

3D 프린팅 서비스 기반
개인제조를 지원하는
확장 PDM 시스템

공학데이터베이스연구실
경상대학교 산업시스템공학부

EDB Lab

Engineering Databases Lab., Dept. of Industrial and Systems Engineering,
Gyeongsang National University, Jinju, Korea

도남철 dnc@gnu.ac.kr

Contents

1. 3D 프린팅 서비스와 개인제조

2. 개인제조를 지원하는 프레임워크

3. 확장 PDM 시스템 구현

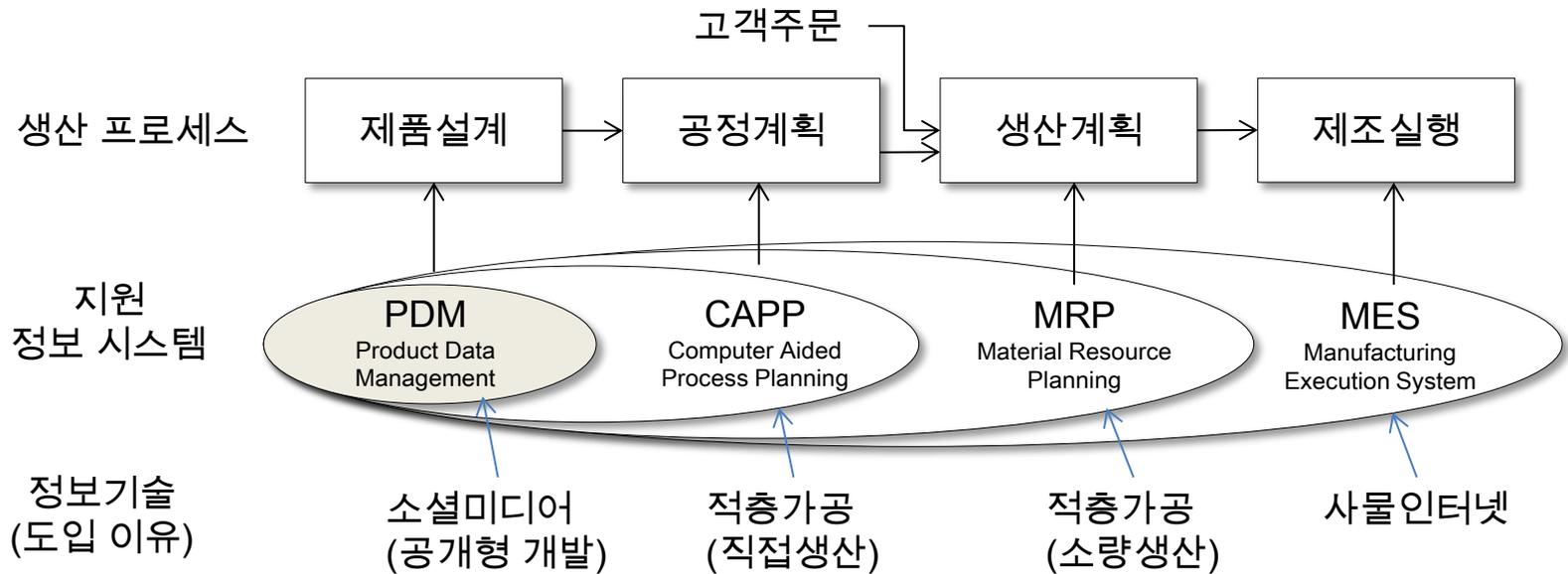
4. edb Lamp 개발 적용 예

5. Product Data Analytics 적용 계획

3D 프린팅 서비스와 개인생산

- 3D 프린팅은 적층가공(Additive Manufacturing)의 대표적 방법
- 개인용 3D 프린터(Consumer 3D Printer)의 성장
- 인터넷을 통해 자원을 공유할 수 있는 3D 프린팅 서비스 활성화
- 개인제조(Personal Manufacturing)는 개인이 적층가공, 레이저커터 혹은 오픈 컴퓨터 보드를 이용하여 다품종 소량 제품을 설계, 생산, 판매하는 새로운 제조 방식
- 개인제조는 개인이 설계, 생산, 판매를 관리하고 다품종 소량생산 특성으로 효율적이고 통합적인 설계 생산 자료관리 서비스 필요
- 현재 개인제조는 독립적이고 흩어진 이메일, CAD/CAM 소프트웨어 혹은 소셜미디어를 사용

개인제조 지원 제품 자료관리 프레임웍

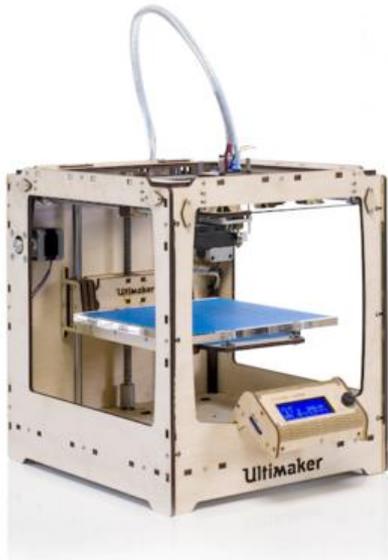


PDM 중심의 프레임워크

- 외부 인적 자원 활용에 필요한 소셜미디어를 제공하는 Social PDM
- 웹과 인터넷을 통한 다양한 협업과 통합을 지원하는 Cloud PLM
- 극단적인 다품종 소량생산을 지원하는 제품구성(Product Configurations)과 설계변경(Engineering Changes) 관리
- 다품종 소량생산은 CAPP와 MRP의 중요성을 감소시킴
- 적층가공(직접가공)은 CAPP를 단순화 시킴
- 3D 프린팅 기반 생산은 MRP와 재고관리 중요성을 감소시킴
- PDM과 IoT 기반 3D 프린팅 서비스 통합으로 MES 대응

확장 PDM 시스템 구현

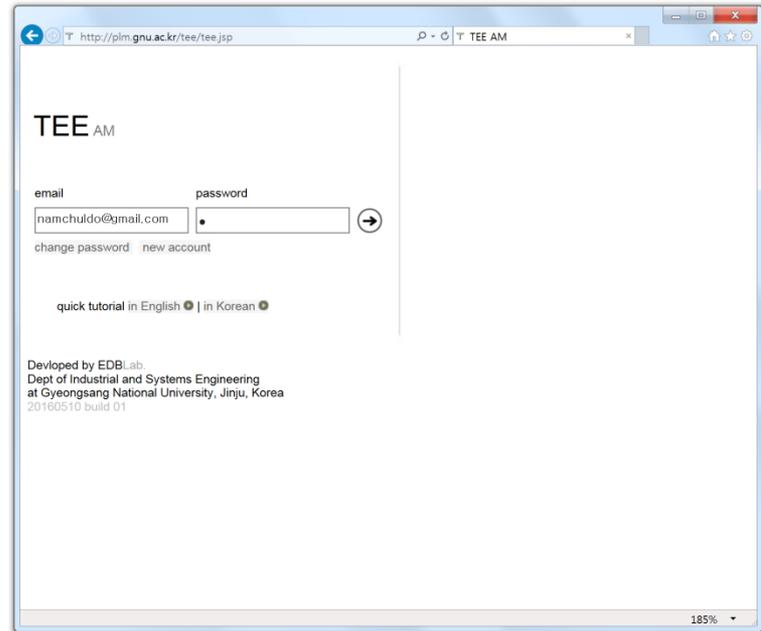
물리적 확장
IoT 기술을 활용한 3D 프린팅 서비스



<http://3dprintingadvisor.org/ultimaker> 2016



<http://uk.rs-online.com/web/generalDisplay.html?id=raspberrypi2016>



TEE AM

Team Engineering Environment
For Additive Manufacturing

제품자료 확장
주문 및 생산 실행 자료관리

개인화 제품 판매



상품번호 : 382245751 [QR코드](#)

포토라이틴 3D프린팅 조명 [주문제작][3d프린터]

직접 손으로 만드는 DIY 3D프린터 입니다.

89,000원

N Pay 정말 편한 네이버페이
간편결제 등록시 포인트 500원

구매혜택 추가 적립 포인트 최대 **890원** ?

구매평작성 포인트 최대 **150원** ?

무이자할부 [자세히보기](#)

배송방법

배송비 무료 [묶음배송 가능상품 보기](#)

옵션

추가상품

총 수량 0개 | 총 상품금액 **0원**

N Pay 구매하기

톡톡하기

장바구니

찜하기

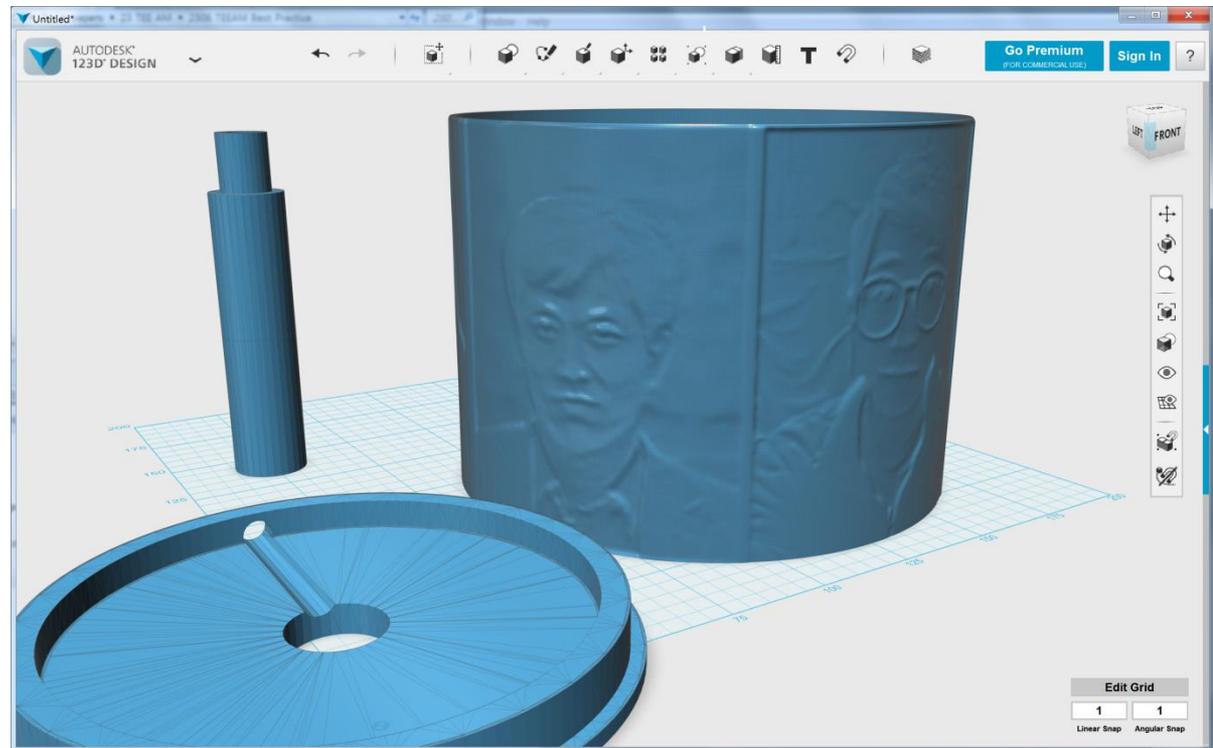
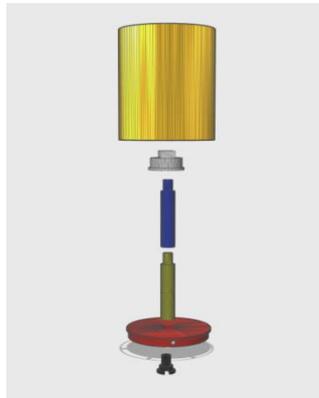
공급할 땐 판매자와 토크하세요! X 이버 아이디 하나로 간편구매

상품만족도 **100%** 구매평 **9**

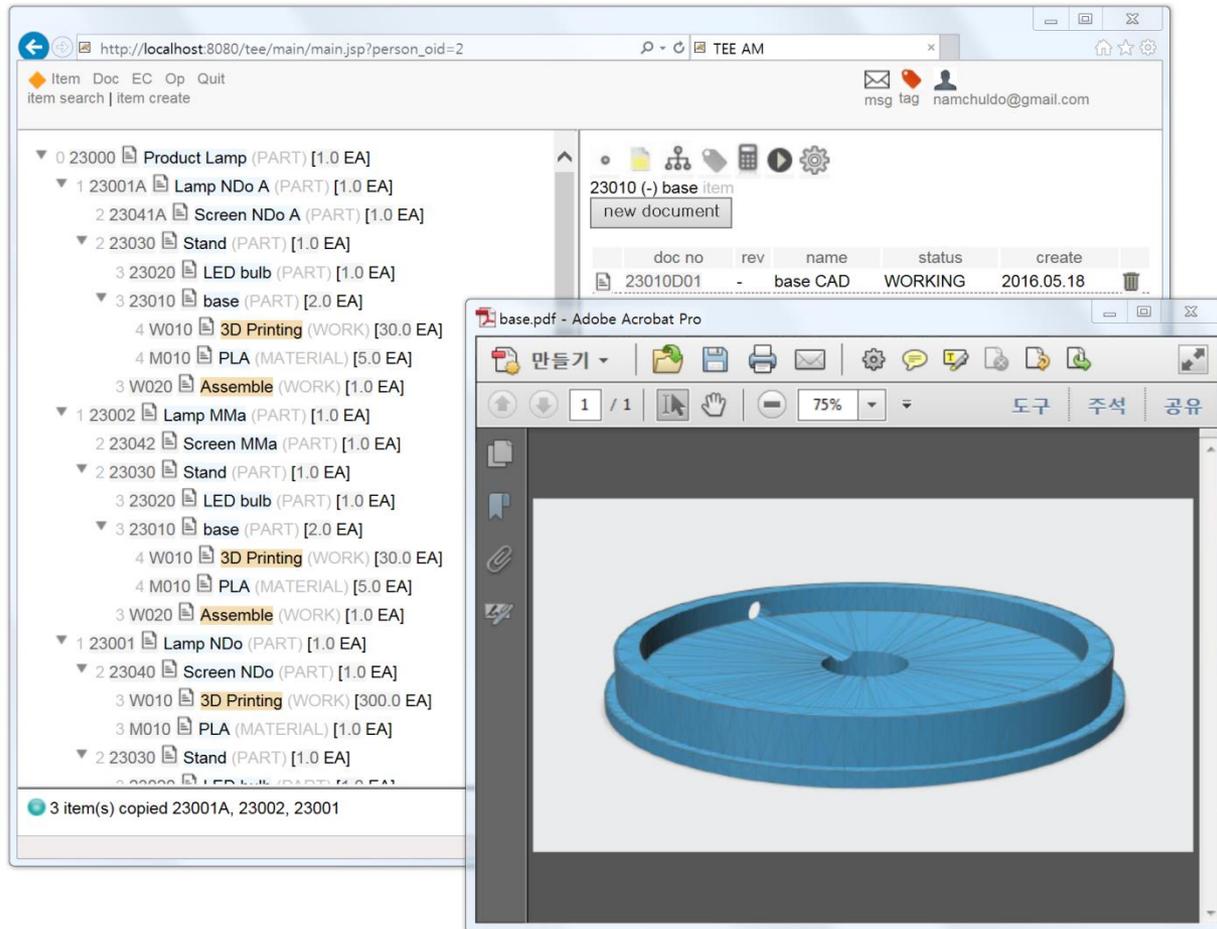


<http://storefarm.naver.com/3dp/products/382245751>

무료 CAD 시스템을 이용한 제품설계



무료 TEE PDM 시스템을 사용한 제품자료관리



TEE를 활용한 제품구성관리와 협업

http://localhost:8080/tee/main/main.jsp?person_oid=2

Item Doc EC Op Quit
EC search | EC create

no	desc	input	output	create
2	EC from NDo to NDoA	23001 Lamp NDo	23001A Lamp NDo A	2016.05.18
1	Chang Screen NDo to NDo A - with His Daughter	23001 Lamp NDo	23001A Lamp NDo A	2016.05.15

browse action
target ec 2 'EC from NDo to NDoA'
act flow type Configuration Control
act type ECP
create 2016-05-18 18:41:27.0
memo 스크린 검토 부탁드립니다.

prepare ECP effectivity FAI

participating person(s)
MMa mymiyi@gmail.com APPROVE
HDo hyunbindo@gmail.com VIEW

tag(s)
to the next action

Welcome N Do. Wed May 18 18:44:44 KST 2016

http://localhost:8080/tee/tag/tag_list.jsp?person_oid=3&obj_id=2&obj_env=ec

2 'EC from NDo to NDoA' ec

스크린 두께 때문에 조금 어렵게 보입니다. 밝은 전구를 사용하든지. 스크린을 얇게 해야겠습니다.]

max 256 characters

attach

mymiyi@gmail.com 2016.05.18 18:42
스크린에 얼굴 부분이 조금 작은것 같습니다.

namchuldo@gmail.com 2016.05.18 18:38
스크린 내용 검토 필요

Welcome HDo. Wed May 18 18:42:32 KST 2016

공정설계 및 가격 계산

The screenshot displays a web application interface for managing a Bill of Materials (BOM). The left pane shows a hierarchical tree structure for item 23001, 'Lamp NDo'. The right pane shows a detailed cost calculation table for this item, including levels, quantities, and costs for various components and processes.

BOM Tree Structure:

- 0 23001 Lamp NDo (PART) [1.0 EA]
 - 1 23040 Screen NDo (PART) [1.0 EA]
 - 2 W010 3D Printing (WORK) [300.0 EA]
 - 2 M010 PLA (MATERIAL) [1.0 EA]
 - 1 23030 Stand (PART) [1.0 EA]
 - 2 23020 LED bulb (PART) [1.0 EA]
 - 2 23010 base (PART) [2.0 EA]
 - 3 W010 3D Printing (WORK) [30.0 EA]
 - 3 M010 PLA (MATERIAL) [5.0 EA]
 - 2 W020 Assemble (WORK) [1.0 EA]
 - 1 W020 Assemble (WORK) [1.0 EA]

Cost Calculation Table:

level	no	name	type	unit	qty	cost
0	23001	Lamp NDo	PART	0.0	1	
1	23040	Screen NDo	PART	4000.0	1.0	4000.0
2	W010	3D Printing	WORK	10.0	300.0	3000.0
2	M010	PLA	MATERIAL	0.0	1.0	0.0
1	23030	Stand	PART	0.0	1.0	0.0
2	23020	LED bulb	PART	500.0	1.0	500.0
2	23010	base	PART	1200.0	2.0	2400.0
3	W010	3D Printing	WORK	10.0	30.0	300.0
3	M010	PLA	MATERIAL	0.0	5.0	0.0
2	W020	Assemble	WORK	0.0	1.0	0.0
1	W020	Assemble	WORK	0.0	1.0	0.0
total					10200.0	unit

Report generated on Wed May 18 18:24:58 KST 2016

TEE를 활용한 주문 관리

The top screenshot shows a web browser window with the URL `http://localhost:8080/tee/main/main.jsp?person_oid=2`. The page title is "TEE AM". The main content area displays a table with the following data:

provider	type	obj no	object	date
N Do 2nd	ORDER	23001A(23001A)	item	2016.05.18
M Ma	ORDER	23002(23002)	item	2016.05.18
N Do	ORDER	23001(23001)	item	2016.05.18

The bottom screenshot shows the same browser window with a different view. The URL is `http://localhost:8080/tee/main/main.jsp?person_oid=2`. The page title is "TEE AM". The main content area displays a list of items with the following data:

no	rev	type	name	create	
<input type="checkbox"/>	23000	-	PART	Product Lamp	2016.05.18
<input type="checkbox"/>	W020	-	WORK	Assemble	2016.05.15
<input type="checkbox"/>	W010	-	WORK	3D Printing	2016.05.15
<input type="checkbox"/>	M010	-	MATERIAL	PLA	2016.05.15
<input type="checkbox"/>	23001A	-	PART	Lamp NDo A	2016.05.15
<input type="checkbox"/>	23041A	-	PART	Screen NDo A	2016.05.15
<input type="checkbox"/>	23042	-	PART	Screen MMa	2016.05.15
<input type="checkbox"/>	23002	-	PART	Lamp MMa	2016.05.15
<input type="checkbox"/>	23040	-	PART	Screen NDo	2016.05.15
<input type="checkbox"/>	23030	-	PART	Stand	2016.05.15
<input type="checkbox"/>	23020	-	PART	LED bulb	2016.05.15
<input type="checkbox"/>	23010	-	PART	base	2016.05.15
<input type="checkbox"/>	23001	-	PART	Lamp NDo	2016.05.15

The right side of the bottom screenshot shows a form for order details:

- type: ORDER: order
- provider: N Do
- web page: [empty]
- cost/unit: 30000
- quantity: 10

The bottom status bar shows "Welcome N Do. Wed May 18 23:04:54 KST 2016".

구매 및 생산 정보 관리

The screenshot displays a web application interface for purchasing and production information management. The interface is divided into several sections:

- Item Tree (Left):** A hierarchical tree structure showing the following items:
 - 0 23001 Lamp NDo (PART) [1.0 EA]
 - 1 23040 Screen NDo (PART) [1.0 EA]
 - 2 W010 3D Printing (WORK) [300.0 EA]
 - 2 M010 PLA (MATERIAL) [1.0 EA]
 - 1 23030 Stand (PART) [1.0 EA]
 - 2 23020 LED bulb (PART) [1.0 EA]
 - 2 23010 base (PART) [2.0 EA]
 - 3 W010 3D Printing (WORK) [30.0 EA]
 - 3 M010 PLA (MATERIAL) [5.0 EA]
 - 2 W020 Assemble (WORK) [1.0 EA]
 - 1 W020 Assemble (WORK) [1.0 EA]
- Item Details (Middle):** A detailed view for item 23001 (-) Lamp NDo item. It shows a table of components:

level	no	name	type	qty	total
0	23001	Lamp NDo	PART	1	10.0
1	23040	Screen NDo	PART	1.0	10.0
2	M010	PLA	MATERIAL	1.0	10.0
1	23030	Stand	PART	1.0	10.0
2	23020	LED bulb	PART	1.0	10.0
2	23010	base	PART	2.0	20.0
3	M010	PLA	MATERIAL	5.0	100.0

 Below the table, it states: "Report generated on Wed May 18 18:28:49 KST 2016"
- Calculations (Right):** Two calculation sections:
 - Cost Calculation:** "calculate material and process cost of the selected item." with a button "calculate cost of 23001 (-)".
 - MRP Calculation:** "calculate Material Requirement Planning of the selected item." with an input field containing "10", a "type order quantity." link, and a button "calculate MRP of 23001 (-)".

The interface also includes a navigation menu (Item, Doc, EC, Op, Quit), a search bar, and a user profile (namchuldo@gmail.com). The bottom status bar shows "Welcome N Do. Wed May 18 18:21:32 KST 2016" and a zoom level of 185%.

원격 3D 프린팅 제어

The screenshot displays a web-based interface for remote 3D printing control. It features a top navigation bar with 'Item', 'Doc', 'EC', 'Pub', and 'Quit' options. A main content area is divided into several sections:

- Item List Table:** A table with columns for 'no', 'rev', 'type', 'name', and 'create'. It lists items such as '2310A tiny computer g', '2320A cover g', '2300 tiny computer with raspberry pi2', '2350 2310 assemble', and '2340 board raspberry pi2'.
- Item Hierarchy:** A tree view showing a selected item '2300 tiny computer with raspberry pi2 (PUB) [1.0 EA]' with its sub-items like '2310A tiny computer g (PART) [1.0 EA]' and '2340 board raspberry pi2 (PART) [1.0 EA]'.
- Service Cards:** Two cards for 'EDBLab 3D Printing Service' and 'Dr_James's Hub', each providing details like 'op#', 'type', 'cost', 'delivery', 'status', and 'create' dates.
- Control Panel:** A live video feed of a 3D printer with a control overlay. The overlay includes buttons for 'Z', 'Tool (E)', 'General', 'Motores off', and a 'Select Tool...' dropdown. A note below the video says 'you move your mouse over the picture, you enter keyboard control mode.'

At the bottom left, a status bar reads 'Welcome Namchul Do. Sat Feb 06 11:18:57 KST 2016'.

조립 및 완성



재 주문과 설계 재 사용



http://localhost:8080/tee/main/main.jsp?person_oid=2

Item Doc EC Op Quit
EC search | EC create

no	desc	input	output	create
2	EC from NDo to NDoA	23001 Lamp NDo	23001A Lamp NDo A	2016.05.18

1

ec no 2
desc: EC from NDo to NDoA
create 2016.05.18
input: (1) 23001 Lamp NDo (PART)
output: (9) 23001A Lamp NDo A (PART)

The input is changed to output, 23001A Lamp NDo A.

- 0 23001 Lamp NDo (PART)
 - 23040 Screen NDo (PART) -
 - 2 W010 3D Printing (WORK) -
 - 2 M010 PLA (MATERIAL) -
 - 1 23030 Stand (PART)
 - 2 23020 LED bulb (PART)
 - 2 23010 base (PART)
 - 3 W010 3D Printing (WORK)
 - 3 M010 PLA (MATERIAL)
 - 2 W020 Assemble (WORK)
 - 1 W020 Assemble (WORK)
 - 23041A Screen NDo A (PART) +
 - 2 W010 3D Printing (WORK) +
 - 2 M010 PLA (MATERIAL) +

1 item(s) copied W020

http://localhost:8080/tee/ec/ec_search.jsp?person_oid=2



Product Data Analytics 적용 계획

Product Data Analytics

= PDM Database + Analytics Tools + Measures

기계학습과 통계 기반 분석도구

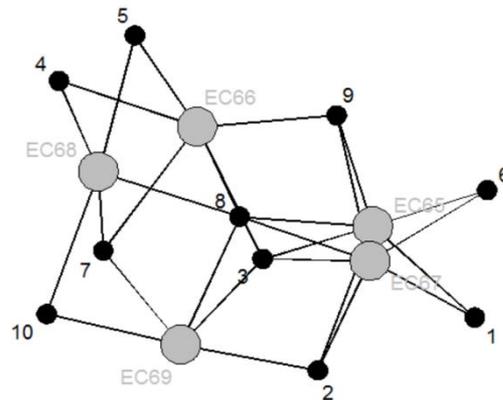
평가지표

- Product Data Analytics 적용가능 예
 - 제품개발모니터링, 다차원자료분석(Pivot Tables)
 - 제품개발성능평가 및 예측, 다차원자료분석+ Bayesian Classifier
 - 설계변경평가 및 예측, Association Rules
 - 주요기술인력 검색 및 평가, 다차원자료분석+소셜네트워크분석

누가 나를 도와줄 전문가인가?

- 제품 설계와 생산과정에서 문제가 생겼을 때, 해당 문제에 대해 풍부한 지식을 가진 전문가는 누구인가?
- PDM의 제품구성관리 검토자로 참석한 전문가의 소셜메시지 자료 검토 (PDM Database에서 추출)
- 소셜네트워크 생성 및 분석 (R System을 활용한 데이터 분석 기법)
- 최적전문가 평가 및 선택, 예) 소셜네트워크 분석으로 연관 접근성이 가장 높은 전문가 선택 (평가방법)

	EC65	EC66	EC67	EC68	EC69
1	0	0	0	0	0
2	0	0	0	0	0
3	0	0	0	0	0
4	0	0	0	0	0
5	0	0	0	0	0
6	0	0	0	0	0
7	0	0	0	0	0
8	0	0	0	0	0
9	0	0	0	0	0
10	0	0	0	0	0
EC65	1	1	1	0	0
EC66	0	0	1	1	0
EC67	1	1	1	0	0
EC68	0	0	0	1	0
EC69	0	1	1	0	0



```

> # 행 분석 결과 출력
> R.degree
[1] 2 3 4 2 2 2 3 5 3 2
> round(R.closeness1, 2)
[1] 0.38 0.45 0.56 0.40 0.40 0.38 0.45 0.61 0.48 0.40
> round(R.closeness2, 2)
[1] 0.46 0.55 0.63 0.48 0.48 0.46 0.55 0.68 0.57 0.48
> round(R.betweenness, 0)
[1] 0 7 18 1 1 0 6 40 9 2
    
```

결론

- 3D 프린팅 서비스 기반 개인제조 지원 자료관리 프레임워크
- 다품종 소량생산 특성을 가진 개인제조 지원 가능성 확인
- 다품종 소량 생산을 위한 제품구성과 설계변경 관리 기능 유효
- 자동공정계획 기능 강화 – 가공방향, 슬라이싱, 서포트 결정
- IoT 기반 3D 프린팅 서비스 – 독점사용, 예약, 생산계획 확인
- PC의 혁신이 Consumer 3D Printer에서 재현 가능
- 3D 프린팅 서비스 기반 제조업 혁신을 위한 정보시스템 변화
- Product Data Analytics를 활용한 효율성 증대 가능성



추가 자료

homepage sites.google.com/site/edblabkr

Facebook www.facebook.com/edblab

blog blog.naver.com/doplmm

TEE tee.gnu.ac.kr

이디비랩
52828 경상남도 진주시 진주대로 501,
경상대학교 공학1동(401동) 322호
tel. 055 772 1703
namchuldo@gmail.com