NC Programming

전 차 수
경상대학교 산업공학과

1. NC 프로그램의 역사

수치제어(NC, Numerical Control)는 수치 자료(숫자, 문자 및 기호)의 형태로 코드화된 지령으로 공정을 제어하는 방법이다. 최초의 전형적인 NC 기계는 1952년 MIT에서 만들어진 것으로 수직 2축 copy 밀링머신에 서보 기구를 붙여서 알루미늄 판에 엔드밀링 작업을 수행하였다. 종이 테이프에 천공된 자료는 같은 시기에 MIT에서 개발된 디지털 컴퓨터로 제작되었으며 운전자의 개입 없이 성공적으로 부품을 가공하였다. 이후 NC 제어기는 중앙컴퓨터가 기계요소를 직접 제어하는 직접수치제어(DNC, Direct Numerical Control)를 거쳐 컴퓨터수치제어(CNC, Computer Numerical Control)의 형태로 발전되었으며 오늘날 쓰이는 NC 기계는 모두 프로그램 편집 능력을 갖춘 CNC 시스템이다.

이와 같은 CNC 기술은 밀링이나 선반뿐만 아니라 산업용 로봇, 레이저 가공기, 프레스, 와이어 EDM, RP(rapid prototyping)기계, 3차원 측정기 등 거의 모든 공정 기계에 적용되고 있다. 특히 최근에는 5축 밀링 머신, 선반-밀링 복합기와 주축회전수 5,000~30,000 rpm, 이송속도 5,000~30,000 mm/min에 달하는 고속 NC 가공기 등이 본격적으로 보급되고 있다.

NC 기계가 특정한 작업을 수행하도록 NC 명령을 만드는 작업을 NC 프로그래밍 또는 NC 파트 프로그래밍이라 하는데 수동이나 자동으로 하게된다. 수동 프로그래밍에서는 NC 작업의 모든 내용을 NC 코드로 직접 작성하는 것인데 선삭과 같이 간단한 작업의 경우는 지금도 널리 쓰이고 있다. 최근에는 Windows 기반의 NC controller에서 대화식으로 쉽게 NC 프로그램을 작성하고 이를 간단히 검증한 다음 가공하는 NC 기계들도 많이 등장하고 있다. 그러나 공작물의 형상이 복잡한 경우 NC 프로그래밍은 매우 시간이 많이 걸리며 치명적인 오류의 가능성 있으므로 자동 프로그래밍을 이용한다.

자동 프로그래밍 또는 컴퓨터 이용 프로그래밍은 1950년대 말 개발된 APT(Automatically Programmed Tool)로부터 시작되었는데 이는 포트란과 유사한 고급 언어 방식을 취하고 있다. 근래에는 사용자의 편의성을 증대시킨 대화식 그래픽스를 이용한 NC 프로그래밍 시스템이 널리 쓰이고 있다.

최근의 상업용 NC 프로그래밍 시스템은 통합 CAD/CAM 시스템과 전문 CAM 시스템으로 나누어지는데 통합 시스템은 설계 및 가공의 일관성이라는 장점을 갖고 있다. 전문 CAM 시스템에는 CAD data interface 기능과 filleting과 같은 곡면 모델링 기능이 포함되어 있으며, NC 가공 기능의 전문성을 추구한다. 통합 CAD/CAM 시스템이 미국에서 개발된 것이 대부분인 반면, 전용 CAM 시스템은 유럽, 아시아 등 미국 이외의 나라에서 개발된 시스템도 많다.

국내에는 1987년 KAIST와 (주)큐빅테크가 공동 개발한 KAPT/SWEEP이 본격적인 상업용 CAM 시스템의 시작이라 할 수 있으며, 현재는 큐빅테크의 Omega와 Z-Master, (주)터보테크의 TurboCAM과 SPEED Plus가 개발되어 보급되고 있다.

2. NC 프로그래밍의 주요 문제

지금까지 NC 프로그래밍에 관련된 많은 연구가 수행되었으며 주요 문제를 나열하면 다음과 같다.

▶ 2차원 형상의 가공

- Pocketing(contour 또는 direction parallel tool path)

▶ **3차원 곡면 가공**

- parametric domain 또는 Cartesian Space 상에서의 공구 경로
- space filling 곡선 개념의 공구경로
- 복합 곡면의 일괄 가공 경로
- 곡면 상에서의 pocket 형상 가공 경로
- 황삭 경로 생성
- pencil cut 경로 또는 자동 잔삭 가공

▶ **공구 및 holder와 공작물, 치공구와의 간섭 및 충돌 방지**

▶ **5축 및 다축 NC 가공**

- 5축 경로 생성
- 5축 가공에서의 접근성 검사
- 5축 가공에서의 간섭 및 충돌 방지
- 공구 자세의 최적화

▶ **NC 가공을 위한 곡면 모델**

- 점 데이터 모델: Z-map, point bucket model, G-buffer model
- 다면체 모델: 삼각면 또는 사각면으로 구성된 다면체 모델

▶ **가공 경로 검증 및 Cutting simulation**

▶ **곡면 또는 pocket 가공에서 공구의 자동 선정**

최근의 연구 및 개발 동향은 다음과 같다.

1) 고속 가공기를 위한 공구 경로 생성: 연속적이고 부드러운 가공 경로, 일정한 가공부하 유지, 충돌의 우려가 없는 경로

2) 무인 가공을 위한 가공 경로의 생성: 충돌, 과절삭, 미절삭, 과부하가 없는 데이터

3) 곡면 가공에서의 자동 공정 계획: 공구의 자동 선정, 가공 특징의 인식, 가공 pattern의 선정

4) 가변 절삭 조건: 절삭 부하를 미리 예측하여 절삭 조건을 수시로 변화시킴

5) NURBS interpolator 사용: 전송되는 데이터 양을 최소화하고, 가공 조도를 향상시킴

NC 프로그램을 주로 취급하고 있는 주요 국제 학술지는 다음과 같다.

1) Computer-Aided Design
2) Computers in Industry
3) International Journal of Production Research
4) Journal of Design & Manufacturing
5) Computers & Industrial Engineering
6) Journal of Materials processing Technology
7) International Journal of Advanced Manufacturing Technology
8) CIRP annals
9) Advances in Design Automation
10) IFIP Transaction Bulletin
11) The Visual Computer
12) concurrent Engineering
13) Journal of Manufacturing systems

NC 프로그래밍은 다른 CAD/CAM 분야에 비해 오랜 역사를 갖고 있으며 여전히 활발한 연구가 진행되고 있는 분야이며 이 분야의 연구자는 국내외에 많이 산재해 있다. 참고문헌[6,7]과 같은 조사 논문은 이 분야의 연구동향과 연구자들을 파악하는데 많은 도움이 될 것이다.

참고문헌

1. Choi, B. K., "Editorial - Special Issue: NC Machining and Cutter Path Generation," Computer-Aided Design, **26**(3): 163 (1994).
2. Choi, B. K., "Editorial - Special Issue: NC Machining and Cutter Path Generation," Computer-Aided Design, **26**(11): 786 (1994).
3. Dragomatz, D., and Mann, S., "A Classified Bibliography of Literature on NC Milling Path Generation," Computer-Aided Design, **29**(3): 239-247 (1997).
4. Marshall, S. and Griffiths, J. G., "A Survey of Cutter Path Construction Techniques for Milling Machines," International Journal of Production research, **32**(12): 2861-2877 (1994).
5. Shah, J., Sreevalsan, P. and Mathew, A., "Survey of CAD/Feature Based Process Planing and NC Programming Techniques," Computer-Aided Engineering Journal, **8**: 25-33 (1991).
6. Tan, S. T., Sze, W. S., and Wong, W. Y., "A Survey and Classification of Cutter Path Generation for Three-Axis NC Milling," Advanced Manufacturing Engineering, **2**(2): 103-113 (1990).
7. 정연찬, 금형 가공용 CAM 시스템의 발전 방향, 울산대학교 생산성 세미나, 1997.