

## OLAP를 이용한 설계변경 분석 방법에 관한 연구

도남철<sup>†</sup>

경상대학교 산업시스템공학부, ERI

### A Method for Engineering Change Analysis by Using OLAP

Namchul Do<sup>†</sup>

Department of Industrial and Systems Engineering, Gyeongsang National University

Received 6 November 2013; received in revised form 19 March 2014; accepted 17 March 2014

#### ABSTRACT

Engineering changes are indispensable engineering and management activities for manufactures to develop competitive products and to maintain consistency of its product data. Analysis of engineering changes provides a core functionality to support decision makings for engineering change management. This study aims to develop a method for analysis of engineering changes based on On-Line Analytical Processing (OLAP), a proven database analysis technology that has been applied to various business areas. This approach automates data processing for engineering change analysis from product databases that follow an international standard for product data management (PDM), and enables analysts to analyze various aspects of engineering changes with its OLAP operations. The study consists of modeling a standard PDM database and a multidimensional data model for engineering change analysis, implementing the standard and multidimensional models with PDM and data cube systems and applying the implemented data cube to core functions of engineering change management, the evaluation and propagation of engineering changes.

**Key Words:** Engineering changes, Engineering change analysis, Multidimensional data model, On-Line Analytic Processing (OLAP), Product Data Management (PDM), The STEP PDM schema

## 1. 서 론

### 1.1 효율적 설계변경 활동의 필요성

설계변경(Engineering Change)은 제품 설계가 완성(Release)된 후, 제품의 치수, 형태, 기능 혹은 재질 등의 사양(Specifications)을 변경하는 행위이다. 설계변경은 고비용의 재설계를 야기하거나 시

장을 선도할 혁신적 제품을 가능하게 하는 등 제품 개발에 큰 영향을 미치는 중요한 활동으로 인식되고 있다. 그러므로 기업에서는 설계변경 순서와 방법을 설계변경 프로세스(Engineering Change Process)로 정하고 이를 엄격히 관리하고 있다.

설계변경은 비효율적이고 노동집약적인 과정으로 알려져 있다. 설계자는 평균 작업 시간의 30-50%를 설계변경에 투입하지만 투자 자원의 8.5%만이 부가가치를 유발하는 것으로 보고되고 있다<sup>[1]</sup>. 복잡하고 방대한 설계정보 검색, 다양한 이

<sup>†</sup>Corresponding Author, dnc@gnu.ac.kr  
©2014 Society of CAD/CAM Engineers

익 집단의 검토와 승인, 그리고 설계변경 영향 검토 등이 설계변경 과정의 효율을 떨어뜨리는 것으로 알려져 있다. 그러므로 설계변경 프로세스와 정보 기술을 이용하여 설계변경 활동을 효율화할 필요가 있다.

### 1.2 설계변경 분석

최근 정보기술을 이용하여 설계변경 정보를 일관되게 처리하고 공유할 수 있게 하는 설계변경 관리 시스템이 요구되고 있다. 또한 설계변경 과정에 요구되는 다양한 의사결정을 지원할 수 있는 설계변경 분석(Engineering Change Analysis)에 대한 연구도 진행되고 있다.

Huang *et al.*은 웹 기반 설계변경 관리 시스템을 통하여 설계변경 관리 정보를 통합하고, 지리적으로 떨어져 있는 참여자의 협업을 가능하게 하였다<sup>[2]</sup>.

Kocar and Akgunduz은 3차원 그래픽 사용자 환경과 Data Mining 기술을 도입하여 설계변경 요청(Engineering Change Request) 평가와 설계변경 전달(Engineering Change Propagation) 분석을 지원하는 정보 시스템을 제안하였다<sup>[3]</sup>.

Fei *et al.*은 행렬 (Matrix) 기반의 설계변경 전달 분석과 지식 관리를 이용한 설계 충돌(Design Conflicts) 분석 방법을 제안하였다<sup>[4]</sup>.

기존 설계변경 분석에 관한 연구를 조사한 결과 다음과 같은 문제점을 발견하였다.

첫째, 설계변경 분석을 지원하는 제품자료 모델(Product Data Model)이 제품 개발을 지원하는 일반적인 제품자료 관리 기능을 지원하지 못하였다. 기존 제품자료와 독립적인 설계변경 자료 모델은 자료의 일관성 유지와 통합을 어렵게 하고, 기존 제품 설계 데이터베이스에 장기간 축적된 방대한량의 설계변경 자료를 이용하지 못하게 한다.

둘째, 기존 연구에서는 분석을 위해 규칙 생성과 행렬 적용 등 복잡한 부가 자료 생성 및 처리 과정이 필요하다<sup>[5]</sup>. 부가적 자료 처리는 짧은 제품 개발 기간에 대한 압박과 과중한 설계변경 업무에 시달리는 설계자들에게는 많은 부담을 주게 된다.

셋째, 제안된 방법들은 특정 분석에 대한 전용 시스템으로써 다양한 분석요구에 대응하기 위한 유연성이 부족하다. 그러므로 이 방법들은 비정형적이고 불확실한 설계변경 과정에 필요한 다양한 의사결정을 지원하기 어렵다.

### 1.3 연구 목표와 방법

기존의 설계변경 분석 지원에 대한 문제점을 해결하고자, 본 연구는 국제 표준을 따르는 Product Data Management(PDM) 데이터베이스를 운영 데이터베이스로 하는 On-Line Analytical Processing(OLAP) 기술을 설계변경 분석에 적용하였다. 이 방법은 다음 3가지 단계로 진행된다.

첫째, PDM 제품자료의 국제 표준인 STEP PDM Schema<sup>[6]</sup>를 이용하여 설계변경을 표현한다.

둘째, 설계변경 분석을 위한 다차원 자료모델(Multidimensional Data Model)을 설계하고 이를 이용하여 Data Cube를 구현한다.

셋째, 대표적인 설계변경 분석 분야인 설계변경 평가(Engineering Change Evaluation)와 설계변경 전달(Engineering Change Propagation)을 지원하는 시스템을 구축한다. 제안한 방법을 검증하기 위하여 설계변경 예를 PDM 시스템을 통해 표현하고, 이를 구현된 Data Cube를 이용하여 분석한다.

본 연구에서 제안한 방법은 다음과 같은 장점을 가지고 있다.

첫째, 기업에서 사용하는 PDM 데이터베이스를 운영 데이터베이스로 사용하므로 축적된 제품 자료를 그대로 사용할 수 있으며, 설계변경 분석을 기존 설계 과정과 통합할 수 있다.

둘째, 검증된 데이터베이스 분석 방법인 OLAP 기능과 상용화된 OLAP 엔진을 사용하여 분석 과정을 쉽게 자동화할 수 있으므로, 설계변경 분석에 대한 설계자의 부담을 줄일 수 있다.

셋째, OLAP 연산과 다차원 분석 질의를 이용하여 비정형적인 설계변경 과정의 의사결정에 필요한 다양한 자료 요구에 유연하게 대처할 수 있다.

본 논문의 2장에서는 설계변경을 정보 시스템에 표현하기 위한 설계변경 객체를 정의한다. 3장에서는 OLAP 기반의 설계변경 분석 방법을 제안한다. 4장에서는 제안된 방법을 구현하고 이를 시제품에 적용한 예를 설명한다. 5장에서는 결론을 도출한다.

## 2. 설계변경 객체

### 2.1 설계변경 객체의 요소

설계변경 객체(Engineering Change Objects)는 설계변경 활동을 정보 시스템에 표현하기 위한 일종의 자료 모델이다. 설계변경 객체는 Fig. 1과 같

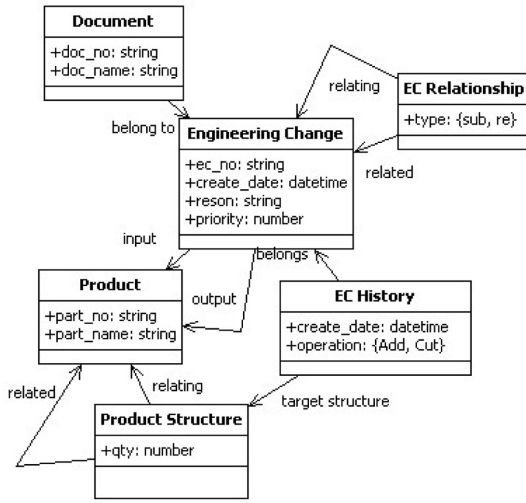


Fig. 1 Components of Engineering Change Objects

이 관리정보, 관련 문서, 입/출력 제품 그리고 변경이력으로 구성되어 있다.

관리정보는 그림의 Engineering Change 클래스의 속성(Attributes)으로 표시되어 있으며, 객체 관리를 위해 필요한 식별자, 생성자, 그리고 생성 이유 등의 자료가 관리된다. 관련 문서는 설계변경에 관련된 일반 문서와 도면, 사진 그리고 설계 자료가 포함될 수 있다(Fig. 1 Document 클래스 참조).

설계변경은 설계변경 전 후 두 개의 제품을 연결하고 있다. 제품과 설계변경의 관계를 표시하기 위하여 Fig. 1의 Engineering Change 클래스와 Product 클래스 사이의 input 관계를 통해 변경 전 제품을, output 관계를 통해 변경 후 제품을 연결한다. 제품을 표시하는 Product 클래스는 Product Structure 클래스를 이용하여 제품구조를 표현한다. 그러므로 설계변경에 연결된 입 출력 제품은 단순 제품이 아닌 해당 제품을 최상위 제품으로 가지는 제품구조와 연결되어 있다.

설계변경 이력은 EC History 클래스를 통하여 표현하고 있으며, 변경에 참여한 제품구조(target structure 관계)와 적용 연산(operation 속성)으로 이력을 표현할 수 있다. 적용 연산은 제품구조를 추가하는 Add와 구조를 삭제하는 Cut 중 1개가 될 수 있다(Fig. 1의 EC History 클래스 operation 속성의 자료 형 참조).

2.2 제품구조 중심 설계변경 객체

본 연구에서 채택한 제품구조 중심의 설계변경

객체에서는 설계변경이 궁극적으로 제품구조의 변화로 표현된다. 제품구조 중심의 설계변경에서는 다음 규정이 지켜지는 것을 가정한다.

첫째, 설계변경 전 후 기업 내 모든 제품(부품을 포함)은 유일하게 구별되어야 한다.

둘째, 유일하게 구별되는 제품은 설계변경 과정 외에 한 제품이 서로 다른 제품구조를 가질 수 없다(제품구조가 없는 최종 부품 제외).

셋째, 유일하게 구별되는 제품은 설계변경 과정 외에 서로 다른 두 제품이 동일한 제품구조를 가질 수 없다(제품구조가 없는 최종 부품 제외).

Fig. 2는 제안한 설계변경 객체를 이용하여 설계변경을 표현한 예를 보여주고 있다. 예는 그림 좌측 상단의 A 제품의 하위 부품인 X를 Y로 변경하고 있다. 이를 위해서는 A의 하위 제품구조를 복사한 A'가 만들어진다(1).

다음으로 변경 대상 제품 X를 하위 부품으로 가지는 C를 복사하여 C'를 생성한다(2). 다음은 그림의 하단으로 내려와서 A'의 제품구조에서 C를 삭제(Cut 연산 적용)하고, C'를 추가(Add 연산 적용)한다(3). 마찬가지로 C'의 하위 부품인 X를 삭제하고 Y 부품을 추가하면 원하는 설계 변경된 제품 A'가 생성된다(End). 이 과정이 하나의 단위 설계변경이며, 이 설계변경의 입력은 A이고 출력은 A'이다.

앞의 설계변경 조건과 관련하여 X를 Y로 바꾸는 과정에서 A가 A'로 바뀌어야 하는 이유는 제품구조 중심 설계변경 객체의 첫 번째와 두 번째 조건을 만족시키기 위해서이다. (2)에서 A'는 일시적으로 A와 같은 제품구조를 가지게 되지만 이는 설계변경 과정 중이므로 세 번째 조건을 만족시킨다.

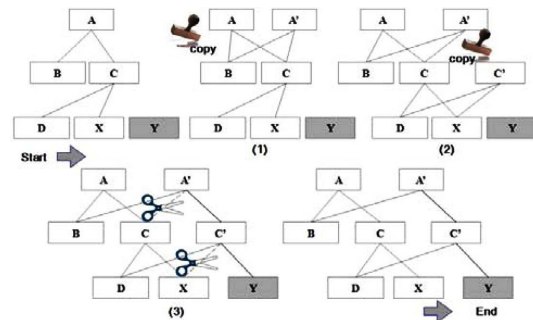


Fig. 2 Example Product Structure Changes

**2.3 설계변경 이력과 전달의 표현**

설계변경 이력(Engineering Change History)이란 단일 설계변경 내에서 제품의 변화 순서와 내용을 기록한 정보이다. 설계변경 이력의 가장 중요한 목적은 설계변경에 관련된 외부 조직에서 설계변경에 참여한 각 변경 부품의 영향을 확인하는 것이다. 그러므로 설계변경 이력의 구성 요소는 변경된 단일 부품까지 표현할 수 있어야 한다. 설계변경 이력은 Fig. 1의 EC History 클래스로 나타낼 수 있으며 클래스의 인스턴스(Instance)를 ECH(create time, parent, child, operation) 구조를 가지는 튜플(Tuple)로 표시할 수 있다. 여기서 parent와 child는 상위부품(parent)과 하위부품(child) 사이의 제품구조를 표현한다(Fig. 1의 target structure 관계 구현). 다음은 Fig. 2 예의 설계변경 이력을 표현한 것이다.

Copy A to A'  
 Copy C to C'  
 ECH(t1, A', C, Cut)  
 ECH(t2, A', C', Add)  
 ECH(t3, C', X, Cut)  
 ECH(t4, C', Y, Add)

예의 변경은 2.2에서 설명한 바와 같이 4개의 제품구조를 삭제하거나 생성하여 제품을 변경하였으며, 위의 튜플은 각각의 제품구조에 대한 연산을 표시하고 있다.

Fig. 3은 설계변경 전달을 표시하고 있다. 만일 AA 제품이 C를 하위 부품으로 가지고 있었다면, C가 C'로 변함에 따라 AA의 제품구조도 AA'로 변경해야 할 필요가 있다. 이와 같이 특정 제품의 변경(예에서는 A를 A'로 변경)이 다른 제품의 변경(AA를 AA'로 변경)을 야기할 경우, 이를 설계변경 전달(Engineering Change Propagation)이라고 하며, 본 연구에서는 변경될 제품을 공유함으로써 생기는 설계변경을 설계변경 전달의 분석 대상으로

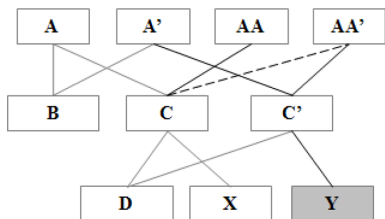


Fig. 3 EC Propagation in the example EC

로 고려한다.

C의 변경으로 인한 (Fig. 2의 설계변경으로 인한) AA의 설계변경 이력은 아래와 같이 표현할 수 있다.

Copy AA to AA'  
 ECH(t5, AA', C, Cut)  
 ECH(t6, AA', C', Add)

위의 예에서 알 수 있듯이 설계변경 전달은 설계변경 이력 중 Cut 연산이 적용된 부품이 공유되어 있을 경우 일어날 수 있다. 위의 예에서 C 부품은 Fig. 2의 설계변경 이력에 포함되어 있으며, AA와 공유되어 있다. 그러므로 C는 Fig. 3의 설계변경 전달을 유발할 가능성이 있다. 이 조건은 추후 설계변경 전달 분석의 기본 규칙으로 사용된다.

**3. OLAP 기반 설계변경 분석방법**

**3.1 PDM 표준 기반 설계변경 표현**

본 연구의 목표에서 언급하였듯이 표준 PDM 제품자료 모델을 사용할 경우, 기업에서 이용하고 있는 기존의 PDM 시스템과 통합된 설계변경 관리 및 분석 시스템 개발이 가능해진다. 그러므로 본 연구에서는 ISO STEP 표준 기반의 STEP PDM Schema를 이용하여 설계변경을 표현하였다. Fig. 1에서 제안한 설계변경 객체는 Fig. 4에 표현된 STEP PDM Schema의 설계변경 표현을 기반으로 하였다.

STEP PDM Schema에서 설계변경은 directed\_action 엔티티(Entity)로 표현된다. directed\_action은 제품을 표현하는 product\_definition과 applied\_

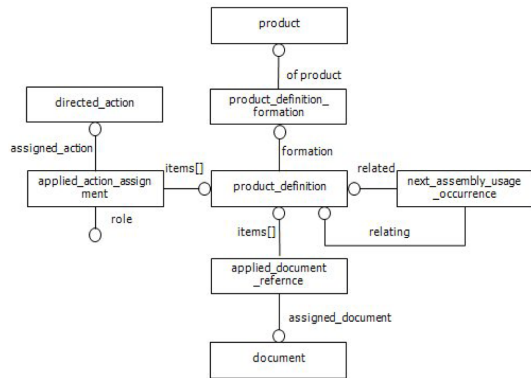


Fig. 4 EC Representation in the STEP PDM schema (A Simplified Version)

action\_assignment 엔티티로 연결되어 있으며, 이 엔티티의 role 속성을 이용하여 연결된 제품이 설계변경의 입력 혹은 출력인지를 구분한다. 제품은 document 엔티티로 표현된 문서를 연결하며, next\_assembly\_usage\_occurrence 엔티티로 제품구조를 표현한다.

Fig. 1의 설계변경 객체의 input과 output 관계는 Fig. 4의 applied\_action\_assignment 엔티티의 role 속성 값을 'input'과 'output'으로 부여함으로써 대응시킬 수 있다. Fig. 1의 Product와 Product Structure 클래스는 product\_definition과 next\_assembly\_usage\_occurrence 엔티티와 대응한다.

하지만 STEP PDM Schema는 설계변경 이력에 대한 정의를 포함하고 있지 못하다. 그러므로 Fig. 1의 설계변경 객체는 설계변경 이력에 대한 클래스(EC History 클래스)를 확장하였다.

### 3.2 다차원 자료 모델링

데이터베이스의 분석적 응용을 목적으로 하는 OLAP는 다차원 자료 분석(Multidimensional Data Analysis)을 지원하며 다차원 자료 분석을 위해서는 다차원 자료모델(Multidimensional Data Model)이 필요하다.

다차원 자료모델은 Fact와 Dimension으로 구성되며, Fact는 중심이 되는 사실을 뜻한다. 예로 제품 판매를 다차원 분석한다면, 판매량이나 액수가 포함된 단위 판매 발생이 Fact가 될 수 있다(Fact에 포함된 의사결정에 중요한 속성, 예에서 판매량이나 액수를 Measures라 한다). Dimension은 분석하고자 하는 속성을 표시하며, 판매 분석 예에서는 판매가 일어난 지역, 시간, 그리고 판매 물품 등이 될 수 있다.

다차원 자료 분석은 Fact를 중심으로 Dimension들 간의 관계를 확인하는 과정이다. 판매 분석 예에서 특정 시간(시간 Dimension)에 특정 지역(판매 지역 Dimension)에서 가장 많이 팔린 제품(제품 Dimension)을 찾는 경우 판매(Fact)를 중심으로 시간, 지역, 그리고 제품의 3개의 Dimension 간의 연관관계를 검색하게 된다.

본 연구에서는 설계변경을 위한 다차원 자료모델링을 위하여 mUML 모델링 방법<sup>[7]</sup>을 사용하였다(Fig. 5 참조). mUML 방법에서는 Fact를 나타내는 Fact-Class, Dimension을 나타내는 Dimension-Class를 제공하며, 이들 사이에 Dimension과 계층

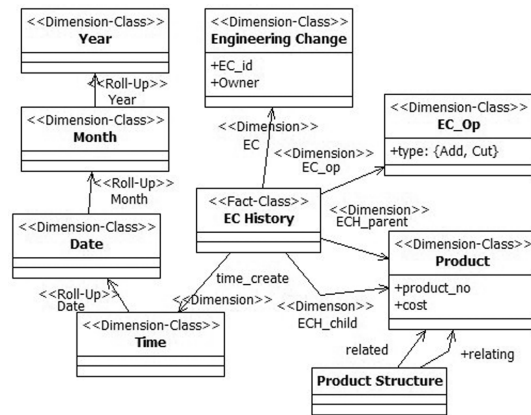


Fig. 5 Multidimensional EC data model

관계를 표시하는 Roll-Up 관계를 지원한다.

제안된 다차원 자료모델은 설계변경 이력을 Fact로 사용하였다(EC History fact-class). 설계변경 이력을 Fact로 선정한 이유는 설계변경 이력을 통하여 설계변경에 참여하는 개별 부품과 부품구조 그리고 적용 연산 자료에 접근할 수 있기 때문이다. 또한 설계변경 이력에 저장된 생성시간이 설계변경을 상세하게 분석하는 데 필요한 로그 정보를 제공한다. Dimension으로써는 이력에 참여한 Parent, Child 제품, 생성일, 그리고 소속 설계변경(Engineering Change 클래스)이 표현되었다.

다차원 자료모델은 다차원 분석을 위해 특별히 준비된 데이터베이스인 Data Cube의 자료 모델로 사용된다. 본 연구에서는 Fig. 5의 다차원 자료모델을 Microsoft Excel Pivot Table로 구현된 Data Cube에 저장하였다. Data Cube에 저장될 자료는 데이터베이스 질의, 뷰 혹은 응용 프로그램(Database Query, Views or Application Programs)을 이용하여 PDM 데이터베이스에서 추출한다.

### 3.3 설계변경 분석 항목과 지표

설계변경 분석의 대상은 설계변경 평가와 설계변경 전달이다. 설계변경 평가(Engineering Change Evaluation)는 비교 대상이 되는 두 개의 설계변경 중 어느 것이 더 중요한지를 계산한다. 설계변경의 중요도는 요구에 따라 다양하게 평가할 수 있다. 본 연구에서는 설계변경 대상이 되는 부품의 제품구조를 평가하여 공유가 많이 되는 제품에 대한 설계변경에 가중치를 두는 지표를 개발하여 적용한다. 공유가 많은 부품에 설계변경 가중치를

두는 이유는 공유가 적은 부품에 비하여 그 전달 범위가 넓어지고 그로 인해 다른 설계변경을 일으키거나 설계 외 부서에서 검토할 사항이 많아지는 등, 설계변경 전달 영향력이 커질 가능성이 높기 때문이다.

설계변경 전달(Engineering Change Propagation) 분석은 다수의 설계변경 가운데, 설계변경 전달 때문에 발생한 설계변경을 찾아내는 분석 방법이다. 설계변경 전달 분석에 쓰이는 규칙은 2.3절에서 언급되었다.

마지막으로 1.3절에서 언급한 제안된 방법이 다양한 의사결정에 유연하게 대응할 수 있는 것을 보여주기 위하여, 구현된 Data Cube를 이용하여 설계변경 전후 제품의 재료비 차이를 분석할 수 있는 지표를 개발하였다.

### 4. 구현 예제

#### 4.1 설계변경 객체와 다차원 자료모델 구현

제안된 설계변경 객체는 자체 개발한 웹 기반 PDM 시스템<sup>8)</sup>을 이용하여 구현하였다. Fig. 6은 구현된 설계변경 객체를 검색하는 화면으로 설계변경의 변경 전 입력 제품과 변경 후 출력 제품 정보를 보여주고 있다.

Fig. 5의 다차원 설계변경 자료 모델은 Microsoft Excel을 통해 Data Cube로 구현되었으며, 이는 Excel Pivot Table 기능을 이용하므로 그래프 출력을 포함한 다양한 OLAP 연산을 적용할 수 있다.

구현된 PDM 데이터베이스는 MySQL 데이터베이스 관리시스템<sup>9)</sup>을 이용하여 개발되었으며, 웹 기반 PDM 시스템을 이용하여 생성된 설계변경 자료를 저장하고 있다. PDM 데이터베이스에 저장된 설계변경 자료는 데이터베이스 뷰와 스토어드 프로시저에 의하여 다차원 자료모델에 맞도록 변형되며, 표준 데이터베이스 연결에 통하여 Excel

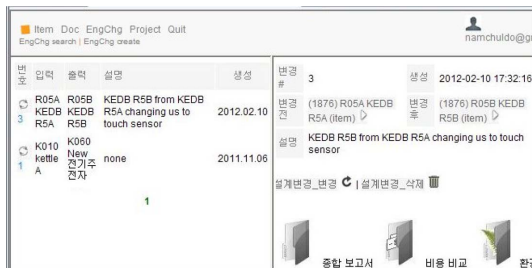


Fig. 6 Implemented EC Objects in A PDM System

Pivot Table로 구현된 Data Cube에 연동된다.

#### 4.2 설계변경 예제

제안된 모델과 구현된 시스템을 검증하기 위하여 Fig. 7의 설계변경 예를 구현된 시스템을 통하여 분석하여 보았다.

예는 Pump X의 Blade 부품을 새로운 부품인 New Blade로 설계 변경하여 Pump XA가 생성된 것을 보여준다. 동시에 기존 Blade 부품을 공유하고 있던 Pump Y도 New Blade로 부품을 변경한 Pump YA로 변경되었다. 그림에는 표시되어 있지 않지만 Pump XA에서 Front Housing을 변경한

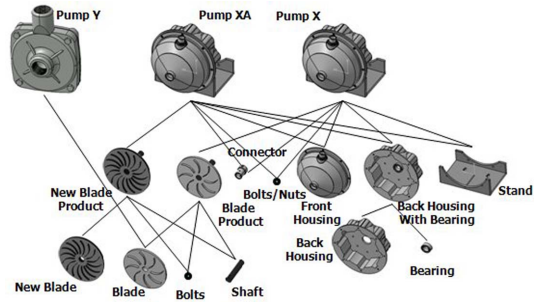


Fig. 7 Example Products

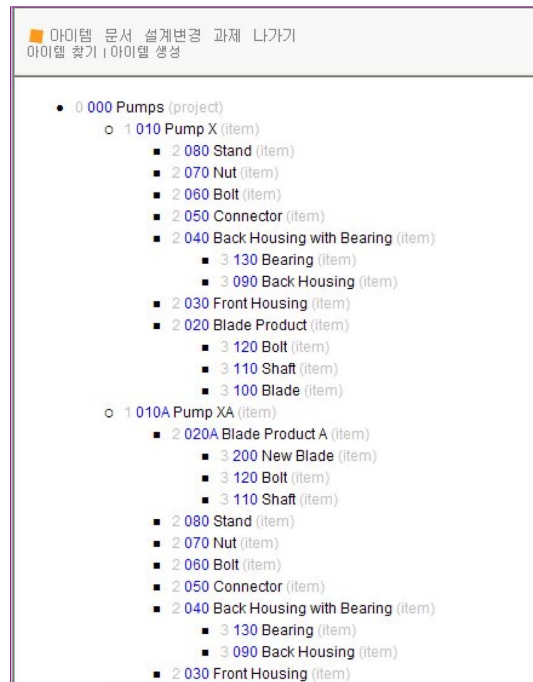


Fig. 8 Result of Product Structure after ECs

Pump XB도 만들어졌다. 그러므로 예의 설계변경은 총 4회 일어났으며, 각각 설계변경 객체로 표현된다(예에서는 EC5, EC6, EC7 그리고 EC8로 정의). Fig. 8은 구현된 PDM 시스템의 제품구조 검색기로 출력한 설계변경 예의 일부를 보여준다(010 Pump X와 010A Pump XA의 020 Blade Product와 020A Blade Product A가 변경된 것을 알 수 있다).

### 4.3 설계변경 분석

Fig. 9는 Excel에 구현된 Data Cube를 이용하여 예제 설계변경을 분석한 결과를 보여준다. 좌측 상단에는 PDM 데이터베이스에서 추출된 Data Cube 용 자료를 보여준다(‘Base Data’ Table). 이 자료로부터 각 항목별 분석을 위한 Pivot Table들이 만들어진다.

자료의 아래의 ‘Number of Changed Products’ Pivot Table 영역은 각 설계변경에서 변경된 제품의 수를 Add와 Cut 연산 별로 보여준다. 이 자료를 바탕으로 설계변경에 참여한 부품이 다른 제품에 얼마나 공유되었는지를 제품구조 정보를 통해 계산하고 가중치를 주어 최종 영향력을 계산한다(‘Effects of EC’ Pivot Table 참조). 두 개의 Pivot Table의 그래프는 EC6과 EC8에 비록 같은 수의 부품이 참여했지만, EC8에 참여한 부품이 더 많은 제품에 공유되어 있으므로 그 영향이 더 큰 것을 보여주고 있다.

설계변경 전달에 대한 분석은 화면의 우측 상단

의 ‘EC Propagation’ Pivot Table에 나타나 있다. 분석에 참여한 부품 중 100번 부품은 두 번의 설계변경에 적용되었으며, 기본 자료를 통해 해당 설계변경이 EC5와 EC7임을 확인할 수 있다. 두 설계변경의 설계변경 이력 생성 시간을 확인하면 설계변경 전달과 그 방향을 확인할 수 있다.

마지막으로 좌측 최 하단의 ‘Cost Comparison’ Pivot Table은 설계변경에 참여한 입력과 출력 제품의 제품구조와 부품의 가격을 이용하여 설계변경 전후의 비용 차를 계산한 것이다. 설계변경들 중 EC6이 변경 후에 더 많은 재료비가 든 것을 알 수 있다. 이 경우 이 분석을 위하여 특별한 프로그램이나 자료 입력이 필요하지 않고 주어진 Pivot Table에서 제공한 OLAP 연산을 이용하여 계산할 수 있다. 그러므로 이 예를 통해 제안된 방법이 다양한 분석요구에 대하여 유연하게 대처할 수 있음을 알 수 있다.

## 5. 결 론

본 연구는 검증된 데이터베이스 분석 방법인 OLAP를 이용하여 일반적인 PDM 데이터베이스에 저장된 설계변경 자료를 분석하는 방법을 제안하였다.

연구의 방법으로 우선 표준 제품자료 모델을 따르는 PDM 데이터베이스를 이용하여 설계변경을 표현하였다. 설계변경 분석을 위하여 다차원 자료 모델을 설계하였으며, 이 다차원 자료모델은 PDM 데이터베이스에 저장된 자료로부터 분석 자료를 도출할 수 있도록 고려되었다. 제안된 PDM 데이터베이스와 다차원 자료모델을 이용하여 Data Cube가 구현되었으며, Data Cube에 OLAP 연산과 다양한 질의를 통하여 설계변경 분석 중 설계변경 평가와 설계변경 전달을 분석할 수 있었다.

본 연구는 표준기반 PDM 자료 모델을 사용함으로써 축적된 제품 정보를 사용하고, 기존의 제품자료 관리 시스템과 분석 시스템이 통합할 수 있도록 하였다. 또한 잘 알려진 데이터베이스 분석 방법인 OLAP를 사용함으로써 추가적인 지식이나 자료처리 없이 자동화된 처리 및 분석이 가능하였다. 아울러 Data Cube 및 OLAP 연산을 사용하여 비정형적이고 복잡한 설계변경 분석에 유연하게 대응할 수 있었다.

추후 연구로는 Data Mining 기법을 활용하여 제

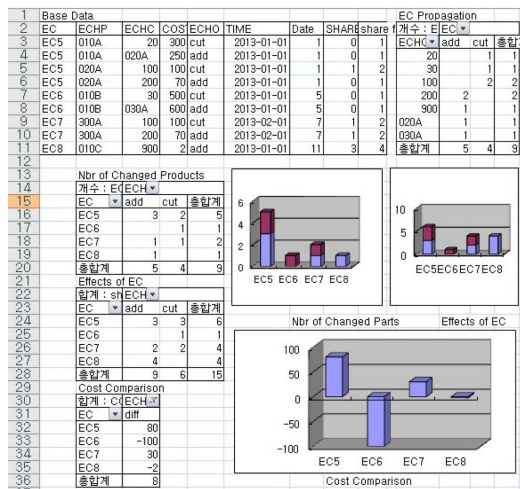


Fig. 9 Example Engineering Change Analysis

안된 시스템을 지능적 설계변경 분석 시스템으로 확장하는 것이다.

## References

1. Loch, C.H. and Terwiesch, C., 1999, Accelerating the Process of Engineering Change Orders: Capacity and Congestion Effects, *Journal of Product Innovation Management*, 16(2), pp.145-159.
2. Huang, G.Q., Yee, W.Y. and Mak, K.L., 2001, Development of a Web-based System for Engineering Change Management, *Robotics and Computer-Integrated Manufacturing*, 17(3), pp.255-267.
3. Kocar, V. and Akgunduz, A., 2010, ADVICE: A Virtual Environment for Engineering Change Management, *Computers in Industry*, 61, pp.15-28.
4. Fei, G., Gao, J, Owodunni, O. and Tang, X., 2011, A Method for Engineering Design Change Analysis Using System Modeling and Knowledge Management Techniques, *International Journal of Computer Integrated Manufacturing*, 24(6), pp.535-551.
5. Hamraz, B., Caldwell, N.H.M. and Clarkson, P.J., 2013, A Matrix-Calculation-Based Algorithm for Numerical Change Propagation Analysis, *IEEE Transactions on Engineering Management*, 60(1), pp.186-198.
6. PDM Implementer Forum, 2002, Usage Guide for the STEP PDM Schema V 1.2, PDM Implementer Forum.
7. Herden, O., 2000, A Design Methodology for Data Warehouses, Proceedings of Doctoral Workshop at CAiSE'00, edited by Hinze, A and Hommes, BJ, Stockholm.
8. Do, N., 2013, Developing an Introductory Training Course to PLM, *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 18(1), pp.28-35.
9. MySQL, <http://mysql.com>, 2013.



## 도 남 철

1991년 포항공과대학교 산업공학과 학사  
 1993년 포항공과대학교 산업공학과 석사  
 1996년 포항공과대학교 산업공학과 박사  
 1996년 삼성중공업 중앙연구소 선임연구원  
 1998년 볼보건설기계코리아(주) CAD/PDM팀 과장  
 2001년 한국전자통신연구원 동시공학연구팀 선임연구원  
 2002년~현재 경상대학교 산업시스템공학부 교수  
 관심분야: Product Data Representations for Product Data Management, Product Lifecycle Management, Product Data Analytics, Sustainable Product Development