

특징형상정보와 작업설계정보를 이용한 NC코드의 자동 생성

박재민*, 노형민(한국과학기술연구원 CAD/CAM 연구센터)

Automatic generation of NC-code using Feature data and Process Planning data

J. M. Park, H. M. Rho(CAD/CAM Research Center, KIST)

ABSTRACT

Generating NC-code from 3D part model needs a lot of effort to make many decisions, including machining area, tool change data, tool data, cutting condition, etc., by using either manual or computer aided method. This effort can be reduced by integration of automated process planning and NC-code generation. In case of generating NC code with a help of the process planning system, many data mentioned from the process planning can be used. It means that we can create NC-code about a full part. In this study, integration of FAPPS(Feature based Automatic Process Planning) with a NC-code generating module is described and additional data to adapt NC-code for machine shop is discussed.

Key Words : NC code generation (NC 코드 생성), feature (특징형상), process planning(공정설계)

1. 서론

설계 도면으로부터 작업자들이 NC 코드를 생성할 때, 작업자는 가공형상정의, 가공 공정 및 방법 결정, 가공 공구 선정, 가공 경로 계산 등 많은 결정을 해야한다. 가공 경로의 계산을 위해서는 부품의 원점, 각 가공형상의 좌표를 이용하여 가공 위치에 대한 좌표값을 계산하여야 하는데, 이는 많은 노력을 요구하는 작업이다.

이러한 노력과 시간을 줄이기 위하여 CAD 정보를 이용한 NC 코드의 자동 생성에 관한 연구가 많은 연구자들에 의하여 수행되어 왔다⁽¹⁾⁽²⁾⁽³⁾⁽⁴⁾. 기존의 연구들은 CAD 정보로부터 형상을 추출하고, 추출된 형상들의 가공방법과 공구를 결정하고, 이에 대한 NC 코드를 생성하는 연구들이 주류를 이루어 왔다. 이러한 여러 단계들 중에서 형상 추출, 공정/작업 설계에 보다 많은 비중이 주어져 왔고, NC 코드를 생성하는 부분은 상대적으로 적은 비중을 차지하고 있다. 기존 연구의 NC 코드 생성 부분에서는 부품의 기계장착 좌표계가 고려되어 있지 않아서, 생성된 NC 코드를 기계에 적용하기 위해서는 추가적인 작업이 필요하였다. 또한, 황삭에서 정삭 유무에 따라

작업 방법을 구분하지 않는 등 실제 가공에서 필요한 몇몇 정보들이 간과되고 있어서 현장 적용에 무리가 있다.

본 연구에서는 특징형상을 이용한 자동 공정 설계 시스템인 FAPPS(Feature based Automatic Process Planning System)에서 결정된 특징형상의 정보, 공정 및 작업에 대한 전반적인 정보와 기계장착 좌표계 등 실제 기계에 적용할 때 필요한 추가적인 정보를 이용하여 NC 코드를 생성함으로써 CAD/CAPP 시스템과 CAM 시스템이 보다 유기적으로 통합되게 하였다.

2장에서는 본 연구에 특징형상정보, 공정정보, 공구 정보등을 제공하는 FAPPS에 대하여 간략히 소개하며, 3장에서는 본 연구에서 개발한 NC 코드 생성 모듈에 대하여 설명한다. 4장에서는 결론과 향후 연구에 대하여 기술한다.

2. FAPPS 개요

CAD정보에서 NC 코드를 생성하기 위해서는 특징형상, 공정, 공구 등 많은 정보들을 결정해야 한다. 본 연구에서는 이러한 정보들을 FAPPS를 이용하여

결정한다. FAPPS는 7개의 단위 모듈로 이루어지며, 각 모듈에서 결정된 정보는 DB를 통하여 교환된다. FAPPS의 시스템 구성도는 Fig. 1과 같으며 각 단위 모듈의 내용을 간단히 소개한다.

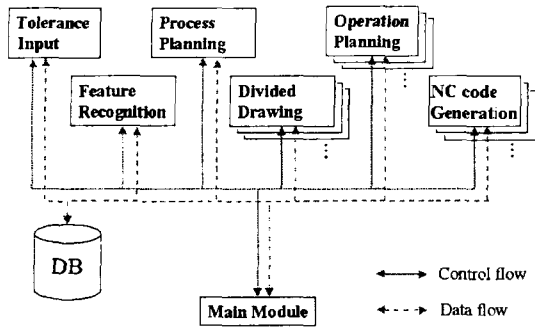


Fig. 1 Schematic diagram of FAPPS

메인모듈 : 각 모듈의 실행 인터페이스를 제공하며 하부 모듈의 실행순서를 제어하는 모듈이다. 제품, 부품 및 도면에 대한 테이블을 생성하며 현재 부품의 공정설계 작업의 진행사항을 테이블로 관리한다.

공차 입력 : 도면에 표시된 공차 정보와 그에 해당하는 Solid 모델의 형상요소 정보를 데이터 베이스에 입력하는 모듈이다. 이 모듈에서는 공차에 대한 테이블과 공차와 형상을 매핑할 수 있는 데이터 베이스 테이블을 생성한다. 이를 이용하여 특징형상 인식 후, 각 특징형상에 주어진 공차를 추출한다.

특징형상 인식 : 특징형상 인식은 밀링 가공과 선삭 가공을 대상으로 수행한다. 밀링 특징형상 인식 모듈은 3차원 Solid 모델에서 입체 분할 방식(ASVP: Alternative Sum of Volume Decomposition with Partitioning)⁽⁵⁾과 형상 면들 간의 특성을 이용한 방식(Face- Pattern-based Recognition)을 이용하고, 선삭 특징형상 인식 모듈은 2차원 CAD 도면에서 요소의 위상관계 트리를 작성하여 정의된 특징형상을 인식⁽⁶⁾하는 모듈이다.

공정설계 : 앞에서 생성된 공차 및 특징형상 정보를 이용하여 공정, 공정별 기계, 공정 순서, 작업 내용을 룰베이스를 이용하여 결정하는 모듈이다.

공정분할도 : 특징형상과 공정 정보를 이용하여, 각 공정에서 필요한 공정별 도면을 생성하는 모듈이다. 공정설계가 수행된 후, 공정에 포함된 특징형상 정보를 이용하여 공정분할도가 자동으로 생성된다.

작업설계 : 특징형상과 공정 정보를 이용하여 밀링 공정과 선삭 공정에 대하여, 공정내의 각 작업에 대하여 공구 및 홀더, 절삭조건, 가공 길이, 정미시간 및 작업시간과 가공순서를 결정하는 모듈이다.

NC코드 생성 : 앞에서 결정된 특징형상 정보, 작

업정보, 공구 정보와 기계장착 좌표계등 NC를 위한 추가 정보를 이용하여 NC코드를 생성하는 모듈이다.

3. NC코드 생성 모듈

3.1 입력정보

일반적으로 NC코드를 생성하기 위해 필요한 정보로 논의되는 것으로는 가공부위의 형상정보, 공구 정보, 절삭 조건정보 등이 있다. 그러나, 생성된 NC 코드를 실제 기계에 적용하기 위해서는 이러한 정보 외에 부품의 기계장착 좌표계, 작업 종류에 대한 정보, 가공 시작점에 대한 정보, 공구의 접근 및 이격 거리와 드릴링 공정의 반복 깊이를 추가로 고려하여야 한다.

기계장착 좌표계 : 일반적으로 부품이 CAD로 설계되었을 때의 원점과 좌표계는 NC 코드를 생성할 때 기준으로 삼는 원점 및 좌표계와 동일하다고 볼 수 없다. 예를 들어 Fig. 2(a)와 같이 설계자는 습관에 따라 slot을 x축에 평행하게 모델을 작성하지만, 이 부품을 수평형 밀링머신에서 가공할 때는 칩 배출 등의 이유로 Fig. 2(b)와 같이 회전시켜서 기계에 장착하게된다. 즉, 가공해야 할 형상들의 좌표값 들이 모두 변하게된다. 이와 같이 설계시의 좌표계는 설계자의 편의 및 습관에 따라 결정되고, 가공시의 좌표계는 가공 노하우, 주요 가공부위, 치구 등에 의해 결정된다. 따라서, 보다 정확한 NC 코드를 생성하기 위해서 부품이 기계에 장착될 때의 원점과 좌표계에 대한 정보가 필요하다.

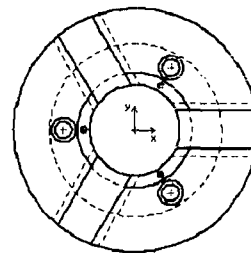


Fig. 2 (a) a Coordination of CAD Model

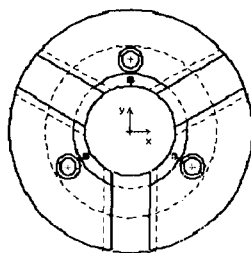


Fig. 2 (b) a Coordination of Machining

작업 종류에 대한 정보 : 작업 종류에 대한 정보는 가공이 황삭 가공인지 정삭 가공인지에 대한 정보이다. 이 정보는 형상의 가공 영역 정보에 영향을 미치므로 실질적인 NC코드를 생성하기 위하여 반드시 고려되어야 한다. 이에 대하여는 3.2절에서 자세히 기술한다.

가공시작점 정보 : 공구의 접근 방향이 하나 이상 존재하는 경우, 가공을 시작하는 방향에 대한 정보가 추가로 필요하게 된다. Slot, Step 형상 등은 한 셋업내에서도 다수의 공구 접근 방향이 존재할 수 있다. 이러한 경우에는 가공의 시작점에 대한 정보가 결정되어야 한다.

접근거리 : 공구가 가공을 위해 부품에 접근할 때, 부품에서 일정 거리 떨어진 부분까지는 급속 이송으로 접근하게 된다. 이 거리를 본 연구에서는 접근거리로 정의하였다.

이격거리 : T-Slot 과 같은 형상의 경우 공구가 절삭 후 급속 이송될 때 공구와 부품간의 간섭을 피하기 위해 가공부위에서 일정거리 만큼 이송된 후에 움직이게 된다. 이 거리를 이격거리로 정의한다.

반복 깊이 : 일반적으로 드릴링 공정은 가공할 깊이를 한번에 가공하지 않고 나누어 가공한다. 본 연구에서는 반복되는 가공에서 한번 가공할 때 가공되는 절삭 깊이를 반복 깊이라 정의하고 시스템에 적용하였다.

3.2 NC 코드 생성

FAPPS에 정의된 작업 종류에는 황삭과 정삭이 고려되어 있으며 하나의 형상을 가공할 때, 정삭 유무는 황삭시 가공되어야 할 영역에 영향을 미치게 된다. 따라서, 이러한 작업종류에 관한 정보와 특정형상에서 인식한 형상정보를 고려하여 형상의 가공영역을 결정하여야 한다. 즉, 형상이 정삭없이 황삭만으로 가공이 끝날 경우, 황삭 가공영역은 Fig. 3(a)의 빗금 친 부분과 같이 원래 형상의 크기로 정의되지만, 형상이 정삭가공까지 필요할 경우, 그 형상의 황삭 가공영역은 Fig. 3(b)의 빗금 친 부분과 같이 형상의 크기에서 정삭 가공여유를 뺀 나머지 부분으로 정의된다. 본 연구에서는 NC코드를 생성할 현재의 작업/형상에 대하여 현재 작업이 황삭일 경우, 현재 형상이 정삭까지 가공하는 형상인지를 확인하여 황삭 가공영역을 결정한다.

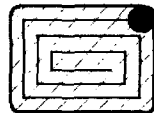


Fig. 3(a) the Rough-Cut Area without Finish-Cut

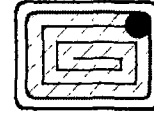


Fig. 3(b) the Rough-Cut Area with Finish-Cut

작업설계 모듈에서 공정내의 전체 작업에 대하여 공구 정보가 결정되어있다. 이를 이용하여 이전 작업과 현재작업의 공구 정보를 검색하여 공구의 교환 여부를 확인한다. 필요한 경우, 공구 교환에 관련된 코드를 생성하게 된다. 또한 연속되는 드릴링 작업의 경우에는 드릴링 사이클 코드로 작성되도록 구현되었다.

본 연구에서는 현장 자료수집을 통하여 FAPPS에서 정의된 50여개의 특징형상⁽⁶⁾별로 각 형상의 가공방법을 정의하였고 이를 기준으로 각 형상의 가공경로를 결정한다.

이상에서 결정된 가공영역 정보와 가공방법정보 및 작업설계 모듈에서 결정된 공구 및 절삭 조건을 이용하여 NC코드를 생성한다. Fig. 4는 NC 코드 생성 모듈의 실행에서 필요한 정보를 입력받는 화면이다. Fig. 5는 상용 NC 프로그램인 SpeedPlus의 NC 코드 시뮬레이터를 이용하여 slot 3개를 가공하는 공정의 NC 코드 생성 결과를 확인한 화면이다. Fig.4에서 입력받은 기계장착 좌표계에 대한 정보에 의하여 가공경로가 설계도면에 대하여 z축 중심으로 90도 회전한 것을 확인할 수 있다. FAPPS에서 공구경로의 생성과 후처리에는 SpeedPlus의 엔진을 이용하였다.

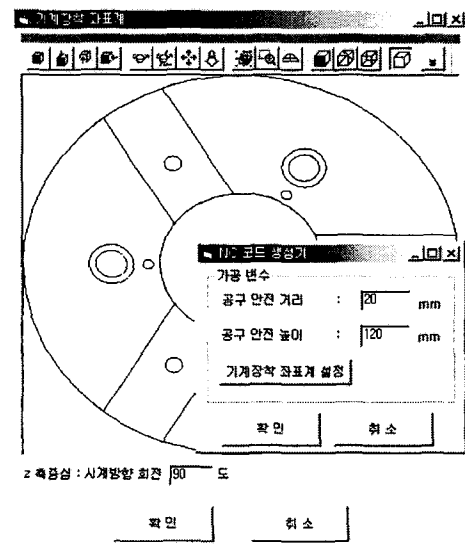


Fig. 4 a data input screen for NC generate module

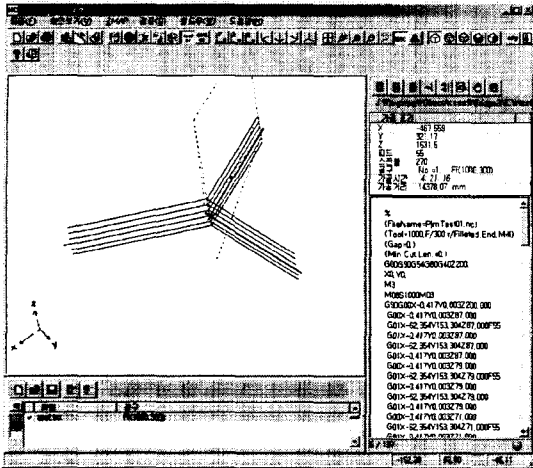


Fig. 5 a simulation screen using SpeedPlus

4. 결론

본 연구에서는 FAPPS 시스템에서 생성된 특징형 상정보, 작업설계정보를 이용하여 NC 코드를 자동으로 생성하였다. 이때 추가적으로 필요한 기계장착 좌표계, 가공 시작점에 대한 정보, 공구의 접근 및 이격거리 정보를 정의하고, 이들 정보를 이용하여 보다 활용 가능성이 높은 NC 코드를 생성하였다.

본 연구에서 논의된 기계장착 좌표계에 대한 정보는 치공구 설계에서도 고려되어야 할 정보이다. 부품용 기계에 어떤 방향으로 장착할 것인가에 따라 공구의 가공 경로가 바뀌며, 이는 치공구의 위치에 영향을 준다. 따라서, 치공구 설계 시스템에서 기계장착 좌표계를 고려함으로써 보다 유기적인 시스템 통합이 가능할 것이다.

향후연구로는 한 부품 내에서 다수 개의 동일한 형상을 가공하는 경우, 이를 인식하고 한 형상에 대해 계산된 가공경로를 다른 형상에서 좌표변환을 이용하여 재 사용하는 방법에 대한 연구가 필요하다. 이는 작업자가 생성된 NC code를 판독하고 수정하는데 보다 용이한 환경을 제공할 것이다.

후기

본 연구는 과학기술부 국가지정연구실 사업의 지원으로 수행된 연구 결과임을 밝힌다.

참고문헌

1. Jacobs, F.R., Mathieson, K., Muth, J.F., and

Hancock, T.M., "A Rule-based System to Generate NC Program from CAD Exchange Files," Computers & Industrial Engineering, Vol. 20, No. 2, pp. 167-176, 1991.

2. Yeo, S.H., and Rahman, M., "Integrated Knowledge-based Machining System for Rotational Parts," International Journal of Production Research, Vol. 29, No. 7, pp. 1325-1337, 1991.

3. Nnaji, Bartholomew O., "CAD-based Schema for an Assembly Planning Reasoner," SME Expert System, pp. 215-248, 1988.

4. 서영근, 박양병, "규칙베이스 전문가 시스템을 이용한 NC프로그래밍," 산업공학회지, 제6권, 제2호, pp. 3-16, 1993.

5. D. L. Waco and Y. S. Kim, "Geometric reasoning for machining feature using convex decomposition," Computer Aided Design, Vol. 26 No. 6, pp.477-489, 1994

6. 노형민 외, 1998, "공정 계획 및 품질관리 기술 개발에 대한 연구," 한국과학기술연구원 연구보고서, BSM0753-6225-2