

PDM 시스템을 활용한 Product Data Analytics 교육 훈련

도남철[†]

경상대학교 산업시스템공학부, ERI

Education and Training of Product Data Analytics using Product Data Management System

Namchul Do[†]

Dept. of Industrial and Systems Engineering, Gyeongsang Nat'l Univ.

Received 18 September 2016; received in revised form 20 October 2016; accepted 20 October 2016

ABSTRACT

Product data analytics (PDA) is a data-driven analysis method that uses product data management (PDM) databases as its operational data. It aims to understand and evaluate product development processes indirectly through the analysis of product data from the PDM databases. To educate and train PDA efficiently, this study proposed an approach that employs courses for both product development and PDA in a class. The participant group for product development provides a PDM database as a result of their product development activities, and the other group for PDA analyses the PDM database and provides analysis result to the product development group who can explain causes of the result. The collaboration between the two groups can enhance the efficiency of the education and training course on PDA. This study also includes an application example of the approach to a graduate class on PDA and discussion of its result.

Key Words: Product Data Management (PDM), Product Data Analytics, Data-Driven Analysis, Product Development Performance Evaluation

1. 서 론

Product Data Analytics(PDA)는 자료기반 분석 도구(Data-driven Analysis Tools)를 이용하여 Product Data Management (PDM) 데이터베이스를 분석하는 방법론으로써, 제품개발과정(Product Development Process)의 평가와 예측을 목적으로 한다.

PDA 교육 훈련을 위한 환경은 첫째, PDM 시스

템을 통하여 제품개발이 이루어져 PDM 데이터베이스에 제품자료가 축적되어야 한다. 둘째, PDM 데이터베이스에서 원하는 형태로 자료를 추출할 수 있어야 한다. 셋째, 자료분석 모델과 도구를 이용하여 추출된 자료를 분석할 수 있어야 하며, 이때 평가지표가 준비되어야 한다.

본 연구진은 자체 개발한 교육용 PDM 시스템^[1]을 교육과정에 적용하고 있으므로 PDM 데이터베이스에서 원하는 제품자료를 추출할 수 있다. 그러므로 기존 PDM 교육훈련 환경에 자료분석 기법과 평가지표를 추가하면, 효과적인 PDA 훈련이 가능할 것으로 예측하였다.

[†]Corresponding Author, yykim@snu.ac.kr

또한 설계 자료를 축적하는 제품개발과 축적된 자료를 분석하는 PDA가 동일 수업에서 이루어지는 것이 효과적일 것으로 예측하였다. 제품자료 생성과 분석이 동시에 이루어질 경우 제품자료를 생성하는 설계 역할은 분석 역할에게 자료에 대한 설명이 가능하고, 분석 자료를 확보해 줄 수도 있다. 반면 분석 역할은 설계과정을 이해함으로써 분석 목표와 평가 도구 및 지표를 쉽게 결정할 수 있으며, 분석 과정에서 추가 자료를 요청할 수도 있다. 결과적으로 통합 수업 체계를 통하여 두 역할 모두 PDA를 종합적으로 경험할 수 있을 것으로 예측하였다.

그러므로 본 연구는 동시에 이루어지는 제품자료 관리와 PDA 교육 훈련 과정을 제안하고, 이의 적용을 통해 이 접근 방법이 유효함을 확인하고자 한다. 연구의 목적을 이루기 위하여 제품설계와 PDA를 통합한 교육과정을 대학원 수업에 적용하고, 그 결과를 추후 개선 관점에서 토론한다.

이 논문은 다음과 같이 구성되어 있다. 2절에서는 PDM 교육 관련연구를 소개한다. 3절에서는 교육 목표, PDM 시스템 그리고 PDA 기법을 포함한 교육 과정을 설명한다. 4절에서는 교육 과정을 적용한 수업을 설명하고 5절에서 결과를 서술한다. 마지막 6절에서는 연구의 결론을 내리고 추후 연구를 서술한다.

2. 관련 연구

복잡한 제품개발 과정을 다루는 PDM 교육을 지원하기 위해서는 일관된 프로세스, 자료모델 그리고 교육용 PDM 시스템이 필요하다. 2004년에 일관된 제품개발 프로세스와 제품자료모델에 기반을 둔 상업용 Product Lifecycle Management (PLM) 시스템과 자체 개발 PDM 시스템을 활용한 제품자료관리 교육이 제안되었다²³⁾.

Lee and Lee⁴⁴⁾는 PLM을 이용하여 경주대회 참가용 자동차를 제작한 경험을 소개하였다. 저자는 CAD, CAM, CAE, 디지털 Mockup 그리고 PDM 등 제품수명주기 동안 통합 적용되어야 할 관련 응용을 모아 PLM의 범주로 보았다.

Chae and Noh⁴⁵⁾는 생산 DMU(Digital Mock-Up) 분야를 대상으로 현장 실습을 연계한 자기 주도형 문제해결 능력을 배양하는 과정을 개발하여 수행하였다. 이 연구에서도 PLM을 CAD, DMU, CAM

그리고 PDM 등을 통합한 일반적인 관점으로 보았으며, CAD와 생산 DMU 관련 자기 주도형 교육을 실시하고 현장 실습을 통해 그 경험을 적용하여 교육 효과를 높이고자 하였다.

2011년에 국내 대학 제품개발 자료관리 교육의 문제점이 조사되었다⁶⁾. PLM 분야 교수 설문을 통한 조사결과 PLM 수업 개설의 가장 큰 어려움은 PLM 시스템 소프트웨어 확보 및 유지 보수 그리고 관련 교재의 확보였다. 아울러 실습 대상 제품과 CAD 모델링 도구 확보 등도 어려움을 가중시키는 것으로 나타났다.

2013년에 PDM 입문 교육과정이 제안되었다⁷⁾. 이 과정은 참가자의 CAD 모델 작성에 대한 부담을 줄이기 위하여 이미 작성된 단위 레고 블록의 3D 모델을 이용하는 레고 CAD를 채용하였다. 또한 생산준비를 지원하기 위한 공정 객체와 교육 효과를 높이기 위한 설계자료 열람 기능을 제공하였다. 2015년 연구⁸⁾는 기존 연구에서 제안한 구조를 기반으로 소셜미디어와 통합된 PDM 시스템을 개발하여 협업적 제품자료관리를 경험할 수 있는 교육과정을 제안하였다.

본 연구는 기존에 개발된 PDM 시스템과 제품자료관리 교육과정에 제품자료 분석과정을 도입하여 PDM 교육을 확장하였다. 기존 연구가 PDM 운영 훈련에 관한 연구였다면, 본 연구는 운영 자료를 분석하는 PDM 데이터베이스 분석 훈련에 관한 연구이다.

상업용 PLM 시스템 개발사에서 제공하는 PLM 교육 외에 전문 직장인을 위해 제공하는 PLM 교육 프로그램이 대학에서 운영되고 있다⁹⁾. 이 프로그램은 기업에서 효과적인 PLM 시스템의 운용과 활용에 대하여 교육하고 있다.

PDA 관련 연구로써 자료분석을 하지 않았지만 PDM 데이터베이스로부터 신제품개발 과제 핵심성과지표를 추출하는 연구가 진행되었다¹⁰⁾.

PDA에 적용되는 자료기반 분석 방법에는 다차원자료분석(Multidimensional Data Analysis), 데이터마이닝(Data Mining) 그리고 소셜네트워크 분석(Social Network Analysis: SNA) 등이 있다.

다차원자료분석 방법을 이용하여 PDM 데이터베이스로부터 제품개발 핵심성과지표를 추출하는 연구가 진행되었다¹¹⁾. 이 연구는 아이টে임을 중심으로 아이টে임 속성, 문서 그리고 제품구조에 관한 차원(Dimension) 간의 관계를 분석하고 있다.

Table 1 Comparison Table for Related Work

Research	Features
Do (2016)	Application of Product Data Analytics
Do (2015)	Collaboration with Social Media
Do (2013)	Using Lego CAD and Routing Object
Che & Noh (2008)	Problem-Based PLM Learning with Industry Cooperative Program
Lee & Lee (2005)	Project-based PLM Education with CAD, CAM, CAE, DMU and PDM
Do (2004)	Based on Product Dev. Process and Product Data Model

데이터마이닝 기반 PDA 접근은 데이터마이닝 모델을 개발하고 이 모델에 PDM 자료를 적용하여 제품개발에 대한 의사결정을 할 수 있게 해준다. Bayesian Classifier를 이용하여 제품설계 실패에 영향을 주는 지표 값을 찾아내고 이 값을 분석하는 연구가 진행되었다^[12]. 최근에는 제품개발에 참가한 설계자들 간의 관계를 소셜네트워크 분석 기법을 이용하여 분석한 연구가 진행되었다^[13]. Table 1은 본 연구와 기존 연구의 차이를 정리한 비교표이다.

3. 교육 과정 구성

3.1 교육 목표, 조직 그리고 과정

계획된 교육 목표는 참가자들이 PDA의 요소를 이해하고, PDA 적용 경험을 얻게 하는 것이다. 수업 평가지표는 70% 이상의 참가자가 자신이 맡은 제품설계 자료 생성 혹은 PDA 적용에 성공하는 것이다. 참여는 개인 참여와 협동작업이 가능하고, 성공 확인은 참가자의 주제 제안, 실행 그리고 결과 발표를 통하여 평가자가 정성적으로 결정한다. 수강 조건은 제품자료관리 과목 수강이나 PLM 과 데이터마이닝 등 관련 분야 기업체 업무 경험을 요구한다.

효과적인 수업을 위하여 설계와 분석 팀으로 참가자를 나누게 된다. 설계 팀은 제품설계를 담당하고, 분석 팀은 설계 팀의 PDM 데이터베이스에 PDA를 적용한다. 설계 팀은 분석 팀이 요구하는 PDM 데이터베이스 내의 자료 추출을 지원하는 역할도 수행한다. 설계 팀은 기존 PDM 수업을 들었거나 현장에서 제품자료관리 경험이 있는 인원으로 구성한다.

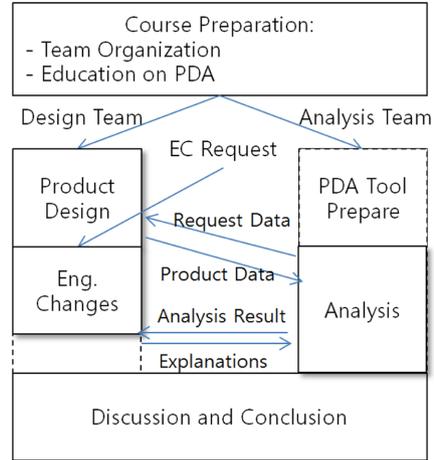


Fig. 1 Structure of PDA Course

분석 팀은 설계 팀이 제공하는 자료를 분석하여 설계과정을 평가한다. 분석 팀을 위하여 PDA에 대한 기본 개념과 적용 방법에 대한 강의가 제공되며, 분석 도구는 자체적으로 결정한다. 분석 팀에 필요한 자료를 설계 팀에 요구할 권한이 부여되었으며, 수업 참가자의 제안, 진행 그리고 결과 발표와 회의를 통하여 제공 자료가 결정된다.

수업과정은 크게 수업준비 및 PDA 소개, 제품 설계 및 자료추출, 자료분석 그리고 토론 및 정리 과정으로 나누어졌다(Fig. 1 참조).

첫째 수업준비 및 PDA 소개 단계는 팀 구성과 PDA에 대한 강의와 논문 제공으로 구성된다(Fig. 1 Course Preparation 참조). 이 과정은 수업에 참여한 모든 학생들에게 공통으로 제공된다.

둘째 제품설계 및 자료추출 단계에서는 설계 팀에서 대상 제품을 결정하고 제품에 대한 부품리스트, 기술문서 그리고 제품구조 자료를 생성한다(Fig. 1 Product Design 참조). 설계 팀은 설계가 완료되면 분석 팀이 원하는 제품설계자료를 추출하여 제공한다.

셋째, 자료분석 단계는 분석 팀이 설계 팀이 제공한 제품설계자료를 기반으로 분석 목표와 분석 도구를 비롯한 분석방법을 결정하고 자료를 분석하는 과정이다(Fig. 1의 Analysis 참조). 둘째와 셋째 과정은 시간상으로 일정 부분 중첩된다.

분석이 끝나면 설계 팀과 분석 팀이 함께 분석 결과를 공유하고, 발견 결과와 원인 등에 대하여 의견을 교환하고 수업을 정리한다(Fig. 1 Discussion and Conclusion 참조).

수업에 사용된 교육용 PDM 시스템인 TEE는 협동 개발을 지원하기 위하여 부품 공유 기능과 설계변경(Engineering Changes) 그리고 업무를 순서에 따라 실행하는 액션(Action) 객체를 지원한다. 설계변경은 변경 전 후의 부품을 통해 변경 사항을 관리할 수 있으며, 액션은 부품이나 설계 변경을 다른 설계자에게 검토 받거나 승인 받을 수 있게 한다. 수업에서는 1회의 설계변경을 설계 팀에 요청하고 이를 설계변경과 액션 객체를 이용하여 수행하도록 하였다(Fig. 1 EC Request 참조).

교육에 사용한 3D CAD 시스템은 [7]에서 제안한 레고 CAD 시스템^[14]을 이용하였다. 레고 CAD 시스템을 사용함으로써 참가자가 특정 CAD 모델을 만드는데 필요한 자원을 절약하고 제품 자료 생성과 분석에 집중할 수 있게 하였다.

본 연구에서는 기존 PDM 기능 외에 분석 자료 추출 기능이 필요하였다. TEE는 공개 시스템인 MySQL Community 버전^[15]을 사용하고 있으며, MySQL Open DataBase Connectivity (ODBC) Driver를 이용하여 PDM 데이터베이스의 자료를 엑셀로 추출하였다. ODBC를 통하여 추출하는 과정에서 PDM 데이터베이스 추출 대상 자료를 Structured Query Language(SQL)를 이용하여 정의하였다.

3.2 Product Data Analytics

Product Data Analytics(PDA)는 제품개발 프로세스를 간접적으로 이해하기 위하여 PDM 데이터베이스에 축적된 제품자료를 자료기반 분석 기법을 사용하여 분석하는 방법이다. 제품개발 프로세스를 이해하기 위한 분석 방법은 인지과학적, 규범적 그리고 컴퓨터 시스템 기반 등 다양한 연구가 이루어졌다^[16]. 자료기반 분석도 최근 구매패턴 분석이나 구매 제안 등에 많이 사용되고 있다. 그러므로 PDA 특징은 PDM 데이터베이스에 기반을 둔 자료기반 분석 방법이라고 할 수 있다. PDM 데이터베이스를 운용자료로 사용할 경우의 다음과 같은 장점이 있다.

첫째, PDM과 PLM 시스템은 대부분 제조기업에서 기간 정보시스템으로 사용되고 있다. 둘째, PDM의 자료 구조는 국제 표준화가 되어 있고^[17] 상업용 시스템도 유사한 자료구조를 사용한다. 셋째, PDM 데이터베이스에는 방대한 량의 제품 개발 정보가 축적되어 있다.

수업에서는 PDA에 대한 기본 개념과 관련 연구 논문만을 제공하였다. 평가지표나 자료기반 분석 도구와 방법은 수업에서 제공하지 않고, 관련 연구 등을 통해 참가자가 결정하고 준비하도록 하였다.

4. 수업 적용

교육 과정은 제품개발관련 대학원 수업에 적용되었다. 이 절에서는 적용 과정을 설명한다.

4.1 팀 구성

PDA 소개와 더불어 제품 설계 팀과 분석 팀을 구성하였다. 전체 수강 인원은 11명이며, 기존 제품개발관련 수업 수강 여부와 현재 기업에서 업무 경험 그리고 연구 분야를 고려하여 설계와 분석 팀을 구성하였다. 설계 팀은 총 5명으로 구성되었으며, PDM 사용 경험이 있거나, 기업에서 제품설계 자료 관리 경험이 있는 학생들로 구성하였다. 특히 설계 팀에는 분석 팀에게 제품 자료를 제공하기 위하여 PDM 데이터베이스의 내부 구조를 이해하고 이를 엑셀로 추출할 수 있는 학생이 배치되었다. 분석 팀은 총 6명으로 구성되었으며, 역시 관련 수업을 들었거나 연구 주제나 업무가 자료 분석과 관계 있는 학생으로 구성되었다.

PDA 소개와 팀 구성 이후, 수업 활동은 각 팀 자체의 회의 혹은 소셜미디어를 통해 결정되어 진행하였으며, 팀 간의 협력도 자체 회의나 소셜미디어를 이용해 진행하였다.

4.2 제품설계 및 자료 추출

설계 팀은 레고 자동차를 제품설계 대상으로 결정하였으며, CAD 모델링 3명, 제품구조 1명 그리고 체계 종합 1명이 역할을 맡아 설계정보를 생성하였다. 생성 정보는 부품리스트, 제품구조 그리고 3D CAD 모델 파일들이다. 이 자료는 TEE의 제품자료 공개 기능을 이용하여 분석 팀에게 공개되었다(Fig. 2 참조).

첫 번째 설계가 끝난 후, 수업 진행자는 후방 안정날개의 색상변경을 요청하였다. 이에 설계 팀은 액션과 설계변경 객체를 이용하여 후방 안정 날개를 변경하였으며, 의견 교환과 승인을 위해 단문 메시지 객체인 Note Tag를 사용하였다(Fig. 3 참조). 이 과정에서 액션 객체는 복수의 사용자들이 아이템과 설계변경 객체를 검토하거나 승인할 수

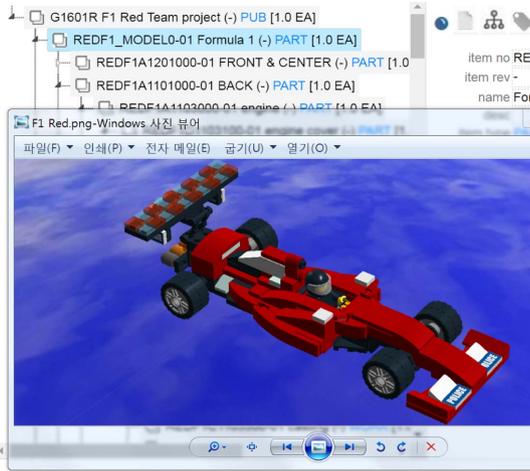


Fig. 2 Shared Product Data in TEE

act flow	act type	memo	create
Item Approval	release	색깔수정하겠습니다.	2016-05-16 14:06:49.0
Item Approval	approve	승인 여부를 결정해주시기 바랍니다.	2016-05-11 09:13:34.0
Item Approval	review	please review	2016-05-06 13:01:33.0
Item Approval	prepare	Approval wing plate part	2016-05-06 13:00:33.0

(a)

max 256 characters

attach

kdn90312@gnu.ac.kr 2016.05.17 16:21
변경을 승인합니다.

zakaria.rada@gmail.com 2016.05.17 16:21
Mr lee All improved thanks

ssstars01@naver.com 2016.05.17 16:18
승인합니다!

rulyjjang@gmail.com 2016.05.17 14:54
변경 승인합니다.

(b)

Fig. 3 Review and Approval of Engineering Change using the Action Object (a) Exchange of Information on Engineering Change using the Note Tag Object (b)

있는 업무 흐름을 지원한다.

설계 팀은 사용자, 아이템, 문서, 권한, BOM 그리고 Note Tag 정보를 추출하여 제공하였다(Table 2 참조). BOM 자료는 제품구조를 추출하여 엑셀 파일로 제공하였다. 지면 관계상 BOM 객체의 속성만 Table 3에 표시하였다.

설계 팀은 의사소통을 위해 TEE 시스템 외에 상용 소셜미디어인 카카오톡^[18]을 사용하였다. 소셜 미디어에서 제공하는 단체 채팅 기능을 사용하여 협동설계 작업을 하였으며, 이 대화 자료는 Text

Table 2 Extracted Objects and Their Attributes

Object	Description	Main Attributes
Person	user information	Id., email, name, create time, organization
Item	parts, material, routing	Id., item number, ver., description, type, usage, owner, create/delete time
Doc.	associated documents with items	Id., doc number, desc., associated item, create/delete time
Owner	authorities for items	person identifier, item identifier, owner type, create/delete time
BOM	data of product structures	BOM level, item identifier, item type, description, quantity, unit of quantity
Note Tag	messages with items & ECs	Id., item/EC id., owner, create time, content

Table 3 Attributes of the BOM Object

Attribute	Type	Description	Example
level	int	Levels of BOM	0
part no	string	Identifier of part	'G1601R'
part name	string	Description of part	'Shaft'
type	string	Type of item	'PART'
qty	float	Quantity of parts	2.0
unit	string	Unit of quantity	'EA'

파일 형태로 분석 팀에 전달되었다. 대화자료는 참가자 이름, 대화록 저장 날짜, 각 참가자 별 대화 시작 시간, 대화내용 그리고 이미지 등을 포함하고 있다.

4.3 제품자료 분석

설계 팀이 제공한 자료를 이용하여 3 종류 5개 자료분석이 진행되었다. 3 종류는 다차원자료분석 3회, 텍스트 마이닝(Text Mining) 1회, 그리고 소셜네트워크 분석(SNA) 1회이며, 참여자 수는 총 6명 중 4명이 참여했다. 텍스트 마이닝과 SNA는 동일인이 실행하였다.

다차원자료분석(Multidimensional Data Analysis)이란 중심이 되는 사실(Fact)과 분석하고자 하는 속성인 차원(Dimension)으로 대상 자료를 구성하고 사실을 중심으로 차원 간의 관계를 찾아내는

	A	B	C	D	E	F	G
1	발언 관계 매트릭스						
2							
3			자크	김용태	이화용	신승훈	김동남
4	자크		0	316	46	63	3
5	김용태		316	0	41	60	5
6	이화용		46	41	0	9	1
7	신승훈		63	60	9	0	2
8	김동남		3	5	1	2	0
9							

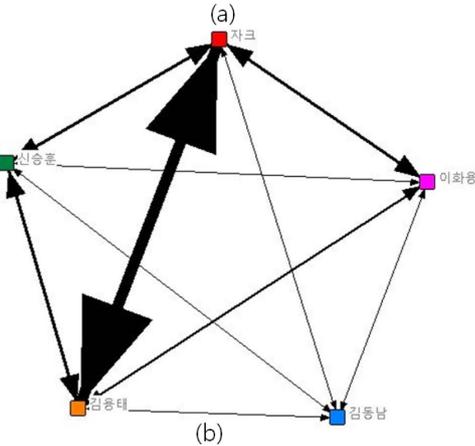


Fig. 7 Visualization of Social Network Analysis with Relationship Matrix

5. 결과 분석

제안된 교육과정을 적용한 수업은 한 학기 간 진행되었으며, 총 11명의 참가자 중 분석 팀 2명을 제외하고 제품개발과 자료 분석에 관한 제안, 활동 그리고 결과 발표에 성공하였다. 그러므로 81%(=9/11)의 학생이 제품개발이나 PDA를 이해하고 경험한 것으로 인정되어 교육과정이 적용된 수업이 성공적이었다고 평가하였다. 수업 종료 후 학생 면담 결과 수업 이전에 비해 제품개발과정과 PDA 개념과 적용 방법 등 교육과정 목표를 구체적으로 이해할 수 있었다는 결과를 얻었다.

또한 수업이 상호 협력하는 두 개의 그룹으로 나누어 진행되면서 참여자의 적극적 활동과 협동이 관찰되었다. 예로 설계 팀 일부 참여자는 초기 자료 분석 도구를 이용하여 자료 분석을 시도하였다. 분석 팀도 수동적으로 자료를 기다리지 않고 스스로 자료를 추출하여 사용하였다.

두 팀 간의 협동 작업에서도 적극적인 참여가 관찰되었다. 설계 팀은 계획에 없던 상업용 소셜 미디어를 설계과정에 적용하였고, 대화 기록을 분석 팀에 넘겨줌으로써 소셜미디어와 텍스트 마이닝이 가능하도록 하였다. 이는 제품자료 관리와 제

품자료 분석 수업을 동시에 함으로써 참여자가 적극적으로 상호작용할 수 있는 환경이 조성되었기 때문으로 분석되었다.

하지만 한 학기 수업에서 복잡하고 시간이 많이 소요되는 과정인 제품자료관리와 제품자료 분석을 동시에 진행함으로써 다음과 같은 제약 사항이 발견되었다. 첫째, 복잡한 도구 적용의 어려움이 발견되었다. 수업을 위해 데이터마이닝 사례 등을 제공하였으나 분석 팀에서는 데이터마이닝을 적용한 참가자가 없었다. 이는 데이터마이닝이 시간이 많이 걸리고 모델 등의 준비가 필요한 과정 때문이라고 설명되었다.

둘째, 제공된 PDM 데이터베이스의 객체를 상호 연결할 경우 의미 있는 분석 자료를 도출할 수 있었지만, 참여자는 독립된 객체만 분석하였다. 이는 제품자료를 표현하는 제품자료모델에 대한 이해가 부족하여 상호 관계 자료를 도출하지 못했기 때문으로 분석되었다.

셋째, 체계적인 제품개발 평가지표를 스스로 개발하지 못하고 기존 문헌의 내용을 차용하거나 단편적인 사실확인에만 그쳤다. 결론적으로 체계적인 평가지표나 데이터마이닝 모델을 구축하거나 제품자료모델의 관계를 이용하기에는 한 학기 수업 시간이 부족한 것으로 평가되었다.

교육 프로그램의 목표를 달성하기 위해서는 수업에서 제공한 경험을 바탕으로 PDA를 이용한 문제해결 경험을 강화해야 한다. 이를 위해 특정 제품개발 과정의 성능이나 문제를 파악 후, PDM 데이터베이스에서 제공할 수 있는 자료를 확인하고, 적절한 데이터 분석 기법을 적용하여 답을 도출하는 능동적인 경험이 필요하다.

6. 결 론

본 연구는 효과적인 PDA 교육 훈련을 위하여 제품자료관리와 PDA 훈련이 통합된 교육과정을 제안하였다. 제안된 교육과정은 대학원 과목에 적용되었으며, 계획했던 교육 목표를 만족하며 적용이 가능함을 확인하였다. 아울러 설계 팀이 분석 자료를 제공하고, 분석 팀이 분석결과 원인을 설계 팀에 확인하는 과정에서 적극적인 협력과 참여를 유도할 수 있었다.

하지만 복잡한 과정으로 알려진 제품자료관리와 PDA를 동시에 진행하는 과정에서, 데이터마이

닝 모델 및 평가지표의 개발과 제품자료모델을 활용한 분석 적용이 어려웠다. 그러므로 제안된 교육과정은 PDA 입문과정으로써 적합할 것으로 예측된다. 추후 연구로는 현재 밝혀진 다음 문제를 해결하는 것이 필요하다.

첫째, PDM 데이터베이스 자료 객체에 대한 교육이 필요하다. 분석 팀은 자료 객체에 대한 이해를 바탕으로 복잡한 제품자료 관계에 대한 분석을 할 수 있게 된다. 둘째, 분석역할을 맡은 학생들이 스스로 자료를 추출할 수 있는 기능을 PDM 시스템에 추가할 필요가 있다. 셋째, 입문 교육 과정을 위해 데이터마이닝 모델과 평가지표를 미리 준비할 필요가 있다. 미리 준비된 모델을 이용하면 데이터마이닝에 대한 부담이 적어 주어진 시간에 고급 자료 분석이 가능할 것이다. 마지막으로 이해 관계가 없는 수업에서는 설계와 분석 팀의 협조가 가능했지만, 현실에서는 분석 팀이 설계 팀 평가 역할을 맡게 되어 긴장관계가 형성될 것으로 예측된다. 이 경우, 본 논문에서 보고된 적극적인 협조가 어려울 수 있다. 그러므로 보다 실제적인 교육 환경을 제공하기 위해서는 두 역할 사이의 긴장관계를 경험하게 하는 것이 필요하다.

감사의 글

이 논문은 2016년도 정부(미래창조과학부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 기초연구사업임(No. 2016R1A2B4006819).

References

1. TEE PDM, <http://tee.gnu.ac.kr>, 2016.
2. Do, N., 2004, Educational Services on Product Data Management based on SmarTeam (in Korean), *The 15th IBM Dassault PLM User Conference*, Seoul Korea.
3. Do, N., 2004, A Web Based Training Service for Product Data Management (in Korean), *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 9(3), pp.252-257.
4. Lee, S.H. and Lee, K.-S., 2005, Development of an F-125 Machine Using 3D PLM Systems (in Korean), *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 10(2), pp.77-88.
5. Chae, S.-J. and Noh, S.D., 2008, A Study on the Problem-Based Learning with Industry Cooperative Program for Effective PLM Education (in Korean), *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 13(5), pp.362-371.
6. Do, N., 2011, A Plan for Training PLM Professionals and Teaching Materials (in Korean), *CAD/CAM Review*, 17(3), pp.42-47.
7. Do, N., 2013, Developing an Introductory Training Course to PLM (in Korean), *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 18(1), pp.28-35.
8. Do, N., 2015, Education of Collaborative Product Data Management by Using Social Media in a Product Data Management System (in Korean), *Transactions of the Society of CAD/CAM Engineers*, 20(3), pp.1-9.
9. KAIST PLM Academy, <http://kpa.kaist.ac.kr>, 2016.
10. Oh, J. and Yang, J., 2010, A Case Study of Implementation of a BSC Performance Evaluation System in Manufacturing Industry based on Product Data Management (in Korean), *IE Interfaces*, 23(4), pp.275-285.
11. Do, N., 2013, An Information System Architecture for Extracting Key Performance Indicators from PDM Database (in Korean), *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, 39(1), pp.1-9.
12. Do, N., 2014, Analysis of Failure in Product Design Experiments by using Product Data Analytics (in Korean), *Journal of the Korean Institute of Industrial Engineers*, 40(4), 366-374.
13. Wu, D., Schaefer, D. and Rosen, W.D., 2013, Cloud-Based Design and Manufacturing Systems: A Social Network Analysis, *ICED13 International Conference on Engineering Design*, August, 2013, Seoul, Korea.
14. Leo CAD, <http://leocad.org>, 2016.
15. MySQL, <http://mysql.com>, 2016.
16. Finger, S. and Dixon, J.R., 1989, A Review of Research in Mechanical Engineering Design. Part I: Descriptive, Prescriptive, and Computer-based Models of Design Process, *Research in Engineering Design*, 1(1), pp.51-67.
17. PDM Implementor Forum, 2002, Usage Guide for the STEP PDM Schema V1.2, PDM Implementor Forum.
18. Kakao Talk, <http://kakao.com>, 2016.
19. Han, J., Kamber, M. and Pei, J., 2012, Data Mining : Concepts and Techniques, 3rd ed., Morgan Kaufmann, Waltham, USA.
20. R-project, <http://r-project.org>, 2016.
21. Huh, M., 2014, Introduction to Social Network Analysis using R, 2nd ed. (in Korean), Free academy, Paju, Korea.

**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 동시
공학연구팀 선임연구원

2002년~현재 경상대학교 산업시스
템공학부 교수

관심분야: Product Data Model for
Product Lifecycle Management,
Product Data Analytics, Design
and PDM for Personal Manu-
facturing
