논문은 2012 년도 정부(교육과학기술부)의 재원으로 한국연구재단의 대학중점연구소 지원사업으로 수행된 연구임(2012-0005856)

참고문헌

1. D. K. Baek and T. J. Ko, "Feedrate scheduling for free-form surface using an NC verification model", International Journal of Machine Tools and Manufacture, Vol.48, No.2, 2008, pp.163-172.