

금형 제작자들이 고려해야 할 5축 프로그래밍 관련 4개의 주요 개발 사항

발췌인 _ 양정삼 _ 아주대학교 산업정보시스템공학부 _ jyang@ajou.ac.kr

5축 기계 가공은 몰드와 다이 제조에서 큰 면적의 공간에서 짧은 길이의 물로 수직 면이나 경사가 급한 면에 대해 과정 매개변수와 표면 값을 개선하는 것을 가능하게 한다. 불노우즈(bull-nose) 툴과 절삭 커팅 기계를 이용한 곡면법선(normal-to-surface) 밀링은 볼밀(ball mill) 가공과 비교를 했을 때, 가공경로 사이의 간격을 더 크게 하는 것을 막기 때문에 재고처리 비용을 높게 한다. 다수의 챔버(chamfer)와 구르브(groove)로 구성된 가공면을 매우 효과적으로 제작되게 할 수 있다. 설비를 줄인다던가 툴의 길이를 짧게 하는 것과 같은 여러 가지 장점으로 인해 5축 가공 기술에 대한 사용은 이전 보편화 되었다. CAM에서 더 발전된 소프트웨어는 3축 소프트웨어 사용의 편리함을 유지하면서 더 많은 장점을 제공한다. 5축 프로그래밍 관련해서 금형 제작자가 고려해야 할 사항은 (1) 충돌을 위한 자동 축 조절, (2) 자동 잔삭, (3) 자동 인덱싱, (4) 황삭과 정삭의 작업의 형태 이동을 들 수 있다.

CAM과 5축 가공

가능한 쉽게 NC 프로그램을 제작하기 위해서, 사용자는 각각의 기계의 기능범위와 기계의 기구학적(kine-

matic) 요소를 고려해 완벽히 활용할 수 있는 CAM 시스템이 필요하다 (그림 1(a), 그림 1(b)).

3축 밀링과 비교했을 때, 툴 참조 점의 이동과 공작 기계의 선형 축(피벗 포인트 가공경로)은 툴의 회전 이동과 축의 틸팅(tilting)이 선형 축에서 보상 이동(compensation movement)을 초래하기 때문에 5축 시뮬레이션 머시닝 과정에서 차이가 발생된다. 이러한 보상 움직임 이동은 가공면에 대한 기하형상, 단계별 위치 그리고 공작기계의 기구학적 요소와 같은 서로 다른 요소들에 의해 좌우된다.

5축 머시닝 과정에서 고려해야 할 것은 공작기계의 특정한 움직임을 실행하는 것이 아니라 가공 비용을 최적화하는데 있다. 최상의 결과는 가공과정에서 가능하면 툴의 이동을 최소화하는 것이다. 예를 들어, 시험 가공에 있어서 툴 교체 시점을 줄여 가공 시간을 1/3로 줄임으로써 나타날 수 있다. 또한 공작기계의 축 이동을 최소화하거나 툴의 열 발생과 마모를 줄이기 위해 보상 교체(compensatory shifting)를 하는 것은 공작기계의 부하를 줄일 수 있다. 이것은 공작기계의 수명을 연장시키고 정밀도를 향상 시킬 수 있다. 밀링 업무를 성공적으로 이끌어 내기 위한 요소는 프로그

래밍 노력, 절감시간, 동작기계 움직임, 표면 마무리 그리고 툴의 사용 사이에 적절한 균형을 유지하는 것이다. 가공작업이 이루어지는 장소에 따라 이들 이들 요소의 중요도는 서로 다르게 고려될 것이다.

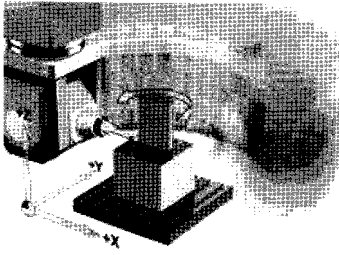


그림 1. (a) 서로 다른 기구학을 가지고 있는 동작기계 축의 움직임

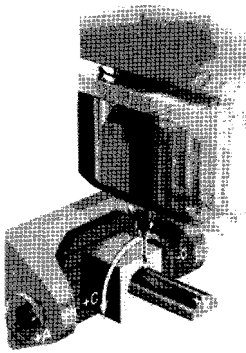


그림 1. (b) 각각의 운동과 기계 축의 움직임

1. 자동 충돌 회피

볼드와 다이 제조에 대해 5축 시뮬레이션 머시닝을 하는 쉽고 믿을만한 프로그래밍 방법이 있다. 이것은 실제로 툴 진행방향(tool orientation)에 있어서 5축 기술의 핵심이라고 할 수 있다. 복잡한 제조환경에서 툴 진행방향에 대한 변함없는 정의를 찾는 것은 일반적으로 어렵고 때로는 불가능하기조차 하다. 툴 앵글에 대한 완전히 자동화된 계산의 5축을 동시에 움직이는 위와 같은 문제를 해결할 수 있다. 전통적인 프로그래밍 솔루션은 프로그래머가 회전하는 축의 움직임을 정

의하는 스케치 형상을 만들어 내는 것이 필요하다. 최종적인 밀링 공정에서는 반드시 충돌을 체크하기 위해 시뮬레이션 필요하다. 이 과정은 적당한 도구 경사가 프로그래머에 의해 정확하게 추정 될 때까지 반복된다. 지금의 CAM 소프트웨어는 시작부터 충돌 없는 도구 경로와 도구, 도구 홀더, 축 형상과 동작기계의 기구학을 고려하여 계산해야 한다. 머신 툴의 회전축은 필요한 도구경로를 완성하는 동안 기계움직임을 최소화하기 위해서 자동적으로 조절 되어야 한다.

2. 잔삭가공

전통적으로 잔삭가공은 하나의 작업을 다수의 독립된 세부 작업으로 분리하고 각각의 세부 작업에 대해 가공 방향을 설정하는 것으로서 사용자의 정신적 요소가 반영된 대단히 노동 집약적 프로세스이다. 최근의 잔삭가공 전략은 최소한으로 요구되는 3+2 가공방향 설정을 수학적으로 정의 내리고, 각각의 세부 작업들에 대한 가공경로를 단일 경로 방향으로 이끌어 내는 것이다.

이것은 복잡한 가공면 형상에 대해 프로그래밍 시간을 현저한 줄일 수 있다. 만약 가공경로를 계산하는 동안에 잔삭가공 영역에서 충돌이 감지된다면, 최소한의 5축 시뮬레이션 움직임을 이끌어 낼 수 있고, 툴 축을 충돌을 회피 할 수 있도록 사용자의 개입 없이 조절할 수 있다. 이것은 3+2 사용을 최대화하고 5축 시뮬레이션 움직임을 최소화하는 것을 통해 가공시간을 최적화 할 수 있다.

3. 자동 인덱싱(indexing)

이제 자동적으로 축을 조정하는 것과 회전하는 것이 독립적으로 가능하다. 따라서 두 회전축 중 하나는 충돌이 발생되지 않은 머시닝을 만족시키기 위해 이용된다. 이 4+1 머시닝 형식은 회전축이 기술적인 수용능력과 정밀성 면에서 다르기 때문에 부분적인 장점이 있다. 이것은 움직이려는 물체의 양의 차이 또는

움직이게 하려는 힘의 차이 때문이다. 덜 역동적인 축의 움직임을 제한하는 것이 머시닝 시간과 표면처리를 개선할 수 있다.

오늘날 CAM 솔루션 중 일부는 보다 발전되었고, 축 자동 인덱싱을 제공한다. 날끝각(tool angle)은 가공면의 밀링 영역 내에서 툴의 방향 설정에 대한 변경 없이 계산된다. 만약 필요하다면, 밀링 영역은 세부 영역으로 자동으로 분할 할 수 있으며, 이 영역에 대해 시뮬레이션 움직임을 생성할 수 있다.

한 예로, 350 이상의 평면과 370 이상의 경계면들이 자재공간에 서로 다른 각도로 남아있는 금속사출 성형이 한 공정으로 가동된다. 모든 사용자는 우선의 측면 경사를 정의해야 한다. 이 과정을 통해 요구된 프로그래밍 시간의 상당부분을 줄일 수 있다.

베벨 기어의 단조형(그림 2)은 부품을 273번 나선형의 절삭 운동으로 깎아 내는 3축 기계공구로 작동된다. 선반 공구를 중앙의 구멍으로부터 경사지게 해서 공구 끝부분의 길이가 반으로 줄어 강도가 8까지 증가하게 되고 5축(4+1)기계가공 전략과 비슷해지는 것이 가능하다. 이를 통해 상당히 높은 과정의 매개변수들을 공구의 파손과 맞부딪치는 위험을 줄인 채 이 용할 수 있다. 그러나 4+1축 기계가공에서 C축은 주압박과 덜 역동적인 기계의 잘못된 축 동기화의 위험에서 비롯된 결과로 나타나는 22번의 제동과 가속 과정의 273회전을 요구한다.

자동 인덱싱은 C축을 360° 회전에서 감지할 수 없는 작은 단위의 움직임인 또 다른 기계가공 전략을 가능하게 한다. 이 기계가공 전략은 기존의 5축 기계가공에 비해 느린 웜기어(worm)을 운영할 때도 프로그램 된 공급량을 항상 유지할 수 있다. 그리고 불필요한 움직임이 없어지기 때문에 기계작업이 쉬워지고 상당한 비용절감의 결과가 나타난다.

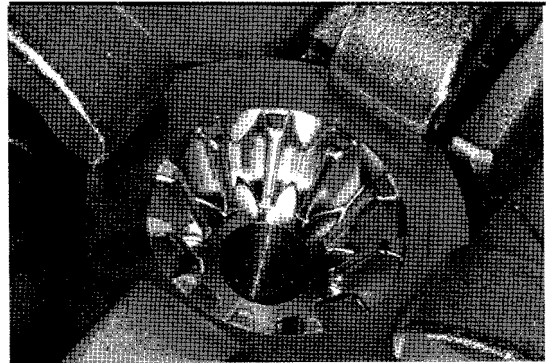


그림 2. 베벨 기어의 단조형

4. 자재 제거와 환삭, 정삭 작업의 형태 이동

현대 높은능률의 환삭 알고리즘은 가공물을 절삭하여 완전한 형태로 가공해 내는 과정이 이상적인 것으로 증명되었다. 이 용적 환삭 과정이 절단기가 코너의 갑작스러운 방향 변화 부분에서 깊게 절삭해 내는 것을 막아준다. 또, 이 새로운 기술은 이상적으로 분산된 선반 경로를 제공하고, 선반 전략과 동적인 공급량 적용에 상승효과를 가져온다. 그들은 자재의 많은 부분을 효율적 제거와 일정한 절단기의 업무량을 허락하는 것으로 증명되었고, 공구와 기계의 수명을 연장시켰다. 오늘날 이 접근방법을 통해 형태이동 전략을 사용하는 기하학적으로 오목하고 볼록한 바닥 상태에 5축 시스템을 사용할 수 있다.

Z-level 환삭과 Z-level 정삭은 수년간 연속적으로 이용될 수 있도록 일반적으로 프로그래밍되어 있다. 몇 가지 이용 면에서 보면, 타이어 주조 프로그래밍(그림 3), 복합적으로 들어가 있는 부분들에 의한 일정하지 않은 바닥 상태에서 비롯된 비효율의 Z-level 기하로부터 예상된 공구경로 등이 있다. Z-level의 예상보단 형태의 표면으로부터 공구경로 이동에 의해 불리는 환삭과 정삭의 형태 이동은 이 상황을 극복하고, 등극 곡면 공구와 엔드밀을 포함한다. 프로그래머는 표면 바닥을 선택할 필요가 있고, 이 입력으로부터 그들은 거친 정도와 바닥 마감 또는 바닥과 벽의 마감을 선



택할 것이다. 둥근 곡면과 엔드밀의 표면 형태를 공구 경로가 인식하고 그것들을 사용하며, 계속해서 자재의 절삭 상태를 개선하고 들어간 부분을 최소화하는 도구이다 (그림 4).

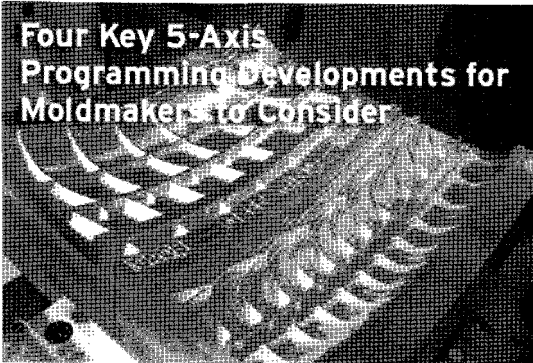


그림 3. 타이어 몰드

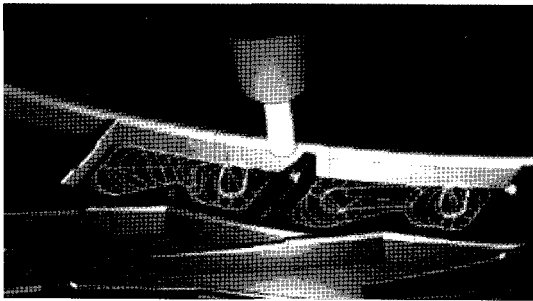


그림 4. 자재 제거와 황삭, 정삭 작업의 형태 이동

요약

명확히 말하자면, '모두에 딱 들어맞는 한 사이즈는 없다.' 식의 접근은 이상적인 선반 프로젝트에 이용될 수 있다. 성공적인 프로젝트는 요구된 결과에 큰 수의 요소들을 적절히 균형 맞출 수 있는 능력의 프로그래머를 요구한다. 이 낮은 계산들 때문에, 경험이 있는 프로그래머가 가장 상업적으로 성공한 프로젝트를 운영할 수 있다.

현대 CAM 소프트웨어는 경험이 적은 프로그래머가 베테랑과 경쟁에 설 수 있는 짧은 학습 곡선을 가능하게 한다. 이것은 고려해야 할 요소들의 수를 최소화 시킴으로써 가능하다. 수학적 인 계산의 틀 방향을 제공하고, 높은 수준의 프로세스를 시뮬레이션 이전에 보장하고, 회전하는 축에 부가되는 압력을 줄여 주고 자재의 부피를 효율적으로 크게 줄여주는 앞선 생각의 공구경로 알고리즘을 이용함을 통해 성공적인 5축 선반 프로젝트는 보다 편리하게 목표에 도달할 수 있도록 해준다.



본 기사는 아주대학교 양정삼 편집위원이 아래 출처에서 발췌하였다.

- 출처: Modeling Technology (<http://www.mdxmarkingtechnology.com>), 2011. 10. 1
- 원저자: John Welch (Account Manager OPEN MIND Technologies USA, Inc)