

## 지식 베이스를 이용한 CAD 도면에서의 BOM 자동생성

이영엽\*, 도남철\*, 장수영\*, 최인준\*, 정무영\*, 박준렬\*\*

\*포항공과대학 산업공학과, \*\* ㈜ 코렉스 스포츠

### Automatic Generation of BOM using Knowledge-based System

°Young-Yeob Lee\*, Nam-Chul Do\*, Soo-Y. Chang\*, In-Jun Choi\*, Mooyoung Jung\*, Chun-Yeol Park\*\*

\*Department of Industrial Engineering, POSTECH, Pohang 790-600, Korea

\*\* COREX Sports Co.

#### ABSTRACT

This paper is concerned with an automatic generation of BOM (Bill Of Material) for a bicycle frame set using a knowledge based system. The major components module system includes : (1) Part information retrieval in CAD drawing, (2) BOM code generation rule, and (3) Database interface. The knowledge based system includes a rule base and a fact base. The fact base consists of basic, variant, and optional components of the standard BOMs of frame sets. The rule contains rules for generating new BOM code in case that the specified is not in the database.

The system was implemented on a SUN workstation under OpenWindows environments. AutoCAD for CAD drawing was also used.

#### 1. 서론

새로운 디자인에 의한 다양한 제품을 적기에 생산하기 위해서는 고객의 요구를 충족시킬 수 있는 디자인과 이를 토대로 한 도면, 그리고 이 도면의 소요자재와 요구량을 빠르게 산정하여 작성하는 것이 필요하다. 자전거 산업의 경우를 보면 디자인의 핵심이 되는 부분은 Frame이다. 고객의 주문시 Frame에 대한 도면이 작성되면 이로부터 자재의 수급계획에 따라 자재 수배 및 확보가 가능하여 제품의 납기를 예측할 수 있게 된다.

여러가지 옵션에 의한 다양한 자전거 모델과 이에 부가되는 구매자의 요구로 인해 주문이 발생할 때마다 CAD 시스템에 의해서 도면을 작성하고 있다. 그러나 이들 도면에 대한 BOM (Bill Of Material) 작성은 수작업에 의존하고

있으므로 디자이너는 각 Frame을 구성하는 부품들에 대한 소요자재 목록등에 대해서 광범위한 지식을 필요로 한다. 또한, 제도에 소비되는 시간에 비해 그려진 Frame 도면에 대한 소요자재 파악과 자재의 요구량 산정에 더 많은 시간이 소요되는 문제점을 안고 있다. 이로 인해 새로운 주문의 접수시에도 완결된 Frame도면을 바로 작성하지 못하고 상당한 시간이 소요되고 있으며 이에 따른 자재의 현황 파악, 수배 및 확보가 지연되고 있다.

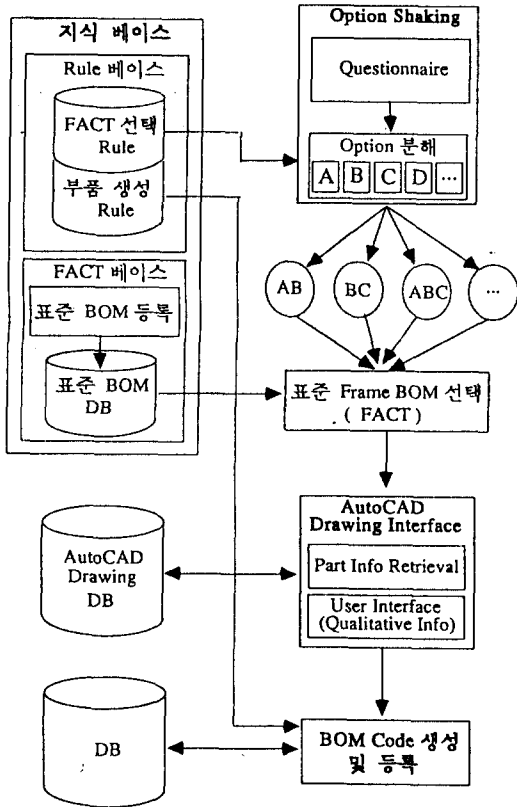
본 연구에서는 디자이너가 도면으로부터 Frame을 구성하는 각 구성품(Components)들의 종류와 수량을 자동적으로 작성할 수 있도록 함으로써 완결된 도면의 작성시간을 줄이고자 한다. 또 수작업에 의해 자주 발생하는 Typing Error를 제거함으로써 정확한 자재 소요량의 산출이 가능하도록 한다. 이를 위해 새로운 제품의 설계에 따른 도면상의 부품들에 대한 정보를 AutoCAD [1] 그래픽 인터페이스를 통해서 추출한다. 또한 도면에 나타나지 않는 정보는 그래픽 User 인터페이스를 통해 얻는다. 이렇게 얻어진 정보들을 이용하여 구축된 Rule Base를 통해 부품 코드를 생성하고 이 코드들의 집합인 BOM 리스트를 작성하며 데이터베이스에 등록한다.

#### 2. 시스템 구성

지식 베이스를 이용하여 자전거 Frame에 대한 BOM을 구하기 위해서는 Frame을 구성하는 부품들에 대한 코드 시스템을 분석하고 이에 따른 틀 베이스를 구축한다. 또한 Basic, Variant, Optional 부품에 대한 정보에 대

한 표준 BOM 데이터베이스(이를 FACT 베이스라 부른다)를 구축하는 것이 선행되어야 한다.

본 연구에서의 전체 시스템 구성을 [그림 1]에 나타내었다. [그림 1]에서 보는 바와 같이 "Option Shaking"에서는 화면에 나타난 도면으로부터 질의 및 응답을 통해 옵션을 분해함으로써 이 도면이 어떤 표준 BOM의 형태인지를 결정한다. 이 표준 BOM에 의해 각각의 부품들에 대한 정보를 AutoCAD 도면 인터페이스를 통해 추출하여 BOM 코드를 생성하고 데이터베이스 인터페이스를 통해서 확정, 등록하게 된다. 본 연구에서 사용된 데이터베이스는 Unisqlx/X 데이터베이스이다. [그림 1]의 중요한 구성요소들을 설명하면 다음과 같다.



[그림 1] 시스템 구성도

## 2.1 지식 베이스

지식 베이스에는 Frame의 BOM을 구성하는 Basic, Variant, Optional Part에 대한 FACT 베이스와 룰 베이스가 있다. 룰 베이스는 자전거 옵션을 분해하여 표준 Frame BOM을 선택하는 룰과 추출된 정보로부터 부품 코드를

생성하는 룰이 있다.

### 2.1.1 Fact 베이스

도면에 어떤 부품코드가 포함되어야 하는지를 알려주는 FACT 베이스는 표준 Frame BOM의 집합으로 구성되며 다음의 3가지 형태로 구별하여 구성한다.

- 1) Basic 부품: Frame을 구성하는데 꼭 필요하고 포함되어야 하는 유일한 부품을 말한다.
- 2) Variant 부품: Frame을 구성하는데 꼭 포함되어야 하며 여러 항목중에서 선택하는 부품을 말한다.
- 3) Optional 부품: Frame을 구성하는데 있어서 있거나 없거나 선택적으로 존재하는 부품을 말한다. 예를 들면, W/B Boss (물통받이 나사)가 이에 해당된다.

이러한 부품들로 구성된 Frame 세트의 대한 표준 BOM의 예들 [그림 2]에 나타내었다.

| COMPONENT | PART NAME               | QUANTITY  | DESCRIPTION          |
|-----------|-------------------------|-----------|----------------------|
| Basic     | Top Tube                | 1 PC      |                      |
|           | Down Tube               | 1 PC      |                      |
|           | Seat Tube               | 1 PC      |                      |
|           | Chain Stay              | 1 PR      |                      |
|           | Seat Stay               | 1 PR      |                      |
|           | Head Lug                | 1 PC      |                      |
|           | Seat Bridge             | 1 PC      |                      |
| Variant   | Seat Lug                | 1 PC      |                      |
|           | Seat Bend               | 1 PC      | For BMX              |
|           | R/Solid End             | 1 PR      |                      |
|           | Forged End              | 1 PR      |                      |
|           | Chain Bridge            | 1 PC      | Plate Blending (O.X) |
|           | Cable Guide (Top Tube)  | {3PC,2PC} | {Up,Center,Below}    |
| Optional  | Cable Guide (Down Tube) | {1PC,없다}  |                      |
|           | W/B Boss                | {2PC,없다}  |                      |
|           | Pivot Bolt              | {1PC,없다}  |                      |
|           | Cable Stopper Bracket   | {1PC,없다}  |                      |

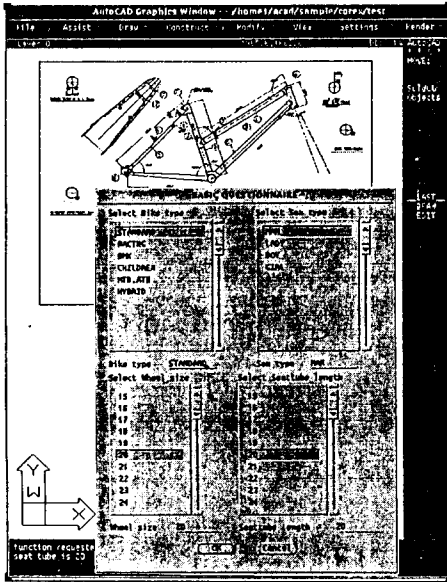
[그림 2] Frame Set의 표준 BOM

### 2.1.2 룰 베이스

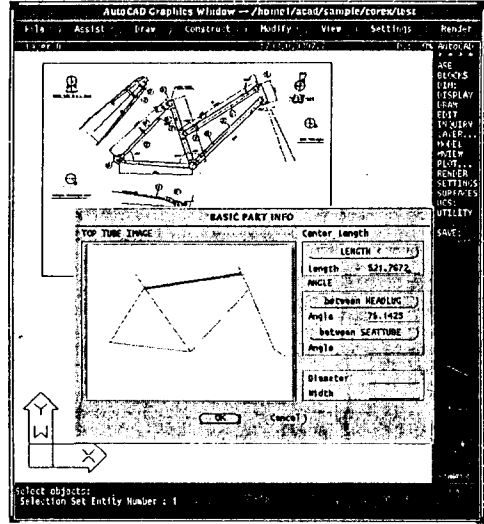
룰 베이스는 자전거의 옵션을 분해하여 적절한 표준 BOM을 선택하는 FACT 선택 룰과 이를 바탕으로 각 부품들의 코드를 생성, 등록하는 룰로 나누어진다.

#### 1) FACT 선택 룰

자전거의 종류와 성별, 바퀴의 직경과 Frame을 구성하는 부품중의 하나인 DOWNTUBE의 길이를 입력받아 도면의 BOM 리스트를 산출하기 위한 FACT를 선택하는 룰이다. AutoCAD가 지원하는 DCL(Dialogue Control Language)의 리스트 대화상자를 이용한 FACT 선택과정의 한 장면을 [그림 3]에 나타내었다.



[그림 3] FACT 선택과정



[그림 4] Tube 정보를 추출하기 위한 User 인터페이스

## 2) 부품 코드 생성 룰

### Frame 세트 코드 결정 룰

Frame 세트 코드는 질의서에 대한 응답, 전체적인 Frame의 색상 및 마무리 정도에 따라 결정된다.

### Basic 부품코드 생성 룰

FACT 에서 코드를 부여할 Basic 부품을 찾고 AutoCAD 도면 데이터베이스 인터페이스를 통해 추출된 정보를 이용하여 부품코드를 생성하게 된다. Basic 부품 중 TOP TUBE의 정보를 추출하기 위한 User 인터페이스 장면을 [그림 4]에 보였다.

### Variant 부품코드 생성 룰

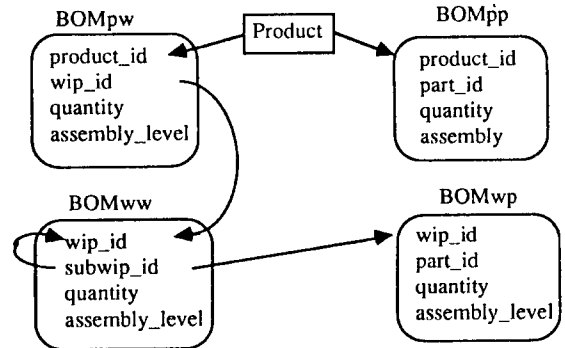
FACT의 Variant 부품에 속하는 부품의 코드 생성에 필요한 정보를 추출하고 부품 코드를 생성하는 룰이다.

### Optional 부품코드 생성 룰

FACT의 Variant 부품에 속하는 부품의 존재유무와 갯수를 입력받아 Optional 부품의 코드를 생성한다.

## 2.2 데이터베이스 스키마

부품 마스터 파일은 데이터베이스인 Unisql/X에 저장되어 있다. 하나의 Frame은 가공된 파이프들로 구성되어 있으나 다단계 BOM을 통해서 추적하여 보면 결국 Raw Material인 파이프로 귀착된다. 따라서, 이 정보가 자재수급계획에 맞도록 [그림 5]와 같은 스키마를 가진다.



[그림 5] 데이터베이스 스키마

Frame을 구성하는 반제품들은 BOMpw 테이블로부터, 부품은 BOMpp 테이블로부터 얻을 수 있다. 또 여러개의 반제품으로 구성된 중간제품에 대해서는 BOMww 테이블로부터 재귀적으로 얻을 수 있다. 또한 그 반제품들의 구성 부품들도 BOMwp 테이블에서 얻을 수 있으므로 결국 다단계 BOM 리스트를 작성할 수 있게 된다.

## 2.3 Option Shaking

자전기는 수많은 옵션에 의해 구별되어지며 자전기 Frame을 구성하는 부품들도 옵션에 의해 달라진다. 융통성 있는 시스템을 구축하기 위해서는 이러한 옵션에 의한 변종을 다룰 수 있어야 한다. Option Shaking 모듈에서는 AutoCAD 도면상에서 DCL을 이용하여 질의 및 응답이 이루어진다. 그 결과에 따라 구축되어 있는 FACT 선택

물을 점화 (Activate) 시킴으로써 현재의 도면에 대한 FACT를 선택하게 하여 BOM을 구성할 수 있는 정보를 생성한다.

## 2.4 AutoCAD 도면 인터페이스

### 2.4.1 도면 데이터베이스의 구성

AutoCAD 도면 데이터베이스는 도면정보를 비 그래픽적으로 기술하는데 목적이 있다. 도면 데이터베이스는 도면 Entity라 부르는 Text와 이에 대응하는 Alphanumeric값으로 기술된 레코드로 구성된다. 여기서 도면 Entity란 도면에 사용되는 기본 도형 (Shape) 또는 형식을 말한다. [1]

AutoCAD Application Development System (ADS)의 적용은 AutoLisp을 통해 라이브러리 함수를 Access한다. Access된 함수들은 도면 데이터베이스에 대한 Entity를 쉽게 추출하고 변경시킬 수 있게 하여 준다. 도면 데이터베이스상의 모든 Entity의 고유명은 두개의 long정수로 구성된다. 또한 도면상의 Entity들로 구성된 선택 세트 (Selection Set)도 두개의 long정수로 구성된다. AutoCAD 도면상에서 원하는 Line의 길이, 두 Line으로 구성되는 각도 등의 정보는 해당 Entity나 선택세트에 대한 고유명을 이용하여 이에 대한 연산을 통해 얻게 된다. ADS 환경은 정수, 실수, String형 (Type) 등을 지원하는 범용 결과 버퍼를 이용하여 각 Entity를 다룬다. 범용 결과 버퍼의 구조를 보면 ADS가 정의하는 각 형에 대한 형지정자와 그 형의 값을 담을 수 있는 유니온 구조체로 되어 있다.

### 2.4.2 AutoCAD User 인터페이스

AutoCAD Release 12는 GUI(Graphic User Interface)를 제공하기 위하여 DCL을 제공하고 있다. 설계자의 Typing Error를 제거하기 위해서 OpenWindow 환경하에서 DCL을 사용하였다. DCL의 사용은 필요한 대화상자 (Dialog box)를 위한 DCL파일을 생성하고 애플리케이션상에서 이 파일을 로드하여 대화상자를 열어 이루어진다. CAD도면상에서의 치수나 기타 정보를 얻기 위해서는 이 대화상자를 숨기고 원하는 대상을 선택하여야 한다. 그 후 다시 대화상자를 디스플레이함으로써 추출된 정보의 올바른을 확인할 수 있게 된다.

예를 들어 한 Line에 대한 치수 (Dimension)를 얻기 위한 절차는 다음과 같다.

1) Line 이나 Line 의 Dimension Entity만을 선택 (Filtering)하기 위하여 OR연산자로 결과 버퍼 목록(List)

를 구성한다.

2) 선택세트를 구성하기 위해서 관련된 함수를 호출하는 선택옵션을 지정한다.

3) 사용자에게 대상을 선택하라는 프롬프트를 내보내고 선택된 Entity에 대한 연산을 수행한다.

## 2.5 데이터베이스와의 인터페이스

BOM 리스트를 구하기 위해서는 데이터베이스에 대한 많은 질의 (Query)가 필요하며 새로 생성된 BOM일 경우에는 이를 데이터베이스에 등록하여야 한다. 본 연구에서 사용된 Unisql/X은 객체지향 데이터베이스이나 관계형 데이터베이스도 지원한다. 데이터베이스와의 인터페이스는 2.2절에서 기술한 바와 같은 관계데이터베이스 스키마를 통해 이루어진다. C언어를 이용하여 작성된 ESQL/C (Embedded Structured Query Language)를 통해 생성된 부품이 현재의 데이터베이스에 등록된 부품인지 아닌지를 확인하고 아닐 경우에는 새로운 Frame으로 등록한다.

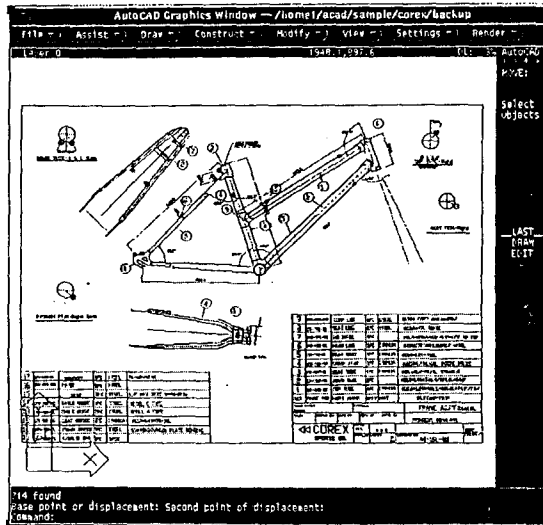
## 3. 적용 및 결과

개발된 시스템의 성능과 유용성을 시험해 보기 위하여 자전거의 형태가 표준형, 납성용이고 바퀴의 지름이 26인치, DOWN TUBE의 길이가 22인치인 Frame에 적용해 보았다. [그림 6]에 자동생성된 BOM 리스트 화면이 나타나 있다. 처음 8개 (1-8)의 부품은 Basic 부품에 관한 코드이며, 그 다음의 4개 (9-12)는 Variant 부품에 관한 코드이고, 그 외의 부품 (13-17)은 Optional 부품에 대한 코드이다. 각 부품은 현재의 도면을 구성하는 부품 리스트이며 부품코드, 부품명, 수량, 재질 등의 항목으로 구성되어 있어 BOM이 자동으로 생성될 수 있음을 보여주고 있다.

## 4. 결론 및 추후 연구 방향

본 연구에서는 자전거 Frame 도면으로부터 지식 베이스를 이용하여 도면의 BOM 리스트를 자동으로 작성하는 시스템을 개발하였다. 개발된 지식 베이스 시스템은 새로운 자전거 모델이 추가되더라도 이에 따른 FACT와 물을 첨가함으로써 쉽게 그 모델을 수용할 수 있어서 다양한 모델과 고객의 요구에 능동적으로 대처할 수 있

다.



[그림 6] 자동 생성된 BOM 리스트

추후 연구로는 CAD 도면에서 부품 형상 인식 (Part Feature Recognition) [3] 을 통해 User와의 상호작용 (Interaction)을 줄여 완전하게 BOM을 자동으로 작성할 수 있는 시스템의 개발을 들 수 있다.

### 참고문헌

- [1] AutoCAD Reference Manual, Customization Manual, Programmer's Reference Guide, Autodesk Inc, 1992
- [2] Andrew Kusiak, Intelligent Manufacturing System, Prentice-Hall, 1990
- [3] Nauna Singh and Deugzhon Qi, "Structural Framework for Part Feature Recognition", Integrated Manufacturing Systems, Vol. 3, pp.4-12, 1992
- [4] Jin B. Ong, Abu S.M.Masud and Osama K. Eyada, "SENSES: A Knowledge-based Sensor Selection System", Computers & Industrial Engineering, Vol. 22, No. 1, pp. 1-8, 1992
- [5] 한 민 흥, Expert Systems, 제 2회 대한 산업공학회 공개 강좌, 1989
- [6] 自轉車實用便覽第4版, 自轉車生産振興協會
- [7] 한국공업규격 KS R 8011