



한국전자거래학회 2013 춘계학술대회

제조협업을 위한 OLAP 기반의 비즈니스 프로세스 인텔리전스 시스템 설계

2013. 5. 31 (금)

김규리¹, 김애경¹, 김보현², 정재윤¹

¹경희대학교 산업경영공학과, ²한국생산기술연구원



경희대학교
KYUNG HEE UNIVERSITY



KITECH
한국생산기술연구원

목차



1	개 요
2	OLAP 기반의 BPI 프레임워크
3	BPM System
4	Business Warehouse
5	OLAP Server
6	Performance Dashboard
7	결 론

• 연구의 필요성

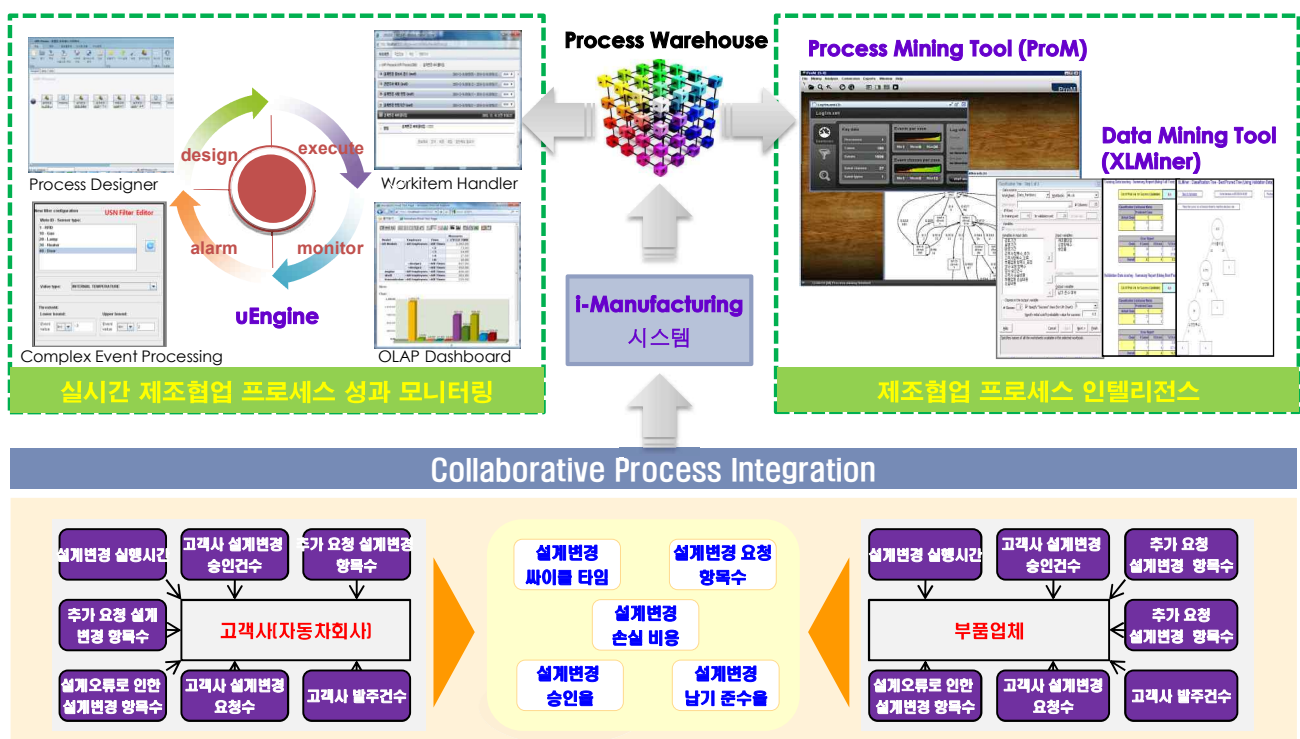
- 최근 기업들이 정보시스템을 이용한 체계적인 비즈니스 실행 및 성과 측정에 관심이 높아지고 있으며, 비즈니스 프로세스 관리 시스템이 많이 도입이 됨에 따라 방대한 비즈니스 데이터가 누적되고 있음.
- 기업은 비즈니스 프로세스 분석을 통하여 업무개선 효과를 높이고 조직의 성과지표 측정 및 관찰을 위하여 업무 분석 도구인 BAM(Business Activity Monitoring)기술을 도입하고 있음.

• 연구 주제

- 제조협업 프로세스를 대상으로 성과지표를 측정하고 프로세스 수행결과를 모니터링 하기 위한 프로세스 중심의 비즈니스 프로세스 웨어하우스를 설계함.

3

• 제조협업을 위한 비즈니스 프로세스 인텔리전스 시스템



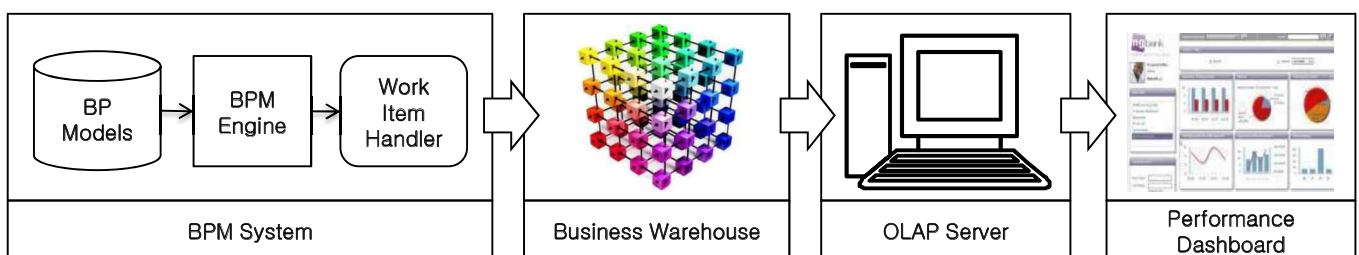
4

- **Data Warehouse**
 - 사용자의 의사결정에 도움을 주기 위하여, 기업정보시스템의 데이터베이스에 축적된 데이터를 추출, 변환, 통합하여 관리하는 저장소
- **OLAP (Online Analytical Processing)**
 - 최종 사용자(End-User)가 다차원 정보에 직접 접근하여 대화식으로 정보를 분석하고 의사결정에 활용하는 과정
- **Cube**
 - 대용량 데이터를 다차원적으로 분석하여 그 결과를 신속하게 제공하기 위해 데이터와 사전 연산결과를 저장해 놓은 다차원 배열
 - **Dimension** : 모니터링 또는 분석하고자 하는 기준 (예. 시간, 제품, 공급자)
 - **Measure** : 모니터링 또는 분석하고자 하는 지표. 정량 데이터 (예. 시간, 비용)
- **MDX (Multidimensional Expressions)**
 - OLAP 데이터베이스를 모델링하고, OLAP 데이터베이스에서 데이터 질의(query)를 수행하는 구문
- **BAM (Business Activity Monitoring)**
 - 비즈니스 활동으로부터 발생하는 데이터를 수집하여 KPI와 같은 사용자가 원하는 정보를 실시간으로 분석, 대응할 수 있도록 제공하는 하는 솔루션

5

OLAP 기반의 BPI 프레임워크

• OLAP 기반의 비즈니스 프로세스 인텔리전스 (BPI) 프레임워크

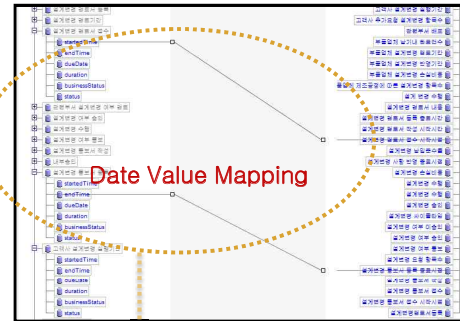


- **BPM System** : 비즈니스 프로세스 모델을 바탕으로 업무 수행 환경을 제공
- **Business Warehouse** : BPM System에서 발생한 프로세스 데이터들을 수집하여 Star Scheme로 저장
- **OLAP Server** : 미리 설계된 Cube에 기반하여 프로세스 실행 결과를 Business Warehouse로부터 추출
- **Performance Dashboard** : 프로세스 실행 결과를 피벗테이블로 요약 및 차트로 도식화

6

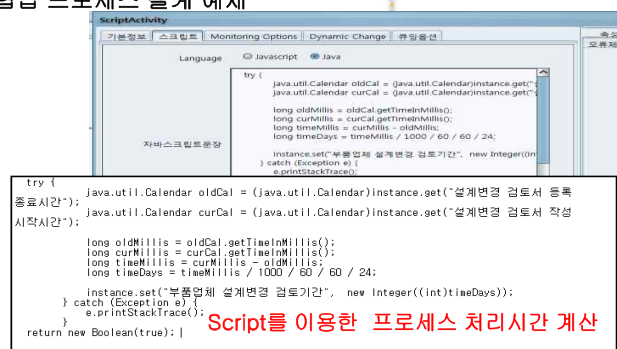
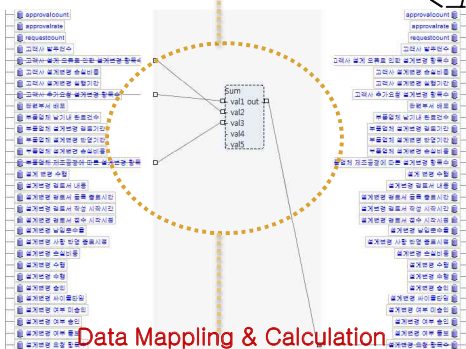
프로세스 설계 및 데이터 수집

- uEngine을 이용한 비즈니스 프로세스 설계
- BPM System으로부터 데이터 수집
 - 수집 기능 : Data mapping, Script 등
 - 수집 데이터 예시 : 설계변경 요청 항목 수, 사이클타임, 설계변경 횟수 등



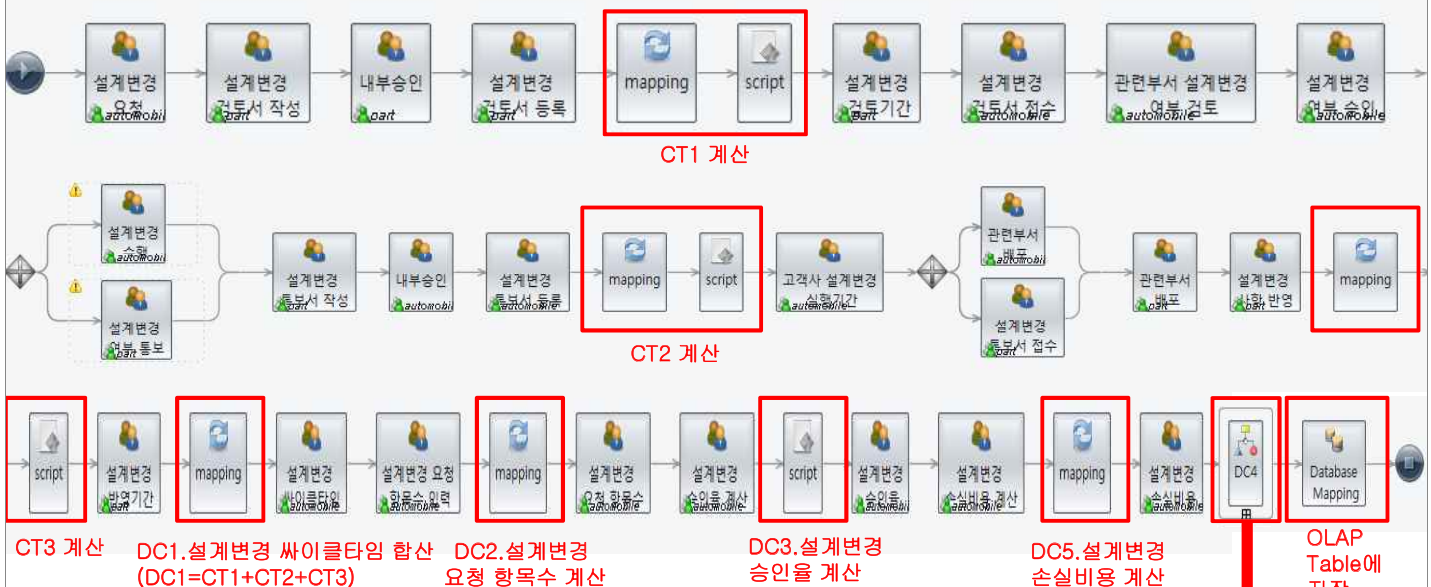
설계변경요청항목수 계산

<그림 2> 제조회업 프로세스 설계 예제

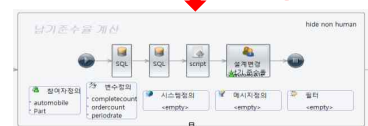


7

설계변경 프로세스 설계 예시



CT1=(부품업체 설계변경 검토기간)
 CT2=(고객사 설계변경 실행기간)
 CT3=(부품업체 설계변경 반영기간)

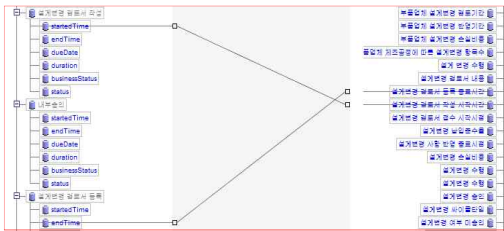


DC4.설계변경 납기준수를 계산

8

설계변경 프로세스의 데이터 수집 예시

BPMS Control Data의 Process Variable로 매핑

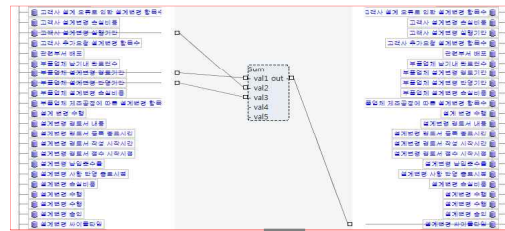


"Mapping" Activity

08 설계변경 검토기간

한일 부품업체 설계변경 검토기간 : 14988

Process Variable 간의 연산

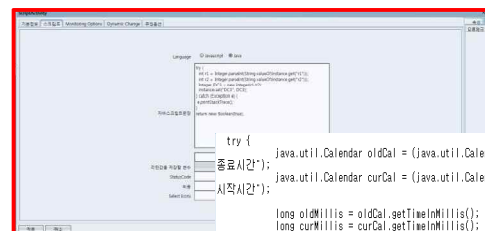


"Mapping" Activity

02 설계변경 요청 항목수

한일 설계변경 요청 항목수 : 88

Java code를 이용한 사이클 타임 계산



"Script" Activity

```
try {
    java.util.Calendar oldCal = (java.util.Calendar)instance.get("설계변경 검토서 등록
    종료시간");
    java.util.Calendar curCal = (java.util.Calendar)instance.get("설계변경 검토서 작성
    시작시간");
    long oldMillis = oldCal.getTimeInMillis();
    long curMillis = curCal.getTimeInMillis();
    long timeMillis = curMillis - oldMillis;
    long timeDays = timeMillis / 1000 / 60 / 60 / 24;
    instance.set("부품업체 설계변경 검토기간", new Integer((int)timeDays));
} catch (Exception e) {
    e.printStackTrace();
}
return new Boolean(true);
```

22 설계변경 사이클타임

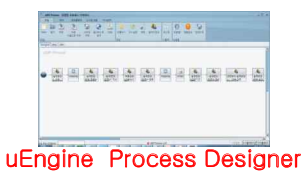
한일 설계변경 사이클타임 : 13723

완료처리 닫기 저장 위임 앞단계로 돌아가

9

BPI: Business Warehouse

Star Scheme 설계 및 프로세스 데이터 적재



uEngine Process Designer



uEngine BPM Server



Work Item Handler

DESIGN_CHANGE_FACT

pi_id	model_id	emp_id	day	cyclotime	num_of_changes	accept_rate	cost_of_cust	total_cost	deadline_hit
p0001	001	1003	20100201	14	17	0.5000	3400	5100	0
p0002	002	1001	20100201	11	14	0.6667	3000	4200	0
p0003	001	1001	20100202	16	14	0.6667	4000	5900	1
p0004	001	1002	20100202	19	14	0.7500	4400	6400	1
p0005	003	1003	20100202	13	16	1.0000	3600	5200	1
p0006	001	1002	20100205	23	16	0.6667	5100	7100	1
p0007	003	1003	20100207	22	15	1.0000	4300	7300	1

<Design Change Fact>

model_id	class
001	Engine
002	Engine
003	transmission

emp_id	dept	company
1001	Design1	SM
1002	Design1	Hyundai
1003	design2	Hyundai

day	month	quarter	year
20100201	2	1	2010
20100202	2	1	2010
20100205	2	1	2010
20100305	3	1	2010
20100319	3	1	2010
20100405	4	2	2010
20100609	6	2	2010

10

• HSQL DB를 이용한 Business Warehouse의 Dimension Table 설계 예시

HSQL Database Manager

select * from product_dim

PRODUCT_DIM

PART_NO	PART	SUBASSY	PROCESSING	BASICMODEL	MODEL	CAD_SW
AZ43-00108P	Piston	Engine	cutting	Avante	Avante-Luxury	Pro/E
AZ43-00109P	Piston	Engine	cutting	Avante	Avante-Premier	Pro/E
AZ43-00110P	Piston	Engine	cutting	I42	I30-Trendy	CATIA
AZ43-00111P	Piston	Engine	cutting	I43	I30-Deluxe	Pro/E
AZ43-00112P	Piston	Engine	cutting	I44	I30-Luxury	Pro/E
AZ43-00113P	Piston	Engine	cutting	I45	I30-Premier	Pro/E
BG31-00001A	Door	Body	fullering	Sonata	Sonata-Grand	CATIA
BG31-00002A	Door	Body	fullering	Sonata	Sonata-Prime	Pro/E
BG31-00003A	Door	Body	fullering	Sonata	Sonata-Premier	CATIA
BG31-00004A	Door	Body	fullering	Sonata	Sonata-Top	CATIA

HSQL Database Manager

select * from partner_dim

PARTNER_DIM

PARTNER_CODE	PARTNET_NAME	COUNTRY
CN001	syding	China
CN002	dongpung	China
KR001	mobis	Korea
KR002	dymos	Korea
KR003	hysco	Korea
KR004	kefco	Korea
TW001	valeo	China
TW002	delphi	China

HSQL Database Manager

select * from org_dim

ORG_DIM

EMP_ID	GENDER	EXPERIENCE
1001	male	0~5
1002	male	6~10
1003	male	11~15
1004	male	0~5
1005	male	6~10
1006	female	6~10

HSQL Database Manager

select * from time_dim

TIME_DIM

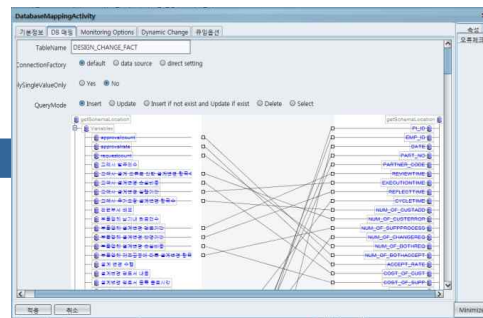
DATE	DAY	WEEK	MONTH	QUARTER	YEAR
2009-01-01	5	1	1	1	2009
2009-01-02	6	1	1	1	2009
2009-01-03	7	1	1	1	2009
2009-01-04	1	2	1	1	2009
2009-01-05	2	2	1	1	2009
2009-01-06	3	2	1	1	2009
2009-01-07	4	2	1	1	2009
2009-01-08	5	2	1	1	2009
2009-01-09	6	2	1	1	2009
2009-01-10	7	2	1	1	2009

11

• HSQL DB를 이용한 Business Warehouse의 Fact Table 설계 예시

변수정의

- approvalcount
- approvalrate
- requestcount
- 고객사 발주건수
- 고객사 설계 오류로 인한 설계변경 항목수
- 고객사 설계변경 손실비용
- 고객사 설계변경 실행기간
- 고객사 추가요청 설계변경 항목수
- 관련부서 배포
- 부품업체 납기내 완료건수
- 부품업체 설계변경 검토기간
- 부품업체 설계변경 반영기간
- 부품업체 설계변경 손실비용
- 부품업체 제조공정에서 따른 설계변경 항목수
- 부품업체코드
- 설계 변경 수행
- 설계변경 검토서 내용
- 설계변경 검토서 등록 직원사기



"Database Mapping" Activity

HSQL Database Manager

select * from design_change_fact

DESIGN_CHANGE_FACT

DATE	PARTNO	PARTNET	DESIGN_CHANGE_COUNT	DESIGN_CHANGE_COST	DESIGN_CHANGE_TIME	DESIGN_CHANGE_RATE	DESIGN_CHANGE_RATE_COST	DESIGN_CHANGE_RATE_TIME
2009-01-01	1001	CN001	5	8	3	14	8	4
2009-01-02	1001	CN001	4	5	2	11	5	3
2009-01-03	1001	CN001	6	7	3	16	5	2
2009-01-04	1001	CN001	7	8	4	18	5	3
2009-01-05	1001	CN001	5	6	2	12	6	3
2009-01-06	1001	CN001	3	4	1	8	4	2
2009-01-07	1001	CN001	4	5	2	10	5	2
2009-01-08	1001	CN001	5	6	3	12	6	3
2009-01-09	1001	CN001	6	7	4	14	7	4
2009-01-10	1001	CN001	7	8	5	16	8	5

• Business Warehouse의 활용 방안

HSQL Database Manager

select * from design_change_fact

DESIGN_CHANGE_FACT

DATE	PARTNO	PARTNET	DESIGN_CHANGE_COUNT	DESIGN_CHANGE_COST	DESIGN_CHANGE_TIME	DESIGN_CHANGE_RATE	DESIGN_CHANGE_RATE_COST	DESIGN_CHANGE_RATE_TIME
2009-01-01	1001	CN001	5	8	3	14	8	4
2009-01-02	1001	CN001	4	5	2	11	5	3
2009-01-03	1001	CN001	6	7	3	16	5	2
2009-01-04	1001	CN001	7	8	4	18	5	3
2009-01-05	1001	CN001	5	6	2	12	6	3
2009-01-06	1001	CN001	3	4	1	8	4	2
2009-01-07	1001	CN001	4	5	2	10	5	2
2009-01-08	1001	CN001	5	6	3	12	6	3
2009-01-09	1001	CN001	6	7	4	14	7	4
2009-01-10	1001	CN001	7	8	5	16	8	5

Data Mining

.xls file → XLMiner

Process Mining

.csv file → .mxl → ProM

OLAP Dashboard

Cube 설계 → MDX 설계 → Mondrian
(.xml) (.jsp) (Pivot table & chart)

본 연구의 범위

12



• 설계변경 프로세스의 Cube 설계 예시

- Model Dimension : 모델에 따라 제품번호, 제품유형 확인
- Employee Dimension: 담당자에 따라 부서와 회사의 유형 확인
- Time Dimension : 시간에 따라 설계변경 기간의 변화 확인
- DESIGN_CHANGE_FACT : 제품, 담당자, 시간에 따라 프로세스 처리시간의 변화 확인

```
<?xml version="1.0"?>
<Schema name="sample3.xml">
  <Dimension name="Model">
    <Hierarchy hasAll="true" allMemberName="All Models"
      primaryKey="MODEL_ID">
      <Table name="PRODUCT_DIM">
        <Level name="product class" column="CLASS"
          uniqueMembers="true"/>
      </Table>
    </Hierarchy>
  </Dimension>
  <Dimension name="Employee">
    <Hierarchy hasAll="true" allMemberName="All Employees"
      primaryKey="EMP_ID">
      <Table name="ORG_DIM">
        <Level name="department" column="DEPT"
          uniqueMembers="true"/>
        <Level name="com" column="COMPANY"
          uniqueMembers="true"/>
      </Table>
    </Hierarchy>
  </Dimension>
```

PRODUCT_DIM

ORG_DIM

```
<Dimension name="Time">
  <Hierarchy hasAll="true" allMemberName="All Times"
    primaryKey="DAY">
    <Table name="TIME_DIM">
      <Level name="Month" column="MONTH"
        uniqueMembers="true"/>
      <Level name="Quarter" column="QUARTER"
        uniqueMembers="true"/>
      <Level name="Year" column="YEAR"
        uniqueMembers="true"/>
    </Table>
  </Hierarchy>
</Dimension>
```

TIME_DIM

```
<Cube name="Performance">
  <Table name="DESIGN_CHANGE_FACT">
    <DimensionUsage name="Model" source="Model"
      foreignKey="MODEL_ID"/>
    <DimensionUsage name="Employee"
      source="Employee" foreignKey="EMP_ID"/>
    <DimensionUsage name="Time"
      source="Time" foreignKey="DAY"/>
    <Measure name="CYCLE TIME"
      column="CYCLETIME" aggregator="avg"
      formatString="#,###.00"/>
  </Table>
</Cube>
</Schema>
```

DESIGN_CHANGE_FACT

Mondrian OLAP을 이용한 Cube 설계 예시

13

BPI: Performance Dashboard (MDX 설계)



• 설계변경 프로세스의 MDX 예시

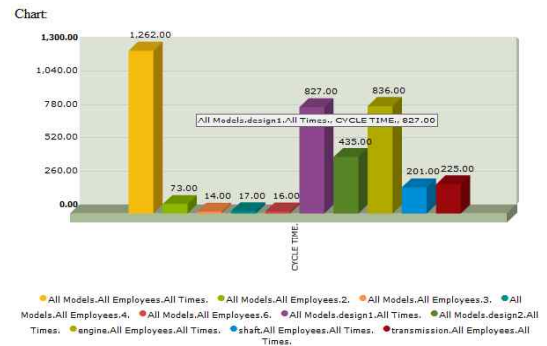
- 프로세스 처리시간에 대한 피벗 테이블을 생성하기 위해서 Model, Employee, Time의 데이터들을 추출
- Mondrian OLAP Server 활용

```
<jp:mondrianQuery id="query01" jdbcDriver="org.hsqldb.jdbcDriver"
  jdbcUrl="jdbc:hsqldb:hsqldb://localhost/" jdbcUser="sa" jdbcPassword=""
  catalogUri="/WEB-INF/queries/bpw_sample3.xml">
  SELECT {[Measures].[CYCLE TIME]} ON columns,
  HIERARCHIZE ((([Model].[All Models], [Employee].[All Employees], [Time].[All Times])))
  ON rows FROM [Performance]
</jp:mondrianQuery>
```

Mondrian OLAP을 이용한 MDX 설계 예시

프로세스 성과 모니터링을 위한 피벗 테이블 및 차트 생성

Model	Employee	Time	Measures
-All Models	-All Employees	-All Times	CYCLE TIME
		-2	1,262.00
		-1	73.00
		2010	87.00
		+3	120.00
		+4	14.00
		+6	17.00
	-design1	+All Times	16.00
	Hyundai	+All Times	827.00
	SM	+All Times	911.00
	-design2	+All Times	351.00
	Hyundai	+All Times	435.00
engine	+All Employees	+All Times	911.00
shaft	+All Employees	+All Times	836.00
transmission	+All Employees	+All Times	201.00
			225.00

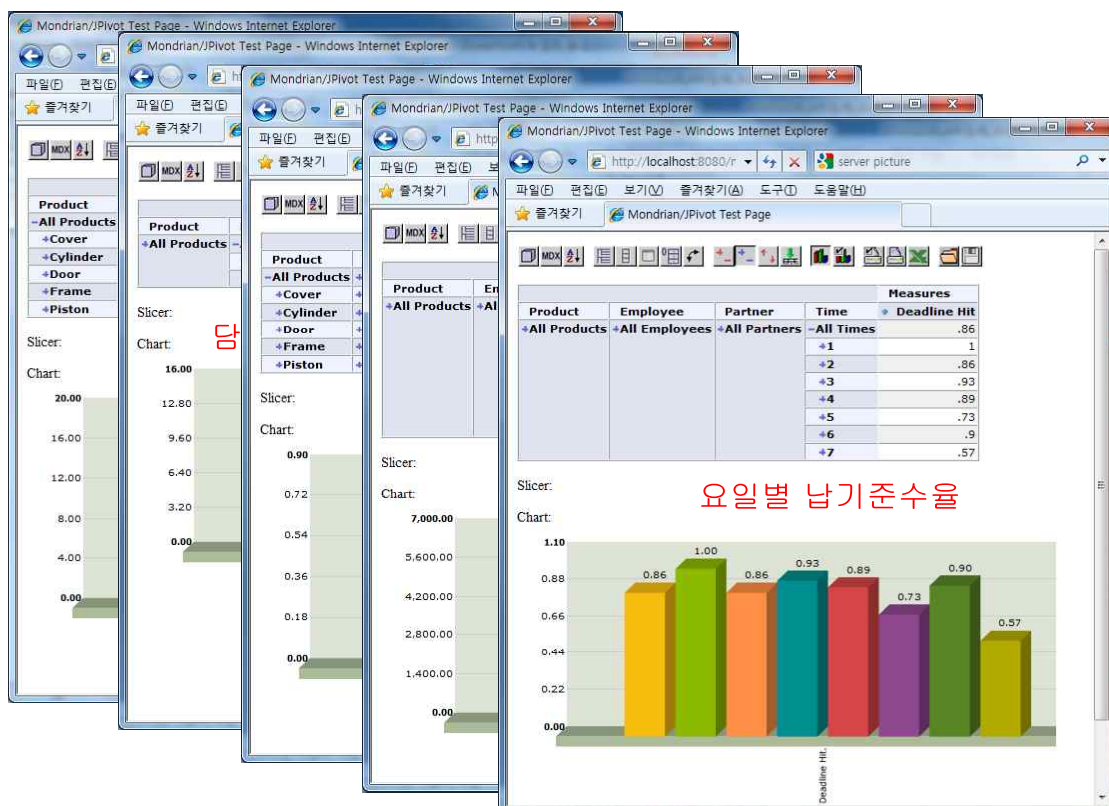


프로세스 처리 시간에 대한 피벗 테이블

프로세스 처리 시간에 대한 피벗 차트

15

설계변경 프로세스의 피벗 테이블 및 차트 예시



16



• 요약

- 프로세스에서 발생한 데이터들을 자동으로 저장하고 성과 분석 및 모니터링을 지원하는 OLAP 기반 비즈니스 프로세스 인텔리전스(BPI) 환경을 설계하고 구축함.
- 제조협업 프로세스 예제를 바탕으로 설계된 BPI 시스템의 구축 과정을 검증함.
- OLAP을 이용한 BPI 환경은 모니터링뿐만 아니라, Data Mining 및 Process Mining을 위하여 확장 가능함.

• 기대효과

- 프로세스 단위의 비즈니스 인텔리전스를 실현할 수 있음.
- 협업 성과관리를 담당하고 있는 관리자의 신속한 프로세스 모니터링 및 고급 분석을 가능하게 함.

17

참고문헌



- 김규리, 김애경, 김상국, 정재윤, "제조협업 성과분석을 위한 협업 프로세스 웨어하우스 개발", *IE Interfaces*, 제25권 1호, pp. 79-86, 2012.
- 정지환, 정재윤, 신동민, 김상국, "SCOR 모형에 기반한 새로운 제조협업의 협력적 성과지표 개발 및 측정", 한국전자거래학회논문지, 제15권 1호, pp. 157-171, 2010.
- T. Broda and K. Clugage, "Improving Business Operations With Real-Time Information: How to Successfully Implement a BAM Solution", *Business Integration Journal*, July/August, 2006.
- A. Girbea, F. Sisak, and L. Perniu, "Design, implementation and monitoring of a screw order handling process using business process management tools", 12th International Conference on Optimization of Electrical and Electronic Equipment, 760-767, 2010.
- B. Kang, S. K. Lee, Y. Min, S.-H. Kang and N. W. CHO, "Real-time Process Quality Control for Business Activity Monitoring", International Conference on Computational Science and Its Applications, 237-242, 2009.
- Mondrian Home page. <http://mondrian.pentaho.com/>.
- uEngine Home page. <http://www.uenigne.org/>.

18

제조협업을 위한 **OLAP** 기반의 비즈니스 프로세스 인텔리전스 시스템 설계

