

STEP을 이용한 특징형상 정보의 호환

김한기, 김광수

포항공과대학교 산업공학과 CAD/CAM실

요약

STEP(Standard for the Exchange of Product data)은 제품데이터(product data)의 표현 및 교환에 관한 국제표준으로서, 특정 시스템에 관계없이 제품생산에 관계된 정보를 표현할 수 있는 중립표준을 제공하는데 그 목적이 있다. STEP은 파일교환(file exchange)을 위한 중립표준을 제공할 뿐 아니라, 제품데이터베이스(product database)를 구현하는 기반을 제공한다. 따라서, 향후 STEP은 좁은 의미로서는 시스템간의 데이터 교환의 표준으로, 넓은 의미로서는 컴퓨터통합 생산시스템(CIMS)의 구현시 정보모델의 근간으로 사용될 것으로 예상된다.

본 연구에서는 STEP을 이용하여 CAD의 형상정보와 특징형상정보를 변환하는 변환기를 개발하였다. 변환기의 개발은 크게 3단계로 나뉘어 지는데, 1) STEP에서 제정한 데이터 정의어인 EXPRESS를 이용하여 각 CAD시스템에서 사용하는 포맷에 따라 형상정보 및 특징형상정보의 스키마를 모델링하는 단계, 2) 실제 데이터를 이용하여 모델링된 스키마에 맵핑(mapping)하는 단계, 3) 퍼지컨화일로 변환하는 단계를 거치게 된다. 이 글에서는 STEP을 이용한 특징형상정보의 호환을 위한 변환기의 구조를 제안하고, EXPRESS를 이용한 스키마 모델링 및 특징형상 정보의 변환사례를 소개한다.

Keywords : STEP, CAD데이터, 특징형상정보, 스키마 맵핑, MRSEVs

I. 서론

CAD/CAM(Computer Aided Design and Manufacturing)시스템들은 산업체에 도입된 이후

로 초기에 특정분야에 독립적으로 사용되다가 점차적으로 생산과 관계된 전 분야에 사용되고 있다.

CAD/CAM시스템은 특히 제품정보(product information) 및 형상정보(geometry information)를 생성, 저장, 가공에 응용하는데 효과적인 기능을 가지고 있기 때문에 급속히 발전하였고, 작업성격에 따라 여러 가지 종류의 CAD/CAM시스템들이 각각 서로 다른 장단점을 가지면서 사용되고 있다. 그러나, 여러분야에서 독립적으로 사용됨에 따라 시스템간의 데이터 교환에 있어서 문제점이 나타났고 시스템의 제품정보를 충분히 활용하지 못하게 됨에 따라 시스템간에 제품 정보 및 형상정보를 원세계로 교환할 수 있는 접속(interface)방법이 필요하게 되었다. 뿐만 아니라, CAD시스템에서 생성된 데이터를 CAM시스템에서 사용할 경우 가공에 필요한 제품 정보를 작업자가 재입력함에 따라 번거롭고 오류가 일어날 수 있는 문제점을 갖게 되었다. 따라서, 설계에서 가공으로 이어지는 생산시간을 단축하고 오류를 감소시키는데 CAD/CAM시스템의 접속이 필요하게 되었다.

CAD/CAM시스템간의 접속방법으로는 그림1.1에서 보는 바와 같이 직접변환과 간접변환의 두 가지가 있다[Zeid91].

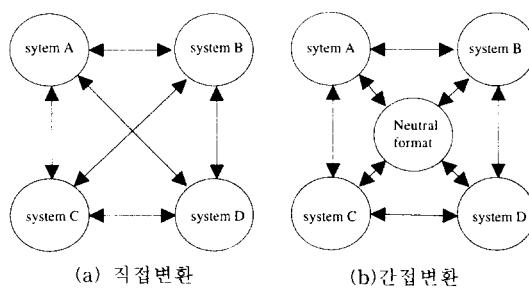


그림 1.1 CAD/CAM시스템간의 접속방법

직접변환방식은 모든 시스템마다 데이터를 교환하는 방식으로 비교적 정확한 변환이 가능하기는 하지만 n개의 시스템에 대하여 2^nC_2 개의 변환기를 개발해야 하는 단점이 있다. 간접변환방식은 하나의 종립표준을 정의해 놓고 이 종립표준을 매개로 데이터를 교환하는 방식으로 n개의 시스템에 대하여 $2n$ 개의 변환기가 필요한 반면 종립표준은 모든 시스템의 데이터표현을 수용할 수 있는 일관성이 있어야 한다는 문제가 있다.

기존의 종립표준으로 IGES(미 표준국), SET(포랑스), VDAFS(독일), PDDI(미 공군)등 여러가지 형식이 세워되어 왔으나, 이러한 형식들을 시스템 개발사에서 독자적으로 수용함에 따라 사실상 공통된 표준은 없는 상태이다. 최근들어 제품데이터 변환을 위한 국제적인 표준이 필요하다는 각국의 의견에 따라 ISO에서는 STEP(Standard for the Exchange of Product data)이라는 새로운 표준을 제정하고 있으며 향후 국제적인 표준으로 자리잡을 것으로 예상된다.

본 연구에서는 STEP을 종립표준으로 하여 특징형상 정보를 타 시스템에서 재용성이 가능하도록 구조적으로 모델링하고 호환을 위한 변환기를 개발하였다. II장에서는 시스템간의 데이터변환의 핵심인 스키마매핑(schema mapping)에 대하여 소개하고, CAD시스템과 CAPP시스템간의 접속에 있어서 특징형상정보와 이들간의 가공순서를 표현하는 스키마를 모델링하여 CAPP시스템에서 재용용할 수 있는 종립화일을 생성하는 변환기의 개발에 관하여 소개한다. III장에서는 실제 상용시스템에의 적용경과를 소개하고, IV장에서는 결론 및 추후 연구과제를 제시한다.

II. STEP을 이용한 CAD/CAPP 시스템간의 접속

2.1 스키마 맵핑

시스템간의 접속(interface)은 두 시스템의 피지컬화일(physical file)을 상용되는 내용에 따라 변환하는 과정을 통해 이루어진다. 피지컬화일의 변환은 각 시스템의 정보모델(information model)을 정의하고, 정의된 두 모델간에 같은 의미를 갖는 요소(entity)를 변환하는 과정이 핵심이다. 특히, STEP에서 정의하는 모델링언어(modeling language)

인 EXPRESS는 구조적으로 정의하고 변환할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그림2.1은 두 시스템의 정보모델인 스키마(schema)를 변환하는 과정을 나타낸다.

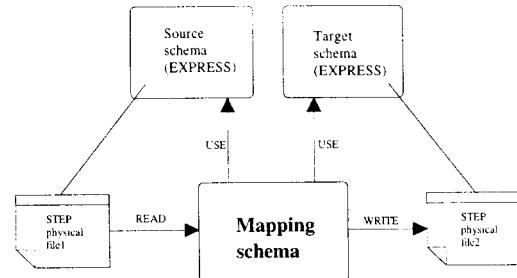


그림 2.1 스키마 변환의 과정

변환에 관계된 두 스키마는 동일한 내용을 각각 다른 방법으로 정보모델을 나타내고 있으며, 스키마 맵핑은 이러한 서로 다른 스키마간에 같은 의미를 갖는 요소(entity)를 찾아내어 연결하는 과정을 뜻한다. 스키마 맵핑은 일대일 맵핑(one to one mapping), 일대나 맵핑(one to many mapping), 조건부 맵핑(conditional mapping) 등 여러 형태의 맵핑형태가 있다[Birring95]. 그림2.2는 EXPRESS 스키마간의 조건부 맵핑과 피지컬화일의 변환 예를 나타낸다.

본 연구에서는 전술한 스키마 맵핑기법을 특징형상 정보와 기하정보로 구성되는 CAD 데이터에 적용하였다. 우선, 특징형상정보, 기하정보, 그리고 가공순서 표현을 위한 스키마를 모델링하였고, 실제로 CAPP시스템에서 재사용할 수 있는 종립포맷으로 변환하는 변환기를 개발하였다.

2.2 CAD/CAPP시스템의 접속과 특징형상

전통적으로 CAD시스템은 주로 기하정보 및 위상 정보를 생성하는 기능을 가지며, 최근에 들어서 가공계획(process planning)에 필요한 생산 정보를 수용하는 이른바, 특징형상 모델러(feature-based modeler)라는 디자인 개념이 도입되면서 CAD시스템은 다양한 생산 정보를 생성하는 기능을 가지게 되었다. 그러나, CAD시스템에서 생성되는 이러한 유용한 정보를 CAPP 및 CAM시스템에서 응용하고자 할 경우에 재입력하거나 시스템에 맞게 새롭게 생성해야 하는 경우가 대부분이다. 이것은 일관화된 접속방안이 없기 때문에 일어나는 문제점으로 볼 수 있으며, 결국 이러한 문제는 전체적으로 생산시간의 지연을 초래하는 요인으로 작용한다.

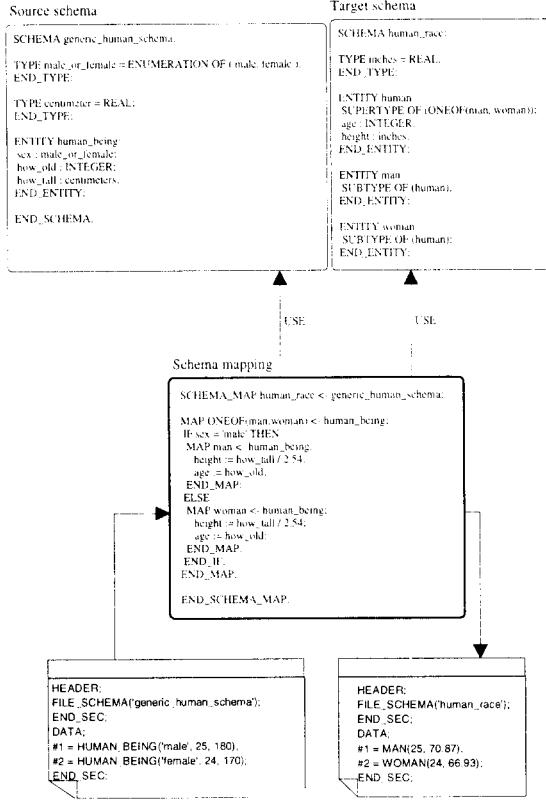


그림 2.2 스키마 맵핑 및 파일의 변환 예

본 연구에서는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 CAD 및 CAPP 시스템 간의 정보전달에 있어서 일관화된 정보모델을 설계하여 병목문제를 해결하고자 하였다. 정보모델은 크게 특징형상 모델러로부터 생성되는 특징형상정보와 이를 가공계획에 적용하기 위한 가공순서 표현을 위한 정보로 구성되어 있다.(그림2.3참조)



그림 2.3 특징형상정보의 호환

특징형상정보와 가공순서 표현정보는 STEP에서 정의하는 데이터정의 언어인 EXPRESS를 이용하여 정의하였으며, 각각 특징형상 스키마와 가공순서표현을 위한 스키마로 명명하기로 한다.

2.2.1 특징형상의 모델링

특징형상은 각 응용분야에 따라서 다르게 해석되

나, 본 연구에서 사용하는 특징형상은 가공특징형상(machining feature)으로서 기계가공시 가공에 의해 제거되는 제거용체(removal volume)를 의미한다. 이러한 가공특징형상 정보는 가공기계의 공구가 이동하면서 생성하는 임체와 유사한 모양을 가지기 때문에 공작계획, NC파트 프로그래밍 등에 유용한 정보로 활용할 수 있다.

특징형상정보는 특징형상모델러에서 특징형상인식(feature recognition) 등의 과정을 통해서 생성된다. 본 연구에서는 [Kramer92]가 제시한 MRSEVs(Material Removal Shape Element Volumes)를 개선하여 가공 특징형상모델을 구성하였다. MRSEVs는 3축 기계가공을 위한 특징형상으로서 STEP에서 정의하는 기하요소를 이용하여 EXPRESS로 계층적 모델링이 가능하다. 계층구조는 크게 linear sweep feature, edge cut feature, ramps, rotational pocket 등으로 구성되며, 본 연구에서는 linear sweep feature와 hole과 pocket에 한정하였다. 그림2.4는 MRSEVs의 계층구조를 나타낸다.

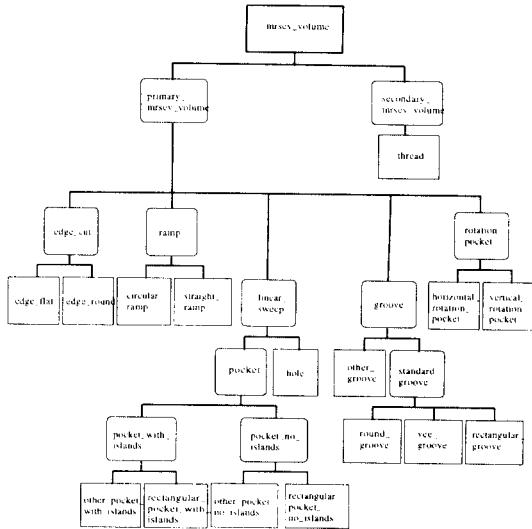


그림 2.4 MRSEVs의 계층구조

Hole은 공구가 이동하면서 생기는 원기둥 모양으로서 원기둥의 위치 및 방향, 깊이, 반경 등을 이용하여 나타낸다. Pocket은 위치 및 방향, 깊이, 프로파일, 아일랜드 등을 이용하여 표현한다. 그림2.5는 형상을 나타낸다.

그림2.4에서 보는 바와 같이 MRSEVs는 계층적 구조를 가지며 이러한 구조는 객체지향적인 모델링(object oriented modeling) 개념으로 용이하게

표현할 수 있다. 그림2.6은 구현에 사용한 Hole과
Pocket에 대한 구조를 EXPRESS를 이용하여 모델
링한 결과를 나타낸다.

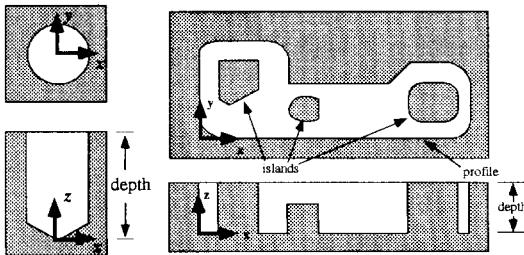


그림2.5 MRSEV의 hole과 pocket

SCHEMA mrsev_schema;

REFERENCE FROM geometry_schemas

```
ENTITY mrsev_volume;
  mrsev_name : STRING;
END_ENTITY;
```

```
ENTITY primary_mrsev_volume
SUBTYPE OF (mrsev_volume)
SUPERTYPE OF (linear_sweep);
location : axis2_placement_3d;
END_ENTITY;
```

```
ENTITY linear_sweep
  SUBTYPE OF (primary_mrsev_volume);
  depth : REAL;
END_ENTITY;
```

```
ENTITY hole
  SUBTYPE OF (linear_sweep);
  radius : REAL;
  end : OPTIONAL hole_end;
end_entity;
```

```
ENTITY pocket
| SUBTYPE OF (linear_sweep);
| profile : LIST[1:?] OF trimmed_curve;
| corner_radius : REAL;
| bottom_blend : OPTIONAL no_blend
END ENTITY;
```

```
ENTITY pocket_no_islands
  SUBTYPE OF (pocket);
END ENTITY;
```

```
ENTITY rectangular_pocket_no_islands
  SUBTYPE OF (pocket_no_islands);
END ENTITY;
```

```
ENTITY other_pocket_no_islands  
SUBTYPE OF (pocket_no_islands);  
END_ENTITY;
```

```
ENTITY pocket_with_islands;  
  SUBTYPE OF (pocket);  
  islands : LIST[1:] of island;  
END ENTITY;
```

```
ENTITY rectangular_pocket_with_islands
  SUBTYPE OF (pocket_with_islands);
END_ENTITY;
```

```
ENTITY other_pocket_with_islands
  SUBTYPE OF (pocket_with_islands);
END_ENTITY;
```

```

ENTITY island;
  x : REAL;
  y : REAL;
  angle : REAL;
  profile : LIST[1:] of trimmed_curve;
  height : REAL;
END_ENTITY;

```

| END_SCHEMA;

그림 2.6 특징형상 스키마

2.2.2 가공순서 표현을 위한 스키마의 노델링

가공형상을 가공특정형상으로 나타낼 경우, 이들을
가공에 응용하려면 가공특정형상간의 가공순서를
나타내는 논리적인 전후관계를 명시해 주어야 한
다. 기존에 프로세스의 순서를 정의하는 표현방법
으로는 AND/OR그래프, ALPS, IDEF3 등이 있다
[Homem90][Catron91][Mayer92]. 그러나, 구체적으
로 특징형상을 포함하는 가공작업에 적용한 표현
방법은 아직 없으며, 본 연구에서는 앞절에서 설명
한 특징형상정보를 중심으로 그림2.7과 같이 가공
순서의 표현을 위한 가공순서 스키마를 모델링하
였다. 가공순서 스키마는 그림2.8과 같이 특징형상
중심의 CAD데이터와 이를간의 위치를 고려하여
CAPP시스템에서 사용할 수 있는 가공순서를 표현
한다. 전체적인 구조는 AND/OR graph와 유사하
며 각 노드에는 제거해야 하는 특징형상 정보를 속
성(attribute)으로 가지다.

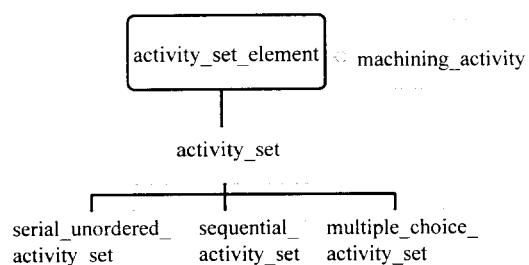


그림2.7 가공순서표현의 계층구조

```

SCHEMA PROCESS_SEQUENCE_SCHEMA;
REFERENCE FROM mrsev_schema;

TYPE node = ENUMERATION OF
  (activity_set_element,
   activity);
END_TYPE;

ENTITY machining_activity;
  id : INTEGER;
  feature : mrsev_volume;
END_ENTITY;

ENTITY activity_set_element;
  activity_element : machining_activity;
END_ENTITY;

ENTITY activity_set;
  activities : LIST[1:2] OF node;
END_ENTITY;

ENTITY serial_unordered_activity_set;
  SUBTYPE OF activity_set;
END_ENTITY;

ENTITY sequential_activity_set;
  SUBTYPE OF activity_set;
END_ENTITY;

ENTITY multiple_choice_activity_set;
  SUBTYPE OF activity_set;
END_ENTITY;

END_SCHEMA;

```

그림2.8 가공순서 표현을 위한 스키마

2.3 특징형상 정보의 가시화 및 중립화일의 생성

최종가공물의 형상은 그림2.9와 같이 원 가공물의 형상에서 구성하는 특징형상들을 가공순서 표현을 위한 스키마에서 정의하는 순서에 따라 (-) 불리언작업을 통해서 계산된다.

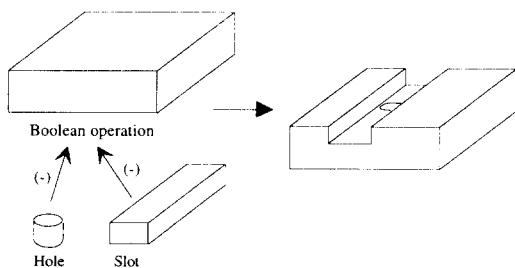


그림2.9 특징형상 정보의 가시화 과정

불리언 작업의 결과인 가공물은 기하모델을 사용하여 가시화하게 되는데 STEP의 Part42(기하 및 위상정보 표현방법)에서 정의하는 스키마를 이용

하여 표현하였다.

그림2.10은 앞절에서 EXPRESS로 모델링된 MRS-EVs와 가공순서 표현의 스키마에 따라 입력되는 특징형상 정보를 기반으로 표현된 Part21 피지컬화일을 나타낸다. 생성된 피지컬화일은 CAPP시스템에서 재사용이 가능한 특징형상정보와 가공순서 정보를 포함하고 있다.

```

ISO-10303-21;
HEADER;
/*
 * Exchange File generated by ST-DEVELOPER
 * V 1.3 Conforms to ISO 10303-21
 */

FILE_DESCRIPTION((),1);
FILE_NAME ('media',",0,0, ST-DEVELOPER',
           ",");
FILE_SCHEMA('GEOMETRY','MRSEV'),
('GRAPH');
END_SEC;

DATA;
#1 = CARTESIAN_POINT((0,0,0));
...
#38 = CARTESIAN_POINT((3,3,.2));
#39 = VECTOR(#36,5.);
#40 = HOLE(#39,20,10.);
#41 = CARTESIAN_POINT((0,3,3.));
#42 = VECTOR(#41,2.);
#43 = OTHER_POCKET_NO_ISLAND(#42,10.,(#20,
  #21,#22,#23,#24,#25,#26,#27,#28,#29,#30,#31,#32));
#44 = MACHINING_ACTIVITY(1,#43);
#45 = MACHINING_ACTIVITY(2,#40);
#46 = ACTIVITY_SET_ELEMENT(#45);
#47 = ACTIVITY_SET_ELEMENT(#44);
#48 = SEQUENTIAL_ACTIVITY_SET((#46,#47));
...
END_SEC;
END-ISO-10303-21;

```

그림2.10 생성된 STEP 피지컬 파일

III. 구현결과

본 연구에서 개발한 변환기는 IRIS Indigo work-station 상에서 C++언어를 사용하여 프로그래밍하였으며, STEP 피지컬화일을 생성하기 위해서 STEP Tools사의 블루 사용하여 시스템을 구현하였다. 기하정보 변환의 확인을 위해서 Spatial Technology사의 ACIS를 사용하였다. 그림3.1은 그림2.10에 주어진 STEP피지컬 화일을 기초로 기공물을 가시화하여 쉐이딩한 예를 나타낸다.

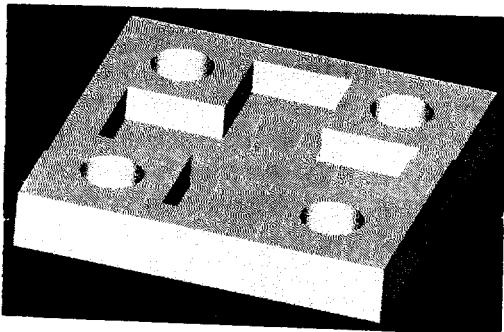


그림3.1 가공물의 가시화

IV. 결론 및 추후 연구과제

본 연구에서는 STEP을 중심표준으로 하여 CAD/CAPP 시스템간의 정보교환에 필요한 변환기를 개발하였다. 특히, 기하요소의 변환 뿐 아니라 가공에서 유용하게 사용할 수 있는 특징형상 정보와 이들간의 공정순서를 나타내는 가공순서표현에 관한 정보를 호환하기 위하여 EXPRESS를 이용하여 스키마를 구성하고 이에 따라 변환기를 작성하였다.

추후 연구과제로는 기하요소 및 특징형상정보 외에도 공정계획에 유용한 정보를 제공하는 표면 거칠기, 여유공차, 재질 등의 다양한 생산정보를 수용하는 모델을 사용하여 종합적인 제품정보를 교환하게 하는 변환기의 개발이 필요하다고 하겠다.

참고 문헌

- [Birring95] Birring,S. and Baily, I. 'EXPRESS-M User Guide', Revision 2, Document No.:man/man_9423, July,1995
- [Catron91] Catron, B.A. and Ray, S.R., 'ALPS: A Language for Process Specification', International journal of CIM 4(2), pp105-113, 1991
- [Hardwick92] Hardwick,M et al.'STEP Programmer's Toolkit : Tutorial Manual', STEP Tools Inc. 1992
- [Homem90] Homem, L.S. and Sanderson A.C. 'AND/OR graph representation of assembly plans', IEEE Transaction on Robotics and Automation 6(2), 1990
- [IGES5.0] 'The Initial Graphics Exchange Specification Version 5.0', NISTIR, 1990
- [Kramer92] Kramer,T.R., 'A Library of Material Removal Shape Element Volumes', NISTIR4809, 1992
- [Mayer92] Mayer, R.J. et al. 'Information integration for concurrent engineering: IDEF3 process description capture method report', Armstrong Lab. Technical report, 1992
- [Part42] ISO TC184/SC4/N141(WG3/N169), 'STEP Part42: Integrated Generic Resources: Geometric and topological representation', 1992
- [Zeid91] Zeid,I., 'CAD/CAM Theory and practice', McGraw-Hill Inc., 1991