

비구면 가공을 위한 속도 파형 및 제어 알고리즘

김형태*(한양대학교 대학원), 양해정(한국산업기술대학교 기계설계공학과)

주제어 : 비구면 렌즈, 곡선 보간, 속도 제어, 조정밀 연삭, 다축 동시 제어

일반적으로 가공기는 주로 직선 운동 축과 회전 운동 축으로 구성되어 있으며, 여러 개의 축의 조합에 의하여 원하는 경로를 얻어내게 된다. 여러 축이 조합이 되더라도 대부분 가공 동작의 경우는 하나의 축에 의한 단축 운동으로 충분히 만족할 만한 결과를 얻을 수 있다. 그러나, 금형 가공이나 렌즈 가공 등은 단순한 회전이나 직선의 조합에 의한 곡선이 아닌 임의의 함수에 의한 곡선이므로 이러한 경우 2축 이상을 적절히 이동시켜서 원하는 형상을 얻어야 한다. 곡면 보간 알고리즘은 이러한 2축 이상의 운동이 있는 경우 각 축에 가속도, 속도 등을 적절히 배분하여 원하는 형상을 얻도록 해주는 알고리즘이다. 이러한 곡선 보간 알고리즘 등은 그동안 수많은 사례가 있지만 대표적으로 두 가지의 경향으로 분류할 수 있다. 첫째, 곡선 보간용 컨트롤러 및 제어 알고리즘에 관한 연구가 있다. 이 분야에서는 컨트롤러의 제작 뿐만 아니라, 속도 파형의 발생과 피드백, 제어 루프의 튜닝과 모델 개발 등이 포함된다. 둘째, 보간 결과의 해석에 관한 연구가 있다. 이것은 주로 가공 후 가공 면을 측정하여 입력한 위치 값과 실제 위치 값을 비교하여 에러의 원인을 분석하여 보상 알고리즘을 만들어 보상 값을 결정하는 것으로 CAD/CAM 소프트웨어를 많이 사용한다. 이러한 연구들의 본질적인 문제는 입력 데이터, 즉 곡면 데이터를 변형시켜 원래 속도 파형과 실제 발생한 오차에 대하여 명확한 원인을 제시하지 못하고, 가속도의 영향을 심도있게 다루지 못하고 있는 것으로 파악된다. 본 연구에서는 이러한 원인이 가속도에 의한 컨트롤러 출력의 지연에 있다고 보고 이러한 경우에 맞는 알고리즘을 제안하였다. 먼저, 비구면 렌즈 가공을 위해 비구면 함수를 이용하여 위치 데이터를 발생시키되, 각 위치는 한축은 직선 운동으로 움직이고 다른 한쪽은 이에 따라 일정 간격마다 비구면 형상을 갖게 한다. 둘째, 각 간격마다 변위가 달라지게 되는데 이때, 컨트롤러는 증속 혹은 감속을 해야하므로 이 경우 일정한 가속도를 사용자 데이터로 선정하여 속도가 변하도록 하였다. 셋째, 비구면 함수는 비선형성이 강하므로 미분에 의해 속도 파형을 얻기는 불가능하므로, 각 구간의 이전의 속도와 가속도 변위를 고려하여 결정하도록 하여 최사슬 같이 연계하여 결정하였다. 이렇게 하여 속도 파형이 결정되면, 속도 제어 루프에 의하여 제어를 수행하게 된다. 실험에서는 Y사의 서보와 T사의 공작 기계의 경우를 시뮬레이션하여 제안한 알고리즘이 타당한지를 살펴보았다. Fig. 1은 0.2초까지 비구면 위치 결과로서 응답이 다소 지연되어 나타나나 오버 슈트도 없고 전체적인 형상은 추종함을 알 수 있다. Fig. 2는 속도 출력 결과로서 속도의 맥동 없이 매끄럽게 변화하는 것을 알 수 있다. 따라서 제안된 알고리즘은 비구면 형상을 가공하는데 있어서 지연 응답은 있지만 보간 알고리즘으로 충분히 사용될 수 있음을 알 수 있었다.

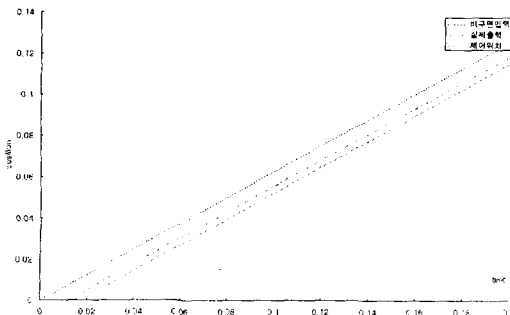


Fig. 1 Comparison of aspherical data and control response by proposed aspherical algorithm

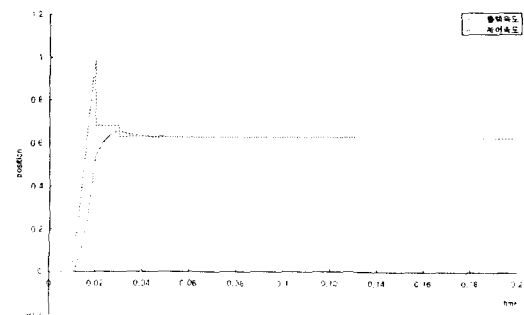


Fig. 2 Comparison of velocity profile and control response by proposed aspherical algorithm