범용 CAD/CAM을 위한 수치제어 후처리기 시스템 설계에 관한 연구

°설 문규 김 명기
동아대학교 전자공학과

A study on the design of NC postprocessor system for general CAD/CAM.

Moon-Gyu Seol, Myung-Ki Kim
Dept. of Electronic Engineering, Dong A University

ABSTRACT

This paper describes the design and implementation of post processor for Numerical control programming which prepare control paper tape of NC machine.

The post processor that we developed reflects modular program design methodology to improve flexibility about variety NC machine. Also, the designed post processor is able to liuk with general NC system as APT(Automatically programming tools) system or general CAD/CAM system.

1. 서론

수치제어 공작기계는 1958년부터 상업적으로 이용되어 왔다. 최근 국내외의 많은 산업계에서 수치제어의 개념을 이용하여 Metal cutting, flame cutting, drafting과 그 밖의 여러 응용분야를 넓히고 있다. 특히 CAD 시스템을 이용한 설계를 기반으로 생산 자동화를 이루는데 수치제어 공작기계가 이용되고 있다. 수치제어 공작기계의 종류는 아주 다양하며 서로 결합적으로 혹은 단독으로 쓰이기도 한다. 그러나 이러한 수치제어 장치들을 오퍼레이션하는 적절한 콘트롤 인스트락손의 준비는 아직 문제로 남아 있다. 즉, 콘트롤 인스트락손을 기공하고자 하는 파트에 따라 각기 생성되어야 될 콜론이지만 수치제어 장치에 따라 그 사용될수 있는 인스트락손이 다르고 사용되는 코드, 또한 콘트롤러가 인지할 수 있는 형식이 다르다. 한편 선반작업에 있어서 공구 Offset, profile 밀링에 있어서 공구중심의 이동통로 등의 적절한 정보를 공작기계 콘트롤러에 제공하기 위해서는 많은 계산이 요구된다. 이와 같은 업무를 수행하기 위해서는 두가지 부분으로 고려되어 진다.

첫째는, 가공되어질 요소(부품)의 형상을 CAD화 해야 되며, 둘째로는 특정공작기계 시스템의 요구에 맞게 공구의 이동 데이타 계산 및 콘트롤 인스트락손을 생성시켜야 한다. 현재 이와 같은 요구는 특정 공작기계에 맞게 설계된 special-purpose program을 사용하거나, general-purpose program을 사용하고 있다. 여기에서 general purpose program을 사용할 때 공작기계 콘트롤러의 인스트락손의 생성이 직접 이루어지지 않고 special postprocessor를 두어 NC 콘트롤러 인스트락손을 준비한다.

본 논문에서 general purpose processor에 필요한 NC Postprocessor의 설계에 관하여 기술한다.

2. Postprocessor

General purpose processor에 가공되어질 형상을 입력하고 공구운동 명령을 지령하므로서 공구가 이동되면서 가공해야 되는 좌표값을 프로세서는 출력시킨다. 이 때 출력되는 데이타는 일반적으로 cutter location data(CL DATA)로 알려져 있다. 이 데이타는 공작기계와 독립적으로 되어 있어 특정 공작기계에 맞는 명령어로 바뀌어져야 되는데 이의 처리가 postprocessor에 의하여 이루어 진다.

메인 프로세서에 의해 생성된 CLDATA는 공작기계나 콘트롤 시스템에 독립적이며 정의된 도형을 따라 공구의 중심이 연속적으로 이동하는 XYZ 좌표값의 집합으로 구성되어 있다.

NC 콘트롤러에서 제어되는 Spindle speed, coolant conditions, feedrate, tool change 등을 set하기 위한 Auxiliary part program instruction은 Main processor에서 삽입되지만 도형 식으로 계산에 이용되지는 않는다. Post processor는 CLDATA 정보를 부품이 가공되어질 공작기계와 콘트롤 시스템의 요구사항에 맞게 바꾸어 주는 기능을 갖고 있다. 그러나 NC 시스템마다 콘트롤 명령어 및 요구사항이 각기 다르다. 따라서 특정 NC 시스템을 위해서는 각기 서로 다른 Postprocessor가 준비되어야 한다.

이와 같이 Postprocessor가 다양해지는 것은 경제적인 측면에서 낭비를 가져오기 때문에 이의 개선 노력이 증대되고 있으며 다음과 같은 몇가지 방향으로 연구되고 있다.

a) Postprocessor의 기능적인 모듈화 설계
b) CLDATA와 콘트롤 데이프, 인터페이스의 표준화
c) 콘트롤 시스템 생산업체의 수효감축과 시스템간의 호환성 강화

3. Postprocessor의 모듈화

NC 콘트롤러 마다 각기 다른 포스트프로세서가 존재하지만 그 기능별로 나누면 공통적으로 이용할 수 있기 때문에 유사한 형태의 공작기계 콘트롤 시스템은 대화형으로 약간의 파라메타만 수정하면 쉽게 전용할 수 있다. 따라서 포스트프로세서의 구성을 모듈화 시켜 범용성을 증대시킬 수 있다.

설계한 포스트프로세서의 모듈은 그림 1에 나타난 바와 같이 5가지로 구분하였다.

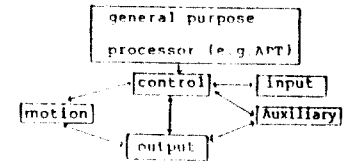

그림 1 Postprocessor의 모듈화

a) Input element; CLDATA화일을 입력하는 모듈
b) Auxiliary element; 기계와 콘트롤 기능을 운용하고 해독하는 모듈(SPINDLE 제어, FEEDRATE, COOLANT)
c) Motion element; CLDATA의 공구인 동시 적절한 Machine slide를 생성시키는 모듈
d) Control element; Flow의 제어와 모니터링 모듈
e) Output element; NC 콘트롤 데이프와 프린트 리스트를 출력하는 모듈

4. 설계 및 실행

모듈화를 고려하여 설계한 포스트프로세서는 다음과 같이 실행될 수 있다.

우선 general purpose processor에서 처리한 CL file을 open하고 NC 콘트롤러 사양을 고려하여 포스트 프로세싱에서 필요한 초기치를 설정한다. 즉 이는 최소 최대 이송속도, 테이블 크기, 최대 최소 회전속도, 출력의 형태 등을 포함한다.

다음으로 Input element에 의해 입력된 CL file 레코드는 Control element로 이동된다. 이와 같은 과정의 반복은 FINI문을 만날 때까지 계속된다.

4.1. CL DATA 구조

CL DATA file은 general purpose processor와 그의 postprocessor와의 Interface이다. 이 화일은 계산된 공구 통로와 각 파트 프로그램에서 Auxilary instruction을 포함하고 있으며 두 level로 나누어진다. 즉 logical level과 physical level로 구분된다. logical level은 discrete information을 포함하며 Physical record는 MT, Disc 등에 컴퓨터 자체의 실수 표현방식에 따라 Physical

하게 위치하며 Logical record를 구성한다. Logical record상의 Information layout은 그림 2와 같다.

```
REAL*8;COM (1500), CL(256)

INTEGER*4; ICL(512)

EQUIVALENCE;(COM(1),CL(1),ICL(1))
```

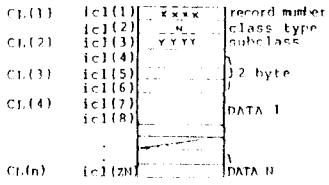

그림 2. Information layout.

각 logical record는 major class type과 minor class type으로 구성되는데 Major class는 그 record의 특성하에서 세분된 기능이 Minor class에 의해 표현된다. 그림 3은 major class type을 요약하여 나타낸 표이다.

그림 3. Major class type.

구 분	type
파트프로그램 이름	1000
포스트 프로세서 auxiliary command	2000
canonical form data	3000
cutter location data	5000
post-processor flags	6000
Axis mode	9000
internal error flags	13000
Fini code	14000
user proprietary records	2800

한편 CL file의 각 record는 크게 5가지의 형식으로 분류되어 지는데 이는 모듈화 설계의 기초를 이룬다.

a) PARTNO record
b) MOTION "
c) NON-MOTION "
d) CIRCLE "
e) ARCSLP "

이들 각각의 record 형식은 Physical record로 표시될 수 있는데 Motion record를 예로 나타내면 그림 4와 같다.

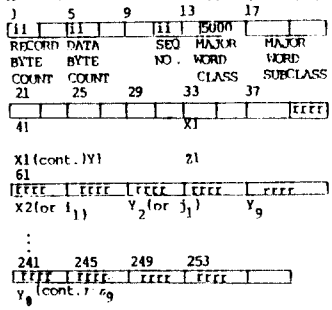

그림 4. Motion record physical format.

4.2. Postprocessor의 언어정의

Postprocessor의 언어는 파트프로그램의 일부로서 작성되어지기 때문에 main processor(general purpose processor)에서 처리될 수 있는 언어로 구성되어야 한다. 따라서 가장 널리 사용되고 있는 APT 3시스템을 기준으로 설계하였으며 정의한 언어를 요약하여 표로 나타내면 그림 5와 같다.

AUXFUN	CLAMP	CLEARP	COOLNT	CUTCOM	CYCLE
DELEY	END	FEDRAT	GOHOME	INSERT	LEADER
LETTER	LINTOL	LOADTL	MACHINE	OPSKIP	OPSTOP
ORIGIN	PARTNO	PLUNGE	PRINT	PAPID	RETRCT
REWIND	ROTABL	SELCTL	SEANO	SPINDL	STOP

그림 5. 정의된 포스트프로세서 언어

각 언어는 여러 Option을 포함하고 있는데 CYCLE 언어를 사용하여 구멍뚫기 작업을 행할 수 있는 DRILL CYCLE 가공의 언어 Syntax를 나타내면 그림 6의 언어형식과 가공순서가 결정된다.

이 Cycle은 다음의 동작순서로 정의된다.

(1) 위치 Point위 (r + c)위치까지 급송 이동한다.
(2) 위치 Point의 clearance까지 급송 접근한다.
(3) Z깊이까지 지정된 Feedrate(f에 의해 정의된)로 삽입한다.
(4) (z + c + r)까지 급송 복귀한다.

DRILL cycle

$$\text{CYCLE/DRILL}, z, f\left[,\left\{\begin{matrix}\frac{\text{MMPM}}{\text{MMPR}}\\ \\ \frac{\text{IPM}}{\text{IPR}}\end{matrix}\right.\right]\left[,\text{MANUAL}, f'\right]\left[,c\left[,r\right]\right]$$

f : feed rate
z : depth
c : clearance amount, 1.2 mm (0.05 in.) when omitted
r : approach amount, 0 when omitted

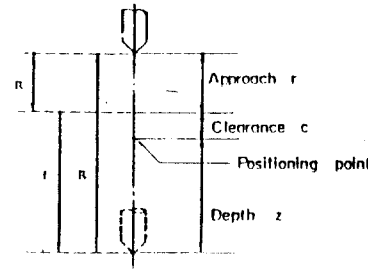

그림 6. Drill 가공의 언어 Syntax와 가공순서

4.3. 실행 및 결과

설계한 포스트프로세서의 실행을 위해서 general purpose processor로는 일반 범용 CAD/CAM 시스템중의 하나인 CALMA를 이용하였다. 즉 CALMA 시스템으로부터 CL file을 구한 다음 이 CL DATA를 설계한 포스트프로세서의 입력으로 받아 NC 공작기계 콘트롤 시스템으로 입력시킬 수 있는 NC 코드를 생성시켰다. 또한 이때의 출력은 Documentation 리스트, NC 코드 프린트 리스트, 종이 테이프로 구분된다.

그림 7은 실행을 위한 모델로 Profile을 선정한 것이며 공구가 이동할 Tool path는 profile 선상에 일치시켰다.

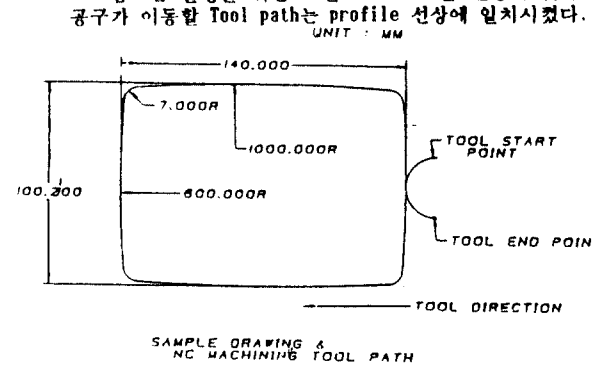

그림 7. 예제 가공도면

그림 7의 예제 가공도면으로부터 직선보간으로 처리한 CL file list는 그림 8과 같고, 포스트 프로세서에 의해 생성된 NC 코드 리스트는 그림 9와 같다.

5. 분석

포스트프로세서의 실행 결과 나타난 NC 코드 리스트는 FANUC GMB 콘트롤라를 기준으로 한 것이며, 일반적인 범용 NC 밀링 콘트롤라에 폭 넓게 사용할 수 있도록 초기값

설계 모듈을 분리 설계하였다. 이 모듈에서는 테이블의 크기, 제한회전속도 등 공작기계의 기계적 특성을 시스템별로 분류 저장할 수 있을 뿐 아니라 이 값을 기준으로 에러 정보를 출력시킴으로서 사용자의 과오를 감소시킬 수 있다.

또한 정의된 각 NC 언어는 서브루틴 개념으로 단위 모듈화 설계되어 있으므로 새로이 NC 언어의 추가 및 변경, 삭제가 용이하며 이를 위해서 각 서브루틴명은 NC 언어와 일치시켰다. 한편 일반범용 CAD/CAM 시스템에 연결시킬 수 있도록 APT 3 CL File format으로 설계되어 있다.

그림 9의 NC 코드에서 G코드가 같은 블록내에 연속하여 나타난 것은 FANUC 시스템을 기준으로 하였기 때문이며 별도의 블록에 나타내기 위해서는 출력 모듈만 약간 수정하면 된다.

6. 결론

1. 복잡한 곡선 및 곡면의 자동가공 실현
2. 입의 NC 밀링 운전가능
3. 모듈화 설계되어 있으므로 NC 기능의 추가.삭제.변경이 용이
4. FORTRAN IV 언어를 이용하였기 때문에 이 기종간의 전환이 용이
5. DNC로의 활용 가능

또한 앞으로의 연구과제를 살펴보면 RS494(BCL) 개념의 기초위에서 NC 선반용 설계 및 공작기계의 적용도를 향상시킬 수 있는 Generator의 설계가 이루어질 수 있으리라 사료된다.

참 고 문 헌

1. W.H.P. Leslie, Numerical control users hand book, Mcgraw-hill, 1970.
2. CMS, POSTPROCESSOR Manual.
3. H.Wada, S. Handa, General Post Processing systems for NC machine, Mechanical Engineering, Vol 22, No.8, 1974, pp.25-27.
4. NTIS, Cjuidelines for Exchangable APT data package APT postprocessor specifications, ADA092, p.33/1, 81-09.
5. Sim, R.M., The design and specification of post-processor for Numerical control programming Vol 6, No.4, 1974, pp.221-5.
6. D.A. Dornfeld, Automation in manufacturing systems, processes, and computer Aids, ASME, 1981.
7. 한국기계연구소, 생산자동화를 위한 소프트웨어기술 개발, UCN 1986-587c, 1984. 12.
8. FANUC GMB Controller H/W Manual.

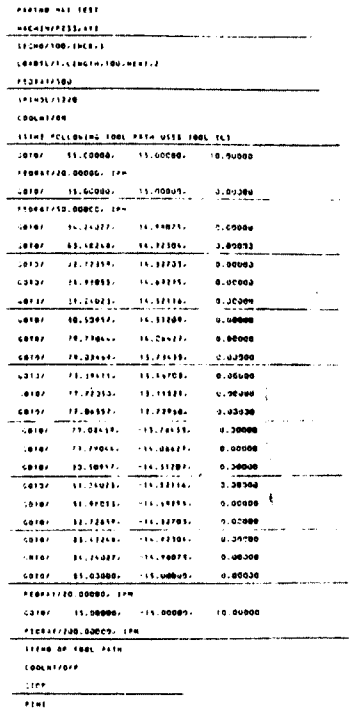

그림 8. CL file list

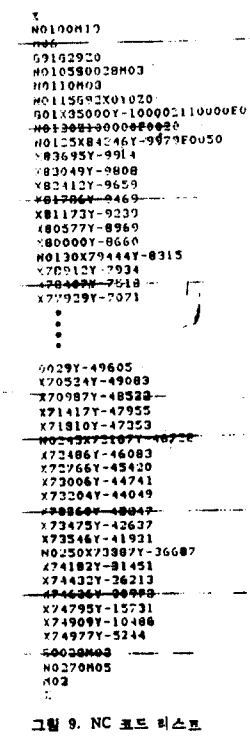

그림 9. NC 코드 리스트