

데이터마이닝을 이용한 설계변경의 효율향상

- B전자의 사례를 중심으로 -

박승헌* · 이석환*

*인하대학교 산업공학과

Raise the efficiency of engineering changes using Data mining

- B Electronics Case -

Seung Hun Park* · Seog Hwan Lee*

*Dept. of Industrial Engineering, Inha University

Abstract

The authors used association rules and patterns in sequential of data mining in order to raise the efficiency of engineering changes. The association rule can reduce the number of engineering changes since it can estimate the parts to be changed.

The patterns in sequential can perform engineering changes effectively by estimating the parts to be changed from sequence estimation. According to this result, unnecessary engineering changes are eliminated and the number of engineering changes decrease.

This method can be used for improving design quality and productivity in company managing engineering changes and related information.

Keywords : Data Mining, Engineering Change

1. 서론

전자제품에 대한 소비자의 다양한 요구는 제품의 라이프사이클을 단축시키기 때문에, 전자업체는 다양한 제품을 단기간에 개발하고 생산해야하는 문제를 안게 되었다. 단기간에 많은 양의 설계와 빈번한 설계변경 등은 공장의 전반적인 생산성을 저하시킬 수 있다. 이를 개선하기 위해서는 설계변경의 효율을 향상시킬 수 있는 연구가 필요하다[3][10][11].

본 연구는 B전자업체를 대상으로 빈번한 설계변경의 횟수를 줄여서 설계변경 시스템의 효율을 높이고자 한다.

B전자업체는 개발 BOM과 생산 BOM의 두 가지 BOM(Bill Of Material : 부품표)을 사용하고 있다. 개발 BOM은 기능중심으로 구성되고, 생산 BOM은 공정

중심으로 구성된다. 개발부서로부터 개발 BOM을 전달 받은 생산부서는 공정개선 및 제품개선의 목적으로 BOM을 변경하게 된다. 그리고 개발부서 자체의 설계 오류로 인한 생산 BOM의 변경도 있다.

생산 BOM의 설계변경내역은 개발부서에 통보되어 다음으로 생산되는 유사제품의 개발 BOM에 즉시 반영되어야만 동일한 내용의 설계변경을 방지할 수 있다. 그러나 개발부서는 예정된 생산 스케줄에 맞춰야 하기 때문에 시간에 쫓겨 일부 설계변경내역을 개발 BOM에 반영시킬 수 없다.

따라서 다음 생산에서 생산부서는 동일한 설계변경을 반복할 수 밖에 없기 때문에 설계변경의 횟수가 증가한다[8][9].

† 이 논문은 인하대학교 지원에 의해 연구되었음.

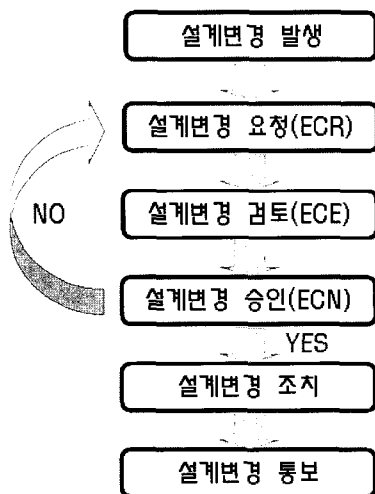
2007년 4월 접수; 2007년 6월 수정본 접수; 2007년 6월 게재확정

본 연구는 이러한 문제점을 해결하기 위하여 설계변경 시스템의 데이터베이스에 저장된 설계변경내역으로부터 부품변경내역 간의 연관관계를 찾아낸다. 이 연관관계를 초기부터 개발 BOM을 작성하는 과정에서 적용한다면, 위에서 언급한 생산시한에 쫓겨 개발 BOM에 반영하지 못하는 설계변경의 건수가 줄어든다. 이에 따라 생산부서는 동일한 설계변경을 피할 수 있어 설계변경의 횟수가 감소한다. 한편 이 연관관계를 생산 BOM에 적용하면, 앞으로 예상되는 부품들의 설계변경을 한 번에 파악할 수 있어서 수회에 걸쳐 일어날 설계변경의 횟수를 한 번으로 줄일 수 있다.

본 연구는 B전자업체의 설계변경내역에서 부품변경내역 간의 연관관계를 찾아내고 그 연관관계가 설계변경의 횟수를 줄일 수 있다는 것을 검증한다. 연관관계를 찾기 위한 방법은 SPSS 클레멘타인 8.1의 GRI(Generalized Rule Induction : 연관규칙)와 순차규칙을 사용하였다.

2. 설계변경의 개요

설계변경이 발생하면 설계변경내역이 작성된다. 설계변경내역은 조립품코드, 변경 전 부품코드, 변경 전 위치, 변경 전 원수, 변경 후 부품코드, 변경 후 위치, 변경 후 원수 등으로 구성되어 있다. 생산중인 제품에서 설계변경이 발생되면 개발부서 및 생산부서의 담당자는 설계변경내역에 대하여 검토를 하게 되고, 모든 담당자가 승인을 할 경우 설계변경 내역은 제품에 반영되어 생산된다[8]. <그림 1>은 B전자업체에서 사용하고 있는 설계변경 프로세스이다.



<그림 1> 설계변경 프로세스

설계변경내역은 제품에 대한 부품변경내역을 포함한다. 만일 부품변경내역 간에 연관관계가 존재한다면, 그 연관관계에 해당하는 부품들은 제품에 대하여 동시에 설계변경 되어야 한다.

즉, 부품변경내역에 대한 연관관계를 알고 있다면 동시에 설계변경 해야 할 부품들을 예측할 수 있다. 이러한 연관관계가 개발 및 생산부서의 설계변경에 적용된다면, 서론에서 언급한 문제점인 동일한 설계변경의 반복에 따른 설계변경 횟수를 줄일 수 있다.

3. GRI와 순차규칙 데이터 전처리

본 연구에서는 동시에 설계변경 해야 하는 부품들을 예측하기 위하여 GRI와 순차규칙을 사용한다[12][13].

이 장에서는 GRI와 순차규칙의 데이터 전처리 과정인 데이터 추출, 데이터 정제, 데이터 변환만을 기술하고 적용은 다음 장에서 다룬다. 연구에 사용하는 설계변경내역은 B전자 A사업부의 최근 12개월 자료이다.

설계변경내역 중에서 전반 6개월 자료는 연관관계를 발견하기 위하여 사용하고 후반 6개월 자료는 발견된 연관관계의 타당성을 검증하는 자료로 사용한다.

3.1 GRI(연관규칙)

3.1.1 데이터 추출

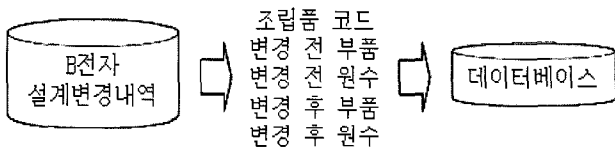
설계변경내역은 <표 1>과 같이 총 16개 항목으로 구성되어 있다. GRI를 적용하기 위해서는 하나 이상의 입력항목과 출력항목이 있어야 한다[1][2][4][5].

설계변경내역에 있는 부품 간의 연관관계를 밝히기 위하여 변경 전 부품코드, 변경 후 부품코드를 입력항목인 동시에 출력항목으로 선택한다.

그리고 부품코드는 동일하나 부품의 개수가 변경되는 경우가 있으므로 변경 전 원수, 변경 후 원수도 입력·출력 항목으로 선택한다. 부품의 위치는 제품마다 달라지기 때문에 변경 전 위치와 변경 후 위치는 데이터마이닝의 대상으로 선택하지 않는다. 조립품 코드는 다음 단계인 데이터 정제에서 불필요한 자료를 삭제하기 위해 사용되므로 선택한다. 선택된 설계변경내역의 항목들은 <그림 2>와 같이 데이터베이스에 저장된다[6][7].

<표 1> 설계변경 내역의 예

항목명	항목속성	항목설명
FCTRY_CODE	VARCHAR2(2)	공장코드
EC_NO	VARCHAR2(10)	설계변경번호
ASSY_CODE	VARCHAR2(15)	조립품코드
CHNG_BFR_LOC	VARCHAR2(5)	변경전위치
CHNG_AFTR_LOC	VARCHAR2(5)	변경후위치
CHNG_BFR_PARTS_CODE	VARCHAR2(15)	변경전부품코드
CHNG_AFTR_PARTS_CODE	VARCHAR2(15)	변경후부품코드
CHNG_BFR_PQTY	NUMBER(8,4)	변경전원수
CHNG_AFTR_PQTY	NUMBER(8,4)	변경후원수
CHNG_BFR_EXP_N_YN	VARCHAR2(1)	변경전전개여부
CHNG_AFTR_EXP_N_YN	VARCHAR2(1)	변경후전개여부
DISPO_DECIS_MAN	VARCHAR2(8)	조치확정자
DISPO_DT	VARCHAR2(8)	조치일자
REG_DT	VARCHAR2(8)	등록일자
COMNT	VARCHAR2(30)	COMMENT
RMK	VARCHAR2(100)	비고



<그림 2> GRI 데이터 추출

3.1.2 데이터 정제 및 변환

데이터 정제에서는 앞 절에서 추출된 설계변경내역 중에서 불필요한 설계변경내역을 삭제한다. 설계변경내역에는 많은 부품이 포함되어 있는데 이 부품들은 부품조달불가, 부품결함 등의 이유로 부품 데이터베이스에서 삭제된다. 삭제된 부품들은 사용하지 않는 부품이므로 이들 부품을 포함하는 설계변경내역은 삭제한다.

제품은 여러 개의 조립품으로 구성되어 있고 서로 다른 기능을 가진다. 연관규칙을 적용하기 위해서는 설계변경내역에 포함된 조립품이 모두 동일한 기능을 가져야 한다.

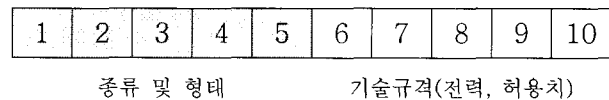
본 연구에서는 TV제품에서 주 기관 조립품에 대한 연관규칙을 발견한다. 주 기관 조립품코드는 PTMP(PT : TV공정 조립품, MP : Main PCB)로 시작하므로 설계변경내역 중에서 조립품코드가 PTMP로 시작하지 않는 내역은 모두 삭제한다.

데이터 변환에서는 정제를 마친 데이터를 데이터마이닝에 적용할 수 있는 형태로 바꾼다.

첫 단계에서는 부품코드에서 기술규격을 제거한다.

부품코드는 <그림 3>과 같이 총 10자리로 구성되어 있다. 부품코드의 1~5 자리는 부품의 종류와 형태를 의미하는 것으로 첫 자리가 R이면 저항, C이면 콘덴서이다. 부품코드의 6~10번째 자리는 부품의 기술규격으로 전력, 허용치를 의미한다.

부품의 기술규격은 유사제품이라도 달라질 수 있으므로 부품코드 10자리 중 부품의 종류와 형태를 나타내는 5자리만을 데이터마이닝의 대상으로 삼는다.



<그림 3> 부품코드체계

두 번째 단계에서는 부품의 변경유형을 작성한다. 변경유형은 변경 전 부품, 변경 전 원수, 변경 후 부품, 변경 후 원수의 4개 항목을 결합한 형태로 표현할 수 있다. <표 2>는 설계변경내역에서 빈번하게 발생하는 부품의 변경유형 10개를 표시한 것이다.

부품의 변경유형을 구성하는 4개의 항목은 “ / ” 기호를 사용하여 하나의 항목으로 만들었다. 변경유형에서 “-----”로 표시한 부분은 부품이 없다는 것을 의미한다. 즉, 네 개의 구역 중에서 첫 구역이 “-----”일 경우는 새로운 부품이 추가된 것이고 세 번째 구역이 “-----”인 경우는 기존 부품이 삭제된 것을 말한다.

<표 2> 부품변경유형

변경유형	내용	데이터 수
A	RD-AZ/001/-----/000	488
B	CEXF1/001/-----/000	205
C	5CPZ1/001/-----/000	184
D	-----/000/48563/001	180
E	-----/000/RD-AZ/001	94
F	-----/000/CEXF1/001	93
G	-----/000/HCBK1/001	84
H	RD-AZ/001/85801/000	83
I	-----/000/CBZF1/001	82
J	-----/000/CMXH3/001	81

세 번째 단계에서는 설계변경내역을 GRI에 적용하기 위하여 <그림 4>과 같은 형태로 바꾸었다. 본 연구에서는 <표 2>의 부품변경유형 10개에 대해서만 연관규칙을 찾고자 한다. <그림 4>에서 “유형1”은 <표 2>의 첫 번째 부품변경유형인 “RD-AZ/001/-----/000”을 의미한다.

조립품코드	유형1	유형2	유형3	유형4	...	유형 10
PTMPH...	T	F	T	T		F
PTMPJ...	F	F	T	F		T
:	:	:	:	:		:

<그림 4> GRI적용을 위한 데이터 형태

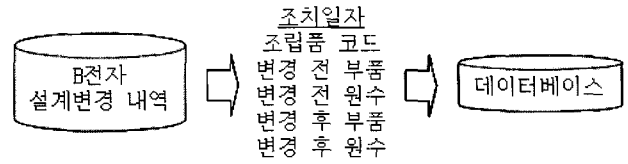
3.2 순차규칙

3.2.1 데이터 추출

순차규칙을 사용하기 위해서는 ID(내역의 키)항목, 시간항목, 하나 이상의 내용항목이 있어야 한다. 조립품코드는 설계변경내역에서 가장 상위 항목이므로 ID항목으로 선택한다.

시간항목은 조치일자 또는 등록일자를 사용할 수 있으나 승인된 설계변경내역만이 유효하므로 조치일자를 시간항목으로 선택한다.

내용항목은 연관규칙의 경우와 동일하게 변경 전 부품코드, 변경 후 부품코드, 변경 전 원수, 변경 후 원수의 네 개 항목을 선택한다. 선택된 항목의 데이터는 <그림 5>과 같이 데이터베이스에 저장한다.



<그림 5> 순차규칙 데이터 추출

3.2.2 데이터 정제 및 변환

순차규칙의 데이터 정제는 연관규칙의 데이터 정제 방법과 동일하다(3.1.2절 참조).

순차규칙의 데이터 변환도 연관규칙의 데이터 변환 방법과 동일하나 세 번째 단계를 거치지 않는다. <표 3>은 순차규칙적용을 위하여 변환된 데이터의 예이다.

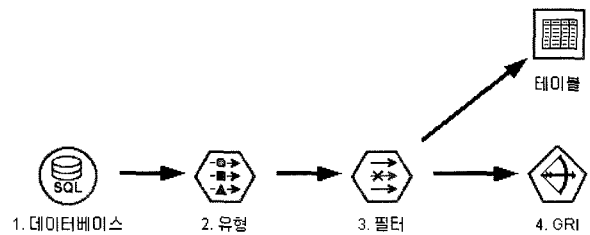
<표 3> 순차규칙적용을 위한 데이터 형태

조치일자	조립품코드	변경유형
20070124	PTMPMSE	DRL4A/001/-----/000
20070124	PTMPMSE	58C00/001/-----/000
20070124	PTMPMSE	CMYE2/001/-----/000
20070124	PTMPMSE	DRL4A/001/-----/000
20070124	PTMPMSE	DRL4A/001/-----/000

4. 데이터마이닝 적용 및 검증

이 장에서는 전 장에서 변환된 부품변경내역에서 연관관계를 클레멘타인 8.1을 이용하여 찾아내고 그 연관관계를 적용하여 설계변경의 횡수가 줄어든다는 것을 검증한다.

4.1 GRI 적용 및 검증



<그림 6> GRI 적용과정

<표 4> GRI 적용 후 부품변경내역 간의 연관규칙

후항값	전항값 1	전항값 2	전항값 3	전항값 4	전항값 5	전항값 6
A = T	C = T					
A = T	B = T	C = T				
E = T	A = T	C = F	D = F	F = F	H = T	
E = T	A = T	C = F	D = F	F = F	G = F	H = T
E = T	A = T	B = F	H = T			
E = T	A = T	B = F	G = F	H = T		
E = T	A = T	B = F	F = F	H = T		
E = T	A = T	B = F	F = F	G = F	H = T	
E = T	A = T	B = F	D = F	H = T		
E = T	A = T	B = F	D = F	G = F	H = T	

GRI 적용과정은 <그림 6>과 같다. GRI를 적용하여 발견된 연관규칙 중에서 신뢰도가 높은 10개의 연관규칙을 <표 4>에 나타내었다. 신뢰도가 가장 높은 연관규칙은 첫 번째 규칙으로 C유형이 발생하면 A유형이 발생하는 것이다. 즉, 5CPZ1 부품이 삭제되면 RD-AZ 부품의 삭제도 검토해야 한다. 두 번째 규칙은 B유형이 발생하고 C유형이 발생하면 A유형이 발생하는 것이다. 이것은 설계변경에서 CEXF1 부품이 삭제되고 5CPZ1 부품이 삭제된다면 RD-AZ 부품의 삭제를 검토해야 한다.

다음은 발견된 설계변경내역의 연관규칙이 설계변경에 주는 효과를 검증한다. 검증방법은 설계변경 횟수를 조사하는 것으로 다음의 두 가지 경우에 대하여 조사한다. 첫째, 본 연구에서 발견된 연관규칙을 사용하지 않고 설계변경 하였을 경우의 설계변경 횟수와 둘째,

설계변경에 연관규칙을 사용한다고 가정하였을 때의 설계변경 횟수이다. 연관규칙을 적용한 예측결과를 <표 5>와 같다.

<표 5>는 검증자료로 선택한 설계변경내역 중에서 <표 2>의 부품변경유형과 동일한 설계변경을 찾아 일부를 표시한 것이다.

기존방법의 경우 조립품코드 PTMPJAA970에 대하여 설계변경이 2회 발생하였다. 그러나 조립품코드 PTMPJAA970에 대하여 본 연구에서 발견된 두 번째 연관규칙을 사용하였다면 차기에 예상되는 설계변경을 한 번에 실시하게 되어 설계변경 횟수를 절반으로 줄일 수 있다.

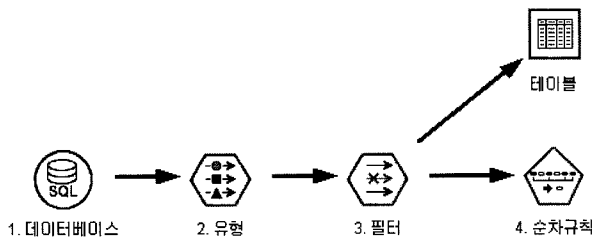
<표 5>는 모든 설계변경내역 중에서 일부에 대하여 연관규칙을 적용한 것이므로 모든 설계변경내역에 연관규칙을 적용시킨다면 그 효과는 크다고 하겠다.

<표 5> 연관규칙 검증결과

조립품코드	연관규칙사용유무	설계변경내역	조치일	설계변경횟수
PTMPJAA970	연관규칙 미사용	5CPZ100K02 삭제	20060829	2회
		CEXF1H330V 삭제		
	RD-AZ101J- 삭제	20060901		
PTMPJAA970	연관규칙 사용	5CPZ100K02 삭제	20060829	1회
		CEXF1H330V 삭제		
		RD-AZ101J- 삭제		
PTMPJAE178	연관규칙 미사용	5CPZ100K02 삭제	20060829	2회
		CEXF1H330V 삭제		
	RD-AZ101J- 삭제	20060901		
PTMPJAE178	연관규칙사용	5CPZ100K02 삭제	20060829	1회
		CEXF1H330V 삭제		
		RD-AZ101J- 삭제		

발견된 연관규칙은 설계변경 시스템에서 다음과 같이 활용될 수 있다. 먼저 데이터마이닝을 이용하여 과거 설계변경내역에서 연관규칙을 발견한다. 발견된 연관규칙은 지식데이터베이스에 저장된다. 설계변경이 발생하면 그 내역이 지식 데이터베이스의 연관규칙에 존재하는가를 확인한다. 지식 데이터베이스에 동일한 내역이 존재하면 해당 연관규칙과 관련된 부품변경내역을 찾는다. 찾아진 부품변경내역은 발생한 설계변경 내역과 동시에 검토된다. 이러한 과정을 통하여 설계변경을 적용하면 동시에 적용해야할 설계변경내역을 예측할 수 있어서 설계변경의 횟수를 크게 줄일 수 있다.

4.2 순차규칙 적용 및 검증



<그림 7> 순차규칙 적용과정

순차규칙의 적용과정은 <그림 7>와 같다. 발견된 규칙 중에서 신뢰도가 높은 15개의 규칙을 <표 6>에 나타내었다. 신뢰도가 가장 높은 순차규칙은 첫 번째 규

칙으로 HRFT0 부품이 추가되고 다음에 HRFT1부품이 추가되면 HCBK1 부품이 추가될 확률이 높다. 즉, HRFT0 부품의 추가 다음에 HRFT1부품이 추가되는 설계변경이 발생할 경우 HCBK1 부품의 추가를 검토해야 한다. 3번째 규칙은 CMXM2 부품이 추가되고 다음에 CCXB3 부품이 추가되면 CEXF2 부품이 삭제될 확률이 높다는 것을 보여준다.

이것은 CMXM2 부품이 추가되고 그 다음으로 CCXB3 부품의 추가가 발생한다면 CEXF2 부품의 삭제를 검토해야 한다고 할 수 있다.

본 연구에서 발견된 순차규칙이 설계변경에 주는 효과는 다음과 같은 방법으로 검증한다. 설계변경내역에서 순차규칙을 발견한 시점 이후에도 발견된 순차규칙과 동일한 순서를 갖는 설계변경이 발생한다면 이와 같은 순차규칙은 설계변경과정에서 의미를 가진다고 할 수 있다. 즉, 발견된 순차규칙은 차후에 발생하는 설계변경내역을 예측할 수 있게 된다. 또한, 이와 같은 설계변경형태는 일련의 설계변경형태로 정형화 시킬 수 있어서 개발부서 또는 생산부서에서 개선의 대상으로도 검토될 수 있을 것이다.

<표 7>는 검증자료로 선택한 설계변경내역 중에서 본 연구에서 발견된 세 번째 순차규칙과 동일한 설계변경을 찾아 일부를 표시한 것이다.

이와 같은 결과는 설계변경내역에서 발견된 순차규칙을 이용할 경우 설계변경의 순서를 효율적으로 행할 수 있다는 것을 보여준다.

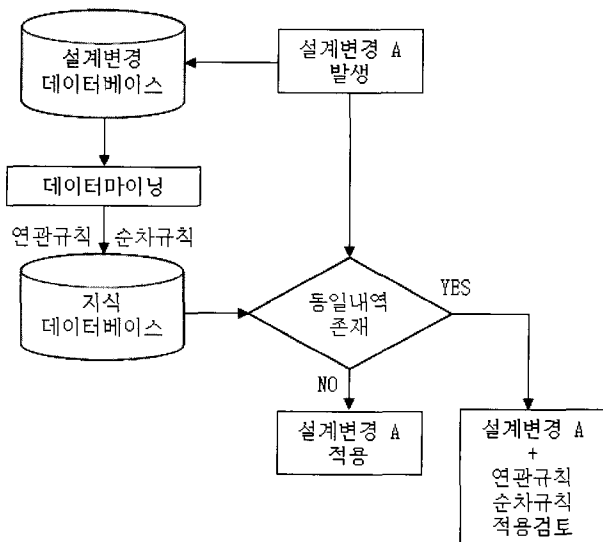
<표 6> 순차규칙 적용 후 부품변경내역 간의 순차규칙

후항값	전항값 1	전항값 2	전항값 3
-----/000/HCBK1/001	-----/000/HRFT0/001	-----/000/HRFT1/001	
HRFT0/001/-----/000	-----/000/HRFT0/001 and -----/000/HRFT1/001		
CEXF2/001/-----/000	-----/000/CMXM2/001	-----/000/CCXB3/001	
-----/000/HCBK1/001	-----/000/HRFT1/001	-----/000/HRFT1/001	
-----/000/CEXF1/001	CEXF1/001/-----/000	-----/000/CEXF1/001	CEXF1/001/-----/000
CEXF1/001/-----/000	CEXF1/001/-----/000		
CEXF1/001/-----/000	-----/000/CEXF1/001	CEXF1/001/-----/000	
-----/000/RS02Z/001	-----/000/48592/001		
CEXF2/001/-----/000	-----/000/CCXB3/001		
-----/000/CEXF1/001	-----/000/CEXF1/001	CEXF1/001/-----/000	CEXF1/001/-----/000
-----/000/CEXF1/001	-----/000/CEXF1/001	CEXF1/001/-----/000	
-----/000/CEXF1/001	-----/000/CEXF1/001	-----/000/CEXF1/001	
-----/000/CEXF1/001	CEXF1/001/-----/000	CEXF1/001/-----/000	
CEXF1/001/-----/000	CEXF1/001/-----/000	CEXF1/001/-----/000	
TKTC3/001/-----/000	CEXF1/001/-----/000		

<표 7> 순차규칙 검증결과

조립품코드	설계변경내역	조치일
PTMPJRE251	CMXM2A563J 추가	20060708
	CCXB3A471K 추가	20060722
	CEXF2C339V 삭제	20060722
PTMPJRE278	CMXM2A563J 추가	20060708
	CCXB3A471K 추가	20060715
	CEXF2C339V 삭제	20060715

발견된 순차규칙은 연관규칙과 함께 설계변경 시스템에서 <그림 8>과 같이 활용될 수 있다. <그림 8>은 설계변경에 있어서 연관규칙 및 순차규칙을 효율적으로 사용하기 위한 흐름도이다.



<그림 8> 연관규칙 및 순차규칙 활용 흐름도

5. 결론

본 연구는 B전자업체를 대상으로 설계변경 시스템의 문제점을 해결하고 효율향상을 위하여 설계변경내역으로부터 부품변경내역 간의 연관관계를 찾아내었다. 이 연관관계(GRI와 순차규칙)를 설계변경에 적용하여 다음과 같은 효과를 얻었다.

첫째, 부품변경내역 간의 찾아낸 연관관계를 근거로 개발 BOM을 작성하면 생산 BOM의 빈번한 설계변경의 횟수를 줄일 수 있다.

둘째, 생산 BOM에 있어서 앞으로 예상되는 부품들의 설계변경을 연관관계를 근거로 한 번에 파악할 수 있어서 수회에 걸쳐 일어날 설계변경의 횟수를 한 번에 처리할 수 있다.

셋째, 순차규칙을 근거로 부품의 개선순서를 예상 (<표 7> 참조)할 수 있어서 효율적인 순서로 설계변

경을 수행할 수 있다.

본 연구의 적용과정 및 결과는 B전자업체 뿐만 아니라 설계변경 시스템이나 그와 유사한 정보를 관리하고 있는 전자업종의 기업들에게 유용하게 활용될 수 있을 것이다. 특히 개발부서와 생산부서가 지역적으로 떨어져 있거나 해외 각지에 생산 공장을 두고 있는 기업의 경우는 부서 간 의사전달이 어렵기 때문에, 본 연구에서 제시하는 방법을 설계변경에 적용한다면 설계변경 시스템의 효율을 높일 수 있을 것이다.

향후 연구할 과제로는 설계변경 내역을 효율적으로 데이터마이닝 할 수 있는 알고리즘의 개발과 이를 적용한 시스템을 개발하는 것이다.

6. 참고 문헌

- [1] 강창완, 강현철, 데이터마이닝, 사이플러스, (2007)
- [2] 고재문, 정길상, 황달준, 데이터마이닝의 이해와 활용, 울산대학교출판부, (2005)
- [3] 석성재, 김재근, 이철우, 홍순구, 유춘번, “설계변경의 경향 및 원인분석을 통한 설계 품질향상 방안”, 품질혁신, 제 1권 제 1호 (2000): 108-123
- [4] 허명희, 이용구, 데이터마이닝 모델링과 사례, 데이터 솔루션, (2003)
- [5] 허준, 정규상, 허수희, 최희경, Clementine 7 매뉴얼, 데이터 솔루션, (2003)
- [6] Agrawal R., Imielinski T. and A. Swami, Database mining: A performance perspective, IEEE Transaction on knowledge and data engineering, 5 (1993): 914-925
- [7] Chen M. S., Han J. and Yu P. S., Data mining: An overview from a database perspective, IEEE Transaction on knowledge and data engineering, 8 (1996): 866-883
- [8] George Q.Huang · K.L.Mak, Internet Applications in Production Design and Manufacturing, Springer, (2003)

- [9] Hegde, G.G., Kekre, S.H., Su, H., Engineering changes and time delays: A field investigation, *Production economics* 28 (1992): 341-352
- [10] Ho GTS, Lau HCW, Lee CKM, An intelligent production workflow mining system for continual quality enhancement, *Advanced Manufacturing Technology* 28 (2006): 792-809
- [11] Lior Rokach, Oded Maimon, Data mining for improving the quality of manufacturing, *Intelligent Manufacturing*, 17 (2006): 285-299
- [12] SPSS, Clementine 8.0 user's guide, SPSS, (2003)
- [13] Srikant R. and R. Agrawal, Mining generalized association rules, *Proceedings of the 21th International Conference on Very Large Databases*, (1995): 407-419

저 자 소 개

박 승 현

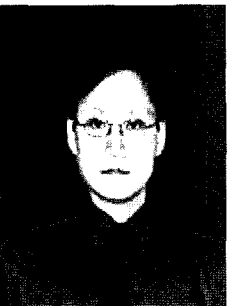


본
등이다.

인하대학교 금속공학과에서 공학사, 일본 Keio대학 관리공학과에서 공학석사 및 공학박사를 취득 하였다. 현재 인하대학교 산업공학과 교수로 재직 중이다. 주요 관심 분야는 FMS와 각종 생산시스템의 설계 및 운영, 인터넷 마케팅과 데이터 마이닝

주소: 인천광역시 남구 용현동 253 인하대학교 산업공학과

이 석 환



인하대학교 산업공학과에서 공학사 및 공학석사를 취득 하였다. 현재 인하대학교 산업공학과 대학원 박사과정에 재학 중이다. 주요 관심 분야는 데이터 마이닝이다.

주소: 인천광역시 남구 용현동 253 인하대학교 산업공학과