

PC기반 3축 CNC 공작기계의 연동제어 시스템

구태훈*(단국대 대학원 기계공학과), 지성철(단국대 기계공학과)

주제어 : PC기반 CNC, 공작기계, 이송 시스템, 고속 윤곽가공, 윤곽오차, 보간기, 연동제어기

생산시스템에서 고정밀도 및 생산성 향상에 대한 요구가 증대되면서 CNC 공작기계 시스템의 정교한 서보제어에 대한 연구가 지속적으로 이루어져 왔다. 그 중 교차축 연동제어(cross-coupling control)는 윤곽오차가 직접 제어기에 반영되어 윤곽오차를 줄이는 방향으로 구동축들의 운동을 조정하므로 공작기계 시스템의 윤곽정확도 향상에 효과적인 방법으로 인정된다. 교차축 연동제어에서는 특히 윤곽오차 모델의 정확성이 윤곽추적 성능의 향상에 있어서 매우 중요한 요소이다.

현재까지 조금씩 다른 형태의 윤곽오차 모델과 제어기법을 이용한 연동제어기가 연구되어져 왔으나, 기존 연동제어기의 윤곽오차 모델은 곡률이 큰 비선형 윤곽에 대한 고속의 이송에서 정확도가 현저히 떨어지는 문제점이 있다. 이것을 어느 정도 개선한 모델이 최근 제시되었지만, 기존의 방법들은 2차원 궤적에만 국한되어 적용될 수 있는 2차원 윤곽오차 모델로서 3차원 윤곽가공에는 쓰일 수 없다. 3차원 윤곽오차 모델은 현재까지 오직 한가지 모델만이 제시된 바 있으나, 기존 2차원 모델과 같이 고속의 비선형 윤곽추적시에 부정확한 단점이 있으며 윤곽오차를 구하기 위해서는 기존 윤곽에 대한 수식을 필요로 하므로 G 코드 및 기존의 다양한 보간기 모듈과의 통합이 거의 불가능하다고 볼 수 있다.

위와 같은 문제점들을 해결하기 위해 본 연구에서는 새로운 3차원 윤곽오차 모델에 기반을 둔 3축 연동제어기를 제시한다. 제시된 연동제어기는 모든 3차원 궤적에 대해 적용 가능하고, 보간기의 종류에 무관하여 기존 제어 모듈과의 결합이 용이하며, 기존 궤적의 형상 및 이송속도에 관계없이 윤곽오차 모델의 정확도가 매우 우수한 장점을 갖는다. 제시된 새로운 3차원 윤곽오차 모델은 각 순간의 실제 공구위치로부터 가장 근접한 기준 궤적상의 기준점들을 구하고 이 점들을 이용해 윤곽오차 벡터를 계산한다. 윤곽오차 벡터에 연동제어를 적용하여 구해진 제어명령의 각 축방향 성분은 개별적인 3축 제어 루프의 제어명령과 결합됨으로써, 윤곽오차가 최소화되도록 구동축들의 운동을 동시에 조정하게 된다.

3차원 윤곽추적에 대한 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하여 제시된 3차원 윤곽오차 모델의 정확도를 검증하였으며, 여러 가지 형상의 윤곽에 대해 CNC 공작기계에 쓰이고 있는 독립축 제어 방법과 제시된 연동제어 방법의 윤곽추적 성능을 비교하였다. 또한 제시된 방법을 PC 기반의 개방형 3축 CNC 밀링 시스템에 구현하여 제시된 방법이 기존 CNC시스템의 윤곽정확도를 크게 향상시킬 수 있음을 확인하였다.

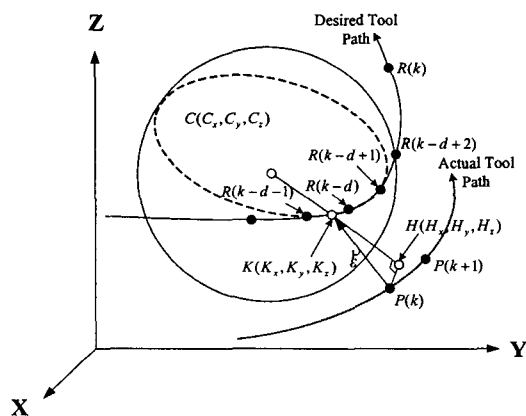


Fig. 1 Proposed 3D contour error model

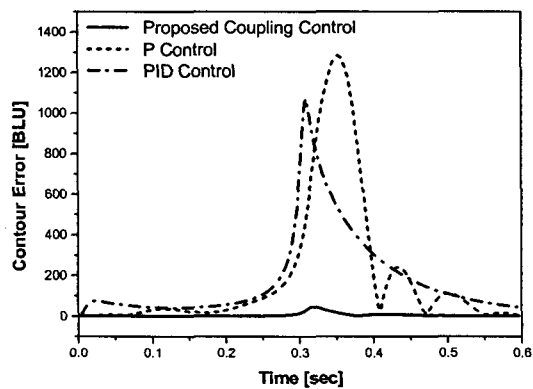


Fig. 2 Comparison of contour errors of the proposed cross-coupling control system and the existing uncoupled control system