

# 확장된 Generic BOM을 이용한 도시철도차량 BOM 구성

## Extended Generic BOM for Urban Transit

안태기\* · 박기준\* · 정종덕\*

Tae-Ki Ahn · Kee-Jun Park · Jong-Duk Chung

### Abstract

This paper proposes the EGBOM, Extended Generic BOM, which is more flexible BOM system than GBOM. The GBOM system has the limitation to construct Result BOM and to select options by choosing only one Variant under given Cluster. In order to overcome this limitation, we propose the EGBOM which can make more various Result BOM by selecting several Variants under given Cluster. Also, this paper describes UT-EGBOM, Urban Transit - EGBOM, which can use to rolling stock through constructing urban transit BOM using the proposed EGBOM. The last, this paper describes the various Result BOM examples constructed from Source BOM of UT-EGBOM, such as rolling-stock maintenance BOM, individual car BOM, etc.

**Keywords** : Bill of Material(BOM), Generic BOM, 도시철도차량 유지보수, Maintenance

## 1. 서론

BOM(Bill of Materials)은 물품 또는 제품에 대한 정보를 표현하기 위한 가장 효율적인 방법 중 하나이다. BOM은 여러분야에서 다양한 형태로 사용되고 있으며, 특히 생산분야에서 사용되는 컴퓨터시스템에서는 없어서는 안될 중요한 위치를 차지하고 있다. 수주에서 납품에 이르는 기업의 모든 활동을 컴퓨터 기술을 이용하여 정보를 일원화하기 위한 CIM(Computer Integrated Manufacturing) 시스템은 이러한 BOM 없이는 구현이 힘들다.

Hsieh와 Tsai[1]는 BOM을 물품의 연계성을 가장 잘 표현해주는 것으로 CIM 시스템이 통합될 수 있도록 해주는 가장 중요한 기반이라고 하였다. 또한, Mather[2]과 Rusk[3]는 BOM이 제품에 대한 기획, 설계, 일정관리 등을 포함한 모든 부분의 뼈대라고 설명하고 있다. Hastings와 Yeh[4]는 BOM과 제조공정을 통합하기 위한 구조를 제안하였으며, Trappey 등[5]은 제품관리를 위한 핵심 시스템으로 객체지향 BOM을 제안하기도 하였다. Jun Du 등[6]은 제조공정상 물품의 흐름을 파악하기 위하여 통합BOM과 제조공정

의 연계방안에 대한 내용을 제시하였다. Ji Guoli 등[7]은 MRP(Material Requirement Planning)에 트리구조형 BOM을 사용하기 위한 구현방법을 제시하였다.

이렇듯 BOM은 생산관리를 위한 기본이 되어 있으며 보다 다양한 사용자의 요구를 만족하기 위하여 정보화시스템의 발전과 함께 지속적인 변화를 하고 있다. 과거에 사용되어지던 BOM은 각 제품에 대하여 독립적인 BOM을 구축함으로써 한정된 기능을 가지며, 하나의 목적을 달성하기 위하여 구축됨으로 인하여 용도의 한계성을 가지고 있었다. 이러한 BOM의 한계를 극복하기 위하여 여러가지 형태의 BOM이 제시되었으며, 다양한 사용자의 요구를 만족하기 위해서 Hegge와 Wortmann[8]은 Generic BOM(GBOM)을 제안하였다. GBOM은 다양한 옵션에 대한 적절한 관리와 데이터의 재사용성을 높일 수 있는 장점을 가지고 있는 BOM이다.

도시철도차량분야에서도 BOM은 중요한 위치를 차지하고 있음에도 불구하고 엄청난 양의 데이터와 적절한 관리 방법이 없었던 관계로 관리상의 어려움을 가지고 있었다. 또한 도시철도차량이 가지고 있는 특징은 대량 생산방식이 아닌 주문자 생산방식의 형태를 가지고 있으며, 잦은 설계변경이 일어나고, 또한 유지보수 작업을 통하여 구조변경이 일어날 수 있다는 것이다. 이러한 특징으로 인하여 도시

† 책임저자 : 정회원, 한국철도기술연구원, 도시철도기술개발사업단  
E-mail : tkahn@krti.re.kr

TEL : (031)460-5714 FAX : (031)460-5749

\* 한국철도기술연구원 도시철도기술개발사업단

철도차량 BOM은 관리가 힘들며 또한 수만가지의 부품을 모두 관리한다는 것은 더더욱 힘든 일이다. 그리고, 도시철도차량 BOM을 이용하여 목적별로 다양한 형태의 BOM을 재구축하기 위해서는 많은 노력이 필요하다. 도시철도차량 BOM은 기획, 설계, 제작, 판매 등에 사용될 수 있으나, 대량 생산이 되지 않는다는 도시철도차량의 특성상 도시철도차량 BOM은 생산보다는 유지보수 측면에서 고려되어야 할 사항이다. 그러므로 도시철도차량 BOM과 관련하여 해결해야 할 문제는 데이터베이스 규모의 최소화화 부정확성을 해결하는 방법, 환경 변화에 유연하게 변화할 수 있는 BOM 구조의 설계, 타 시스템과의 유기적인 통합과 연계방안에 대한 것이다. 이러한 문제를 해결하기 위하여 이호용 등[9]은 객체지향형태의 유지보수 마스터 BOM구축 방안을 제시하였다. 그러나, 유지보수 마스터 BOM에 모든 정보가 포함됨으로 인하여 정보의 양이 너무 방대하여 관리가 어렵고, 부품의 중복현상을 피하기 어렵다.

본 논문에서는 이러한 문제점을 해결하고, 다양한 형태의 요구를 만족할 수 있는 BOM을 구축할 수 있도록 하기 위하여 GBOM의 개념을 확장한 새로운 형태의 개선된 GBOM인 Extended GBOM(EGBOM)을 제안하였다. 또한, EGBOM을 이용한 도시철도 차량용 EGBOM (UT-EGBOM) 구성방법을 제안하였다. 그리고, 구축된 UT-EGBOM을 이용한 목적별 BOM을 구상하는 방법을 제안하였다.

## 2. Generic BOM

### 2.1 BOM의 종류

BOM시스템은 일반적으로 현 생산 및 개발제품에 대한 부품들을 상하관계의 구조로 설정하여 부품정보, 친자관계의 구성정보, 설계변경정보, 도면정보, 정비매뉴얼정보 등을 통합관리하는 시스템으로 자재소요계획, 생산을 위한 자재공급, 제품원가계산 등 많은 조직영역에서 사용되는 중요한 기본자료를 가지고 있다. 다시 말해 BOM은 소요산정을 효율적으로 운용하는데 필요한 가장 기본적인 자료로 이는 주어진 최종제품의 모든 구성 품목을 나열할 뿐만 아니라, 실제로 제조 공정을 반영하는 과정으로 원자재에서 부품, 구성품, 최종제품 순으로 조립되는 일련의 순서와 제품 단위 수량 및 시기를 구조화한 과정으로 나타내는 품목표라고 할 수 있다.

BOM을 표현하는 방식은 동일한 물품이라도 제품 또는 부품을 바라보는 시각과 활용하는 목적에 따라 다양한 형태로 표현된다. 가장 쉬운 방법은 직접적인 방식으로 해당 물품을 표현하는 것이다. 이러한 방식은 고전적인 방식으로

하나의 물품마다 하나의 BOM을 구축하는 것이다. 이 경우 최종 제품이 비슷한 물품들이라 할지라도 각각 하나의 BOM을 가지게 되므로, 중복에 의한 BOM관리의 비효율성 및 복잡함의 단점을 가지고 있다. 이러한 중복문제를 없애기 위하여 Modular BOM이 제안되었다[10]. 그러나 Modular BOM은 전체적인 제품의 구조를 정확하게 나타내지 못하는 문제가 발생한다. Modular BOM은 중복되는 품목들을 성질에 따라 군으로 묶어 됨으로써 중복문제를 해결하고 있으나, 조립, 설계, 판매 등에 사용되는 목적에 따른 구조를 그대로 유지할 수 없게 된다. Generic BOM은 이러한 품목의 중복 문제와 제품구조 문제를 해결할 수 있다[11].

### 2.2 Generic BOM 구조

고전적인 BOM구조는 제품을 선택할 수 있는 범위가 최상위레벨에서만 가능하지만, GBOM은 모든 레벨에서 이러한 선택을 가능하게 함으로써 많은 장점을 가지고 있다. 즉, GBOM은 거의 동일한 구조를 갖는 제품으로 다양한 선택사항을 제공해야 할 경우 사용될 수 있는 최적의 BOM 형태이다. GBOM은 근본적인 구조를 손상시키지 않으면서, 제한된 양의 데이터만으로도 동일 제품군에 존재하는 수많은 선택사항들을 표현할 수 있는 방법을 제공해준다[12].

GBOM은 구조적으로 Source BOM과 Result BOM으로 구분될 수 있다. Source BOM은 전체적인 제품의 구조 및 정보를 가지고 있으며, 이러한 Source BOM을 근간으로 원하는 제품의 BOM을 구성한 것이 Result BOM이다. Result BOM은 Cluster내의 Variant를 선택하는 과정을 통하여 생성된다. Cluster는 옵션을 선택할 수 있는 범위를 의미하며 이러한 범위 안에 존재하는 개개 옵션을 Variant라고 할 수 있다. 즉, 새로운 옵션을 채용한 신제품이 필요한 경우 해당 Variant 관리를 통하여, 새로운 Variant를 포함하는 Cluster를 재구성함으로써 신제품에 대한 Result BOM을 새롭게 구성할 수 있는 것이다. 그러므로, Result BOM은 Cluster내의 다양한 Variant 중에 단 하나만의 Variant를 선택함으로써 구성된다. 장길상 등[13]은 이러한 개념을 탁상램프를 예제로 설명하였으며, Fig. 1은 탁상램프에 대한 GBOM을 나타낸 것이다. 탁상램프는 Lampshade와 Stand로 구성되어 있으며, 둘 다 Variant를 가지고 있는 Cluster이다. Lampshade Cluster는 Variant로 Black과 Red를 가지고 있으며, Stand Cluster는 Variant가 하나로서 옵션사항이 없으며, Tube와 Base로 구성되어 있다. Tube Cluster는 Normal과 Flexible의 두 가지 Variant를 가지고 있으며, Base Cluster는 Variant가 하나이므로 옵션사항이 없다. 따라서 여기서 제시된 탁상램프는 Lampshade와 Tube의 선택사항에 따라 Result

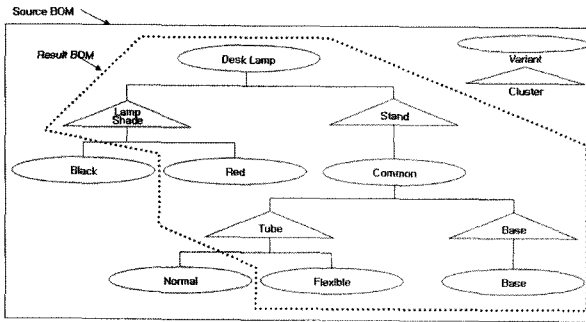


Fig. 1. GBOM for Desk Lamp

BOM이 생성된다. Fig. 1에서 선택된 Result BOM은 Red Lampshade와 Flexible Tube를 선택한 제품에 대한 BOM이 구성되며, 이때 Cluster에서 Variant는 단 하나만 선택할 수 있다.

### 2.3 Extended Generic BOM

도시철도차량은 거의 동일한 구조를 가지지만 또한 모든 차량마다 조금씩 다른 구조를 가지는 특징이 있다. 도시철도차량이 전체적인 기능을 수행하기 위해서는 6량, 8량 또는 10량 단위의 편성단위로 구성되어 운행된다. Fig. 2는 8량으로 이루어진 도시철도차량 편성구조를 보여주고 있다.



Fig. 2. Configuration of Urban Transit

Fig. 2에서 보는 바와 같이 도시철도차량의 종류를 크게 나누면 제어차(Tc), 동력차(M; M1, M2), 부수차(T; T1, T2)로 구분할 수 있다. Tc차는 운전실이 있고 동력을 갖지 않는 차량이고, M차는 운전실이 없고 동력을 가진 차량이며, T차는 운전실과 동력을 모두 갖지 않은 차량이다. 이러한 차량들은 각각 기능을 수행하기도 하지만 일반적으로 1편성 단위로 이루어져 완벽한 기능을 수행하게 된다. 그러나 차량별로 구성된 형태는 거의 동일한 구조를 가지며, 차량의 기능에 따라 조금씩 다른 점을 가지고 있다. 그러므로, 최종제품을 차량 1량으로 했을 경우 도시철도차량 BOM은 GBOM을 수정하여 적용할 수 있다. 일반적인 GBOM은 Source BOM에서 주어진 Cluster에서 하나의 Variant만을 선택함으로써 필요한 Result BOM을 생성하게 된다. 그러나, 도시철도차량을 구성하고 있는 BOM은 차량별로 거의 동일한 구조를 가지는 점에서는 GBOM의 개념을 적용할 수 있지만 주어진 Cluster에서 하나의 Variant만을 선택하는 개념으로서 도시철도차량이 가지고 있는 특징에 맞는 BOM을 구

축하기가 힘들다. 도시철도차량 BOM을 구축하기 위해서는 Cluster내에 존재하는 Variant를 하나만 선택하는 것으로는 중복된 데이터가 너무 많아 관리에 한계가 있으므로 새로운 형태의 GBOM이 필요하다. 그러므로, 개선된 GBOM의 형태로 하나의 Cluster내에 존재하는 Variant 중 여러 개의 Variant를 선택할 수 있는 새로운 형태의 Extended GBOM (EGBOM)이 필요하다. EGBOM은 Cluster 내의 Variant 중 여러 개를 선택할 수 있게 함으로써 GBOM 보다 유연한 성질을 가지며, 보다 다양한 Result BOM을 구성할 수 있게 됨으로 중복된 데이터를 거의 가지지 않는 최적화된 BOM을 관리할 수 있다.

## 3. 도시철도차량의 EGBOM

### 3.1 도시철도차량 EGBOM(UT-EGBOM)

EGBOM을 이용하여 구축된 도시철도차량 BOM을 UT-EGBOM (Urban Transit - Extended Generic BOM)이라고 명명 할 경우 UT-EGBOM의 Source BOM은 Tc차와 M차, T차의 구성내용을 모두 포함하는 형태의 BOM이 된다. Fig. 3은 UT-EGBOM의 Source BOM을 이용하여 각 차량별 Result BOM을 구축한 사례를 간단하게 나타낸 것이다. Fig. 3에서 보는 바와 같이 UT-EGBOM의 Source BOM은 도시철도차량이 가지고 있는 모든 장치들을 포함하고 있으며, 각 차량별 Result BOM은 이러한 Source BOM을 근간으로 재구성된다. M차는 추진장치와 그 외 장치들을 포함하고 있으나, 신호장치는 전체적으로 포함하고 있지 않고, 방송장치 중에는 차내스피커와 차외스피커만 포함하고 있다. 한편 Tc차는 추진장치를 제외한 대부분의 장치들을 모두 포함하고 있다. 그림에는 도시철도차량이 포함하고 있는 모든 장치들을 표현한 것은 아니며, 실제 UT-EGBOM의 모양은 보다 많은 장치들을 포함한 방대한 모습이 될 것이다.

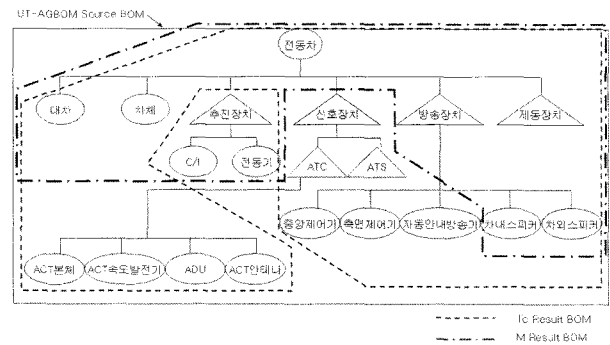


Fig. 3. Configuration of UT-EGBOM

여기에서는 도시철도차량을 Tc, M, T의 세 가지 종류로 크게 나누었으나, 실제로는 다양한 종류의 차량이 존재한다. M차의 경우도 추진제어장치와 집전장치가 같이 설치되어 있는 차량이 있는 한편 집전장치는 없으나 추진제어장치는 설치되어 있는 차량이 있다. 이렇듯 세부적으로 나누면 실제적인 도시철도차량의 종류는 수십 종에 이른다. 이러한 수십 종의 도시철도차량을 모두 포함할 수 있는 BOM의 구조가 UT-EGBOM이며, 새로운 종류의 도시철도차량이 생기는 경우 기본 구조의 변경이 거의 일어나지 않는 상태에서 새로운 종류의 차량을 포함할 수 있다.

**3.2 도시철도차량 유지보수 BOM**

현재 국내 도시철도차량 분야에서 수행하는 유지보수 활동은 크게 세 가지로 구분된다. 몇 년 단위로 총점검정비(overhaul)를 하는 정비활동, 짧은 시간 단위로 간단한 검사와 정비를 수행하는 검수활동, 갑작스러운 고장 또는 사고에 의하여 행하여지는 임시검사활동 등으로 구분된다. 그러나, 실제적으로 이러한 유지보수 활동은 더욱 세부적인 내용으로 분류되며, 유지보수 활동 종류에 따라 지원되어야 할 사항들이 달라진다. 그러나, 공통적으로 도시철도차량의 유지보수 활동을 위해서는 정비매뉴얼, 도면 등의 기술자료를 지원받아야 하며, 자재 조회 및 청구를 용이하게 할 수 있어야 한다. 또한 유지보수 작업지시부터 작업결과등록까지 일련의 과정이 기록되어야 하며, 유지보수 이력 관리가 되어야 한다. 근래에는 이러한 사항들은 정보화시스템으로 구현되어 지원될 수 있다. 이러한 관점에서 도시철도차량 유지보수를 지원하기 위한 도시철도차량 유지보수 BOM이 갖추어야 할 조건들을 살펴보면 아래와 같다.

- (1) 유지보수에 필요한 기술자료연계가 원활하게 이루어져야 한다.
- (2) 유지보수에 필요한 자재연계가 원활하게 이루어져야 한다.
- (3) 유지보수 작업지시 및 결과 등록을 원활하게 할 수 있어야 한다.
- (4) 유지보수 이력에 따른 구조변경을 수용할 수 있어야 한다.
- (5) 자재수급계획 및 관리에 유용한 정보를 제공할 수 있어야 한다.

즉, 도시철도차량 유지보수 BOM은 도시철도차량을 유지보수하는데 필요한 도면 및 기술문서에 쉽게 접근할 수 있어야 하며, 유지보수 작업에 필요한 물품에 대한 정보를 고려한 도시철도차량 유지보수 BOM 체계를 갖추어야 한다. 또한 작업지시 및 검사표 등록을 포함한 작업결과 등록과

같은 작업활동을 지원할 수 있는 BOM구조여야 한다. 이러한 유지보수 BOM은 유지보수 활동 종류에 따라 필요로 하는 형태가 다르다. 정비는 공정 및 자재를 중심으로 한 BOM의 구축이 요구되며, 검수는 검사표관리 및 자재, 기술자료를 위주로 하는 BOM의 구축이 요구된다.

도시철도차량 유지보수 BOM은 UT-EGBOM의 Source BOM에서 필요한 유지보수 목적에 따라 Result BOM을 구축하면 된다. 이 때 UT-EGBOM은 유지보수업무에 따른 BOM을 구성할 수 있도록 구성되어 있어야 한다. 현재 현장에서 이루어지고 있는 검수작업을 살펴보면 크게 3개조로 나누어 검수업무를 수행하고 있다. 주로 실내기기 점검을 담당하고있는 실내조, 차량 하부에 설치된 기기 점검을 담당하고 있는 하부조, 판토품점 등 옥상기기점검을 담당하고 있는 옥상조가 있다. 각 조에서 담당하고 있는 장치를 분류하여 Result BOM을 구성한다. 예를 들면 신호보안장치인 ATC장치는 실내에 설치된 ATC본체, 운전실에 설치된 ADU(Aspect Display Unit), 차량 하부에 설치된 ATC안테나, 속도발전기 등으로 구분할 수 있다. 그러므로, 신호보안장치에 대한 유지보수 BOM을 작업조별로 구분한다면 Fig. 4와 같은 BOM구조가 된다.

Fig. 4에서 보는 바와 같이 같은 장치에 포함되는 부품이라도 유지보수 작업활동에 따라 장치의 범위 및 구조가 틀려진다. 실내조에서 보는 ATC장치는 단순하게 ADU와 ATC본체로 이루어진 장치이고, 하부조에서 보는 ATC장치는 ATC안테나와 속도발전기로 이루어진 장치이다. 유지보수 활동에 따라서 장치들에 대한 BOM구조는 변경될 수 있으며 UT-EGBOM의 Source BOM이 이를 수용하지 못하는 경우는 UT-EGBOM의 Cluster와 Variant를 관리함으로써 이러한 문제를 해결해야 한다.

또한 위에서 제시한 도시철도차량 유지보수 BOM의 조건을 만족하기 위해서는 BOM코드와 물품코드와의 연계, BOM코드와 도면과의 연계, BOM코드와 기술자료와의 연계 등을 고려하여야 하며, 버전관리를 통하여 BOM과 연계된 사

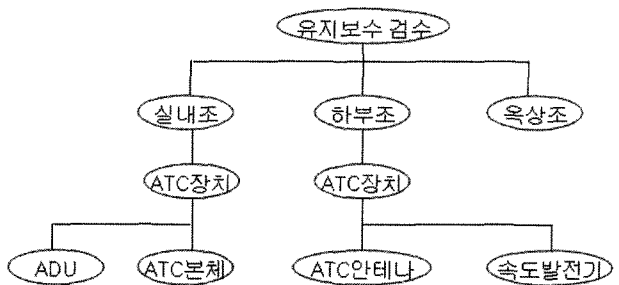


Fig. 4. Urban Transit Maintenance BOM (ATC)

항들에 대한 이력관리를 할 수 있어야 한다. 실제 BOM 관리 시스템을 구축하는 경우 일정한 레벨이하에 대한 BOM 정보는 기업별로 상이한 구조를 가지므로 UT-EGBOM에서는 관리하지 않는다. 도시철도차량은 같은 구조를 가지는 차량이라 하더라도 관리해야 하는 물품코드 및 기술자료 등이 상이하므로 따로 관리하기 위한 시스템의 설계가 중요하다.

#### 4. 결론

본 논문에서는 Generic BOM을 확장한 Extended Generic BOM을 제안하였으며, 제안된 EGBOM을 이용하여 도시철도차량에 적용한 UT-EGBOM을 생성하였다. Extended GBOM은 기존의 GBOM이 주어진 Cluster내 Variant 중 단 하나의 옵션만 선택할 수 있어 다양한 형태의 BOM 이용을 제약하는 문제점을 해결하고, 보다 유연한 형태의 BOM 시스템을 구축할 수 있도록 해준다. EGBOM을 이용하여 도시철도차량 BOM을 구성함으로써 중복된 데이터를 방지하고, 다양한 용도의 Result BOM을 생성할 수 있는 최적화된 Source BOM을 만들 수 있다. 최적화된 Source BOM을 구성함으로써 도면 및 기술자료의 연계, 자재와의 연계 작업 시 중복작업을 최소화 할 수 있다. 또한 UT-EGBOM을 이용하여 도시철도차량 유지보수를 위한 BOM 구조를 설계하는 방법에 대하여 제시하였다.

향후 제안한 EGBOM의 체계를 이용하여 실제 운영되고 있는 전체적인 도시철도차량의 UT-EGBOM을 구성하여야 하고, UT-EGBOM의 체계를 지속적으로 개선해나갈 수 있는 방안을 마련하여야 한다. 또한 구축된 BOM의 구체적인 활용방안에 대하여 사례를 중심으로 한 연구가 필요하다.

#### 참고 문헌

1. S.Hsieh and K.-C. Tsai (2001). "A BOM Oriented Class-Based Storage Assignment in an Automated Storage/Retrieval System", *International Journal of Adv Manufacturing*, 17, pp.683-691.
2. H. Mather (1986). "Design, bills of material, and forecasting the inseparable threesome", *Management Science*, 44(1), pp.90-106.
3. P. S. Rusk (1990). "Role of bill of material in manufacturing systems", *Engineering Costs and Production Economic*, 19(13), pp.205-211.
4. N. A. J. Hastings and C. H. Yeh (1992). "Bill of manufacture", *Production and Inventory Management Journal*, 33(4), pp.417-437.
5. A. J. C. Trappey, T. K. Peng and H. D. Lin (1996). "An object-oriented bill of materials system for dynamic product management", *Journal of Intelligent Manufacturing*, 7, pp.365-371.
6. Jun Du; Yuan-Yuan Jiao; Jianxin Jiao (2005). "Integrated BOM and routing generator for variety synchronization in assembly-to-order production", *Journal of Manufacturing Technology Management*, 16(2), pp.233-43.
7. Ji Guoli, Gong Daxin and Freddie Tsui (2003). "Analysis and Implementation of the BOM of a tree-type structure in MRP II", *Journal of Materials Processing Technology*, 139, pp.535-538.
8. Hegge, H.M.H.; Wortmann, J.C. (1991). "Generic bill-of-material: a new product model", *International Journal of Production Economics*, 23(1-3), pp.117-28
9. 이호용, 한석운, 박기준, 서명원 (2004). "도시철도 CBD 기반의 유지보수 BOM 시스템 개발", *한국철도학회*, 7(4), pp.406-411.
10. 이한표, 이춘영, 이국철 (1999). "Family BOM 데이터베이스 구조에 대한 대안: 목적별 BOM 연결구조의 간접 표현 방법", 1995 추계 IE 학술대회 발표 논문집, *대한산업공학회*, pp.195-202.
11. 김정기, 김영호, 강석호 (1997). "Web-based BOM", 1997 춘계 IE/MS 공동학술대회 논문집, *대한산업공학회*, pp.401-404.
12. 이동국, 김재균, 장길상 (1999). "객체지향기법을 이용한 Generic BOM 관리시스템(GBMS)의 설계 및 구현", *산업공학*, 12(1), pp.102-113.
13. 장길상, 김재균, 이종훈 (2000). "웹기반 Generic BOM 관리 시스템의 설계 및 구현", *산업경영시스템학회지*, 23(57), pp.21-39.