

컴퓨터 수치제어 자동차용 키 가공기 제어장치 개발

임 동 진
한양대학교 제어계측공학과

A Development of the Control System of the Computer Numerical Controlled Milling Machine for the Automobile Key Mounting

Dong-Jin Lim
Dept. of Control & Instrumentation Eng., Hanyang University

Abstract - In this paper, a development of the control system for the milling machine which is used to cut teeth of the automobile keys is presented as an example of the industry-university cooperation. The machine is controlled by a computer and a PLC. The control of the servo motors are accomplished by the computer and mechanical sequences are by PLC. This machine is capable of cutting key teeth up to the accuracy of 10 microns.

1. 서 론

자동차의 문 잠금장치의 개폐용으로 사용되는 키는 보통 한 개의 차종에 대해서 1000개 이상의 키코드 조합으로 이루어져 있고, 이와 같은 키를 가공하는 방법으로는 키 형상에 따른 틀을 제작하여 프레스와 같은 기계 장치로 키 형상대로 찍어서 생산하는 방법이 있고, 또는 컴퓨터 수치제어에 의해서 키를 가공하는 방법이 있다. 일반적으로 프레스를 이용하여 생산하는 방법은 생산성은 높으나, 차종이 바뀔 때 마다 새로운 형틀을 제작하여야 하는 불편함이 있으며 이에 따른 막대한 비용이 소요된다. 최근의 자동차 시장의 추세는 소비자가 다양한 차종을 점점 더 요구하게 되고 승용차 제작 업체는 이에 부응하기 위해서 차종을 점점 다양화 하고 있고, 또한 과거에 비해서 차종의 변화 속도가 점점 빨라지고 있다. 따라서 이와 같은 시장의 추세에 따라 자동차의 부품을 제작 납품하는 업체들도 이와 같은 변화에 적응을 해야 하는 상황이다. 현재 자동차용 키와 이에 관련된 부품은 소수 중소기업에 의해 제작 납품되고 있으며, 위에서 언급 것과 같은 시장의 추세에 따라 과거의 프레스를 이용한 생산방법에서 탈피하여, 차종의 변화에 빨리 적응할 수 있는 수치제어 장치에 의한 생산 방법으로 바꾸어 가고 있는 추세이다.

컴퓨터 수치제어 장치에 의해서 자동차용키를 가공하는 방법은 일반 범용 수치제어 가공장치를 사용한 방법도 가능하지만, 생산 속도가 떨어지게 되는 문제점이 있으므로, 요구되는 생산량을 생산할 수 있기 위해서는 전용 가공 장치를 필요로 하게된다. 이와 같은 전용 수치제어 가공 장치의 개발은 컴퓨터 수치제어에 관한 여러 가지의 기술들이 필요하게 되나, 대부분의 중소기업이 그렇듯이 이를 위한 전문 기술 인력을 확보하지 못한 경우가 많다. 따라서 본고에서는 산학협동의 사례로서 대학의 기술력을 이용하여 중소기업에서 필요로 하는 기술을 개발한 내용을 소개하고자 한다.

2. 제어 장치

일반적인 자동차 키의 형상은 키의 코드에 따라서 키의 산 부분과 골짜기의 높이가 달라지도록 되어 있으며,

좌우가 대칭으로 되어있다. 본 장치의 키 가공부는 키의 축방향으로 직선 운동하는 좌우에서 회전하고 있는 원형의 커터를 움직여서 가공을 하도록 되어있다. 따라서 본 장치의 핵심부는 키가 물려있는 이송부와 커터가 원하는 궤적대로 움직이도록 하는 서보 제어부라고 할 수 있다. 본 장치의 서보 제어 측은 모두 3개의 축이나, 좌우에서 커터를 움직이는 측은 좌우 대칭으로 움직이게 되므로 실제적으로는 2차원 형상을 가공하는 것과 동일하다고 할 수 있다. 이와 같은 수치 제어를 실현하기 위한 방법은 여러 가지가 있을 수 있다. 우선, 현재 상용화 되어 있는 수치 제어기(일반적으로 수치제어 장치나 로봇을 생산하는 회사들에서는 이와같은 범용의 수치제어용 제어 장치가 상품으로 많이 나와 있음)를 이용하는 방법이 가능하나, 이와 같은 경우에는 키 코드에 따라 가공 궤적을 생성하기 위해서 수치 제어장치를 프로그램하여야 하고, 이와 같은 과정이 자동으로 시행되어야 하므로 이를 위한 별도의 컴퓨터가 필요하게 되어 전체 제어 장치의 비용이 높아지게 되며, 또한 수치제어 장치와 제어용 컴퓨터를 모두 프로그램하여야 하는 번거로움이 있게 된다.

본 프로젝트에서는 상용 수치제어 장치를 사용하지 않고 제어용 컴퓨터만을 사용하여 서보 드라이버를 제어하는 방식을 채택하였다. 일반 서보모터의 서보 앰프내에는 PD 나 PID 제어기를 내장하고 있으며 위치 명령을 pulse의 형태로 받아 들여서 제어 동작을 수행한다. 본 프로젝트에서 사용된 서보 모터는 리졸버를 위치 센서로 채용한 AC 서보 모터이며, 서보 앰프에 내장된 제어기는 PD 제어기 이다. 본 장치의 경우 기준 입력이 단순히 위치 명령이 아니라 시간에 따라 변화하는 형태의 기준 입력이므로 제어기는 이와 같이 시간에 따라 변화하는 기준 입력을 따라갈 수 있는 tracking controller 되어야 하는 것이 원칙이나, 이 경우에는 가공 속도가 빠르지 않으므로 PD 제어기에서 P gain을 다소 크게 하여 제어를 하는 것 만으로도 가공에 필요한 정밀도를 얻는 것이 가능하다. 가공을 위해서는 제어용 컴퓨터에서 각 키코드에 해당하는 가공 궤적을 계산하여 이에 따라 출력 pulse를 계산하여 서보 드라이버에 입력을 시킨다. 가공 궤적을 계산할 때에는 커터의 형상 및 치수를 고려하여, 실제 가공되는 가공 궤적으로부터 커터의 이동 궤적을 계산하여 이에 따라 서보 모터를 제어한다. 그림 1 은 키 형상에 따른 커터의 궤적을 보여주고 있다.

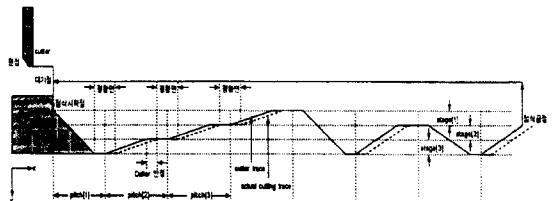


그림 1. 커터 궤적

컴퓨터에서 궤적이 계산되면, 이 궤적에 따라 서보 모터에 보낼 pulse를 계산하여 출력 단자를 통하여 서보 드라이버에 보내게 되는데, 이때 모터의 가감속 시간을 고려하여 속도 프로필이 사다리꼴이 되도록 pulse를 출력시킨다. 이를 위한 타이밍 제어는 타이머/카운터 보드를 사용하여 인터럽트에 의해서 제어를 수행한다. 그림 2는 서보 모터 제어 시스템의 구성도를 보여준다.

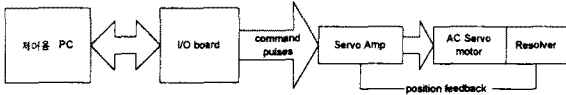


그림 2. 서보 모터 제어 시스템

모터의 위치 센서는 리졸버 타입의 센서로서 일반 엔코더 보다 높은 정밀도를 가지며, 또한 모터 한 회전당의 resolution을 사용자가 설정하는 것이 가능하다. 본 기기의 경우에는 모터의 한 회전이 500 pulse에 해당 되도록 설정이 되었으며, 각 축에 사용된 리드 스크류는 한회전에 5mm를 전진하므로, 제어 정밀도는 출력 pulse 당 0.01 mm 를 가진다. 이와 같은 정밀도는 요구되는 정밀도에 충분히 부합되는 것이다.

모터 제어외에 자동으로 가공 작업이 이루어 지기 위해서는 부품 공급장치 등의 각종 기계 장치들의 동작 순서를 제어하기 위한 sequence 제어가 필요한데, 이를 위해서 별도의 PLC가 사용되었다. 물론 그와 같은 sequence 제어도 제어용 컴퓨터에서 수행하도록 하는 것이 가능하나, 별도의 PLC를 사용하게 된 이유는, 기계 장치를 사용하다 보면 여러 가지의 이유로 인하여 동작 순서의 변경이나, 동작 조건들을 변경하여야 할 경우가 있는데, 이를 위한 제어가 제어용 컴퓨터내의 프로그램에서 수행될 경우 간단한 sequence의 변경을 위해서도 프로그램을 수정해야 하게 되나, 이를 PLC에서 독립적으로 수행하게 되면 그러한 종류의 변경 사항은 업체에서 자체적으로 수행이 가능하므로 유지 보수에 있어서 편리하게 된다. 제어용 컴퓨터와 PLC 간의 동작을 동기시키기 위한 신호의 교환은 입출력 단자를 통해서 하게 된다. PLC와의 신호 교환 이외에도 제어용 컴퓨터는 각종 신호를 입출력 단자를 통해서 하게 되는데, 기기의 보호 및 각종 불필요한 신호가 민감한 컴퓨터에 유입되는 것을 방지하기 위해서 각 입출력 단자에 optical isolation을 사용한다. 그러나, 모터 제어를 위한 pulse 출력하는 단자에는 optical isolation을 사용할 경우 isolation회로의 응답 속도가 늦음으로 인하여 출력 pulse가 서보 드라이버에 전달이 안될 수 있다. 따라서 이 단자에는 isolation을 사용하지 않았다. 이상에서 설명된 전체 제어 시스템의 구성도는 그림 3. 과 같다.

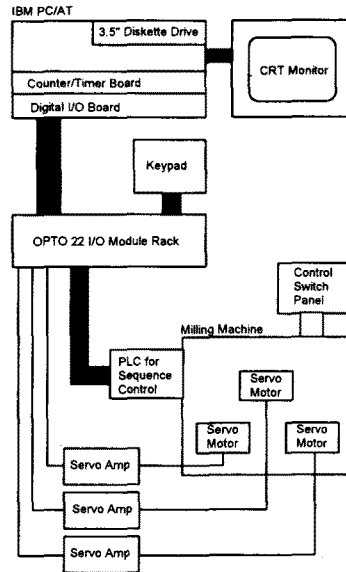
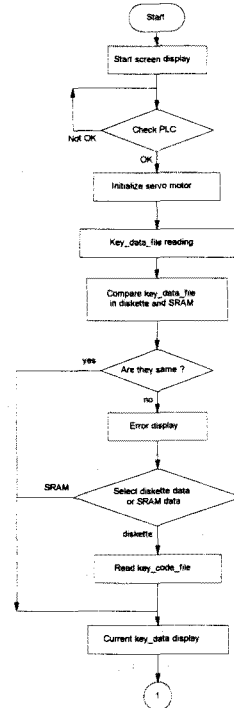


그림 3. 시스템 구성도

본 기기를 작업자가 사용할 때 입력하여야 하는 데이터의 종류는 두가지로서 키 가공을 위한 수치 데이터들과 키 코드들이다. 이러한 데이터는 ascii format 의 fi 형태로서 작성되어 입력이 되도록 한다. 다음 그림은 시스템의 동작 순서를 나타내는 flow chart 를 보여주고 있다.

Machine Operation Flow Chart



중을 이루고 있는 현실에서 기계장치는 물론 제어 장치 까지 국산화 하였고, 중소기업의 취약점인 첨단 기술을 중소기업이 대학으로 부터 제공 받아 성공적인 산학 협동의 사례를 마련하였다는 점에서 본 개발의 의의를 찾을 수 있겠다.

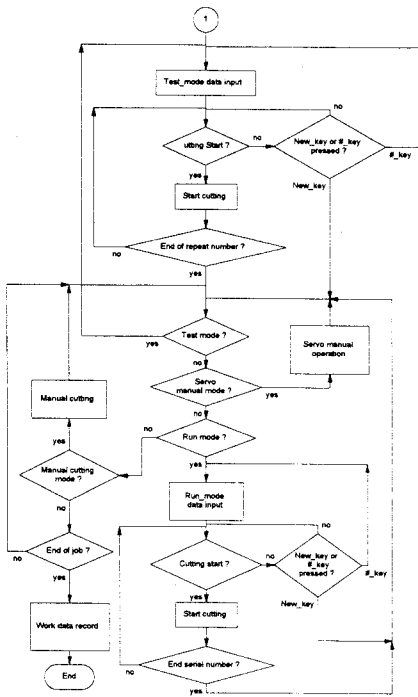


그림 4. 동작 흐름도

다음 사진은 완성된 본 기계장치의 모습이다.

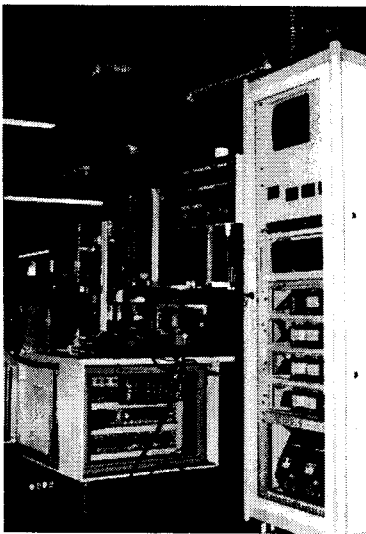


그림 5. 키 가공기

3. 결 론

본고에서는 컴퓨터 수치제어에 의해서 자동차용 키를 자동으로 가공하는 가공장치의 제어기의 개발을 산학협동을 통하여 개발한 사례를 소개하였다. 본 가공 기계는 최소 가공 정도는 10미크론으로 필요한 가공 정도를 만족 시키기에 충분한 정밀도를 가지고 있으며, 최근 까지도 이러한 수치제어 가공기계는 대부분 외국 제품이 주