

<http://dx.doi.org/10.17703/JCCT.2019.5.2.375>

JCCT 2019-5-47

개방형 e-Learning 플랫폼 기반 학습 프로세스 마이닝 기술

Learning process mining techniques based on open education platforms

김현아*

Hyun-ah Kim*

요약 본 논문의 핵심 주제는 개방형 교육 플랫폼 기반 학습 프로세스 마이닝 및 애널리틱스 기술로 최근에 관심과 사용이 급속히 증가하고 있는 MOOC(Massive Open Online Courseware) 등과 같은 개방형 교육 플랫폼을 기반으로 하는 개인별 학습 이력 로그로부터 학습 및 러닝 프로세스를 중심으로 하는 유의미한 학습 프로세스 지식을 발견하고 분석하기 위한 학습 프로세스 마이닝 프레임워크를 설계 및 구현하는 기술이다. 러한 프레임워크의 핵심 기술로서, 학습 프로세스의 표현, 추출, 분석, 가시화하는 기술과 이러한 마이닝 및 분석된 학습 프로세스 지식으로부터 개선된 학습 프로세스 관련 교육 서비스를 제공하는 기술로 구성된다.

주요어 : 이러닝, 교육 플랫폼, 학습 프로세스, 프로세스 마이닝

Abstract In this paper, we study learning process mining and analytic technology based on open education platform. A study on mining through personal learning history log data based on an open education platform such as MOOC which is growing in interest recently. This technology is to design and implement a learning process mining framework for discovering and analyzing meaningful learning processes and knowledge from learning history log data. Learning process mining framework technology is a technique for expressing, extracting, analyzing and visualizing the learning process to provide learners with improved learning processes and educational services.

Key words : e-Learning, education platform, learning process, process mining

1. 서 론

본 논문의 핵심 주제인 개방형 교육 플랫폼 기반 학습 프로세스 마이닝 및 애널리틱스 기술은 다수의 개방형 교육 플랫폼에서 제공하고 있는 유의미한 학습 데이터를 추출, 재정리, 분석 하여 개선된 학습 프로세스

모델을 발견하는 것이 본 논문의 목적이다. 2016년 세계경제포럼에서 클라우드 슈باط은 현재 우리가 살아가는 시대를 4차 산업혁명 시대로 주장하였고 이는 ‘초연결’, ‘초지능’, ‘초융합’으로 정의된다. 교육 영역에서도 전통적인 교육기관의 업무들이 소프트웨어, 가상현실, 증강현실, 인공지능, 빅데이터, 분석기술 등 정보통신기

*정회원, 경기대학교 융합교양대학 교양학과 (제1저자)
접수일: 2019년 2월 13일, 수정완료일: 2019년 3월 26일
게재확정일: 2019년 4월 15일

Received: February 13, 2019 / Revised: March 26, 2019

Accepted: April 15, 2019

*Corresponding Author: hyuna486@kgu.ac.kr

Dept. of Liberal Arts and Interdisciplinary Studies,
Kyonggi Univ, Korea

술과 결합되어 특화된 분야임을 인지하고 있다. 이러닝 산업이 네트워크의 발전과 콘텐츠 저작 도구의 개발 및 교육 코스 등의 표준화를 통하여 현재 맞춤형 단계 즉 개인의 특성에 맞는 맞춤 교육을 실현하는 단계에 이르러 높은 수준의 교육 콘텐츠, 낮은 전달 비용, 학습자의 트래킹 가능한 네트워크 교육, 개인 및 개인 성과와 교육의 상호연관성을 제공하고, 객체 중심의 콘텐츠 표준의 폭넓은 적용으로 자동화된 프로세스에 입각한 편의성 및 체계화를 수립할 수 있을 것을 기대하므로 본 연구의 필요성은 더욱 증대될 것이다.[1]

개방형 교육 플랫폼은 학습(learning), 교육(education), 훈련(training)을 위해 활용되는 정보기술 기반의 교육 플랫폼과 콘텐츠를 의미하며, 최근에 다양한 교육 콘텐츠와 자율 교육 및 이러닝 시스템의 확산과 더불어 공교육 뿐 만 아니라 사교육 영역에서 그 활용과 적용사례가 크게 증가하고 있다. 특히, 최근에는 학습자의 수준과 유형에 따라 구분되는 상호작용 정보가 달리 요구 될 수 있기 때문에 다양한 교육용 프로그램과 콘텐츠 간의 상호운용성을 중심으로 하는 기술과 학습 데이터 분석을 통한 학습 액티비티를 추출하는 기술이 주목받고 있다.[2][3] 학습 액티비티 추출은 학습자의 학습 패턴을 분석하여 개선된 학습 경로(학습 프로세스)를 제공하기 위함이다. 특히 현재 많은 교육 기관을 통해 확산되고 있는 개방형 교육 플랫폼에서 발생될 수 있는 학습 정보를 활용한 메타데이터 모델을 정의하고 마이닝을 통한 학습 프로세스의 발견 및 다양한 기법을 활용한 애널리틱스를 통해 발견된 프로세스를 개선하고자 한다. 이를 위해선 개방형 콘텐츠를 수집하고 재정리하여 정보 구조를 체계화하고 관련 모듈과 도구를 개발하고 디지털 자원이나 서비스에 접근 시 사용자의 요구 및 선호도를 기술하는 표준화된 정보모델을 연구가 선행되어야 한다.

II. 관련연구

1. 이러닝 산업의 시장동향

이러닝 산업은 2015 년세계시장의 51%를 차지하고 있는 미국이 이러닝 산업을 주도했으나 세계 경제 흐름상 지속적인 위축인 되고 있는 실정이다. 기존의 교육

콘텐츠와 이를 서비스하는 전통기반 시스템으로 구성되어 있는 글로벌 이러닝 시장의 규모가 2016~2021년 연평균 6.4% 위축될 것으로 예상하고 있다. 가트너(Gartner)는 'Hype Cycle for Education'을 통해 이러한 전통적 이러닝 학습 알고리즘, 데이터 기반 평가 및 분석 기술, 참여자간의 소통 및 공유를 위한 협력도구 및 가상/증강 현실 기술 등의 다양한 기술의 융합이 에듀테크(edu-tech)라고 하는 기술과 콘텐츠 시장의 활성화를 가져올 것으로 전망한다. 에듀테크는 교육(education)과 기술(Technology)의 합성어로 전통적 기존 교육과 미디어, 디자인, 소프트웨어, VR, AR, 3D 등 ICT 기술이 융합하여 지금과는 완전히 다른 새로운 학습 경험을 제공하는 것을 의미하며 영국 미국 등 교육 선진국 중심으로 새로운 성장 산업으로 부각되고 있다.

시장 조사기관인 엠비언트 인사이트에 의하면, 기술 융합형 에듀테크 기술의 교육 시장은 향후 5년간(2016년~2021년) 전 세계적으로 IoT 시뮬레이션 기반 학습기술 11.0%, AR/VR 기반 학습기술 17.0%, 게임 기반 학습기술 22.4%, 모바일 기반 학습 기술 7.5% 연평균 성장 할 것으로 전망 된다.

국내 이러닝의 산업은 지속적으로 성장하고 있으나 여전히 전통적 기존 교육의 방식 즉, 동영상 및 플래시 등 기존의 방식 위주의 현상이 편재되어 있다. 세계적인 관점에서 본다면 첨단 기술이 접목된 에듀테크의 산업으로의 전향이 시급하다고 볼 수 있다. 첨단 기술을 활용하는 이러닝 신성장 산업분야의 체계적인 비즈니스 모델의 발굴이 시급하다.[1][4]

2. 이러닝 산업의 기술동향

차세대 이러닝 관련 기술동향은 에듀테크의 산업화 영향으로 미래 산업의 주요 분야로 부각되고 있다.

국내에서도 스마트폰, 클라우드, SNS, 빅데이터 등의 기술적 반영으로 인한 스마트러닝, 어댑티브러닝, MOOC(Massive Open Online Course) 가상학습 등 대학 교육과 직무교육이 변화하고 있는 상황이다. MOOC는 웹 기반으로 이루어지며 강 의자와 학습자간 상호 커뮤니케이션이 가능한 교육서비스를 의미한다.

이러닝 산업의 유망 분야는 학습 데이터의 축적 및 분석을 통한 개인 맞춤형 서비스인 맞춤형 교육, VR, AR 기술을 적용한 실감, 체험형 학습인 실감형 학습,

소셜 미디어를 활용한 학습자 간 상호 적응으로 학습효과 증대를 기대하는 소셜 러닝으로 그 분야를 나눌 수 있다.

1) 실감형 교육(VR/AR 기반 학습 기술)

VR/AR 기반 학습에 있어 가장 핵심적인 기술은 가상현실/증강현실을 활용한 체감형 시뮬레이션 기술이라고 할 것이다. 이러한 기술은 학습 콘텐츠에 실감을 더해 학습의 몰입감을 부여한다는 점에서 매우 실용적 기술이다. 잠재적 성장이 장기적 관점에서 볼 때 매우 크기 때문에 기존의 온라인 학습 플랫폼에 VR기술을 응용하여 실현시켜야 할 것이다.

2) 게임기반 학습 기술(Game Based Learning: GBL)

교육과 게임의 접목은 이러닝 교육을 통해 지속적으로 시도해 왔으며 유아 교육에서 고등 교육까지 단순 지식 습득 뿐 아니라 악기연주, 운동자세, 복잡한 단계의 문제의 해결도구 등에 활용된다.

3) IoT 물리적 시뮬레이터 학습 기술

IoT 물리적 시뮬레이터 학습 기술을 활용한 서비스 중 최근에 가장 이슈화된 것은 코딩 교육이라 할 것이다. 미국 유럽등의 주요 국가에서는 코딩 교육 서비스가 이슈화되고 있고 국내에서도 필수 교과과정으로 지정 되었다. 대부분의 경우 IoT 물리적 시뮬레이터 제품은 몇 개의 정자 센서들을 탑재한 스마트 토이의 하드웨어 형태와 이를 조정할 수 있는 스마트 앱 형태이다.

3. 맞춤형 교육을 위한 기술적 이해

맞춤형 교육을 위한 기술적 요소로는 대표적 이슈가 AI이다. 즉, 인공지능 기술을 활용하여 학습자의 현재 상황과 능력, 수준을 파악하고 이를 분석하여 적합한 콘텐츠를 학습하도록 함으로써 학습효과를 증가시키도록 하는 것이다. 이러한 맞춤형 교육은 2025년까지 300억 달러 규모의 시장이 전망되는 가운데 MOOC의 플랫폼 서비스를 활성화 시켜 2025년 까지 400억 달러 규모로 성장할 것을 기대한다.

그러나 현재 국내의 산업 현황은 맞춤형 교육을 위한 인공지능 기술은 아직 초보 단계에 그치고 있다. 가장 큰 문제는 인공지능 기술을 활용하기 위한 선 과제는 개인 데이터 및 학습 현황 데이터를 분석해야 한다. 하지만 양질의 데이터를 확보하는 것조차 아직은 미흡한 단계이며 교육현장의 폐쇄적인 구조에도 문제가 있다. 이러닝 산업의 콘텐츠 시장의 과열 경쟁화도 이러한 문제를 야기 시키는 것 중 하나이다.

점차 이러닝 맞춤형교육 환경의 개선을 위해 소셜러닝(Social Learning)개념이 이슈가 되고 타인과의 상호 작용 및 정보를 공유하는 현상은 폐쇄적인 이러닝 산업의 문제를 해결 해 나갈 수 있는 대책으로 판단된다.

소셜러닝 서비스로 확산됨으로써 다양하고 방대한 학습 관련 데이터들의 수집이 용이해지고 이를 적절한 분석도구로 재해석하여 양질의 맞춤형 교육을 가능하도록 한다.

III. 개방형 교육 플랫폼 기반 학습 프로세스 마이닝 및 애널리틱스 기술

아래 그림 1은 본 연구의 핵심 개념인 학습 프로세스 마이닝을 나타낸다. 먼저, 학습자가 개방형 교육 플랫폼에서 학습활동을 수행함에 따라 학습 데이터 (예: JSON) 가 생성된다. 다음으로, 교육 플랫폼으로부터 생성되는 방대한 학습 데이터를 웹서비스 (예: RESTful) 를 통해 수집하고 이를 이벤트 로그 DB 에 변환 및 저장한다. 학습 프로세스는 이벤트 로그를 분석하여 도출될 수 있고, 최종적으로 애널리틱스를 수행하여 학습 프로세스에 대한 지식 발견 및 지능적 교육 서비스에 활용할 수 있다. 이와 같이, 본 논문에서는 개방형 교육 플랫폼 기반 학습 프로세스 마이닝 및 애널리틱스 기술을 크게 개방형 플랫폼 기반 학습 데이터 수집 및 이벤트 로그 DB 구축, 학습 이벤트 로그 기반 프로세스 마이닝, 그리고 학습 프로세스 애널리틱스 기술로 구성된다. 다음 각 절에서는 각 연구 단계의 세부 연구내용에 대해서 기술한다. 각 연구 단계에서 이루어지는 세부 연구들은 다양한 개방형 교육 플랫폼으로부터 데이터를 확보하고 처리하며, 다양한 추가 연구에 대한 확장이 가능하도록 마이닝 프레임워크를 연구 개발하고자 한다.

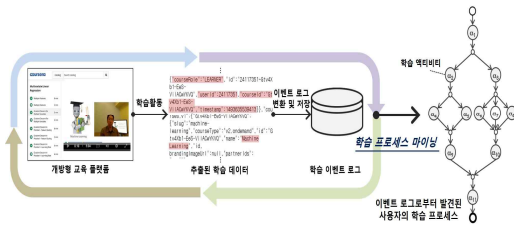


그림 1. 학습 프로세스 마이닝
Figure 1. e-Learning Mining

1. 개방형 플랫폼 기반 학습 데이터 확보 및 기초 분석
 개방형 교육 플랫폼의 데이터를 기반으로 데이터를 확보하고, 확보된 데이터를 기초로 한 단순 분석 방법을 적용한다. 국내외 다수의 사이트 중 개방형 데이터를 제공하는 플랫폼이 존재하며 제공 받은 데이터를 수집하고, 처리하여, 활용 가능한 데이터로 데이터를 가공한다. 그러한 가공된 데이터를 기초로, 기초 분석 방법을 적용하여 기본적인 의미를 추출한다[5].

학습 데이터 분석은 학습과정에서 발생 되는 학습자 정보, 학습 내용, 교육자 정보, 학습자와 교육자간 정보, 학습 콘텐츠 간의 관계 등을 분석하여 학습자의 의사 결정 및 학습 프로세스(learning process) 개선에 기여하도록 한다[5]. 또한 타 학습자의 학습 활동과 학습자 본인의 학습 현황 등을 비교 분석해주는 서비스를 창출할 수 있다.

2. 학습 데이터 기반 프로세스 마이닝

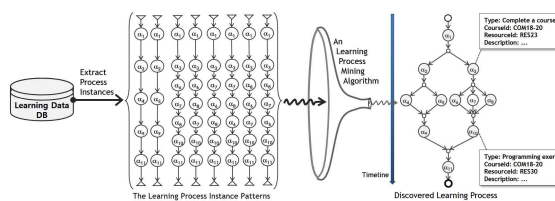


그림 2. 학습 프로세스 마이닝의 과정
Figure 2. Process of e-Learning Mining

위 그림 2는 학습 이벤트 로그(학습 이력 데이터)를 확보한 storage에서 추출된 프로세스 인스턴스들은 학습 프로세스 인스턴스 패턴 등을 분석하여 새로운 혹은 개선된 학습 프로세스를 생성[5]한다. 분석 가능한 유의미한 학습 데이터를 기반으로, 학습을 진행한 프로세스

를 마이닝하고 다수의 학습 및 운영 데이터를 기초로 각 학습자가 진행한 교육 프로세스를 발견해 낼 수 있다[6]. 새롭게 생성 또는 발견된 프로세스는 또 다른 학습 맵을 형성하는 요소로 사용 될 수 있으며 이는 나아가 학습자에게 알맞은 학습 코스 등을 추천 혹은 정보의 제공 측면에서도 서비스의 다양성을 확보하는데 기여한다. 또한 학습자별, 코스별 진행한 교육은 교육 코스 및 교육 내용에 따라, 프로세스 마이닝 기술을 이용하여, 프로세스를 생성한다. 다수의 개방형 플랫폼 등을 분석하고, 교육자의 교육 성향과 교육 과정 선호도 등을 파악하여, 프로세스 마이닝을 함으로서 매우 유의미한 프로세스 정보를 찾아낸다.

3. 프로세스 마이닝 기반 애널리틱스

다양하고 다량의 학습 데이터를 체계적 분석을 통해 교육 관련 기초 연구의 새로운 방향을 제시 할 수 있다. 이는 에터더 마이닝 기법을 통해 가능하며 학습 데이터를 프로세스화 한 기존 연구에서 학습 프로세스를 마이닝 하는 기술로 진화되었다.

프로세스 마이닝 알고리즘과 다양한 분석 기법을 통해 만들어진 모델과 데이터는 그 자체로도 유의미하지만, 애널리틱스 환경을 제공하면서, 프로세스 자체에 대한 마이닝 뿐이 아닌, 다양한 지식을 발견해 낼 수 있는 기회를 제공할 수 있다[5].

아래 그림3은 학습 프로세스를 설계 및 발견하면서 파생되는 데이터들의 메타데이터를 도식화한 것이다. 이그림에서 살펴보면 데이터들의 전이 과정 및 학습 프로세스를 중심으로 학습 액티비티(실행가능한 상태의 정의된 학습 콘텐츠), 각종 자원들로 이루어 지면 기존의 스크 기반의 트리 구조(계층적)의 학습 콘텐츠들의 접근 방식을 프로세스 화면서 병렬화 및 순차와 측면의 접근 방식으로 개선하였다. 각종 데이터의 새로운 정의 및 프로세스의 개선은 BPM(비즈니스 프로세스 관리) 기술로서 가능케 한다[6]. 이는 선행연구로 구현이 된바 있으며 본 연구에서는 이러한 학습 프로세스를 마이닝 분석을 통해 인공지능학적 측면으로 해석해볼 때 학습자에게 양질의 정보를 미리 제공하여 교육 서비스의 질적 개선을 돕는데 기여하고자 한다.

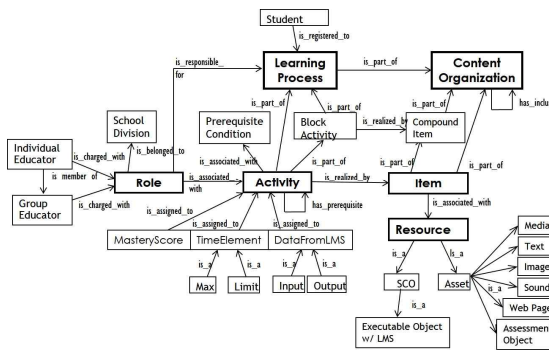


그림 3. 학습 프로세스 메타모델
 Figure 3. e-Learning Meta-Model

애널리틱스 기술은 바라보는 데이터의 방향성에 대해, 다양한 측면의 분석 방법이 존재한다. 학습 프로세스 마이닝을 통해 제공된 데이터 기반의 애널리틱스 기술을 통하여 교육 플랫폼 데이터를 기반으로 한 교육 모델과 관련 지식을 추출하며 다양한 교육 사례를 분석하여 교육의 성격, 분야, 내용 뿐 아닌, 맞춤형 교육에 적용한다. 또한 애널리틱스 기술을 통한 학습 프로세스의 마이닝 결과를 시각화 하는 기능을 제공한다.

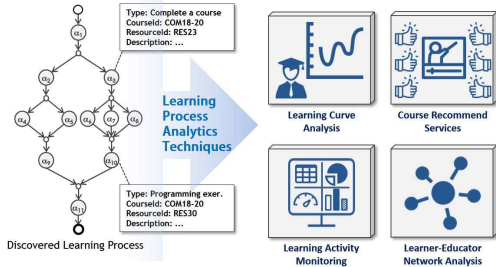


그림 4. 도출된 학습 프로세스에 대한 애널리틱스 서비스
 Figure 4. Analytics services for derived learning processes

위 그림 4는 학습 프로세스에 대한 애널리틱스 서비스를 도식화 한 것으로 크게 4개의 서비스로 나눌 수 있다.

1) 학습진도(learning curve)애널리틱스 : 학습 프로세스 마이닝 및 분석의 최우선적인 목표인 개별 학습자(사용자)의 학습 진도를 분석 제공해 주는 서비스이다. 이는 도출된 학습 프로세스와 관련 시계열 데이터를 분석하고 시각화 하는데 목적이 있다.

2) 학습 프로세스 마이닝 기반 교육 추천 서비스 : 일반적으로 범용 추천 서비스는 협업필터링과 같은 알고리즘을 이용하여 개발하지만 본 연구에서는 학습 이력과 도출된 학습 프로세스를 고려하여 개별 사용자에게 최적화된 맞춤 교육 콘텐츠 및 학습 프로세스를 추천하는 서비스를 제공한다.

3) 실시간 학습 액티비티 모니터링 : 개방형 교육 플랫폼에서 활동하는 대규모의 사용자들을 관리하기 위해 필요한 학습 액티비티 모니터링 시스템으로 학습자의 로그인 이력, 콘텐츠의 학습 진행 상황, 학습의 완료 여부, 콘텐츠의 유효성 및 학습 이력의 유효성들의 확인이 가능하며 이는 학습자와 콘텐츠 관리 기능적 측면에서 매우 유용할 수 있다.

4) 학습자-교수자 소셜 네트워크 분석 : 학습자와 교수자의 two-mode 네트워크 소셜 네트워크 분석 방법을 적용하여 학습자 또는 교수자의 네트워크 중심도 및 기여도를 측정[14]하고 학습 커뮤니티 분석을 수행하기 위한 도구로 활용된다. 나아가 다자간 즉, 학습자와 학습자간의 네트워크도 분석함으로써 학습자들 사이의 관계를 분석하여 연령, 분야, 사회적 관심도에 따른 선호도가 높은 학습 콘텐츠 및 학습 프로세스에 대한 분석 결과를 정보로 제공할 수 있다.[7][8]

V. 결론

학습자의 학습자 정보, 학습 내용, 교육자 정보, 학습자와 교육자간 정보, 지식 상태, 학습 선호도, 학습자 상황정보 등에 따른 적합한 학습 콘텐츠 제공 기술은 학습 효과를 증진시킨다. 이러한 정보는 기존의 전통적인 온라인 교육에서 부터 최근의 e-Learning 교육에 이르기까지 방대한 양의 정보가 축적되었다.[20] 하지만 유의미한 데이터를 추출하는 것은 아직도 미비한 상태이며 이를 위해선 학습 데이터 분석 기술은 반드시 필요한 기술이 되었다. 이는 최근 빅데이터 기술의 이슈를 뒷받침하는 마이닝 기술과 애널리틱스 기술로 한 단계 구현이 가능하다. MOOC등의 플랫폼에서 수집된 데이터에서 유의미한 유효한 데이터를 선별하고, 의사결정트리 및 베이시안 네트워크 등을 이용한 마이닝 과정

을 통한 분석 결과와 이런 결과를 가시화 할 수 있는 애널리틱스 서비스를 제공한다. 즉, 본 논문은 체계적인 학습 프로세스를 설계, 운용, 제어, 예측할 수 있는 학습 프로세스 마이닝 프레임워크를 개발하고 이를 통한 애널리틱스 서비스를 제공하기 위함이다.

References

- [1] Marymount University, Learning Outcomes Assessment Handbook, Available From: <http://www.marymount.edu/marymount.edu/media/Home/Faculty-and-Staff/AssessmentHandbookSpring2014.pdf>, 2018. 10. 11.
- [2] Kwang-Hoon Kim, et al., "SCO Control Net for the Process-driven SCORM Contents Aggregation Model", ICCSA 2005, LNCS 3483, pp. 38-47, 2005
- [3] Y. K. Pak, "Course Embedded Program Outcome Assessment-Based on the Exams and the Reports," Journal of Korean Engineering Education, Vol. 9, No. 3, pp. 62-66, 2006.
- [4] E. M. Jo. Development and evaluation of a mobile web-based core nursing skills management system. Master thesis, Seoul University, Seoul, 2014.
- [5] K. Kim, "A XML-based workflow event logging mechanism for workflow mining," in Proceedings of International Workshop on XML Research and Applications, LNCS 3842, pp. 132-136, 2006.
- [6] R. Agrawal, et al., "Mining process models from workflow logs," in Proceedings of the 6th International Conference on Extending Database Technology, pp. 469-483, 1998.
- [7] e. a. Harri Oinas-Kukkonen, "Social networks and information systems: Ongoing and future research streams," JOURNAL OF THE ASSOCIATION OF INFORMATION SYSTEMS, vol. 14, no. 2, pp. 61 - 68, 2010.
- [8] e.a. Alyeksandr Battsetseg, "Organizational closeness centrality analysis on workflow-supported activity-performer affiliation networks," in Proceedings of the 15th International Conference on Advanced Communications Technology. IEEE, pp. 154 - 157, January 2013.
- [9] "SCORM 2004 Overview", Advanced Distributed Learning, 2004
- [10] "SCORM Content Aggregation Model, Version 1.2", Advanced Distributed Learning, 2002
- [11] "SCORM Content Aggregation Model, Version 1.3", Advanced Distributed Learning, 2004
- [12] "SCORM Run-Time Environment, Version 1.3", Advanced Distributed Learning, 2004
- [13] "SCORM 2004 3rd Edition: Sequencing and Navigation, Version 1.0", Advanced Distributed Learning, 2006
- [14] Clarence A. Ellis, Gary J. Nutt, "Office Information Systems and Computer Science", ACM Computing Surveys, Vol. 12, No. 1, 1980
- [15] Clarence A. Ellis, "Formal and Informal Models of Office Activity", Proceedings of the 1983 World Computer Congress, Paris, France, 1983
- [16] K. Kim, "Actor-oriented workflow model," in Proceedings of the 2nd international symposium on Cooperative Database Systems for Advanced Applications. ACM, March 1999.
- [17] H. J. Shin, S. P. Kim, and W. H. Kang. "An Analysis for Course Embedded Assessment Tool to Validate Program Outcomes," Journal of the Korean Society of Manufacturing Process Engineers, Vol. 7, No. 4, pp. 82-95, 2008.
- [18] Y. K. Pak, "The Relationship between Course Assessment and Program Objective Evaluation in Engineering Education Accreditation - Toward a Practical Evaluation of Program Objectives", Journal of Korean Engineering Education, Vol. 13, No. 4, pp. 87-92, 2010.
- [19] W. S. Jo, and S. H. Jin, "A Case Analysis of Program Outcomes Assessment Systems for Engineering Education Accreditation of South Korea and USA" Journal of Korean Engineering Education, Vol. 14, No. 2, pp. 13-20. 2011.
- [20] Yvette Gelogo, Hye-jin Kim, "Educational Paradigm Shift from E-Learning to Mobile Learning Toward Ubiquitous Learning" International Journal of Internet, Broadcasting and Communication, Vol. 4, No 1, pp.8-12 2012.