교육정보미디어연구 http://dx.doi.org/10.15833/KAFEIAM.21.4.601
The Journal of Educational Information and Media
2015, Vol 21, No 4, pp.601-643

An International Literature Review on Learning Analytics: Focused on empirical studies

Ahn, Mi-Lee (Hanyang University)
Choi, Youn Young* (Hanyang Cyber University)
Ko, Yoon Mi (Hanyang University)
Bae, Yun Hee (Hanyang University)

Advances in technology brings mcuh changes in learning environment. Especially, advances in Internet technology have created various learning settings such as LMSs/VLEs, MOOC, and Web-based learning. These newly emerging learning settings have contributed to provide more effective learning environment for learners than ever before. These learning environment enable collection of vast amount of data and analyze such data for meaningful interpretation. Recently, much attention has been paid to Learning Analytics in order to understand different learning types or learners, predict learners' performances, and further to develop various teaching strategies under those learning settings. Although many studies on Learning Analytics have been conducted, we lack information about research objectives, learning settings, and data analysis methods used in Learning Analytics. Therefore, the purpose of this literature review of international research was to identify trends of current Learning Analytics studies in terms of research objectives, learning settings, and data analysis methods. In this research, we reviewed a total of 154 published in international articles and presentations made between September of 2013 through August of 2015. This literature review applied Papamitsiou & Economides (2014) literature review framework and methods. The research findings showed that (1) prediction of performances, recommendation of resources, and student behavior modeling were prevalent in terms of research objectives, (2) LMSs/VLEs and web-based education were prevalent in terms of learning settings, and (3) statistics was prevalent in terms of data analysis method. Specifically, various data analysis methods have been used such as Text Mining and Social Network Analysis. Interestingly, Bayesian Inference Network or Machine Learning which is not commonly used in Educational Technology was found from this literature review. We suggested several implications to improve Learning Analytics in Korea. It is necessary to conduct studies with various learning objectives, learning settings, and data analysis methods. Finally, it should lead to conceptualize Learning Analytics for Korean researchers. In addition to these conclusion, the use of data for education offer implication for researchers in the field of Korean Educational Technology. The research using Learning Analytics can provide strategies for designing hybrid learning environment, student achievements and feedback, and the visualized data could provide additional information about students' learning process. Further researches in the area of Learning Analytics can provide important implications for those who research to improve online and offline learning environment.

Key words : Learning Analytics, Empirical Studies, Systematic Literature Review

* 교신저자 : 최윤영, 한양사이버대학교 (E-mail : yountoto@gmail.com)

www.kci.go.kr

Ⅰ. 서 론

인터넷과 스마트폰은 우리의 삶에 지대한 영향을 미치는 중요한 요소가 되었다. 다양한 웹 콘텐츠의 개발과 인터넷 기술의 진화는 최근 몇 년간 온라인 사용 환경과 그 이용 방식을 급속도로 바꾸어 놓고 있다. 또한 최근 더욱 지능화되는 웹 기술의 활용과 인터넷 상에서 축적된 데이터의 활용은 교육에도 많은 변화를 예고하고 있다. 그동안 인터넷은 제공된 정보의 전달수단으로 활용되었으나, 이제는 모든 사용자들의 정보의 오픈, 공유, 참여가 가능한 Web 2.0 기술을 발전시켰고 OCW와 MOOC를 LMS와 VMS 환경에서 제공할 수 있게 되었다. 이러한 오픈러닝환경은 교육의 확장으로 이어졌으며, 학습자들의 디지털 활동의 데이터는 또 다른 차원의 정보로서의 가치를 가지게 되어 대학과 학교 교육에 큰 반향을 일으키고 있다. 특히 인터넷의 사용이 일상화되면서 디지털 데이터의 교육적 활용에 대한 새로운 영역을 열었다. 아울러 Web 2.0 환경에서 수집되는 디지털 데이터들을 분석함으로써 '학습'과정을 더 객관적으로 이해하고 해석할 수 있게 되었다(노규성, 박성택, 주성환, 김병성, 2014; 조용상, Abel, 유재택, 신성욱, 2013).

특히 디지털 데이터의 분석 및 활용은 학습자에게 적합한 자료와 기회 제공, 학업성취도 예측을 통한 대처, 실패나 낙오자를 최소화해 학습 유지(retention) 등이 가능해졌다(Johnson, Smith, Willis, Levine, & Haywood, 2011; 2012; 2013; 2014; 고윤미, 배윤희, 안미리, 2015; 조일현, 김정현, 2013). 그래서 '교육'과 '학습' 상황에 대해 더 깊이 이해하기 위해서 교육계에서의 데이터 활용과 자료 분석 방법들은 매우 중요하고 큰 의미를 가지고 있다(송민정, 2013; 조용상 외, 2013). 데이터를 활용하여 학습자의 특성, 학습 패턴 등을 분석한 결과는 궁극적으로 교육의 질을 높이고, 학습 촉진을 위한 적절한 개입이나 의사결정을 돕고. 학습자들의 학습 관련 행동 데이터에 대한 통찰력을 얻기 위한 도구가 될 수 있다(권영옥, 2013; LaValle, Lesser, Shockley, Hopkins, & Kruschwitz, 2013; 김민하, 안미리, 2015).

Siemens(2010)는 학습분석학을 광의의 개념으로 보고, "학습과정에 대한 이해와 최적화된 학습환경의 제공을 위하여 학습자를 비롯한 학습환경에 대한 자료를 측정, 수집, 분석하는 것(p.4)"이라고 정의하였다. Ferguson(2012)은 교육적 결과물을 얻기 위한 목적으로 학습자로부터 수집된 자료를 평가하는 것이라고 정의하면서, 더 나아가 디지털 사회에서의 빅데이터의 활용과 예측분석의 중요성을 강조하였다. Campbell과 Oblinger(2007)는 보다 상세한 학습분석학의 개념을 다섯 단계로서 수집, 보고, 예측, 활동 그리고 정제의 과정으로 규명하였다.[1] 이렇게 학습분석학을 보다

1) 학습분석학 과정의 다섯 단계는 수집(Capturing: VLEs, LMSs 등과 같은 학습플랫폼에서 데이터를 수집하는 단계), 보고(Reporting: 학습자와 학습환경을 측정 및 분석하기 위한 모형을 만들기 위하여 수집된 원자료에서 의미 있는 유형을 발견하기 위한 체계적이고 종합적인 자료로 변환하는 과정), 예측(Predicting: 학습자 및 학습환경과 관련된 연구문제를 설명하고 예측하기 위하여 수집된 자료를 활용하여 분석하는 단계), 활동(Acting: 학습자와 교수자가 분석된 결과물을 활용하는 단계), 그리고 정제(Refining: 분석을 통해서 얻어진 정보를 적용하고 평가한 후에 보다 향상된 모형을 만들기 위해서 학습분석학을 수정 및 보완하는 단계)로써, 학습분석학은 이 과정을 포함한다(Campbell & Oblinger, 2007).

www.kci.go.kr

광범위하게 적용하는 것은 학습분석학을 통해서 얻어진 정보를 적용 및 활용하는 것뿐만 아니라, 차후 수정 및 보완하여 다시 적용하는 역동적인 시스템의 관점까지 포함시킨 것이다. 이는 Elias(2011)의 학습분석학의 개념화 중에서 강조한 "과정으로서의 학습분석학"과 유사한 관점이라고 볼 수 있다. 즉, Elias(2011)는 학습분석학은 시스템이며, 이는 학습 및 교수자를 돕기 위한 목적으로서의 도구(Tools) 및 과정(Process)을 개발하고 실제 활용과 통합하는 것이라고 하였다. 나아가 (1) 학습내용 및 학습수준을 맞춤형 서비스로 제공하기 위하여 자료를 수집하여 활용하는 단계의 시간을 최소화시키기 위한 시스템, (2) 과거에 수집된 자료와 현 시점에서 수집된 자료의 결합으로 예측 분석을 위한 시스템 등이 포함될 수 있다고 하였다.

이처럼 최근 해외에서는 학습분석학을 다양한 관점에서 개념화하고 있으며 이를 활용한 실증연구들이 활발하게 이루어지고 있다(Hernández-García, González-González, Jiménez-Zarco, & Chaparro-Peláez, 2015). 따라서 최근 활발하게 이루어지고 있는 해외 학습분석학 실증연구의 동향을 살펴보고자 한다. 본 연구는 새롭게 활용되고 있는 학습분석학 연구 분야의 해외 동향에 초점을 두고, 향후 국내 학습분석학 연구의 방향을 탐색하기 위해 연구의 목적, 분석된 학습환경, 그리고 자료분석방법의 연구 동향을 분석하였다. 또한 해외 학습분석학 연구의 목적은 학습환경이나 자료분석방법과 어떤 관계가 있는지 문헌을 분석함으로써 아직은 시작단계인 국내 교육공학계에서 학습분석학 연구를 더욱 활성화 할 수 있는 방향을 제안하고자 한다.

Ⅱ. 관련 연구 동향

1. Web의 변화에 따른 교육환경의 변화

Web 2.0이라는 개념은 미디어 라이브 인터내셔널(Media Live International)에서 Tim O'Reilly에 의해 처음으로 정립되었다(O'Reilly, 2009). Web 2.0은 '개방, 공유, 참여'라는 슬로건을 내세우며 사용자가 능동적으로 정보를 창조할 수 있는 환경을 제공하였다. 이에 따라 사용자들은 블로그나 소셜 네트워크 서비스(Social Network Service)를 활용해 새로운 정보를 창조하고 이를 다른 사용자와 함께 공유할 수 있다(김성호, 김홍도, 2007; 류중희, 2006; 허희옥, 강의성, 2010). 이러한 Web 2.0의 발달에 따라 학습자들은 정보를 창조하고, 서로의 정보를 공유함에 따라 구성주의적 학습 모델의 실행이 가능하게 되었으며, 기존의 수동적인 학습자에서 능동적인 참여자로 변하게 되었다(Schroeder, 2009). 또한 교육 환경 역시 MIT의 OCW의 시작부터 MOOC에 이르기까지 개방과 공유에 기반을 두는 방향으로 변화하였다. 국내에서도 이러한 Web 2.0 시대의 변화에 발맞추어 '개방과 공유'의 지속적인 발전을 위해 2015년 10월 K-MOOC 과정을 시작하여 운영하고 있다. Web 2.0을 통해 학습자가 만들어내는 데이터를 분석하여 교육에 활용하고자 하는 학습분석

www.kci.go.kr

학이 함께 관심을 받고 있다. 학습분석학의 활용은 학습 활동 중에 발생하는 학습자의 다양한 데이터를 분석함으로써 학습자의 학습 성과를 예측할 수 있으며, 이러한 데이터의 활용은 학습 과정을 객관화할 수 있어 학습자별 맞춤형 학습 지도가 가능할 것으로 보고 있다(정윤혁, 2015; 권영옥, 2013; 박연정, 조일현, 2014).

최근 Web 기술의 진화는 지능형 맞춤형 웹으로 개념화 되는 Web 3.0을 언급하고 있다(이영환, 2010; Morris, 2011). Web 3.0 환경에서는 웹 사용자들이 남긴 대량의 축적된 정보를 활용해 새로운 가치를 가진 정보와 지식으로 융합, 재생산해 낼 것인가의 문제를 다루게 된다. 즉, 하나의 키워드만 검색해도 무한한 정보가 쏟아져 나오는 데이터베이스에서는 데이터가 많으면 많을수록 학습자들은 적합한 데이터를 찾는 것이 더 어려워진다(Cena, Farzan, & Lops, 2009). 따라서 Web 3.0 에서는 정보가 가지고 있는 의미를 이해하고 추론할 수 있는 빅데이터 정보 분석을 통해 학습자가 꼭 필요로 하는 정보를 제공할 수 있게 된다(Morris, 2011). 따라서 Web 2.0과 Web 3.0에서도 학습과정에서 나오는 데이터나 행동에 대한 데이터들을 분석하고 관리하면, 학습자별 맞춤형 학습 지도가 가능할 것이다.

2. 학습분석학의 개념과 활용 목적

학습분석학은 2008년 제 1회 'International Conference on Learning Analytics Knowledge'(LAK) 학회에서 처음 등장했으며, 2012년부터 매년 Horizon Report에서도 강조되고 있는, 교육에 영향을 줄 핵심기술 중의 하나이다(Johnson, Smith, Willis, Levine, & Haywood, 2012; 2013; 2014). 학습분석학 기술은 학생들의 다양한 데이터를 분석하여 학습자의 학습과정을 객관화함으로써 학생들의 학습상황과 성과를 예측하고, 학생들의 중도탈락을 방지하여 학습 유지(retention)를 돕는 등 데이터 분석을 통해 교수·학습을 개선하는데 활용될 수 있어 최근 많이 연구되고 있는 분야이다 (Educause, 2010; Elias, 2011; Liñán & Pérez, 2015; Simens & Long, 2011; US. Department of Education, 2012).

Liñán과 Pérez(2015)는 교육적 데이터마이닝과 학습분석학의 유사점과 차이점을 비교하였다. 교육적 데이터마이닝과 학습분석학은 방대한 양의 데이터를 분석하여 평가나 중재의 방법을 수정하고, 이를 통해 교수·학습 방법을 개선하고자 하는 동일한 목표를 가지고 있다. 다만 교육적 데이터마이닝은 수집된 데이터에 관심을 가지는 반면, 학습분석학은 데이터를 활용하는 방법에 목적을 가지고 있기 때문에 약간의 차이점을 가지고 있다. Liñán과 Pérez(2015)는 방대한 데이터를 분석할 수 있는 도구들은 다양하게 존재하지만, 아직까지 실증 연구가 체계적으로 이루어지지 않고 있으며, 교육적 데이터마이닝과 학습분석학을 혼용하는 경우가 있어 이에 대한 연구가 필요함을 지적하고 있다.

학습분석학은 데이터를 활용하는 방법에 목적을 두고 있다. 따라서 박연정과 조일현(2014)은

www.kci.go.kr

학습분석학의 연구 및 발전은 학습자와 교수자의 교수·학습 방법을 개선할 수 있는 도구를 개발하기 위한 자료로 활용될 수 있음을 강조하고 있다(Elias, 2011; Educause, 2010). 학습분석학은 축적된 학습자 데이터를 바탕으로 학습자의 행동을 예측하고 더 나은 성취향상을 위한 처방으로 활용될 수 있다(하건희, 2015).

학습분석학을 활용할 수 있는 학습환경은 다양하다. 가장 보편적으로 활용되는 학습환경은 LMS(Learning Management System)와 VLE(Virtual Learning Environment)이다. 이는 데이터 수집을 통해 맞춤형 교육을 가능하게 한다. 또한 온라인 학습자에게 고품질의 교육경험을 제공하는 Massive Open Online Courses(MOOCs)가 있다(Schroeder, 2009; Coffrin, Corrin, Barba & Kennedy, 2014; 고윤미 외, 2015). 이외에도 컴퓨터와 웹기반 학습이 증가하고 있으며, 스마트폰의 활용 증가에 따른 모바일 학습 환경도 함께 활용되고 있다(Papamitsiou & Economides, 2014; Papamitsiou, Terzis & Economides, 2014). 이렇듯 학습자는 다양한 학습 환경에서 데이터를 수집할 수 있는 기회가 증가하고 있다. 따라서 학습분석학을 활용하여 학습자의 데이터를 분석한다면, 학습에 있어서 성과를 개선하거나 교수자의 교수방법 개선에 활용할 수 있을 것이다.

학습분석학에서 활용할 수 있는 자료분석방법은 다양하다. Yadav와 Pal(2012)은 Classification(분류분석), Regression(회귀분석) 및 Density estimation(밀도추정)과 같은 방법을 사용하여 학생의 성과를 예측하고 행동을 탐색했다. Tane, Schmitz와 Stumme(2004)은 포럼, 웹 페이지 상에서 존재하는 텍스트에서 높은 품질의 정보를 추출하기 위해 Text Mining(텍스트 마이닝)기법을 활용했다. 이외에도 Discovery with models(모형화), Social Network Analysis(소셜 네트워크 분석), Clustering(군집분석) 방법 등을 활용할 수 있다(Antonenko, Toy, & Niederhauser, 2012; Jeong & Biswas, 2008; Palazuelos, García-Saiz, & Zorrilla, 2013). Liñán & Pérez (2015)는 학습분석학에서 활용된 다양한 자료분석방법을 <표 1>과 같이 정리해 제시하고 있다.

〈표 1〉 Liñán & Pérez의 연구목적에 따른 자료분석방법(2015 재인용)

저자	자료분석방법	연구목적
Yadav & Pal(2012)	· Classification · Regression · Density estimation	학생의 성과를 예측하고 행동을 탐색
Antonenko, Toy, & Niederhauser (2012)	· Clustering	비슷한 특성이 있는 학습자를 분류
Jeong, & Biswas (2008)	· Discovery with models	다른 분석틀을 이용해 기존 모델을 검증
Palazuelos, García-Saiz, & Zorrilla (2013)	· Social network analysis	네트워크 관계 분석
Tane, Schmitz, & Stumme (2004)	· Text Mining	텍스트에서 높은 품질의 정보를 추출

www.kci.go.kr

Ⅲ. 연구 방법

Papamitsiou와 Economides(2014)는 2008년부터 2013년 8월까지 발표된 학습분석학 실증 연구의 동향을 연구 목적, 학습환경, 그리고 자료분석방법을 토대로 문헌을 분석하였다. 가장 최근 학습분석학 연구동향을 발표한 Papamitsiou와 Economides는 총 4단계의 연구 절차로 진행하였다. 우선 핵심 용어(learning analytics, learning analytics tools, learning analytics case studies, educational data mining, knowledge discovery in education)를 검색하여 문헌을 선정하였다. 그 중에서 실증 연구가 아니거나, short paper인 논문을 제외한 총 209편의 논문 중 40편을 가려내었다. 선정된 문헌을 연구 목적, 학습환경, 자료분석방법에 따라 분석하였다.

본 연구는 Papamitsiou와 Economides(2014)가 적용한 연구 절차와 방법을 최대한 활용하였으며, 체계적인 문헌 분석을 위해 문헌분석방법(Documentary Research Method: DRM)을 적용하였다. DRM은 연구자가 연구하고자 하는 주제와 관련된 정보를 포함하고 있는 모든 문헌들을 조사, 분석, 분류하여 의미를 발견하는 것이다(Bailey, 1994; Scott, 1990). 이는 연구 주제와 관련 있는 질적인 문헌을 수집하는 단계와 수집된 문헌들을 분류 및 분석하는 단계로 나눠진다. 두 단계에서 중요한 부분은 검정기준(Quality Control Criteria)이다. 양질의 문헌을 수집하기 위한 기준으로는 Scott(1990)이 언급한 진정성(Authenficity), 신뢰성(Credibility), 대표성(Representativieness), 의미성(Meaning)이다. 그리고 수집된 문헌을 분류 및 분석하는 단계에서는 양적 연구 방법과 질적 연구 방법이 모두 사용될 수 있다. 다만 Papamitsiou와 Economides(2014)의 연구는 2013년 8월 이전까지 발표된 논문을 대상으로 한 해외 동향이기 때문에, 본 연구는 그 이후에 발표된 문헌을 통한 해외 동향을 살펴보고자 하였다.

따라서 본 연구에서는 2013년 9월부터 2015년 8월까지 발표된 학습분석학을 적용한 실증 연구를 검색하고자 한다. 여기서 검색된 연구를 연구의 목적, 분석된 학습환경, 그리고 자료분석방법에 따라 분류하고 재정리하였다. 이를 위해 Scott(1990)이 제안한 검정기준을 최대한 따르도록 한다. 진정성 및 신뢰성이 고려된 문헌을 수집하기 위해서 2013년 9월부터 2015년 8월 동안 발표된 학습분석학 관련 문헌을 Scopus, ERIC, Google Scholar, Science Direct와 ACM Digital Library의 데이터베이스를 이용하였다. 그리고 핵심 용어인 “learning analytics, learning analytics tools, learning analytics case studies, educational data mining, knowledge discovery in education”이 포함된 문헌들을 수집하였다. 수집된 논문을 대상으로 <표 2>의 기준에 따라 논문을 포함하거나 제외하여 최종 154편을 선별하였다.

www.kci.go.kr

〈표 2〉 논문 선별 기준

포함된 논문	제외된 논문
· 교육 분야 관련 논문 · 학술대회 및 학회지 논문 전문(全文) 실증 연구 · 연구목적/학습환경/자료분석방법이 구체적으로 제시되어있는 경우	· 교육과 관련이 없는 분야 논문 · Proceeding 논문 중 Short paper 혹은 초록만 존재하는 논문 · 단순프로그램 개발연구 · 동향분석논문

선별된 문헌을 토대로 분류체계에 관한 충분한 지식이 있는 석사 및 박사 대학원생 6명 그리고 2명의 교육공학전공 교수, 측정평가전공 교수와 함께 문헌을 (1) 연구 목적, (2) 자료분석방법, (3) 학습환경을 대상으로 분류하였다. 분류된 문헌들의 상호관련성을 살펴보기 위해서 교차 빈도표를 만들었다. 나아가 NodeXL(http://nodexl.codeplex.com)을 이용하여 관련성을 시각화하였다.

1. 문헌 선별 기준 및 절차

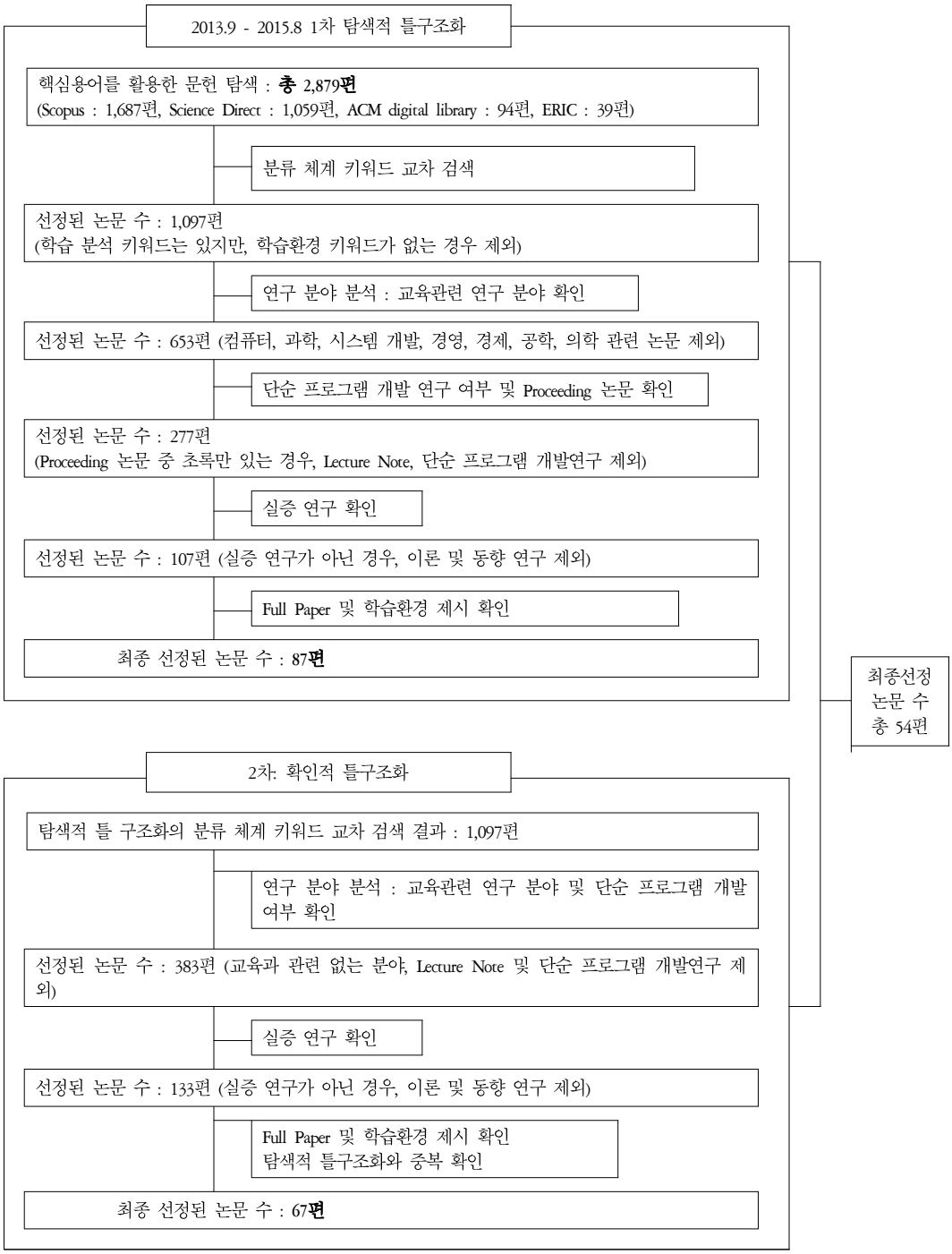
엄격한 문헌 수집 및 선별을 위해 (1) 탐색적 틀구조화와 (2) 확인적 틀구조화 두 번에 걸쳐 진행이 되었다. 탐색적 틀구조화 과정은 탐색적 자료분석 과정에서 착안하여 적용한 개념으로 논문을 탐색하는 과정에서 문헌들의 특성을 파악하는 것에 보다 초점을 둔 과정이다. 확인적 틀구조화 과정은 확인적 자료분석 과정에서 착안하여 적용한 개념이다. 탐색적 틀구조화 과정에서 결정된 선별 및 분류기준에 따라 내용을 심도 있게 분석하는 과정이다.

따라서 본 연구에서는 탐색적 틀 구조화과정을 따라 탐색적으로 논문을 검색하고 선별하였다. 부수적으로 Papamitsiou와 Economides(2014)가 사용한 분류체계가 본 연구에서 적합한지 혹은 수정 및 보완될 사항이 없는지를 확인하는 작업을 실시하였다. 다음으로 확인적 틀 구조화과정이 진행되었다. 이는 탐색적 틀구조화 과정에서 최종 정립된 분류체계를 활용해 문헌을 다시 선별 및 재분류하고 보충하는 작업이다. 본 연구에서는 초기에 선택된 연구 논문들을 전수 조사하였고, 2차 작업을 통해 선별 및 분류 작업의 검증을 실시하였다. 본 작업의 과정을 순서도로 그리면 [그림 1]과 같다.

가. 탐색적 틀구조화 과정

탐색적 틀구조화 과정은 총 6단계로 이루어졌다. 1차 단계는 논문 검색 데이터베이스 (Scopus, ERIC, google Scolar, Science Direct와 ACM Digital Library)에서 핵심 용어들을 이용하여 문헌을 검색하였다. 1차로 검색된 총 논문 편수는 2,879편이다. 구체적으로 설명하면, Scopus에서 1,687편, Eric 39편, Science Direct 1,059편, 그리고 ACM digital library 94편이었다. 2차 단계는 Papamitsiou와

www.kci.go.kr



〔그림 1〕 문헌 선별 절차

www.kci.go.kr

Economides(2014)의 연구와 동일한 방식으로 연구 논문 분석을 진행하는 것이다. 이를 위해 그들이 사용했던 분류체계에 속해있는 용어들을 이용하여 교차검색을 실시하였다. 총 1,097편의 논문을 검토하였다. 3차 단계는 교육 분야 연구의 적합성을 높이기 위해 교육 분야와 관련이 없는 문헌들을 제외하는 것이다. 이 단계에서는 컴퓨터 과학, 시스템 개발, 의학, 상경학과 같은 분야의 연구논문들을 제외하였다. 그 결과 총 653편이 가려낼 수 있었다. 4차 단계에서는 학습분석학이 구체적으로 이루어지지 않은 연구 논문을 제외하였다. 주로 학습자와 학습자의 맥락에 대한 테이터를 측정, 수집, 분석한 내용을 찾아볼 수 없는 연구가 대상이 되었다. 본 연구에서는 학회에 제약을 두지 않고 모든 Proceeding Paper를 분석 대상으로 하였다. 하지만 Proceeding Paper 중에서 초록만 존재하는 경우는 분석 대상에서 제외하였다. 또한 Workshop Paper나 Lecture Note와 같은 Paper는 제외하였다. 이러한 작업을 통해 총 277편이 선별되었다. 5차 단계는 실증 연구를 선별하는 작업이다. 그 결과 동향 논문 및 이론 논문을 제외하고 총 107편의 논문을 추출할 수 있었다. 마지막 단계는 본 연구의 목적에 부합하는 논문만 선별하는 것이다. 이 단계에서는 자료분석방법의 명확한 제시가 없거나 연구 목적이 본 논문의 분류체계와 관련되지 않는 논문은 제외하였다. 그 결과 총 87편이 선택할 수 있었다.

나. 확인적 틀구조화 과정

위의 절차를 통해 탐색적 선별이 이루어졌다. 이에 따라 2차적으로 확인적 선별 절차 작업을 실시하였다. 탐색적 선별 절차에서는 키워드, 제목, 초록을 중심으로 선별 기준에 맞는 연구 문헌들을 가려내었다. 그리고 선별 기준의 조정이 필요한 부분을 조정하여 다시 확인 절차를 실시하였다. 이러한 확인 절차를 통해 연구 논문을 보다 자세하게 살펴보고자 하였다. 그 결과 본문에서 Proceeding Paper와 자료분석방법이 자세히 언급된 연구 문헌들을 포함할 수 있었다.

이러한 과정에서 67편이 추가로 선별되었다. 그 절차는 다음과 같다. 첫째는 분류체계의 핵심 용어들을 교차 검색하여 선별된 연구 논문 1,097편 중 연구 분야 적합성 및 교육프로그램 개발 연구의 여부에 따라서 총 383편을 선정하였다. 다음으로 선정된 383편의 논문 중 실증 연구만 가려내어 총 130편을 선택하였다. 마지막으로 130편의 논문 중 학습환경이 제시되어 있지 않은 논문과, 탐색적 선별 절차에서 이미 선정한 논문을 제외하는 것이었다. 이러한 작업을 통해 본 연구는 총 67편을 추가로 선정할 수 있었다. 따라서 1차 탐색적 틀구조화 과정을 통해 선정된 문헌 87편과 2차 확인적 틀구조화 과정을 통해 67편을 추가하여, 총 154편을 분석하였다.

2. 문헌 분류 작업 절차 및 기준

위의 두 차례의 문헌 선별 작업을 통해서 최종 선정된 154편의 문헌을 대상으로 <표 3>과 같은 분류 체계에 따라 분류 작업을 실시하였다.

www.kci.go.kr

〈표 3〉 분류 종류와 기준(Papamitsiou & Economides, 2014 재인용)

종류	분류기준
학습환경	VLEs/LMSs, MOOC/사회적 학습, 웹기반교육, 인지적 튜터 시스템, 컴퓨터 기반 교육, 복합적 학습환경, 모바일 학습환경
자료분석방법[2]	Classification(분류분석), Clustering(군집분석), Regression(회귀분석), Text Mining(텍스트 마이닝), Association rule mining(연관분석), Social Network Analysis(소셜네트워크분석), Discovery with models(모형화), Visualization(시각화), Statistics(통계기법)
연구 목적	학생 모델링/학생 행동 모델링, 학습성과예측, 자기성찰 및 자기인식 증가, 중도탈락 및 학습의 파지 예측, 평가 및 피드백 방법개선, 교수전략 제안

※ 본 연구는 이후부터 사용되는 자료분석방법의 명확한 이해를 위해 영어로만 표기하기로 한다.

Ⅳ. 연구 결과

본 연구에서 정리한 해외 문헌들은 <표 3>에 따라 [그림 2], [그림 3], [그림 4]로 나누어 그 추세를 살펴보았다. 그리고 연구 목적에 따른 학습환경 및 자료분석방법의 관련성을 밝히기 위해 <표 4>와 같이 교차표를 제시하였다. 또한 NodeXL(http://nodexl.codeplex.com)을 사용하여, 빈도를 [그림 5], [그림 6]과 같이 시각화하였다.

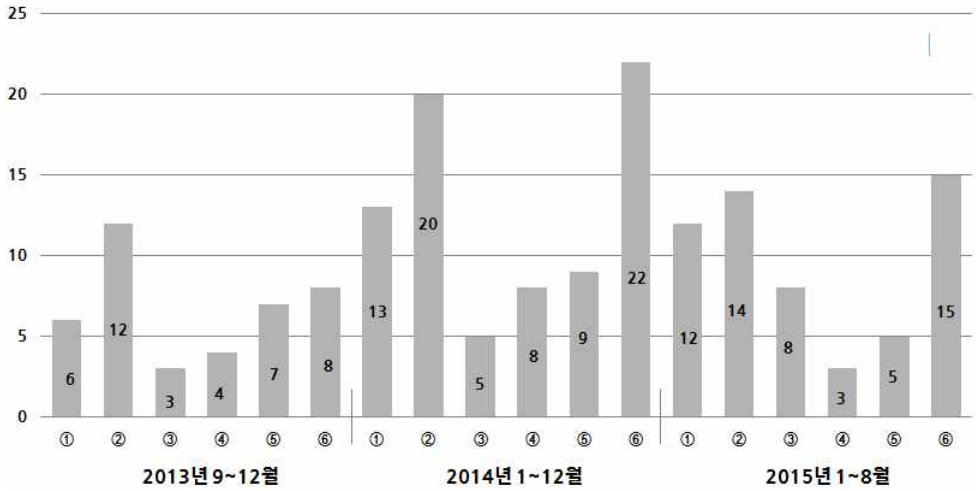
1. 해외 학습분석학 연구의 동향

학습분석학 실증 연구의 연구 목적에 따른 연도별 해외 연구동향은 [그림 2]와 같다. 2013년부터 2015년까지 가장 많이 언급된 연구 목적 중 ② 학습성과예측에 대한 관심이 많고 꾸준히 증가하는 추세를 보이고 있으며, ⑥ 교수전략 제안, 그리고 ① 학생 행동 모델링 순서였다. 따라서 해외에서는 ② 학습성과예측과 ⑥ 교수전략 제안 실증 연구가 많이 이루어진 점을 알 수 있으며, 최근 급증한 연구목적은 ⑥ 교수전략부분이다. 반면에 학습분석학을 통한 ④ 중도탈락 및 학습의 파지 예측과 ⑤ 평가 및 피드백 방법 개선에 관한 실증 연구는 적었다.

[그림 3]의 2013년부터 2015년까지 해외에서 가장 많이 연구된 학습환경은 ① VLEs/LMSs로 꾸준히 증가하는 추세를 보였다. 다음으로 가장 많이 연구된 학습환경은 ③ 웹기반교육환경으로 꾸준히 2015년까지 지속적으로 증가하였다. 2014년에는 ② MOOC/사회적 학습에 관한 학습분석

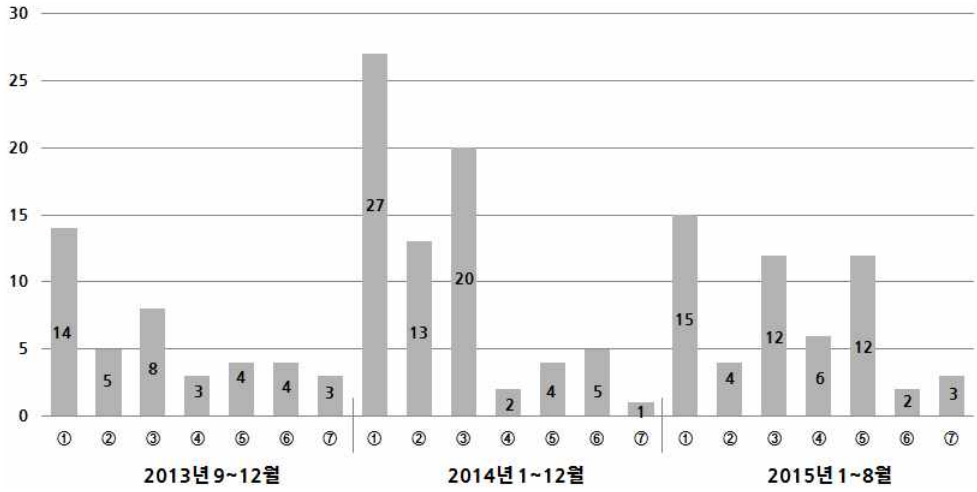
2) 자료분석방법으로 설정된 기준들은 다소 겹치는 부분이 있을 수 있다. 하지만 이 논문에서는 Papamitsiou와 Economides(2014)의 연구와의 비교를 위해서 그대로 사용하였다. 추가적으로, Statistics는 Regression과 Classification을 제외한 통계 기법을 모두 포함시켰다.

www.kci.go.kr



① 학생 모델링/학생 행동 모델링 ② 학습성과예측 ③ 자기성찰 및 자기인식 증가
④ 중도탈락 및 학습의 파지 예측 ⑤ 평가 및 피드백 방법 개선 ⑥ 교수전략 제안

〔그림 2〕 연구 목적에 따른 문헌 분류 및 추세



① VLEs/LMSs ② MOOC/사회적 학습 ③ 웹기반교육 ④ 인지적 튜터 시스템
⑤ 컴퓨터 기반교육 ⑥ 복합적 학습환경 ⑦ 모바일 학습환경

〔그림 3〕 학습환경에 따른 문헌 분류 및 추세

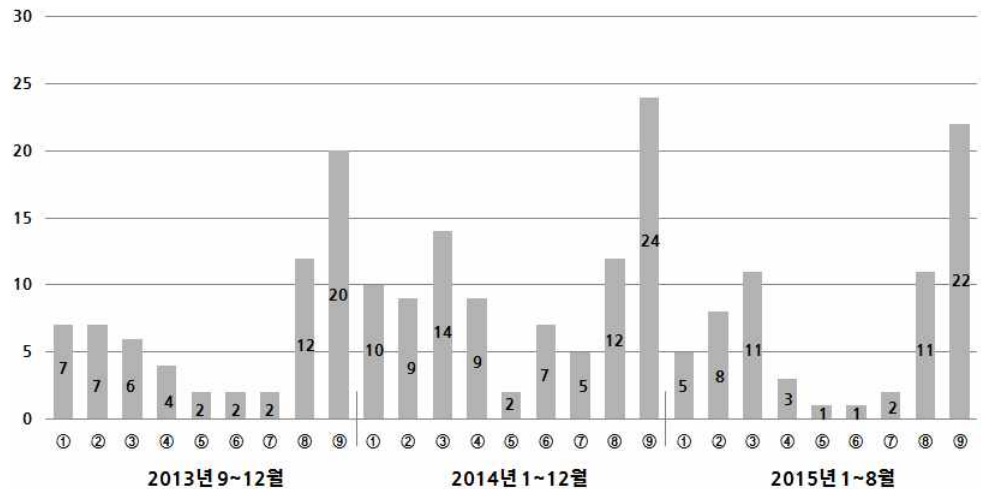
학 연구가 증가했다. 2015년에는 ⑤ 컴퓨터기반 학습환경 관련된 학습분석학 연구가 이전보다 많이 연구되었다. 반면에 ⑦ 모바일 환경, ⑥ 복합적 학습환경은 적은 수의 실증 연구가 진행되

www.kci.go.kr

었다. 그러나 최근 해외 연구에서는 Google Document, Facebook 등과 같은 Social Network Site을 활용한 학습환경, Adaptive Educational Hyper Media, Intelligent Educational Game, Game based Learning System 등과 같은 새로운 학습환경을 분석한 실증 연구들이 관찰되었다.

자료분석방법에 따른 연도별 해외 추세는 [그림 4]와 같다. 전반적으로 2013년 이전보다 최근 더욱 다양한 자료분석방법이 사용되고 있었다. 무엇보다도 하나의 연구에서 여러 자료분석방법이 혼합되어 사용되는 현상을 볼 수 있었다. 구체적으로 기술통계, 추론통계(T-test, ANOVA, Chi-Square 분석)와 같은 Statistics(통계 기법)가 가장 많이 사용되었다. 아울러 설명 및 예측 분석을 위한 ③ Regression(회귀분석), 유형별 집단을 나누고 분류하기 위한 ② Cluster Analysis(군집분석)와 ① Classification Method(분류분석)가 언급되었다. 또한, 분석된 결과를 시각화하는 ⑧ Visualization 방법 역시 많이 도입되고 있었다.

반면에 ⑤ Association Rule Mining(연관분석), ⑦ Discovery with models(모형화), ⑥ Social Network Analysis(소셜 네트워크 분석)는 상대적으로 적게 사용되었다. 나아가 해외 연구에서는 2013년 이후에 새롭게 Nonparametric method, Factor Analysis, Item Response Theory, Bayesian Inference Network, Machine Learning, Competence Analysis, Trend/Time Seires Analysis 등과 같은 자료분석방법이 다양하게 활용되었다. 특히 Machine Learning으로 다양한 분류 방법들을 적용한 연구들이 관찰되었다. Nonparametric method(비모수적 방법)로 이용한 것은 자료수가 적은 경우에 사용될 수 있는 통계적인 기법인 Mann-Whiteny U test(만-휘트니 U 검증)와 같은 방법을 적용하여 게임 환경에서 학생들의 학습변화를 연구하였다. 또 Item Response Theory(문항반응이론)는 MOOC환경에서 학생들



① Classification ② Clustering ③ Regression ④ Text Mining ⑤ Association rule mining
⑥ Social Network Analysis ⑦ Discovery with models ⑧ Visualization ⑨ Statistics

〔그림 4〕 자료분석방법에 따른 문헌 분류 및 추세

www.kci.go.kr

의 능력 향상 여부를 측정하는 평가문항들의 난이도를 추정하기 위해 사용되었다. 또한, Bayesian Inference Network은 학생들에게 실시간으로 피드백을 하는 것의 효과를 살펴보고자 활용되었으며, Machine Learning은 Facebook에서의 언어학습과 관련된 연구를 진행하는 것을 분석하기 위해서 적용하고 있었다.

2. 연구 목적과 학습환경, 자료분석방법과의 관계

<표 4>를 통해 살펴본 교차표의 결과는 가장 많은 문헌이 학습성과예측을 연구목적으로 제시하는 것을 보여주고 있다. 이들 연구 대부분은 VLEs/LMSs, 웹기반교육의 학습환경을 대상으로 하였다. 이러한 학습환경을 연구하기 위한 자료분석방법은 Statistics, Regression, Classification, Visualization, Text Mining, Clustering, Social network analysis, Association rule mining과 Discovery with models 순으로 사용되었다. 학생의 학습성과예측을 위해 Babu, Kanmani, Gopalakrishnan, Girish와 Suryanarayan(2014)는 사회적 학습환경에서 Statistics를 활용하였고, Kennedy, Coffrin, Barba와 Corrin(2015)은 MOOC 환경에서 Regression 방법을 활용한 연구를 진행하였다.

다음으로 교수전략 제안이 연구 목적인 논문은 주로 웹기반교육, MOOC/사회적 학습을 학습환경을 대상으로 연구된 논문들이 대부분이었다. 자료분석방법으로는 Statistics, Clustering, Regression, Classification, Text Mining, Social Network Analysis, Discovery with models, Association rule mining이 순차적으로 많이 사용되었다. 교수전략 제안을 위해, García-Saiz, Palazuelos와 Zorrilla (2014)는 웹기반교육에서 Social network analysis을 활용하였고, Scheffel, Drachsler, Stoyanov와 Specht(2014)은 Clustering을 이용하였다.

학생 모델링/학생 행동 모델링이 연구 목적인 논문들의 학습환경은 대부분 VLEs/LMSs, 웹기반교육, MOOC/사회적 학습이었으며, 자료분석방법은 Statistics, Clustering, Visualization, Regression, Text Mining, Discovery with models, Classification, Social network analysis과 Association rule mining 방법이 순차적으로 많이 사용되었다. San Pedro, Baker와 Rodrigo(2014)는 컴퓨터기반교육에서 Classification으로, Rendahl과 Breuch(2013)는 VLEs/LMSs 환경에서 Statistics를 활용하였다.

평가 및 피드백 방법이 연구 목적인 논문들의 학습환경은 대부분 VLEs/LMSs, 웹기반교육의 학습이었으며, 자료분석방법은 Statistics, Text Mining, Visualization, Clustering, Social network analysis, Regresssion, Association rule mining이 순차적으로 많이 사용되었다. Romero, Zafra, Luna와 Ventura (2013)은 VLEs/LMSs에서 Association rule mining과 Statistics을 활용하여 연구를 진행하였다.

중도탈락 및 학습의 파지 예측이 목적인 논문들의 학습환경은 대부분 VLEs/LMSs, MOOC/사회적 학습, 웹기반교육이었으며, 자료분석방법은 Classification, Statistics, Visualization, Clustering, Regression이 순차적으로 많이 사용되었다. VLEs/LMSs 학습환경에서 학생들의 중도탈락 및 학습의 파지 예측을 위해 Manhães, da Cruz와 Zimbrão(2014)는 Classification 방법을 활용하였고, Aguilar,

www.kci.go.kr

〈표 4〉 연구 목적에 따른 학습환경과 자료분석방법의 비교 분석

목적	학습 환경*	자료 분석 방법 **									결과	
		Statistics	Visualizations	Regression	Classification	Clustering	Text Mining	Social Network Analysis	Discovery with models	Association rule mining	소계	총계
학생/학생 행동 모델링	①	s8(5) ***	s7(2)	s2(3)		s1(4)	s3(2)	s5(1)	s6(1)	s4(1)	19	44
	②	s13(2)	s12(1)	s10(1)		s9(1)	s11(1)				6	
	③	s19(5)	s18(1)		s14(1)	s15(1)	s16(1)		s17(1)		10	
	④				s20(1)						1	
	⑤	s24(2)	s23(1)			s21(1)			s22(1)		5	
	⑥					s25(1)					1	
	⑦	s27(1)	s26(1)								2	
	소계	15	6	4	2	8	4	1	3	1		
학습 성과 예측	①	s34(6)	s33(3)	s30(11)	s28(3)	s29(3)	s31(2)	s32(1)			29	74
	②	s39(4)	s38(1)	s36(3)	s35(1)					s37(1)	10	
	③	s46(4)		s42(1)	s40(3)	s41(1)	s43(2)	s45(4)		s44(1)	16	
	④			s49(1)	s47(1)	s48(1)	s50(1)				4	
	⑤	s54(3)	s53(1)	s51(1)					s52(1)		6	
	⑥	s58(4)	s57(3)		s55(1)		s56(1)				9	
	⑦											
	소계	21	8	17	9	5	6	5	1	2		
자기 성찰 및 자기 인식 증가	①	s64(2)	s63(2)	s61(1)	s59(1)	s60(1)	s62(1)				9	22
	②	s66(2)			s65(1)						3	
	③		s68(1)		s67(1)						2	
	④	s70(1)				s69(1)					2	
	⑤	s73(3)	s72(1)						s71(1)		5	
	⑥											
	⑦		s74(1)								1	
	소계	8	5	1	3	2	1		1			
중도 탈락 및 학습의 과지 예측	①	s79(4)	s78(3)	s77(2)	s75(4)	s76(2)					15	23
	②	s83(1)	s82(1)	s81(1)	s80(2)						5	
	③					s84(1)		s85(1)			2	
	④											
	⑤											
	⑥	s86(1)									1	
	⑦											
	소계	6	4	3	6	3		1				

www.kci.go.kr

〈표 4〉 연구 목적에 따른 학습환경과 자료분석방법의 비교 분석 (계속)

목적	학습 환경*	자료 분석 방법 **									결과	
		Statistics	Visualizations	Regression	Classification	Clustering	Text Mining	Social Network Analysis	Discovery with models	Association rule mining	소계	총계
평가 및 피드백 방법 개선	①	s94(5)	s93(6)	s89(1)	s87(1)	s88(1)	s90(3)		s92(1)	s91(1)	19	35
	②											
	③	s98(4)	s97(1)				s95(1)		s96(1)		7	
	④	s101(3)	s100(1)				s99(1)				5	
	⑤	s103(1)			s102(1)						2	
	⑥											
	⑦	s105(1)	s104(1)								2	
	소계	14	9	1	2	1	5		2	1		
교수 전략 제안	①		s110(1)		s106(2)	s107(1)	s108(1)		s109(1)		6	68
	②	s118(4)	s117(1)	s113(2)	s111(2)	s112(1)	s114(1)	s116(1)		s115(1)	13	
	③	s126(5)	s125(5)	s121(5)	s119(2)	s120(3)	s122(1)	s123(4)	s124(1)		26	
	④			s129(1)	s127(2)	s128(2)	s130(1)				6	
	⑤	s134(3)	s133(1)			s131(2)	s132(1)				7	
	⑥	s137(2)	s136(1)	s135(2)							5	
	⑦	s141(2)	s140(1)			s138(1)			s139(1)		5	
	소계	16	10	10	8	10	5	5	3	1		
총계		80	42	36	30	29	21	12	10	5	266	

* 학습환경: ① VLEs/LMSs, ② MOOC/사회적학습, ③ 웹기반교육, ④ 인지적 튜터 시스템, ⑤ 컴퓨터 기반 교육, ⑥ 복합적 학습환경, ⑦ 모바일 학습환경

** 자료분석방법: Statistics(통계기법), Visualizations(시각화), Regression(회귀분석), Classification(분류분석), Clustering(군집분석), Text Mining(텍스트마이닝), Social Network Analysis(소셜네트워크분석), Discovery with models(모형화), Association rule mining(연관분석)

*** s1~s139는 대상 해외 참고문헌을 sample 논문을 표기하였으며, 문헌 제목은 [부록 1]과 [부록 2]에 제시하였으며, (괄호)는 표기된 해당 논문의 개수를 표기함.

Lonn과 Teasley(2014)는 Visualization 방법을 활용하였다.

자기 성찰 및 자기 인식 증가가 연구 목적인 논문들의 학습환경은 대부분 VLEs/LMSs와 컴퓨터기반교육이었으며, 자료분석방법은 Classification, Statistics, Clustering, Regression과 Discovery with models 자료분석방법 순으로 많이 사용되었다. Timmers, Walraven와 Veldkamp(2015)는 컴퓨터기반 교육 학습환경에서 Discovery with models, Statistics를 활용하여 연구를 시도하였다. 그리고 Duffy와 Azevedo(2015)는 컴퓨터기반 교육 학습환경에서 Statistics를 활용하여 연구를 진행하였다.

www.kci.go.kr

3. 해외 학습분석학의 동향 분석

위에 제시한 [그림 2], [그림 3], [그림 4]와 <표 4>를 살펴보면, 해외에서는 연구 목적이 교수 전략 제안과 관련된 논문이 67편이었다. 이 연구의 분석 대상인 학습환경에 대해 해외 연구에서는 대부분 VLEs/LMSs을 다루었다. 웹기반교육과 MOOC/사회적 학습 연구는 다음 순위를 차지하였다. 반면에 복합적 학습환경 및 모바일 학습환경은 가장 적은 것으로 관찰되었다.

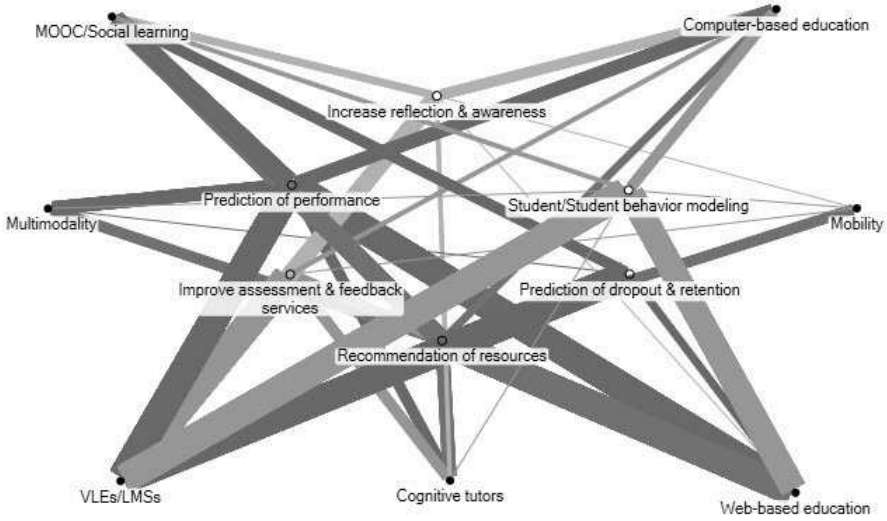
이를 통해 해외 연구에서는 다양한 학습환경들을 연구 대상으로 선정하였다는 것을 알 수 있다. 무엇보다도 해외 연구에서는 MOOC/사회적 학습 연구가 활발히 이루어졌음을 포착할 수 있었다. 하지만 복합적 학습환경 및 모바일 학습환경을 대상으로 학습분석학이 이루어진 연구 논문은 19편인데, 이는 상대적으로 MOOC/사회적 학습에 비해 적은 수치이다. 자료분석방법은 다양한 학습분석학의 방법이 고르게 사용되었다. 특히나 Text Mining과 Social Network Analysis 방법을 활용하는 논문들이 상대적으로 많이 검색되었다. 나아가 새롭게 Bayesian Inference Network, Machine Learning 등과 같은 자료분석방법이 관찰되었다. 이는 앞서 제시된 Campbell과 Oblinger (2007)과 Elias(2011)의 역동적인 학습분석학을 시스템으로 반영한 것으로 보인다. 즉, Bayesian Inference Network와 Machine Learning과 같은 자료분석방법은 단순 자료분석방법이나 통계적 모형이 아니라, 자료를 수집, 통합, 분석하거나 기존의 자료에 새로운 자료를 결합하여 새로운 분류 및 예측이 가능한 시스템이다. 따라서 이러한 자료분석방법은 학습분석학의 새로운 개념화와 연결이 가능할 것으로 시사된다(나일주, 2015; 안미리, 최윤영, 배윤희, 2015).

종합적으로 해외 연구에서는 연구 목적에 따른 다양한 학습환경 상황 관련 연구가 이루어지고 있음을 확인할 수 있었다. 국내 연구에서도 학습분석학 실증 연구가 MOOC/사회적 학습, 인지적 튜터 시스템, 복합적 학습환경, 모바일과 같은 학습환경에서 학생 및 학생 행동 모델링 등과 같은 연구 목적을 포함한 다양한 연구 주제가 진행될 필요가 있다. 이를 통해 관계성 및 연관성을 살펴볼 수 있는 Social Network Analysis(소셜 네트워크 분석), Discovery with models(모형화), Visualization(시각화)과 같은 자료분석방법이 활용될 수 있을 것으로 기대된다. 나아가 Bayesian Inference Network와 Machine Learning 등과 같은 자료분석방법을 활용한다면 역동적인 시스템으로서의 학습분석학의 개념을 반영할 수 있을 것으로 기대된다(안미리 외, 2015).

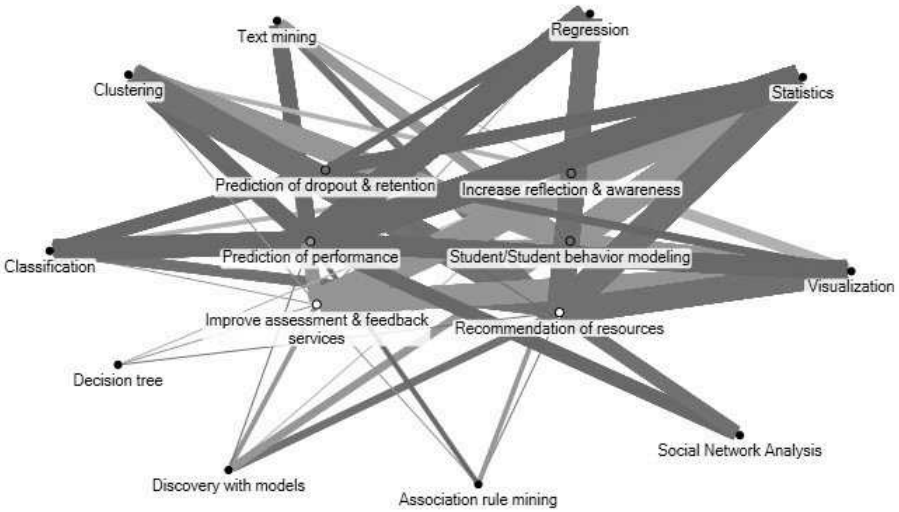
[그림 5]와 [그림 6]은 NodeXL을 활용하여 빈도를 시각화한 것으로 링크의 굵기는 빈도를 나타낸다. 시각화된 그림을 통해 연구 목적과 학습환경 및 자료분석방법의 관계를 확인할 수 있었다. [그림 5]는 연구 목적에 따른 학습환경과의 관계 중 학습성과예측과 학생 모델링/학생 행동 모델링은 VLEs/LMSs 환경에서 가장 많이 이루어짐을 확인할 수 있다.

[그림 6]은 연구 목적과 자료분석방법의 관계를 나타는데, 해외 연구는 학습성과 예측을 위해 주로 Statistics과 Regression 방법이 가장 많이 활용되었음을 보여준다.

www.kci.go.kr



〔그림 5〕 연구 목적에 따른 학습환경과의 관계



〔그림 6〕 연구 목적에 따른 자료분석방법과의 관계

www.kci.go.kr

Ⅴ. 결론 및 제언

본 연구는 최근 보고된 학습분석학 기술을 활용한 해외 연구 동향을 파악하고자 하였다. 2013년 9월부터 2015년 8월까지 보고된 해외 학습분석학의 연구동향을 파악함으로써 최근 학습분석학 연구가 증가하고 있는 국내 연구에 시사점을 제공하고자 하였다. 이를 위해 문헌 분석 방법을 활용하였다. 문헌 선정은 탐색적 틀구조화와 확인적 틀구조화의 과정을 거쳐 진행하였고 탐색적 선별과정에서 87편, 두 번째 확인적 선별 과정에서 탐색적 선별 과정과 중복되는 문헌을 제외한 67편, 총 154편의 문헌을 선정하였다. 이러한 문헌을 대상으로 학습환경, 자료분석방법, 연구 목적으로 분류하여 분석하였다. 따라서 본 연구는 2013년 이후의 해외 학습분석학 문헌의 최근 동향을 살펴보았다는 점에서 의의가 있다. 아울러 국내 학습분석학 연구가 나아가야 할 방향을 제안한 것에 의미가 있다.

본 연구는 새롭게 사용되고 있는 학습분석학 연구 분야에 초점을 두고 향후 연구 방향을 탐색하고자 하였다. 이를 위해 학습분석학 용어를 사용한 실증 연구들을 (1) 연구 목적, (2) 학습환경, (3) 자료분석방법에 따라 분류하고 분석하였다 본 연구는 이전에 보고된 관련 분야의 동향 연구의 연계성을 확보하기 위해 선택한 분류기준들을 Papamitsiou와 Economides(2014)에서 가져왔다. 이러한 과정은 두 가지 제한점을 가진다. 첫째, 2008-2013년8월까지의 문헌 연구와의 연계성과 변화 추이를 보기 위해 같은 분류기준을 활용하였다는 점이다. 이는 연구 동향이 변화하거나, 새로운 학습환경 및 자료분석방법이 등장할 가능성을 배제한 것이다. 따라서 이들을 고려하여 다양한 분류기준을 설정하지 않은 것은 본 연구의 제한점이 된다. 둘째, 본 연구는 2013년 9월부터 2015년 8월까지 해외에서 이루어진 학습분석학 실증 연구만을 대상으로 하였다. 따라서 본 연구의 결과를 일반화하기에는 무리가 있다. 그러나 2013년 9월 이전까지의 Papamitsiou와 Economides(2014) 연구 결과와 연계해서 분석할 때, 해외 학습분석학 연구 동향을 2008-2015년까지로 확장할 수 있다. 이는 국내 학습분석학 연구 분야에 시사하는 바가 크다.

본 연구결과가 국내 학습분석학 연구에 주는 시사점은 다음과 같다.

첫째, 아직 국내 학습분석학 연구는 해외에 비해 자료분석방법이 다양하지 않다. 특히 해외에서 볼 수 있는 Bayesian Inference Network와 Machine Learning과 같이 새로운 자료분석방법을 활용한 연구가 부족하다. 따라서 국내에서도 새로운 자료분석방법을 통해 수집된 정보를 활용한 학습분석학의 새로운 개념화와 연결되는 연구가 이루어져야 하며, 더욱 역동적인 학습환경에서 교수·학습의 변화를 관찰할 수 있을 것이다.

둘째, 국내 연구에서 교수전략 제안을 위한 연구가 활발히 이루어진다면, 효과적인 수업설계를 위한 데이터를 제공할 수 있고, 학습분석학의 최종 목표인 맞춤형 교육까지도 가능해 질 수 있다. 다만 다양한 교육 대상자를 위한 맞춤형 교육을 설계하기 위해서는 웹상에서 발생되는 데이터의 적절한 활용과 연구가 확대되어야 한다. 웹 환경을 갖춘 사이버대학의 적극적인 연구는

www.kci.go.kr

학업성취도에 대한 평가만이 아니라 중도탈락자를 사전에 파악하고 대처하여 졸업과 이수율을 높일 수 있게 한다. 사이버대학 이외에도 OpenCourseWare(OCW)나 Flipped Learning(플립러닝) 의 교육활동 중 수집되는 정보를 분석하여 교수·학습 활동을 평가하고 개선하기 위해 학습분석학은 적극 활용될 수 있다.

셋째, 해외에서는 MOOC를 기반으로하는 사회적 학습환경을 대상으로 연구가 활발히 진행되었다. Web 2.0의 발달과 학습환경의 변화에 따라 국내 역시 2015년 10월부터 K-MOOC가 제공되고 있다. 따라서 K-MOOC와 다양한 SNS 학습 환경에서 축적되는 학습데이터를 활용하여 연구가 이루어진다면, 다양한 학습자의 문화적 차이를 분석하는 연구로 발전할 수 있을 것이다.

넷째, 교육공학 분야의 핵심인 매체의 활용과 효과를 측정하기 위해 대량의 디지털 데이터를 활용할 수 있을 것이다. 이러한 객관적인 데이터를 바탕으로 교수설계의 효과성과 일부 과정에 대한 실효성을 확인할 수 있을 것이며, 시각화된 데이터는 교수설계자 뿐만 아니라 교수자와 학습자에게 새로운 가치를 제공할 수 있다. 특히 교수-학습과정을 진단하고 처치할 수 있도록 학습분석학 기술을 교수설계에 재투입하거나, 교수전략을 평가하고 피드백하는 과정의 데이터를 연구함으로써 보다 효과적인 하이브리드 교수설계 분야에 시사점을 줄 수 있을 것이다. 최근 Flipped Learning을 통한 온라인과 오프라인 교육은 교수전략과 교육환경의 융통성과 자기 주도적 학습 전략에 대한 구체적인 연구를 요구하는데, 학습분석학을 통한 근거들은 대안적 교수전략과 활동의 효과를 확인하는데 도움을 줄 수 있을 것이다.

향후 국내 학습분석학 연구동향을 살펴볼 필요가 있으며, 본 연구에서 제시된 해외 문헌 분석 결과와 함께 국내 교육공학의 학습분석학 분야의 연구를 비교하고, 더욱 다양화하여 교육의 질을 향상을 위한 연구들이 필요하다. 특히 학습분석학 기술을 활용한 교수매체와 교수설계 관련 연구목적은 어떠한 학습환경과 자료분석방법으로 연구되는지 분석하고, 국내 교육현장에 맞는 데이터의 구성과 활용 전략을 제안하는 향후 연구를 기대한다.

www.kci.go.kr

참고문헌

고윤미, 배윤희, 안미리 (2015). 국내 Learning Analytics 연구 동향 분석. 교육정보미디어학회 추계 학술발표논문, 10월 31일. 서울: 백석예술대학교. 미간행.

(Translated in English) Ko, Y. M., Bae, Y. H., & Ahn, M. L. (2015). *Trends research of Learning Analytics in Korea*. Paper session presented at the meeting of the Educational Information and Media, Seoul.

권영옥 (2013). 빅데이터를 활용한 맞춤형 교육 서비스 활성화 방안연구. 지능정보연구, 19(2), 87-100.

(Translated in English) Kwon, Y. O. (2013). Data analytics in education: current and future Directions. *The Journal of Intelligent Information Systems. 19*(2), 2013. 6, 87-100.

김민하, 안미리 (2015). 학습 분석의 데이터 유형과 응용 분야. 교육공학회 추계 학술발표논문, 11월 21일. 서울: 상명대학교.

(Translated in English) Kwak, E. Y., & Kim, H. C. (2008). Design and implementation of analysis System for answer dataset with data mining. *The Journal of Korean Association of Computer Education*, 11(1), 65-74.

김성호, 김홍도. (2007). 웹 2.0 전망 및 서비스 동향에 관한 연구. 디지털융복합연구, 5(2), 135-154.

(Translated in English) Kim, S. H., & Kim, H. D. (2007). A study of web 2.0 trend & service view. *The Journal of Digital Convergence, 5*(2), 135-154.

나일주 (2015). National level data metrics framework development for learning analytics in South Korea. Speech to eLearning Korea 2015, 16 September.

(Translated in English) Na, I. J. (2015). National level data metrics framework development for learning analytics in South Korea. Speech to eLearning Korea 2015, 16 September.

노규성, 박성택, 주성환, 김병성 (2014). 이러닝에서의 빅데이터 적용 정책 연구(방통융합기반정책연구 14-12). 서울: 미래창조과학부.

(Translated in English) No, G. S., Park, S. T., Joo, S. H., & Kim, B. S. (2014). *A study on policy for e-learning utilizing bigdata*. Seoul: Ministry of Science, ICT and Future Planning.

류중희 (2006). Web2.0에서 Mobile 2.0으로. 한국통신학회지(정보와 통신), 23(6), 99-106.

(Translated in English) Ryu, J. H. (2006). From web 2.0 to mobile 2.0. *The Journal of The Korean Institute of Communication Sciences, 23*(6), 99-106.

박연정, 조일현 (2014). 학습 분석학 기반 대시보드의 설계와 적용. 교육정보미디어연구, 20(2), 191-216.

(Translated in English) Park, Y. J., & Jo, I. H. (2014a). Design and application of visual dashboard based

www.kci.go.kr

on learning analytics. T*he Journal of Korean Association for Educational Information and Media, 20*(2), 191-216.

안미리, 최윤영, 배윤희 (2015). Use of learning analytics to assess learner progress: Baysian networks and other tools. Speech to eLearning Korea 2015, 16 September.

(Translated in English) Ahn, M. L., Choi, Y. Y., & Bae, Y. H. (2015). Use of learning analytics to assess learner progress: Baysian networks and other tools. Speech to eLearning Korea 2015, 16 September.

이영환 (2010). 웹 3.0: 세상을 바꾸고 있다. 서울: 보문각.

(Translated in English) Lee, Y. H. (2010). Web 3.0: Promises to change the world. Seoul: Bomungak.

정윤혁 (2015). 빅데이터와 교육분석(Education Analytics). 미디어와 교육, 5(1), 44-49.

(Translated in English) Jeong, Y. H. (2015). Big data and education analytics, *The Journal of Media & Education, 5*(1), 44-49

조용상, Abel, J. Robert., 유재택, 신성욱 (2013). 표준화 이슈리포트: 학습분석 기술 활용 가능성 및 전망(RM 2013-15). 서울: 한국교육학술정보원.

(Translated in English) Jo, Y. S., Abel, J. Robert., Yu, J. T., Shin, S. W. (2013). *Standarized issue report: prospects for the application of learning analytics* (RM 2013-15). Seoul: KERIS.

조일현, 김정현 (2013). 학습분석학을 활용한 e-러닝 학업성과 추정 모형의 통계적 유의성 확보 시점 규명. 교육공학연구, 29(2), 285-306.

(Translated in English) Jo, I. H., & Kim, J. H. (2013). Investigation of statistically significant period for achievement prediction model in e-Learning. *The Journal of Educational Technology, 29*(2), 285-306.

조일현, 김윤미 (2013). 이러닝에서 학습자의 시간관리 전략이 학업성취도에 미치는 영향: 학습분석학적 접근. 교육정보미디어연구, 19(1), 83-107.

(Translated in English) Jo, I. H., & Kim, Y. M. (2013). Impact of learner`s time management strategies on achievement in an e-learning environment: a learning analytics approach. *The Journal of Korean Association for Educational Information and Media, 19*(1), 5-18.

하건희 (2015). 학습자 성찰 도구로써 대시보드 개발을 위한 사용성 검사 연구. 이화여자대학교 대학원 교육공학과 석사논문.

(Translated in English) Ha, K., H. (2015). *A Usability test on Learning Analytics Dashboard(LAD)*. The Graduate School Ewha Womans University.

허희옥, 강의성 (2010). 웹 2.0의 교육적 활용에 대한 연구 동향 분석: 블로그와 위키를 중심으로. 컴퓨터교육학회논문지, 13(2), 59-70.

(Translated in English) Heo, H. O., & Kang, E. S. (2010). Research trend of web 2.0 use in education. *The Journal of Korean Association of Computer Education, 13*(2), 59-70.

Antonenko, P. D., Toy, S., & Niederhauser, D. S. (2012). Using cluster analysis for data mining in

www.kci.go.kr

educational technology research. *Educational Technology Research and Development, 60*(3), 383-398.

Bailey, K. D. (1994). *Methods of social research*. New York: The Free Press.

Campbell, J. P., & Oblinger, D. G. (2007). *Academic analytics* [White paper]. Retrieved from www.educause.edu/ir/library/pdf/PUB6101.pdf.

Cena, F., Farzan, R., & Lops, P. (2009). *Web 3.0: Merging semantic web with social web*. Paper presented at the HT 09 in June 29-July 1. Torino, Italy.

Coffrin, C., Corrin, L., de Barba, P., & Kennedy, G. (2014, March). Visualizing patterns of student engagement and performance in MOOCs. In P*roceedings of the fourth international conference on learning analytics and knowledge* (pp. 83-92). ACM.

Educause (2010). 7 *Things you should know about analytics*, EDUCAUSE 7 Things you should know series. Retrieved June 30, 2015 from http://www.educause.edu/ir/library/pdf/ELI7059.pdf

Elias, T. (2011). *Learning analytics: Definitions, processes and potential*. Retrieved April 10, 2014 from http://learninganalytics.net/LearningAnalyticsDefinitionsProcessesPotential.pdf

Ferguson, R. (2012). *The state of learning analytics in 2012: A review and future challenges*. (Technical Report KMI-2012). Retrieved from http://kmi.open.ac.uk/publications/techreport/kmi-12-01

Jeong, H., & Biswas, G. (2008, June). Mining student behavior models in learning-by-teaching environments. In *Educational Data Mining,* 2008.

Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A., & Haywood, K. (2011). *The 2011 Horizon Report*. Austin,Texas: The New Media Consortium.

Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A., & Haywood, K. (2012). *The 2012 Horizon Report*. Austin,Texas: The New Media Consortium.

Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A., & Haywood, K. (2013). *The 2013 Horizon Report*. Austin,Texas: The New Media Consortium.

Johnson, L., Smith, R., Willis, H., Levine, A., & Haywood, K. (2014). *The 2014 Horizon Report*. Austin,Texas: The New Media Consortium.

Hernández-García, Á., González-González, I., Jiménez-Zarco, A. I., & Chaparro-Peláez, J. (2015). Applying social learning analytics to message boards in online distance learning: A case study. *Computers in Human Behavior, 47*, 68-80.

Liñán, L. C., & Pérez, Á. A. J. (2015). Educational data mining and learning analytics: differences, similarities, and time evolution. RUSC. *Universities and Knowledge Society Journal, 12*(3), 98-112.

Morris, R. D. (2011). Web 3.0: Implications for online learning. *TechTrends, 55*(1), 42-46.

O'Reilly, T. (2009). *What is web 2.0.* "O'Reilly Media, Inc".

Palazuelos, C., García-Saiz, D., & Zorrilla, M. (2013). Social network analysis and data mining: an

www.kci.go.kr

application to the e-learning context. In Computational Collective Intelligence. *Technologies and Applications* (pp. 651-660). Springer Berlin Heidelberg.

Papamitsiou, Z., & Economides, A. (2014). Learning analytics and educational data mining in practice: A systematic literature review of empirical evidence. *Educational Technology & Society, 17*(4), 49-64.

Papamitsiou, Z. K., Terzis, V., & Economides, A. A. (2014, March). Temporal learning analytics for computer based testing. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Learning Analytics And Knowledge* (pp. 31-35). ACM.

Romero, C., & Ventura, S. (2010). Educational data mining- A review of the state of the art. *Systems, Man, and Cybernetics, Part C- Applications and Reviews, IEEE Transactions on, 40*(6), 601-618.

Schroeder, U. (2009). Web-based learning-yes we can!. In *advances in Web Based Learning-ICWL 2009* (pp. 25-33). Springer Berlin Heidelberg.

Scott, J. (1990). *A matter of record: documentary sources in social research. cambridge*, UK: Polity Press.

Siemens, G. (2010). *What are learning analytics?* Retrieved February 10, 2015, from http://www.elearnspace.org/blog/2010/08/25/what-are-learning-analytics/

Tane, J., Schmitz, C., & Stumme, G. (2004, May). Semantic resource management for the web: an e-learning application. In *Proceedings of the 13th international World Wide Web conference on Alternate track papers & posters* (pp. 1-10). ACM.

U.S., Department of Education, office of Educational Technology. (2012). *Enhancing teaching and learning through educational data mining and learning analytics: An issue brief*, Washington, D. C.

Yadav, S. K., & Pal, S. (2012). Data mining: A prediction for performance improvement of engineering students using classification. a*rXiv preprint arXiv:1203.3832.*

투고일 : 2015.11.15 / 심사일 : 2015.12.10 / 심사완료일 : 2015.12.20

www.kci.go.kr

〈요 약〉

해외 학습분석학(Learning Analytics) 연구에 대한 동향 분석: 실증 연구 중심으로

안 미 리 (한양대학교)
최 윤 영 (한양사이버대학교)
고 윤 미 (한양대학교)
배 윤 희 (한양대학교)

다양한 기술의 발달은 교육환경에 많은 변화를 시키고 있다. 특히 인터넷의 발달로 인한 VLEs/LMSs. MOOC, 웹과 같은 학습환경은 학습자들에게 보다 효율적으로 학습할 수 있는 환경을 제공해줄 수 있게 되었다. 이러한 학습환경에서 수집된 방대한 자료를 분석하고, 이를 통해 학습유형을 이해하고, 학습성과를 예측하며, 교수전략 개발 등을 가능하게 하는 학습분석학에 대한 관심이 높아지고 있으며, 이를 활용한 실증 연구들이 활발하게 이루어지고 있다. 하지만 국내외 학습분석학의 연구 목적, 학습분석학이 활용될 수 있는 학습환경과 적용가능한 자료분석방법에 관한 정보가 충분히 정리되어 있지 않다. 따라서 본 연구에서는 학습분석학에 관한 해외 문헌 동향을 정리하고자 하였다. 본 연구는 2013년 9월부터 2015년 8월까지 학습분석학이 적용된 해외 실증 연구 총 154편을 리뷰하였으며, Papamitsiou와 Economides(2014)의 학습분석학 문헌연구에서 사용된 연구 목적, 학습환경, 그리고 자료분석방법에 따라 세 분야에 대한 연구 동향을 분석하였다. 문헌 분석 결과 (1) 연구 목적은 학습성과예측, 교수전략 제안과 학생 행동 모델링, (2) 학습환경은 VLE/LMSs과 웹기반 교육, 그리고 (3) 자료분석방법으로는 통계 기법이 많이 활용되었다. 자료분석방법은 Text Mining과 Social Network Analysis 방법과 같이 다양한 방법이 고르게 사용되었으며, 더하여 새롭게 Bayesian Inference Network, Machine Learning 등과 같은 자료분석방법이 활용되었다. 이러한 연구 결과에 기반을 두어 국내 학습분석학 연구를 위해 시사점을 제언하였다. 국내 연구에서도 MOOC/사회적 학습, 인지적 튜터 시스템, 모바일과 같은 학습환경에서 학생 및 학생 행동 모델링 등과 같은 연구 목적과 자료분석방법을 포함한 다양한 연구와 함께 학습분석학의 새로운 개념화와 연결되는 연구가 필요하다. 또한 교육에서의 데이터 활용은 교육공학 분야에 큰 시사점을 준다. 교수설계, 교수전략, 성취도 평가와 피드백, 시각화 자료 등은 학습과정을 객관화할 수 있어 학습자 중심의 교수설계에 시사점을 준다. 최근 활성화되는 하이브리드 교수법에 대한 효과성과 자기주도성 등 교육공학의 온·오프라인 학습환경 개선 연구에 기여할 수 있을 것을 기대한다.

주제어 : 학습분석학, 실증 연구, 체계적 문헌 분석, Learning Analytics

www.kci.go.kr

부록 1

Abeer, W., & Miri, B. (2014). Students' preferences and views about learning in a MOOC. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 152*, 318-323. **[s77]**

Acosta, O. C., Behar, P. A., & Berni Reategui, E. (2014, October). Content recommendation in an inquiry-based learning environment. In *Frontiers in Education Conference (FIE), 2014 IEEE* (pp. 1-6). **[s54]**

Agudo-Peregrina, Á. F., Iglesias-Pradas, S., Conde-González, M. Á., & Hernández-García, Á. (2014). Can we predict success from log data in VLEs? Classification of interactions for learning analytics and their relation with performance in VLE-supported F2F and online learning. *Computers in human behavior, 31*, 542-550. **[s30]**

Aguilar, S., Lonn, S., & Teasley, S. D. (2014, March). Perceptions and use of an early warning system during a higher education transition program. In *Proceedings of the fourth international conference on learning analytics and knowledge* (pp. 113-117). **[s78]**

Ahn, J., Weng, C., & Butler, B. S. (2013, January). The dynamics of open, peer-to-peer learning: what factors influence participation in the P2P University?. In *System Sciences (HICSS), 2013 46th Hawaii International Conference on System Sciences*(pp. 3098-3107). IEEE. **[s113]**

Akçapınar, G. (2015). How automated feedback through text mining changes plagiaristic behavior in online assignments. *Computers & Education, 87*, 123-130. **[s8]**

Aljohani, N. R., & Davis, H. C. (2013, September). Learning analytics and formative assessment to provide immediate detailed feedback using a student centered mobile dashboard. In *Next Generation Mobile Apps, Services and Technologies (NGMAST), 2013 Seventh International Conference on* (pp. 262-267). IEEE. **[s93, s94, s104, s105]**

Angeli, C., & Valanides, N. (2013). Using educational data mining methods to assess field-dependent and field-independent learners' complex problem solving. *Educational Technology Research and Development, 61*(3), 521-548. **[s131]**

Avramides, K., Hunter, J., Oliver, M., & Luckin, R. (2015). A method for teacher inquiry in cross-curricular projects: Lessons from a case study. *British Journal of Educational Technology, 46*(2), 249-264. **[s67]**

Babu, K., Kanmani, B., Gopalakrishnan, G., Girish, S., & Suryanarayan, S. (2014, December). Improvement of learning outcome and its measurement using social learning intelligence. In *Interactive Collaborative Learning (ICL), 2014 International Conference on* (pp. 459-463). **[S39, S46]**

Backer, P. R. (2014). Effectiveness of an online writing system in improving students' writing skills in

www.kci.go.kr

engineering. *Computers in Education Journal, 5*(1), 14-27. [s134]

Baik, E. J., & Reynolds, R. B. (2013). Contribution of wiki trace and wiki resource use variables towards quality of game design in a guided discovery based program of game design learning. *Proceedings of the American Society for Information Science and Technology, 50*(1), 1-4. [s121]

Baker, R. S., Ocumpaugh, J., Gowda, S. M., Kamarainen, A. M., & Metcalf, S. J. (2014). Extending log-based affect detection to a multi-user virtual environment for science. In *User Modeling, Adaptation, and Personalization* (pp. 290-300). [s3, s108]

Balogh, Z., Munk, M., & Turcani, M. (2013, October). Assessment tools and techniques for e-learning evaluation: Usage analysis and survey sampling. In *Science and Information Conference (SAI), 2013* (pp. 38-44). IEEE. [s93]

Berland, M., Martin, T., Benton, T., Petrick Smith, C., & Davis, D. (2013). Using learning analytics to understand the learning pathways of novice programmers. *Journal of the Learning Sciences, 22*(4), 564-599. [s138]

Blikstein, P. (2013, April). Multimodal learning analytics. In *Proceedings of the third international conference on learning analytics and knowledge* (pp. 102-106). [s56, s57, s58]

Bogarín, A., Romero, C., Cerezo, R., & Sánchez-Santillán, M. (2014, March). Clustering for improving educational process mining. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Learning Analytics And Knowledge* (pp. 11-15). [s1]

Bydžovská, H., & Popelínský, L. (2014, July). The influence of social data on student success prediction. In *Proceedings of the 18th International Database Engineering & Applications Symposium* (pp. 374-375). [s28]

Calvert, C. E. (2014). Developing a model and applications for probabilities of student success: a case study of predictive analytics. Open Learning: The Journal of Open, *Distance and e-Learning, 29*(2), 160-173. [s35, s80]

Černezel, A., Karakatič, S., Brumen, B., & Podgorelec, V. (2014). Predicting grades based on students' online course activities. In *Knowledge Management in Organizations* (pp. 108-117). [s30, s33. s34]

Champaign, J., Colvin, K. F., Liu, A., Fredericks, C., Seaton, D., & Pritchard, D. E. (2014, March). Correlating skill and improvement in 2 MOOCs with a student's time on tasks. In *Proceedings of the first ACM conference on Learning@ scale conference* (pp. 11-20). [s111, s113, s118]

Charleer, S., Klerkx, J., Odriozola, S., Luis, J., & Duval, E. (2013, December). Improving awareness and reflection through collaborative, interactive visualizations of badges. In *ARTEL13: Proceedings of the 3rd Workshop on Awareness and Reflection in Technology-Enhanced Learning* (Vol. 1103, pp. 69-81). [s64. s65]

Cheng, M. T., Lin, Y. W., & She, H. C. (2015). Learning through playing Virtual Age: Exploring the interactions among student concept learning, gaming performance, in-game behaviors, and the use of

www.kci.go.kr

in-game characters. *Computers & Education, 86*, 18-29. **[s17, s131, s134]**

Chorianopoulos, K., Giannakos, M. N., & Chrisochoides, N. (2014, March). Open system for video learning analytics. In *Proceedings of the first ACM conference on Learning@ scale conference* (pp. 153-154). **[s23]**

Coffrin, C., Corrin, L., de Barba, P., & Kennedy, G. (2014, March). Visualizing patterns of student engagement and performance in MOOCs. In *Proceedings of the fourth international conference on learning analytics and knowledge* (pp. 83-92). **[s10, s12, s13, s36. s38. s39]**

Conejo, R., Guzmán, E., Perez-De-La-Cruz, J. L., & Barros, B. (2014). An empirical study on the quantitative notion of task difficulty. *Expert Systems with Applications, 41*(2), 594-606. **[s97, s98]**

Corrin, L., & de Barba, P. (2015, March). How do students interpret feedback delivered via dashboards?. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Learning Analytics And Knowledge* (pp. 430-431). **[s94]**

Davoodi, A., Kardan, S., & Conati, C. (2013). Understanding users' interaction behavior with an intelligent educational game: prime climb. In *AIED 2013 Workshops Proceedings Volume 2 Scaffolding in Open-Ended Learning Environments (OELEs)* (p. 9). **[s21]**

Desai, N. S., Bunch, P. M., DiSalvo, D. N., O'Brien, R., Andriole, K. P., Smith, T., & Durfee, S. M. (2015). The use of an integrated website to enhance the educational experience in a medical school radiology clerkship course. *Current problems in diagnostic radiology*. **[s125, s126, s140, s141]**

Dillahunt, T., Chen, B., & Teasley, S. (2014, March). Model thinking: Demographics and performance of MOOC students unable to afford a formal education. In *Proceedings of the first ACM conference on Learning at Scale conference* (pp. 145-146). **[s39]**

Dodge, B., Whitmer, J., & Frazee, J. P. (2015, March). Improving undergraduate student achievement in large blended courses through data-driven interventions. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Learning Analytics And Knowledge* (pp. 412-413). **[s78, s79]**

Duffy, M. C., & Azevedo, R. (2015). Motivation matters: Interactions between achievement goals and agent scaffolding for self-regulated learning within an intelligent tutoring system. *Computers in Human Behavior, 52*, 338-348. **[s70, s73, s101, s103]**

Duran, M. (2014). A study on 7 th grade students' inquiry and communication competencies. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 116*, 4511-4516. **[s19]**

Ebner, M., Schön, M., Taraghi, B., & Steyrer, M. (2013). Teachers little helper: multi-math-coach. In *Proceedings of the IADIS International Conference e-Learning* (pp. 183-190). **[s100, s101]**

Fessl, A., Wesiak, G., & Luzhnica, G. Application overlapping user profiles to foster reflective learning at work. In *ARTEL14: Proceedings of the 4th Workshop on Awareness and Reflection in Technology-Enhanced Learning* (Vol. 1238, pp. 51-64). **[s68]**

www.kci.go.kr

Fidalgo-Blanco, Á., Sein-Echaluce, M. L., García-Peñalvo, F. J., & Conde, M. Á. (2015). Using Learning Analytics to improve teamwork assessment. *Computers in Human Behavior, 47*, 149-156. **{s94}**

García-Saiz, D., Palazuelos, C., & Zorrilla, M. (2014). Data mining and social network analysis in the educational field: An application for non-expert users. In *Educational Data Mining* (pp. 411-439). **{s123}**

Gasevic, D., Kovanovic, V., Joksimovic, S., & Siemens, G. (2014). Where is research on massive open online courses headed? A data analysis of the MOOC Research Initiative. *The International Review Of Research In Open And Distributed Learning, 15*(5). **{s112, s114, s116}**

Gašević, D., Mirriahi, N., & Dawson, S. (2014, March). Analytics of the effects of video use and instruction to support reflective learning. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Learning Analytics And Knowledge* (pp. 123-132). **{s73}**

Gates, K., Wilkins, D., Conlon, S., Mossing, S., & Eftink, M. (2014). Maximizing the value of student ratings through data mining. In *Educational Data Mining* (pp. 379-410). **{s90}**

Gibson, A., & Kitto, K. (2015, March). Analysing reflective text for learning analytics: an approach using anomaly recontextualisation. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Learning Analytics And Knowledge* (pp. 275-279). **{s130, s132}**

Gobert, J. D., Kim, Y. J., Sao Pedro, M. A., Kennedy, M., & Betts, C. G. (2015). Using educational data mining to assess students' skills at designing and conducting experiments within a complex systems microworld. *Thinking Skills and Creativity*. **{s41, s127}**

Gobert, J. D., Sao Pedro, M., Raziuddin, J., & Baker, R. S. (2013). From log files to assessment metrics: Measuring students' science inquiry skills using educational data mining. *Journal of the Learning Sciences, 22*(4), 521-563. **{s101}**

Goda, Y., Yamada, M., Kato, H., Matsuda, T., Saito, Y., & Miyagawa, H. (2015). Procrastination and other learning behavioral types in e-learning and their relationship with learning outcomes. *Learning and Individual Differences, 37*, 72-80. **{s14}**

Gotthardt, K., Krämer, B. J., Magenheim, J., & Neugebauer, J. (2014). On benefits of interactive online learning in higher distance education: Repeating a learning analytics project in the context of programming education. *International Journal on Advances in Life Sciences, 6*(3-4), 350-363. **{s125, s126}**

Grau-Valldosera, J., & Minguillón, J. (2014). Rethinking dropout in online higher education: The case of the Universitat Oberta de Catalunya. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning, 15*(1). **{s79}**

Guo, N. Y., Rui, J., & Chen, M. (2013). Educational data visualization via WebGIS technology. *Information Technology Journal, 12*(15), 3484. **{s110}**

www.kci.go.kr

Han, J. H. (2014). Unpacking and repacking the factors affecting students' perceptions of the use of classroom communication systems (CCS) technology. *Computers & Education, 79*, 159-176. **[s135]**

He, W. (2013). Examining students' online interaction in a live video streaming environment using data mining and text mining. *Computers in Human Behavior, 29*(1), 90-102. **[s9. s11. s13]**

Hering, W., Huppertz, H., Krämer, B. J., Magenheim, J., Neugebauer, J., & Schreier, S. (2014). On benefits of interactive online learning in higher distance education. In *Proceedings of 2014: The Sixth International Conference on Mobile, Hybrid & On-line Learning* (pp. 54-62). **[s40, s45, s119, s123]**

Hernández-García, Á., González-González, I., Jiménez-Zarco, A. I., & Chaparro-Peláez, J. (2015). Applying social learning analytics to message boards in online distance learning: A case study. *Computers in Human Behavior, 47*, 68-80. **[s45]**

Hershkovitz, A., de Baker, R. S. J., Gobert, J., Wixon, M., & Sao Pedro, M. (2013). Discovery with models a case study on carelessness in computer-based science inquiry. *American Behavioral Scientist, 57*(10), 1480-1499. **[s22]**

Iglesias-Pradas, S., Ruiz-de-Azcárate, C., & Agudo-Peregrina, Á. F. (2015). Assessing the suitability of student interactions from Moodle data logs as predictors of cross-curricular competencies. Computers in Human Behavior, 47, 81-89. **[s3, s4]**

Jo, I. H., Kim, D., & Yoon, M. (2014, March). Analyzing the log patterns of adult learners in LMS using learning analytics. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Learning Analytics And Knowledge* (pp. 183-187). **[s30]**

Jo, I. H., Kim, D., & Yoon, M. (2015). Constructing proxy variables to measure adult learners' time management strategies in LMS. *Journal of Educational Technology & Society, 18*(3), 214-225. **[s30]**

Joksimović, S., Gašević, D., Loughin, T. M., Kovanović, V., & Hatala, M. (2015). Learning at distance: Effects of interaction traces on academic achievement. *Computers & Education, 87*, 204-217. **[s19]**

Jugo, I., Kovačić, B., & Tijan, E. (2015). Cluster analysis of student activity in a web-based intelligent tutoring system. *Pomorstvo: Scientific Journal of Maritime Research, 29*(1), 75-83. **[s128]**

Junco, R., & Clem, C. (2015). Predicting course outcomes with digital textbook usage data. *The Internet and Higher Education, 27*, 54-63. **[s51]**

Kawase, R., & Parmaxi, A. (2013). *Online student engagement as formative assessment*. Paper presented at the CEUR Workshop Proceedings. **[s98]**

Kennedy, G., Coffrin, C., de Barba, P., & Corrin, L. (2015, March). Predicting success: how learners' prior knowledge, skills and activities predict MOOC performance. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Learning Analytics And Knowledge* (pp. 136-140). **[s36]**

Kennedy, G., Ioannou, I., Zhou, Y., Bailey, J., & O'Leary, S. (2013). Mining interactions in immersive

www.kci.go.kr

learning environments for real-time student feedback. *Australasian Journal of Educational Technology, 29*(2). [s102]

Kizilcec, R. F., Papadopoulos, K., & Sritanyaratana, L. (2014, April). Showing face in video instruction: effects on information retention, visual attention, and affect. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2095-2102). [s79, s86]

Kjærgaard, T., & Sorensen, E. K. (2014). Open source learning streams in online discussions in e-learning. In R. Ørngreen, & K. Levinsen (Eds.), *Proceedings of the 13th european conference on e-learning*. (pp. 660-670). Academic Conferences and Publishing International Limited. [s95, s98]

Kleftodimos, A., & Evangelidis, G. (2014, November). Using metrics and cluster analysis for analyzing learner video viewing behaviours in educational videos. In *Computer Systems and Applications (AICCSA), 2014 IEEE/ACS 11th International Conference on* (pp. 280-287). [s15, s84]

Kobsiripat, W. (2015). Effects of the media to promote the scratch programming capabilities Creativity of elementary school students. *Procedia-Social and Behavioral Sciences, 174*, 227-232. [s134]

Kong, S. C. (2015). An experience of a three-year study on the development of critical thinking skills in flipped secondary classrooms with pedagogical and technological support. *Computers & Education, 89*, 16-31. [s46]

Kontogiannis, S., Valsamidis, S., Kazanidis, I., & Karakos, A. (2014, October). Course opinion mining methodology for knowledge discovery, based on web social media. In *Proceedings of the 18th Panhellenic Conference on Informatics* (pp. 1-6). [s111, s119]

Kovanović, V., Gašević, D., Dawson, S., Joksimović, S., Baker, R. S., & Hatala, M. (2015, March). Penetrating the black box of time-on-task estimation. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Learning Analytics And Knowledge* (pp. 184-193). [s61]

Kovanović, V., Gašević, D., Joksimović, S., Hatala, M., & Adesope, O. (2015). Analytics of communities of inquiry: Effects of learning technology use on cognitive presence in asynchronous online discussions. *The Internet and Higher Education, 27*, 74-89. [s60, s64]

Kravvaris, D., & Kermanidis, K. L. (2014). Speakers' language characteristics analysis of online educational videos. In *Artificial Intelligence Applications and Innovations* (pp. 60-69). Springer Berlin Heidelberg. [s120]

Lam-On, N., & Boongoen, T. (2014, December). Using cluster ensemble to improve classification of student dropout in Thai university. In *Soft Computing and Intelligent Systems (SCIS), 2014 Joint 7th International Conference on and Advanced Intelligent Systems (ISIS), 15th International Symposium on* (pp. 452-457). IEEE. [s75, s76]

Lee, Y. J., & Lee, D. (2015). Factors influencing learning satisfaction of migrant workers in korea with

www.kci.go.kr

e-learning-based occupational safety and health education. *Safety and Health at Work, 6*(3), 211-217. **{s121}**

Leelathakul, N., & Chaipah, K. (2013, May). Quantitative effects of using facebook as a learning tool on students' performance. In *Computer Science and Software Engineering (JCSSE), 2013 10th International Joint Conference on* (pp. 87-92). **{s41}**

Leeman-Munk, S. P., Wiebe, E. N., & Lester, J. C. (2014, March). Assessing elementary students' science competency with text analytics. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Learning Analytics And Knowledge* (pp. 143-147). **{s50, s99}**

Lei, C. U., Man, K. L., & Ting, T. O. (2014). Using learning analytics to analyze writing skills of students: A case study in a technological common core curriculum course. *IAENG International Journal of Computer Science*, *41*(3). **{s59, s62, s87, s90}**

Liang, D., Jia, J., Wu, X., Miao, J., & Wang, A. (2014). Analysis of learners' behaviors and learning outcomes in a massive open online course. *Knowledge Management & E-Learning: An International Journal (KM & EL), 6*(3), 281-298. **{s37}**

Lin, C. C., & Chiu, C. H. (2013, July). Correlation between course tracking variables and academic performance in blended online courses. In *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2013 IEEE 13th International Conference on* (pp. 184-188). **{s30, s34}**

Ma, J., Han, X., Yang, J., & Cheng, J. (2015). Examining the necessary condition for engagement in an online learning environment based on learning analytics approach: The role of the instructor. *The Internet and Higher Education, 24*, 26-34. **{s17}**

Maleko, M., Hamilton, M. C., D'Souza, D., & Scholer, F. (2014, April). Understanding and analysing novice programmer interactions in a Facebook programming group. In *Teaching and Learning in Computing and Engineering (LaTiCE), 2014 International Conference on* (pp. 112-119). **{s43, s45}**

Malzahn, N., Ganster, T., Sträfling, N., Krämer, N., & Hoppe, H. U. (2013). Motivating students or teachers?. In *Scaling up learning for sustained impact* (pp. 191-204). Springer Berlin Heidelberg. **{s123}**

Manhães, L. M. B., da Cruz, S. M. S., & Zimbrão, G. (2014, March). WAVE: an architecture for predicting dropout in undergraduate courses using EDM. In *Proceedings of the 29th Annual ACM Symposium on Applied Computing* (pp. 243-247). **{s75, s106}**

Márquez-Vera, C., Cano, A., Romero, C., & Ventura, S. (2013). Predicting student failure at school using genetic programming and different data mining approaches with high dimensional and imbalanced data. *Applied intelligence, 38*(3), 315-330. **{s28, s75}**

McCreery, M. P., Vallett, D. B., & Clark, C. (2015). Social interaction in a virtual environment: Examining socio-spatial interactivity and social presence using behavioral analytics. *Computers in Human*

www.kci.go.kr

Behavior, 51, 203-206. **[s2, s89]**

Melero, J., Hernández Leo, D., Sun, J., Santos, P., & Blat, J. (2015). How was the activity? A visualization support for a case of location based learning design. *British Journal of Educational Technology, 46*(2), 317-329. **[s141]**

Minami, T., & Ohura, Y. (2013, August). Investigation of students' attitudes to lectures with text-analysis of questionnaires. In *Advanced Applied Informatics (IIAIAAI), 2013 IIAI International Conference on* (pp. 56-61). **[s40, s43, s46]**

Mittal, M., & Sureka, A. (2014, May). Process mining software repositories from student projects in an undergraduate software engineering course. In *Companion Proceedings of the 36th International Conference on Software Engineering* (pp. 344-353). **[s125]**

Mödritscher, F., Andergassen, M., & Neumann, G. (2013, September). Dependencies between e-learning usage patterns and learning results. In *Proceedings of the 13th International Conference on Knowledge Management and Knowledge Technologies* (p. 24). **[s29, s30, s33, s34]**

Nespereira, C. G., Dai, K., Redondo, R. P. D., & Vilas, A. F. (2014, October). Is the LMS access frequency a sign of students' success in face-to-face higher education?. In *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 283-290). **[s1, s76]**

Niemann, K., & Wolpers, M. (2014). Usage-based clustering of learning resources to improve recommendations. In *Open Learning and Teaching in Educational Communities* (pp. 317-330). **[s107, s120]**

Nistor, N., Baltes, B., Dascălu, M., Mihăilă, D., Smeaton, G., & Trăuşan-Matu, Ş. (2014). Participation in virtual academic communities of practice under the influence of technology acceptance and community factors. A learning analytics application. *Computers in Human Behavior, 34*, 339-344. **[s30, s42]**

Ortega, A. C., Blanco, R. R., & Diaz, Y. Á. (2014). Educational data mining: User categorization in virtual learning environments. In *Soft Computing for Business Intelligence* (pp. 225-237). **[s1]**

Oviatt, S. (2013, December). Problem solving, domain expertise and learning: Ground-truth performance results for math data corpus. In *Proceedings of the 15th ACM on International conference on multimodal interaction* (pp. 569-574). **[s57, s58]**

Oviatt, S., & Cohen, A. (2013, December). Written and multimodal representations as predictors of expertise and problem-solving success in mathematics. In *Proceedings of the 15th ACM on International conference on multimodal interaction* (pp. 599-606). **[s58]**

Oviatt, S., & Cohen, A. (2014, November). Written activity, representations and fluency as predictors of domain expertise in mathematics. In *Proceedings of the 16th International Conference on Multimodal Interaction* (pp. 10-17). **[s137]**

www.kci.go.kr

Palazuelos, C., García-Saiz, D., & Zorrilla, M. (2013). Social network analysis and data mining: an application to the e-learning context. In *Computational Collective Intelligence. Technologies and Applications* (pp. 651-660). **[s45, s85]**

Papamitsiou, Z., & Economides, A. (2014, July). The effect of personality traits on students' performance during computer-based testing: A study of the big five inventory with temporal learning analytics. In *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2014 IEEE 14th International Conference on* (pp. 378-382). **[s52, s54]**

Papamitsiou, Z., & Economides, A. A. (2015). Temporal learning analytics visualizations for increasing awareness during assessment. RUSC. *Universities and Knowledge Society Journal, 12*(3), 129-147. **[s72]**

Pardo, A., Ellis, R. A., & Calvo, R. A. (2015, March). Combining observational and experiential data to inform the redesign of learning activities. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Learning Analytics And Knowledge* (pp. 305-309). **[s2, s8, s30, s34]**

Pedro, M. S., Jiang, Y., Paquette, L., Baker, R. S., & Gobert, J. (2014). Identifying transfer of inquiry skills across physical science simulations using educational data mining. *Proceedings of International Conference of the Learning Sciences, ICLS, 1(January)*, 222-229. **[s96, s98]**

Rayón, A., Guenaga, M., & Núñez, A. (2014, September). Integrating and visualizing learner and social data to elicit higher-order indicators in SCALA dashboard. In *Proceedings of the 14th International Conference on Knowledge Technologies and Data-driven Business* (p. 28). **[s93]**

Rayón, A., Guenaga, M., & Núñez, A. (2014, October). Supporting competency-assessment through a learning analytics approach using enriched rubrics. In *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality* (pp. 291-298). ACM. **[s110]**

Reese, D. D., Tabachnick, B. G., & Kosko, R. E. (2015). Video game learning dynamics: Actionable measures of multidimensional learning trajectories. *British Journal of Educational Technology, 46*(1), 98-122. **[s126]**

Reis, L. O., Ikari, O., Taha-Neto, K. A., Gugliotta, A., & Denardi, F. (2015). Delivery of a urology online course using moodle versus didactic lectures methods. *International journal of medical informatics, 84*(2), 149-154. **[s7, s8]**

Rendahl, M., & Breuch, L. A. K. (2013). Toward a complexity of online learning: Learners in online first-year writing. *Computers and Composition, 30*(4), 297-314. **[s8]**

Rienties, B., Toetenel, L., & Bryan, A. (2015, March). Scaling up learning design: impact of learning design activities on LMS behavior and performance. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Learning Analytics And Knowledge* (pp. 315-319). **[s29]**

Rivera-Pelayo, V., Munk, J., Zacharias, V., & Braun, S. (2013, April). Live interest meter: learning from

www.kci.go.kr

quantified feedback in mass lectures. In *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 23-27). [s26, s27]

Rodriguez Groba, A., Vazquez Barreiros, B., Lama, M., Gewerc, A., & Mucientes, M. (2014, October). Using a learning analytics tool for evaluation in self-regulated learning. In *Frontiers in Education Conference (FIE), 2014 IEEE* (pp. 1-8). [s63]

Rodríguez Triana, M. J., Martínez Monés, A., Asensio Pérez, J. I., & Dimitriadis, Y. (2015). Scripting and monitoring meet each other: Aligning learning analytics and learning design to support teachers in orchestrating CSCL situations. *British Journal of Educational Technology, 46*(2), 330-343. [s133]

Romero, C., Espejo, P. G., Zafra, A., Romero, J. R., & Ventura, S. (2013). Web usage mining for predicting final marks of students that use Moodle courses. *Computer Applications in Engineering Education, 21*(1), 135-146. [s28, s34]

Romero, C., López, M. I., Luna, J. M., & Ventura, S. (2013). Predicting students' final performance from participation in on-line discussion forums. *Computers & Education, 68*, 458-472. [s29, s29, s31, s34]

Romero, C., Zafra, A., Luna, J. M., & Ventura, S. (2013). Association rule mining using genetic programming to provide feedback to instructors from multiple choice quiz data. *Expert Systems, 30*(2), 162-172. [s91, s94]

Ruipérez-Valiente, J. A., Muñoz-Merino, P. J., Leony, D., & Kloos, C. D. (2015). ALAS-KA: A learning analytics extension for better understanding the learning process in the Khan Academy platform. *Computers in Human Behavior, 47*, 139-148. [s125]

Russell, D. M. (2014, April). Measuring learned skill behaviors post-MOOC. In *CHI'14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2233-2238). [s39]

Sabourin, J., Kosturko, L., & McQuiggan, S. (2014, March). Teacher usage behaviors within an online open educational resource repository. In *Proceedings of the first ACM conference on Learning at scale conference* (pp. 189-190). [s115]

Sahebi, S., Huang, Y., & Brusilovsky, P. (2014, January). Predicting student performance in solving parameterized exercises. In *Intelligent Tutoring Systems* (pp. 496-503). [s46]

San Pedro, M. O. Z., d Baker, R. S., & Rodrigo, M. M. T. (2014). Carelessness and affect in an intelligent tutoring system for mathematics. International *Journal of Artificial Intelligence in Education, 24*(2), 189-210. [s20]

San Pedro, M. O., Baker, R. S., Heffernan, N. T., & Ocumpaugh, J. L. (2015, March). Exploring college major choice and middle school student behavior, affect and learning: what happens to students who game the system?. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Learning Analytics And Knowledge* (pp. 36-40). [s24, s54]

www.kci.go.kr

Sardareh, S. A., Aghabozorgi, S., & Dutt, A. (2015). Applying clustering approach to analyze reflective dialogues and students' problem solving ability. *Indian Journal of Science and Technology, 8*(11). **[s48, s69]**

Scheffel, M., Drachsler, H., Stoyanov, S., & Specht, M. (2014). Quality indicators for learning analytics. *Journal of Educational Technology & Society, 17*(4), 117-132. **[s120]**

Sedrakyan, G., Snoeck, M., & De Weerdt, J. (2014). Process mining analysis of conceptual modeling behavior of novices-empirical study using JMermaid modeling and experimental logging environment. *Computers in Human Behavior, 41*, 486-503. **[s1, s6, s7, s8, s88, s92, s93, s94]**

Shea, P., & Bidjerano, T. (2014). Does online learning impede degree completion? A national study of community college students. *Computers & Education, 75*, 103-111. **[s121, s126]**

Shi, L., Cristea, A., Awan, M. S., Stewart, C., & Hendrix, M. (2013). Towards understanding learning behavior patterns in social adaptive personalized e-learning systems. **[s18, s19]**

Softic, S., Taraghi, B., Ebner, M., De Vocht, L., Mannens, E., & Van de Walle, R. (2013). Monitoring learning activities in PLE using semantic modelling of learner behaviour. In *Human Factors in Computing and Informatics* (pp. 74-90). Springer Berlin Heidelberg. **[s63]**

Srimani, P. K., & Patil, M. M. (2014, January). Regression model for edu-data in technical education system: A linear approach. In *ICT and Critical Infrastructure: Proceedings of the 48th Annual Convention of Computer Society of India-Vol II* (pp. 785-793). **[s30]**

Tabuenca, B., Kalz, M., Drachsler, H., & Specht, M. (2015). Time will tell: The role of mobile learning analytics in self-regulated learning. *Computers & Education, 89*, 53-74. **[s74]**

Tam, V., Lam, E. Y., & Huang, Y. (2014, December). Facilitating a personalized learning environment through learning analytics on mobile devices. In *Teaching, Assessment and Learning (TALE), 2014 International Conference on* (pp. 429-432). IEEE. **[s139]**

Tang, C., & Ding, X. (2014). Graduate students' creative professional virtual community behaviors and their creativity. *Computers in Human Behavior, 41*, 464-470. **[s30]**

Tarmazdi, H., Vivian, R., Szabo, C., Falkner, K., & Falkner, N. (2015, June). Using learning analytics to visualise computer science teamwork. In *Proceedings of the 2015 ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education* (pp. 165-170). **[s90, s93]**

Thompson, K. (2013, December). Using micro-patterns of speech to predict the correctness of answers to mathematics problems: An exercise in multimodal learning analytics. In *Proceedings of the 15th ACM on International conference on multimodal interaction* (pp. 591-598). **[s136, s137]**

Timmers, C. F., Walraven, A., & Veldkamp, B. P. (2015). The effect of regulation feedback in a computer-based formative assessment on information problem solving. *Computers & education, 87*, 1-9.

www.kci.go.kr

[s71, s73]

Tobarra, L., Robles-Gómez, A., Ros, S., Hernández, R., & Caminero, A. C. (2014). Analyzing the students' behavior and relevant topics in virtual learning communities. *Computers in Human Behavior, 31*, 659-669. [s5]

Troussas, C., Virvou, M., Junshean Espinosa, K., Llaguno, K., & Caro, J. (2013, July). Sentiment analysis of Facebook statuses using Naive Bayes classifier for language learning. In *Information, Intelligence, Systems and Applications (IISA), 2013 Fourth International Conference on* (pp. 1-6). IEEE. [s65]

Tsou, M. H., Jung, C. T., Allen, C., Yang, J. A., Gawron, J. M., Spitzberg, B. H., & Han, S. (2015, July). Social media analytics and research test-bed (SMART dashboard). In *Proceedings of the 2015 International Conference on Social Media & Society* (p. 2). [s117, s118]

Van Hentenryck, P., & Coffrin, C. (2014, March). Teaching creative problem solving in a MOOC. In *Proceedings of the 45th ACM technical symposium on Computer science education* (pp. 677-682). [s118]

van Leeuwen, A., Janssen, J., Erkens, G., & Brekelmans, M. (2015). Teacher regulation of multiple computer-supported collaborating groups. *Computers in Human Behavior, 52*, 233-242. [s24]

Velasquez, N. F., Fields, D., Olsen, D., Martin, T., Shepherd, M. C., Strommer, A., & Kafai, Y. B. (2014, January). Novice programmers talking about projects: What automated text analysis reveals about online Scratch users' comments. In *System Sciences (HICSS), 2014 47th Hawaii International Conference on* (pp. 1635-1644). [s19]

Volk, H., Kellner, K., & Wohlhart, D. (2015). Learning analytics for english language teaching. *Journal of Universal Computer Science, 21*(1), 156-174. [s121, s125, s126]

Vu, D., Pattison, P., & Robins, G. (2015). Relational event models for social learning in MOOCs. *Social Networks, 43*, 121-135. [s36, s81]

Waktola, D. K. (2015). Visualizing the spatial dynamics of student success. *Applied Geography, 60*, 77-83. [s53, s57, s58]

Whitmer, J., Schiorring, E., & James, P. (2014, March). Patterns of persistence: what engages students in a remedial english writing MOOC?. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Learning Analytics And Knowledge* (pp. 279-280). [s118]

Wise, A. F., Zhao, Y., & Hausknecht, S. N. (2013, April). Learning analytics for online discussions: a pedagogical model for intervention with embedded and extracted analytics. In *Proceedings of the Third International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 48-56). [s124]

Wolff, A., Zdrahal, Z., Nikolov, A., & Pantucek, M. (2013, April). Improving retention: predicting at-risk students by analysing clicking behaviour in a virtual learning environment. In *proceedings of the third international conference on learning analytics and knowledge* (pp. 145-149). [s77]

www.kci.go.kr

Worsley, M., & Blikstein, P. (2014, November). Deciphering the practices and affordances of different reasoning strategies through multimodal learning analytics. In *Proceedings of the 2014 ACM workshop on Multimodal Learning Analytics Workshop and Grand Challenge* (pp. 21-27). **[s135]**

Worsley, M., & Blikstein, P. (2015, March). Leveraging multimodal learning analytics to differentiate student learning strategies. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Learning Analytics And Knowledge* (pp. 360-367). ACM. **[s25]**

Xie, K., Yu, C., & Bradshaw, A. C. (2014). Impacts of role assignment and participation in asynchronous discussions in college-level online classes. *The Internet and Higher Education, 20*, 10-19. **[s121, s122, s123]**

Xing, W., & Goggins, S. (2015, March). Learning analytics in outer space: a Hidden Naïve Bayes model for automatic student off-task behavior detection. In *Proceedings of the Fifth International Conference on Learning Analytics And Knowledge* (pp. 176-183). **[s127, s128, s129]**

Xiong, X., Li, S., & Beck, J. E. (2013, May). Will you get it right next week: predict delayed performance in enhanced ITS mastery cycle. In *FLAIRS Conference*. **[s49]**

Yang, Y., Liu, H., Carbonell, J., & Ma, W. (2015, February). Concept graph learning from educational data. In *Proceedings of the Eighth ACM International Conference on Web Search and Data Mining* (pp. 159-168). **[s106, s109]**

Yasmin, D. (2013). Application of the classification tree model in predicting learner dropout behaviour in open and distance learning. *Distance Education, 34*(2), 218-231. **[s75, s78, s79, s80, s82, s83]**

Yoo, J., & Kim, J. (2014). Can online discussion participation predict group project performance? Investigating the roles of linguistic features and participation patterns. *International Journal of Artificial Intelligence in Education, 24*(1), 8-32. **[s31, s32]**

Yousef, A. M. F., Chatti, M. A., Schroeder, U., & Wosnitza, M. (2014, July). What drives a successful MOOC? An empirical examination of criteria to assure design quality of MOOCs. In *Advanced Learning Technologies (ICALT), 2014 IEEE 14th International Conference on* (pp. 44-48). IEEE. **[s66]**

Yu, T., & Jo, I. H. (2014, March). Educational technology approach toward learning analytics: Relationship between student online behavior and learning performance in higher education. In *Proceedings of the Fourth International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 269-270). **[s30]**

Zacharis, N. Z. (2015). A multivariate approach to predicting student outcomes in web-enabled blended learning courses. *The Internet and Higher Education*. **[s2]**

Zhou, J., Hang, K., Oviatt, S., Yu, K., & Chen, F. (2014, November). Combining empirical and machine learning techniques to predict math expertise using pen signal features. In *Proceedings of the 2014 ACM workshop on Multimodal Learning Analytics Workshop and Grand Challenge* (pp. 29-36). **[s55, s58]**

www.kci.go.kr

부록 2

집단	해당논문
s1	Bogarín, Romero, Cerezo, & Sánchez-Santillán, (2014, March); Nespereira, Dai, Redondo, & Vilas, (2014, October); Ortega, Blanco, & Diaz, (2014); Sedrakyan, Snoeck, & De Weerdt, (2014)
s2	McCreery, Vallett, & Clark, (2015); Pardo, Ellis, & Calvo, (2015, March); Zacharis, (2015)
s3	Baker, Ocumpaugh, Gowda, Kamarainen, & Metcalf, (2014); Iglesias-Pradas, Ruiz-de-Azcárate, & Agudo-Peregrina, (2015)
s4	Iglesias-Pradas, Ruiz-de-Azcárate, & Agudo-Peregrina, (2015)
s5	Tobarra, L., Robles-Gómez, A., Ros, S., Hernández, R., & Caminero, A. C. (2014)
s6	Tabuenca, Kalz, Drachsler, & Specht, (2015)
s7	Reis, Ikari, Taha-Neto, Gugliotta, & Denardi, (2015); Sedrakyan, Snoeck, & De Weerdt, (2014)
s8	Akçapınar, (2015); Pardo, Ellis, & Calvo, (2015, March); Reis, Ikari, Taha-Neto, Gugliotta, & Denardi, (2015); Rendahl, & Breuch, (2013)
s9	He, (2013)
s10	Coffrin, Corrin, de Barba, & Kennedy, (2014, March)
s11	He, (2013)
s12	Coffrin, Corrin, de Barba, & Kennedy, (2014, March);
s13	Coffrin, Corrin, de Barba, & Kennedy, (2014, March); He, (2013)
s14	Goda, Yamada, Kato, Matsuda, Saito, & Miyagawa, (2015)
s15	Kleftodimos, & Evangelidis, (2014, November)
s16	Kjærgaard, & Sorensen, (2014)
s17	Ma, Han, Yang, & Cheng, (2015)
s18	Shi, Cristea, Awan, Stewart, & Hendrix, (2013)
s19	Duran, (2014); Joksimović, Gašević, Loughin, Kovanović, & Hatala, (2015); Kjærgaard, & Sorensen, (2014); Shi, Cristea, Awan, Stewart, & Hendrix, (2013); Velasquez, Fields, Olsen, Martin, Shepherd, Strommer, & Kafai, (2014, January)
s20	San Pedro, d Baker, & Rodrigo, (2014)
s21	Davoodi, Kardan, & Conati, (2013)
s22	Hershkovitz, de Baker, Gobert, Wixon, & Sao Pedro, 2013)
s23	Chorianopoulos, Giannakos, & Chrisochoides, (2014, March)
s24	San Pedro, Baker, Heffernan, & Ocumpaugh, (2015, March); van Leeuwen, Janssen, Erkens, & Brekelmans, (2015)
s25	Worsley, & Blikstein, (2015, March)

www.kci.go.kr

집단	해당논문
s26	Rivera-Pelayo, Munk, Zacharias, & Braun, (2013, April)
s27	Rivera-Pelayo, Munk, Zacharias, & Braun, (2013, April)
s28	Bydžovská, & Popelínský, (2014, July); Márquez-Vera, Cano, Romero, & Ventura, (2013); Romero, Espejo, Zafra, Romero, & Ventura, (2013); Romero, López, Luna, & Ventura, (2013)
s29	Mödritscher, Andergassen, & Neumann, (2013, September): Rienties, Toetenel, & Bryan, (2015, March); Romero, López, Luna, & Ventura, (2013)
s30	Agudo-Peregrina, Iglesias-Pradas, Conde-González, & Hernández-García, (2014); Černezel, Karakatič, Brumen, & Podgorelec, (2014); Jo, Kim, & Yoon, (2014, March); Jo, Kim, & Yoon, (2015); Lin, & Chiu, (2013, July); Mödritscher, Andergassen, & Neumann, (2013, September); Nistor, Baltes, Dascălu, Mihăilă, Smeaton, & Trăuşan-Matu, (2014); Pardo, Ellis, & Calvo, (2015, March); Srimani, & Patil, (2014, January); Tang, & Ding, (2014); Yu, & Jo, (2014, March)
s31	Romero, López, Luna, & Ventura, (2013); Yoo, & Kim, (2014)
s32	Yoo, & Kim, (2014)
s33	Černezel, Karakatič, Brumen, & Podgorelec, (2014); Mödritscher, Andergassen, & Neumann, (2013, September)
s34	Černezel, Karakatič, Brumen, & Podgorelec, (2014); Lin, & Chiu, (2013, July); Mödritscher, Andergassen, & Neumann, (2013, September); Pardo, Ellis, & Calvo, (2015, March); Romero, Espejo, Zafra, Romero, & Ventura, (2013); Romero, López, Luna, & Ventura, (2013)
s35	Calvert, (2014)
s36	Coffrin, Corrin, de Barba, & Kennedy, (2014, March); Kennedy, Coffrin, de Barba, & Corrin, (2015, March); Vu, Pattison, & Robins, (2015)
s37	Liang, Jia, Wu, Miao, & Wang, (2014)
s38	Coffrin, Corrin, de Barba, & Kennedy, (2014, March)
s39	Babu, Kanmani, Gopalakrishnan, Girish, & Suryanarayan, (2014, December); Coffrin, Corrin, de Barba, & Kennedy, (2014, March); Dillahunt, Chen, & Teasley, (2014, March); Russell, (2014, April).
s40	Hering, Huppertz, Krämer, Magenheim, Neugebauer, & Schreier, (2014); Minami, & Ohura, (2013, August)
s41	Leelathakul, & Chaipah, (2013, May)
s42	Nistor, Baltes, Dascălu, Mihăilă, Smeaton, & Trăuşan-Matu, (2014)
s43	Maleko, Hamilton, D'Souza, & Scholer, (2014, April); Minami, & Ohura, (2013, August)
s44	Leelathakul, & Chaipah, (2013, May)
s45	Hering, Huppertz, Krämer, Magenheim, Neugebauer, & Schreier, (2014); Hernández-García, González-González, Jiménez-Zarco, & Chaparro-Peláez, (2015); Maleko, Hamilton, D'Souza, & Scholer,

www.kci.go.kr

집단	해당논문
	(2014, April); Palazuelos, García-Saiz, & Zorrilla, (2013)
s46	Babu, Kanmani, Gopalakrishnan, Girish, & Suryanarayan, (2014, December); Kong, (2015); Minami, & Ohura, (2013, August); Sahebi, Huang, & Brusilovsky, (2014, January)
s47	Gobert, Kim, Sao Pedro, Kennedy, & Betts, (2015)
s48	Sardareh, Aghabozorgi, & Dutt, (2015)
s49	Xiong, Li, & Beck, (2013, May)
s50	Leeman-Munk, Wiebe, & Lester, (2014, March)
s51	Junco, & Clem, (2015)
s52	Papamitsiou, & Economides, (2014, July)
s53	Waktola, (2015)
s54	Acosta, Behar, & Berni Reategui, (2014, October); Papamitsiou, & Economides, (2014, July); San Pedro, Baker, Heffernan, & Ocumpaugh, (2015, March)
s55	Zhou, Hang, Oviatt, Yu, & Chen, (2014, November)
s56	Blikstein, (2013, April)
s57	Blikstein, (2013, April); Waktola, (2015); Oviatt, (2013, December); Waktola, (2015)
s58	Blikstein, (2013, April); Waktola, (2015); Oviatt, (2013, December); Oviatt, & Cohen, (2013, December); Zhou, Hang, Oviatt, Yu, & Chen, (2014, November)
s59	Lei, Man, & Ting, (2014)
s60	Kovanović, Gašević, Joksimović, Hatala, & Adesope, (2015)
s61	Kovanović, Gašević, Dawson, Joksimović, Baker, & Hatala, (2015, March)
s62	Lei, Man, & Ting, (2014)
s63	Rodriguez Groba, Vazquez Barreiros, Lama, Gewerc, & Mucientes, (2014, October); Softic, Taraghi, Ebner, De Vocht, Mannens, & Van de Walle, (2013)
s64	Charleer, Klerkx, Odriozola, Luis, & Duval, (2013, December); Kovanović, Gašević, Joksimović, Hatala, & Adesope, (2015)
s65	Troussas, Virvou, Junshean Espinosa, Llaguno, & Caro, (2013, July)
s66	Charleer, Klerkx, Odriozola, Luis, & Duval, (2013, December); Yousef, Chatti, Schroeder, & Wosnitza, (2014, July)
s67	Avramides, Hunter, Oliver, & Luckin, (2015)
s68	Fessl, Wesiak, & Luzhnica, (2014)
s69	Sardareh, Aghabozorgi, & Dutt, (2015)
s70	Duffy, & Azevedo, (2015)

www.kci.go.kr

집단	해당논문
s71	Timmers, Walraven, & Veldkamp, (2015)
s72	Papamitsiou, & Economides, (2015)
s73	Duffy, & Azevedo, (2015); Gašević, Mirriahi, & Dawson, (2014, March); Timmers, Walraven, & Veldkamp, (2015)
s74	Tabuenca, Kalz, Drachsler, & Specht, (2015)
s75	Lam-On, & Boongoen, (2014, December); Manhães, da Cruz, & Zimbrão, (2014); Yasmin, (2013); Márquez-Vera, Cano, Romero, & Ventura, (2013)
s76	Nespereira, Dai, Redondo, & Vilas, (2014, October); Lam-On, & Boongoen, (2014, December)
s77	Abeer, & Miri, (2014); Wolff, Zdrahal, Nikolov, & Pantucek, (2013, April)
s78	Aguilar, Lonn, & Teasley, (2014, March); Dodge, Whitmer, & Frazee, (2015, March); Yasmin, (2013)
s79	Dodge, Whitmer, & Frazee, (2015, March); Grau-Valldosera, & Minguillón, (2014); Kizilcec, Papadopoulos, & Sritanyaratana, (2014, April); Yasmin, (2013).
s80	Calvert, (2014); Yasmin, (2013)
s81	Vu, Pattison, & Robins, (2015)
s82	Yasmin, (2013)
s83	Yasmin, (2013)
s84	Kleftodimos, & Evangelidis, (2014, November)
s85	Palazuelos, García-Saiz, & Zorrilla, (2013)
s86	Kizilcec, Papadopoulos, & Sritanyaratana, (2014, April)
s87	Lei, Man, & Ting, (2014)
s88	Sedrakyan, Snoeck, & De Weerdt, (2014)
s89	McCreery, Vallett, & Clark, (2015)
s90	Gates, Wilkins, Conlon, Mossing, & Eftink, (2014); Tarmazdi, Vivian, Szabo, Falkner, & Falkner, (2015, June); Lei, Man, & Ting, (2014)
s91	Romero, Zafra, Luna, & Ventura, (2013)
s92	Sedrakyan, Snoeck, & De Weerdt, (2014)
s93	Aljohani, & Davis, (2013, September); Balogh, Munk, & Turcani, (2013, October); Rayón, Guenaga, & Núñez, (2014, September); Sedrakyan, Snoeck, & De Weerdt, (2014); Tarmazdi, Vivian, Szabo, Falkner, & Falkner, (2015, June)
s94	Aljohani, & Davis, (2013, September); Corrin, & de Barba, (2015, March); Fidalgo-Blanco, Sein-Echaluce, García-Peñalvo, & Conde, (2015); Sedrakyan, Snoeck, & De Weerdt, (2014); Romero, Zafra, Luna, & Ventura, (2013)

www.kci.go.kr

집단	해당논문
s95	Kjærgaard, & Sorensen, (2014)
s96	Pedro, Jiang, Paquette, Baker, & Gobert, (2014)
s97	Conejo, Guzmán, Perez-De-La-Cruz, & Barros, (2014)
s98	Conejo, Guzmán, Perez-De-La-Cruz, & Barros, (2014); Kjærgaard, & Sorensen, (2014); Kawase, & Parmaxi, (2013); Pedro, Jiang, Paquette, Baker, & Gobert, (2014)
s99	Leeman-Munk, Wiebe, & Lester, (2014, March)
s100	Ebner, Schön, Taraghi, & Steyrer, (2013)
s101	Duffy, & Azevedo, (2015); Gobert, Sao Pedro, Raziuddin, & Baker, (2013); Ebner, Schön, Taraghi, & Steyrer, (2013)
s102	Kennedy, Ioannou, Zhou, Bailey, & O'Leary, (2013)
s103	Duffy, & Azevedo, (2015)
s104	Aljohani, & Davis, (2013, September)
s105	Aljohani, & Davis, (2013, September)
s106	Manhães, da Cruz, & Zimbrão, (2014, March); Yang, Liu, Carbonell, & Ma, (2015, February)
s107	Niemann, & Wolpers, (2014)
s108	Baker, Ocumpaugh, Gowda, Kamarainen, & Metcalf, (2014)
s109	Yang, Liu, Carbonell, & Ma, (2015, February)
s110	Guo, Rui, & Chen, (2013); Rayón, Guenaga, & Núñez, (2014, October)
s111	Champaign, Colvin, Liu, Fredericks, Seaton, & Pritchard, (2014, March); Kontogiannis, Valsamidis, Kazanidis, & Karakos, (2014, October)
s112	Gasevic, Kovanovic, Joksimovic, & Siemens, (2014)
s113	Ahn, Weng, & Butler, (2013, January); Champaign, Colvin, Liu, Fredericks, Seaton, & Pritchard, (2014, March)
s114	Gasevic, Kovanovic, Joksimovic, & Siemens, (2014)
s115	Sabourin, Kosturko, & McQuiggan, (2014, March)
s116	Gasevic, Kovanovic, Joksimovic, & Siemens, (2014)
s117	Tsou, Jung, Allen, Yang, Gawron, Spitzberg, & Han, (2015, July)
s118	Champaign, Colvin, Liu, Fredericks, Seaton, & Pritchard, (2014, March); Tsou, Jung, Allen, Yang, Gawron, Spitzberg, & Han, (2015, July); Van Hentenryck, & Coffrin, (2014, March); Whitmer, Schiorring, & James, (2014, March)
s119	Hering, Huppertz, Krämer, Magenheim, Neugebauer, & Schreier, (2014); Kontogiannis, Valsamidis, Kazanidis, & Karakos, (2014, October)

www.kci.go.kr

집단	해당논문
s120	Niemann, & Wolpers, (2014); Kravvaris, & Kermanidis, (2014); Scheffel, Drachsler, Stoyanov, & Specht, (2014)
s121	Baik, & Reynolds, (2013); Lee, & Lee, (2015); Shea, & Bidjerano, (2014); Volk, Kellner, & Wohlhart, (2015); Xie, Yu, & Bradshaw, (2014)
s122	Xie, Yu, & Bradshaw, (2014)
s123	García-Saiz, Palazuelos, & Zorrilla, (2014); Hering, Huppertz, Krämer, Magenheim, Neugebauer, & Schreier, (2014); Malzahn, Ganster, Sträfling, Krämer, & Hoppe, (2013); Xie, Yu, & Bradshaw, (2014)
s124	Wise, Zhao, & Hausknecht, (2013, April)
s125	Desai, Bunch, DiSalvo, O'Brien, Andriole, Smith, & Durfee, (2015); Gotthardt, Krämer, Magenheim, & Neugebauer, (2014); Mittal, & Sureka, (2014, May); Ruipérez-Valiente, Muñoz-Merino, Leony, & Kloos, (2015); Volk, Kellner, & Wohlhart, (2015)
s126	Desai, Bunch, DiSalvo, O'Brien, Andriole, Smith, & Durfee, (2015); Gotthardt, Krämer, Magenheim, & Neugebauer, (2014); Reese, Tabachnick, & Kosko, (2015); Shea, & Bidjerano, (2014); Volk, Kellner, & Wohlhart, (2015)
s127	Gobert, Kim, Sao Pedro, Kennedy, & Betts, (2015); Xing, & Goggins, (2015, March)
s128	Jugo, Kovačić, & Tijan, (2015); Xing, & Goggins, (2015, March)
s129	Xing, & Goggins, (2015, March)
s130	Gibson, & Kitto, (2015, March)
s131	Angeli, & Valanides, (2013); Cheng, Lin, & She, (2015)
s132	Gibson, & Kitto, (2015, March)
s133	Rodríguez Triana, Martínez Monés, Asensio Pérez, & Dimitriadis, (2015)
s134	Backer, (2014); Cheng, Lin, & She, (2015); Kobsiripat, (2015)
s135	Han, (2014); Worsley, & Blikstein, (2014, November)
s136	Thompson, (2013, December)
s137	Oviatt, & Cohen, (2014, November); Thompson, (2013, December)
s138	Berland, Martin, Benton, Petrick Smith, & Davis, (2013)
s139	Tam, Lam, & Huang, (2014, December)
s140	Desai, Bunch, DiSalvo, O'Brien, Andriole, Smith, & Durfee, (2015)
s141	Desai, Bunch, DiSalvo, O'Brien, Andriole, Smith, & Durfee, (2015); Melero, Hernández Sun, Santos, & Blat, (2015).

www.kci.go.kr