

창조 경제 비타민 L프로젝트 위탁연구

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

2015. 01. 31.



제 출 문

서울시 교육감 귀하

본 보고서를 '학습분석 모델 및 확장 방안 연구' 최종보고서로 제출합니다.

2015년 1월 31일

- o 연구기간 : 2014년 9월 11일 ~ 2015년 1월 31일
- o 연구기관 : 서울대학교
- o 연구책임자 : 나 일 주 (서울대학교, 교수)
- o 공동연구원 : 임 철 일 (서울대학교, 교수)
조 영 환 (서울대학교, 교수)

연구책임자

나일주 (서울대학교, 교수)

공동연구원

임철일 (서울대학교, 교수)

조영환 (서울대학교, 교수)

연구원

박태경 (서울대학교, 박사과정) 연혜선 (서울대학교, 박사과정)

사정인 (서울대학교, 박사과정) 유미나 (서울대학교, 박사과정)

서승일 (서울대학교, 석사과정) 최효선 (서울대학교, 박사과정)

연구협력진

김진숙 (KERIS, 본부장) 김태현 ((주)다우인큐브, 부장)

정광훈 (KERIS, 부장) 정현우 ((주)다우인큐브, 차장)

정의석 (KERIS, 선임연구원) 송준열 (KERIS, 연구원)

연구에 도움을 주신 분들

강장목 (고려대학교, 교수)

이은상 (신방학중학교, 교사)

김성옥 (논현초등학교, 교사)

임연숙 (한양사이버대학교, 교수)

김유정 (덕수중학교, 교사)

전홍수 (송파중학교, 교사)

류정한 (둔촌초등학교, 교사)

정인성 (일본 International Christian University, 교수)

손범석 (서울이태원초등학교, 교사)

조일현 (이화여자대학교, 교수)

신종호 (서울대학교, 교수)

황광원 (가체울중학교, 교사)

안은경 (강북중학교, 교사)

Pardo, Abelardo (Univ. of Sydney)

양민종 (경목초등학교, 교장)

Fortenbacher, Albrecht (HTW)

육미례 (창원신월초등학교, 교사)

Robinson, Joshua (Knewton)

윤성로 (서울대학교, 교수)

Law, Nancy (Univ. of Hong Kong)

이문용 (KAIST, 교수)

Griffin, Patrick (Univ. of Melbourne)

이선연 (월정초등학교, 교사)

이 연구는 2014년 9월 ~ 2015년 1월 동안 미래창조과학부와 교육부의 협업 기반으로 진행되는 교육·학습분야 창조경제 비타민L 프로젝트인 【교수·학습지원 플랫폼 및 학습활동 분석 기술 개발】 사업의 1차년도 위탁연구비로 서울대학교 교육학과 연구팀에 의해서 수행되었으며, 연구에서 제시된 대안이나 의견 등은 미래창조과학부 및 교육부의 공식 의견이 아니라 연구진의 견해임을 밝혀둡니다.

머리말

교육은 미래를 위한 사업이다. 지난 수십 년간에 이룬 기술적 성과들은 인류 문명사에서 가장 의미 깊은 업적들이 될 가능성이 높다. 그 중심에는 컴퓨터가 있다. 제 4의 두뇌로 일컬어지는 컴퓨터가 인간의 두뇌를 보완하면서 교육에서도 많은 변화들이 생겨나고 있다. 교육의 환경이 변하고 방식이 변하며 이를 지원하는 시스템도 변화한다. 네트워크와 클라우드로 대변되는 디지털 모바일 환경은 ‘스마트 교실’, ‘미래학교’ 등으로 표현되는 새로운 교육환경에 대한 비전으로 가지게 한다. 비전하는 미래의 모습은 현재의 행위를 규정하게 되며 수행되는 현재의 행위는 구체적인 미래의 모습을 드러내게 한다. 교육의 미래 비전은 ‘스마트’라는 어휘가 대변하는 것 같다. 어떤 교육이 과연 스마트한 교육일까? 만약 발달된 테크놀로지를 활용하여 미래의 교육을 스마트하게 구성해 간다면 어떠한 것들을 해 나가야 할까?

이 연구는 스마트한 미래의 교육을 현실화하기 위한 첫발을 내딛는 연구들 중의 하나로서 ‘학습분석’의 분석 모형과 구체적인 분석데이터 수집 및 축적을 위한 개념틀을 개발하는 것을 그 중심주제로 하는 연구이다. 학습분석은 실증적인 근거자료를 통해 교육의 실천방법을 개선하고 제안할 수 있는 ‘개혁 주도력’을 가지는 도구가 될 잠재력이 있다. 이 연구의 배경에 미래창조과학부의 ‘미래창조를 위한 비타민 L 프로젝트’, 한국교육학술정보원의 전자교과서 개발 활용 및 보급사업, 서울대학교가 추구하는 빅데이터의 창조적 활용(CUBE: Creative Use of Big-data in Education) 연구 프레임 워크, 서울시가 구상하는 ‘미래학교’의 모습이 그려져 있다는 점에서 이 연구가 우리나라 교육에 의미하는 바는 심대하다 하겠다.

이 연구를 위해 애쓰신 관계기관의 여러분들에게 감사의 말씀을 전한다. 미래창조과학부와 교육부의 교육에 대한 애정과 비전이 없었다면 이 프로젝트 자체가 성립되지 않았을 것이다. 감사의 마음을 전한다. 서울시 교육청의 교육감, 담당과장, 장학관, 장학사 여러분들의 관심과 조언이 큰 도움이 되었다. 교육청은 일선의 자료수집을 위한 모든 편의를 제공해 주었다. 한국교육학술정보원의 담당본부장, 담당연구원은 조정역할 뿐만 아니라 연구의 내용에 대한 많은 조언을 주었다. 덧붙여 해외의 전문가들을 초청

하여 치러진 국제학술포럼을 개최하는 데에 큰 도움을 주었다. 학습분석 시스템을 개발하는 두 개의 업체는 연구팀이 학습분석의 틀을 보다 현실적으로 만들 수 있도록 하는 데에 도움을 주었다. 이 외에도 많은 분들의 도움이 있었다. 전문가로서 자문을 하여주신 분들, 모형과 메트릭스의 타당화 과정에서 수고해 주신 여러 전문가 교수님들, 포럼에 기꺼이 발표를 하여주신 국내외 교수님들 모두에게 고마운 마음을 전한다. 끝으로 직접 연구에 참여하여 주신 두 분 교수님들과 연구원과 연구보조원 모두에게 감사드린다. 특히 프로그램 매니저의 역할을 하여준 연구원은 짧은 기간의 밀도 높은 연구에 모든 혼신을 아끼지 않았다.

이 연구는 장거리 마라톤을 뛰기 위한 하나의 시작신호이다. 스마트한 미래 교육을 위한 의미 있는 신호이기를 기대해 본다.

2015년 1월

모든 연구원들을 대표하여

연구책임자 나 일 주

요 약

이 연구는 미래창조과학부와 교육부의 창조비타민 L프로젝트 중 교육·학습분야 과제의 위탁연구로서 3개년에 걸쳐 진행될 예정인 【교수·학습지원 플랫폼 및 학습활동 분석 기술 개발】 사업의 첫 번째 해의 해당분이다. 이 연구는 명실 공히 정부와 산학 공동연구로서 학계에서는 이론적 바탕을 마련하고 산업체에서는 데이터 분석을 위한 시스템을 개발하며 학교와 교육청에서는 실제 분석 대상이 될 데이터를 제공하는 것을 각자의 역할로 하고 있다. 특히 일선의 교육현장을 관찰하는 서울시 교육청은 ‘미래학교’ 프로젝트의 일환으로 학습분석의 결과들을 학습자와 교사 및 관련 교육 당사자들에게 제공한다는 청사진을 가지고 있다.

이 연구는 이러한 배경 속에서 세 가지 목적을 가지고 약 5개월에 걸쳐 수행되었다. 첫째, 학습분석의 데이터를 수집하고 축적할 수 있는 교육데이터의 자료수집 틀을 개발하는 것이다. 이것은 의미 있는 교육적 요소들을 단위화하여 소위 메트릭스(metrics)라 부르는 수량화 할 수 있는 지표들의 모음으로 정하는 것을 그 중심 과업으로 한다.

둘째, 학습분석의 일반적 절차와 과정을 안내할 수 있는 학습분석의 모델을 개발하는 것이다. 학습분석은 보통의 빅데이터 분석과는 달리 인간의 성장과 발달을 배경으로 하며 여기에는 정서, 인지, 가치, 윤리 등 컴퓨터가 생성해내는 양적인 데이터만으로는 판단해 낼 수 없는 영역들을 포함한다. 학습분석의 모델은 학습환경과 교사, 학부모, 학습자 등의 역할을 고려하며 바람직한 교육적 가치를 추구하는 것이어야 한다.

셋째, 학습분석의 범위를 확장하고 활용 방안을 탐색하는 것이다. 이것은 학습분석의 결과들을 활용하는 방안, 그 결과들을 시각적 의미론적으로 제시하는 방안 등의 학습 분석 활용방안, 1차년도에 업체에서 개발한 학습분석을 위한 프로그램 도구들을 정련하고 이론적으로 개발된 학습분석 모형을 적용하고 가다듬기 위한 방안 등을 포함하고 여기에 덧붙여 이 분야의 연구를 위한 미래의 전망이 포함된다.

연구의 방법으로는 문헌연구, 국내외 전문가 포럼, 국내 현장방문, 해외 현장방문, 학교현장의 교사 인터뷰, 전문가 자문, 연구팀 회의 등 정해진 예산과 주어진 시공간적 여건 속에서 연구문제에 대한 해답을 얻기 위한 최선의 방법들이 강구되었다. 연구팀의 구성원 9인, 두 개의 개발업체, 서울시 교육청과 한국교육학술정보원의 여러 인력이 투입되었다.

연구결과는 다음과 같다.

첫째, 디지털교과서를 활용한 교실수업에서 어떠한 학습활동을 데이터로 추출할 수 있는지에 대한 지표(metrics)를 마련하였다. 이 지표는 비영리 교육자료 데이터 표준화 추진 국제컨소시엄인 IMS 글로벌의 학습활동지표 메트릭스의 개념과 이들이 제시하는 예를 참고로 우리나라 학교의 교수학습, 이러닝 교수학습, 디지털 교과서의 활용 등에 기초하여 재개념화하고 조정되었다. 이 연구에서는 학습에서 디지털화 될 수 있는 원시데이터를 기본행위, 사용자 산출물, 로그인 데이터 등의 셋으로 유형화 하였다. 이들은 다시 교수학습과 이러닝 그리고 디지털교과서 활용활동의 단위들로 재분류 되었으며 이들을 의미단위로 한 메트릭스가 시작적으로 제시되었다. 이 연구가 개발한 메트릭스에는 학습분석을 위한 데이터의 활용맥락과 활용상황이 표현되고 학습활동의 메트릭스와 아울러 결과물로서의 수행결과가 표현되었다. 학습활동지표도 우리나라의 상황에 맞도록 도구, 기본활동, 복합활동으로 나누어 제시하였다.

둘째, 학습분석의 절차와 분석과정에 대한 모델을 제안하였다. 기존의 학습분석 모형들은 데이터 반복분석에 의한 모델, 데이터와 변인의 일대일 매칭에 의한 모델 등 데이터 분석 자체에 초점을 맞추어 제시되는 경우가 대부분이었다. 이 연구에서 제시하는 네 단계 모형은 교육적으로 고려해야 하는 다양한 변인들에 중점을 두어 분석활동 이전의 목표설정 단계에서부터 가치성과 윤리성 등의 교육적 요인들을 고려할 수 있도록 하였다. 제시된 모형은 개념모형과 운영모형의 두 가지로 둘 다 전문가들의 타당도 검증을 거쳤다.

셋째, 제안한 모델에 비추어 메타인지, 교과홍미, 자기조절학습, 협력의 네 가지 영역에 대한 학습분석의 예시를 개발하였다. 위의 모델에 기초하고 데이터 메트릭스에 기초한 학습분석이 현실적으로 가능하며 제대로 기능을 하는지를 알아보기 위해 21세기 기능으로 가장 중요하게 꼽히는 네 가지 교육적 요소에 대해 학습분석의 예시를 제시하였다. 여기에는 각 요소에 대한 분석목표, 각 요소의 교육적 의미, 메트릭스 상의 위

치와 이들을 데이터화하기 위한 대표변인의 설정, 그리고 구체적인 데이터 값을 얻는 방법과 이들을 해석하기 위한 방안 및 결과자료의 활용을 위한 분석결과의 의미단위에 대한 처방 등이 개발되었다. 다만 현 시점에서 자료원이 마련되어 있지 않은 관계로 구체적인 데이터입력을 통한 결과치의 수합은 차년도 연구로 연기하기로 합의되었다.

넷째, 학습분석의 활용범위를 확장하고 향후의 활용방안을 제안하였다. 학습분석의 결과 활용은 크게 학습을 위한 계획, 조정, 통제일 것이다. 여기에는 학습분석의 결과들을 활용하는 방안, 그 결과들을 시각적 의미론적으로 제시하는 방안 등의 학습분석 활용방안, 그리고 여기에 덧붙여 이 분야의 연구를 위한 미래의 전망이 포함되었다.

이 연구는 우리나라 교육을 위한 빅데이터 분석의 기틀이 될 수 있는 학습데이터들을 수집하고 이를 분석하여 교육의 현장에 재투입함으로써 교육의 효과성과 효율성을 증진시킨다는 궁극적 목적을 가지고 출발한 범부처적 프로젝트의 시발점이 되는 선도 연구이다. 학습분석의 역사는 교육의 역사만큼이나 긴 것이었을 것이나 이를 디지털 데이터로 축적하여 실증적으로 검증하고 현실을 개선하는 것은 겨우 수년의 역사에 불과하다. 본 연구에서 제안한 분석모형과 메트릭스는 향후의 연구들을 촉발하는 촉매의 역할을 하게 될 것이다.

차례

머리말 i

요약 iii

I. 연구문제 1

1. 연구의 맥락 1
2. 연구의 목적 2
3. 용어 정리 4

II. 연구방법 5

1. 국내외 문헌연구 5
2. 국내외 학습분석 사례연구 6
3. 국내외 전문가 자문회의 및 세미나 개최 7
4. 전문가 초청 포럼 개최 10
5. 학교현장 방문 및 교사 대상 포커스그룹 인터뷰 13
6. 해외 학습분석 연구 전문가 인터뷰 및 현장방문 15
7. 학습분석 및 활용방식 검토를 위한 교사 인터뷰 16

III. 연구결과 18

1. 학습분석을 위한 학습활동 지표(metrics) 개발 18
- 가. IMS의 학습활동 지표 검토 18

나. 학습분석을 위한 학습활동 지표 수정 23

다. 학습분석에서의 학습활동 지표(안) 30

2. 학습 분석 모델 개발 34

가. 학습 분석 모델링 주요 접근 34

나. 학습분석 모델 48

3. 학습분석의 네 가지 모델링의 적용 55

가. 적용 영역의 선정 55

나. 메타인지 65

다. 교과홍미 76

라. 자기조절 86

마. 협력 102

4. 학습 분석 활용 방안 114

가. 학습분석 활용계획 114

나. 학습분석 활용사례 116

다. 학습분석의 기대효과 125

IV. 결론 및 제언 128

1. 학습분석의 실천방안 128

2. 학습분석 관련 연구 제언 129

참고문헌 132

<표 차례>

<표 1> 사례 분석 대상	6	<표 25> 자기조절학습에 대한 수준별 처방	93
<표 2> 활동표 예시(Sloep, Hummel, & Manderveld, 2005, p.151)	22	<표 26> 협력 영역의 학습 분석 대상 데이터	104
<표 3> Ascher(1976)의 교수학습활동 분류	23	<표 27> 협력 하위 영역에 대한 학습자의 자기평가 문항	106
<표 4> Horton(2006)의 이러닝 학습활동 분류	24	<표 28> 협력 하위 영역에 대한 교사용 평가 문항	107
<표 5> 미래학교 교수학습 활동 사례	27	<표 29> 협력에 대한 학습자 진단 루브릭 (교사용)	108
<표 6> 노정민 외의 연구(2013)에서 제안한 수업모형의 예(p. 60)	28	<표 30> 협력 하위 영역에 관한 수준별 처방	109
<표 7> 전문가검토 참여 전문가 명단	29	<표 31> 교육기관별 사용 플랫폼 및 분석 데이터	117
<표 8> 학습에서 디지털화될 수 있는 원시 데이터	33	<표 32> GPS의 메시지 이모티콘별 메시지 내용	124
<표 9> PISA 참여 국가/지역별 수학 성취 순위 (OECD, 2014 pg21)	56		
<표 10> 영역에 따른 21세기 필요 역량	60		
<표 11> 메타인지 하위영역에 대한 측정 변인	67		
<표 12> 메타인지 관련 학생 자기 평가 및 교사 평가 문항	70		
<표 13> 메타인지에 대한 학습자 진단 루브릭 (교사용)	71		
<표 14> 메타인지에 대한 수준별 처방	74		
<표 15> 교과홍미 해당 학습데이터 대표 변인	78		
<표 16> 교과홍미 하위영역에 대한 학습자의 자기평가 문항	79		
<표 17> 교과홍미 하위영역에 대한 교사의 학생평가 문항	79		
<표 18> 자기조절 하위영역에 대한 학생 및 교사 평가 질문 문항	80		
<표 19> 교과홍미 학습자 진단 문항	81		
<표 20> 교과홍미 수준별 처방	83		
<표 21> 자기조절 하위영역에 대한 측정변인	87		
<표 22> 자기조절 하위영역에 대한 학습자의 자기평가 문항	90		
<표 23> 자기조절 하위영역에 대한 교사의 학생평가 문항	91		
<표 24> 자기조절학습에 대한 학습자 진단 루브릭	91		

<그림 차례>

[그림 1] 교수·학습지원 플랫폼 및 학습활동 분석 기술 개발 프로젝트의 개요 3	[그림 25] 21세기 학생 목표 및 지원 시스템 59
[그림 2] 1차 전문가 초청 세미나 8	[그림 26] '학습분석 모델 및 확장 방안 연구' 적용의 접근 방식 62
[그림 3] 2차 전문가 초청 세미나 9	[그림 27] 표준점수를 활용한 학습 데이터 제시 방안 64
[그림 4] 전문가 포럼 개최 13	[그림 28] HMM을 활용한 학습 데이터 제시 방안 65
[그림 5] 둔촌초등학교 수업 참관 14	[그림 29] 학습분석 결과 제시(메타인지) 76
[그림 6] 방배중학교 수업 참관 15	[그림 30] 교과홍미 하위영역별 단계 81
[그림 7] IMS 학습활동 지표 19	[그림 31] 교과홍미 전반에 대한 학생 리포트 양식 84
[그림 8] 학습활동지표 구성 20	[그림 32] 교과홍미 지적호기심 하위영역에 대한 학생 리포트 양식 85
[그림 9] 학습설계 요소 분류를 통한 학습활동의 예 21	[그림 33] 학급전체 학생들에 대한 홍미도 리포트(교수용) 85
[그림 10] 학습분석에서의 학습활동 지표(안) 30	[그림 34] 계획/목표 설정 점수 제시방식 94
[그림 11] 학습활동지표 구성 31	[그림 35] 계획/목표 설정 영역 제시방식 95
[그림 12] 원시데이터 산출을 위한 기본 개념 32	[그림 36] 자기통제 영역 제시방식 96
[그림 13] 5개 집단의 매 주차별 강의녹화 시스템 시청 여부 37	[그림 37] 자기통제 영역 학습처방 97
[그림 14] Chemistry 2011 Spring에서 5개 집단의 기말고사 성적 차이 37	[그림 38] 성찰 영역 제시방식 98
[그림 15] 학생 1인의 시간에 따른 4가지 감정상태 변화 42	[그림 39] 성찰 영역 학습처방 99
[그림 16] 감정, 성적, 활동 42	[그림 40] 환경통제 영역 제시방식 100
[그림 17] 상관분석 결과 44	[그림 41] 환경통제 영역 제시방식 100
[그림 18] 중다회귀분석 결과 44	[그림 42] 환경통제 영역 학습처방 1 101
[그림 19] 학습 분석 프로세스 49	[그림 43] 환경통제 영역 학습처방 2 102
[그림 20] 개념적 수준에서의 절차 50	[그림 44] ELII 프로필 시각화 결과물 112
[그림 21] 운용 수준에서의 절차 51	[그림 45] 커뮤니케이션 분석 결과의 시각화 사례 113
[그림 22] LAPA (Learning Analytics for Prediction & Action) 모델 52	[그림 46] 팀 토론 네트워크의 시각화 114
[그림 23] 2003년~2012년 수학과목 학습하고자 하는 내적 동기 변화 56	[그림 47] 학습분석 활용계획 115
[그림 24] 학교에서 행복하다고 응답한 학생의 비율 57	[그림 48] 개별 학습이력 평가(personal inventory assessment) 118
	[그림 49] 학생용 대시보드 성취도 리포트 119
	[그림 50] 교사용 학생 평가지 양식 120

[그림 51] 학생용 학습 준비도 리포트	121
[그림 52] 학생용/학부모용/교사용 학생 프로필 리포트	121
[그림 53] 교사용 학급 리포트	122
[그림 54] PACE 메인화면	122
[그림 55] PACE 피드백 메시지 종류	123
[그림 56] 학습용 Signal 대시보드	125
[그림 57] 교수자용 Signal 대시보드	125

I. 연구 문제

1. 연구의 맥락

학습자의 학습 상태에 대한 정확한 정보는 교육의 성과를 좌우하는 핵심적인 요소가 된다. 그렇기 때문에 학습자에 대한 이해의 중요성을 보여주는 일화들은 고금을 통해 얼마든지 찾아 볼 수 있다. 소크라테스의 산과술은 학습자의 인지적 이해 정도에 따라 적절한 질문을 던짐으로써 학습자 스스로가 지식의 대상에 대해 접근할 수 있도록 도와주는 ‘수업’의 기술이다. 공자는 같은 질문에 대한 답변을 질문자의 입장과 차지에 따라서 서로 다르게 한 것으로 유명하다. 토마스 아퀴나스와 코메니우스를 거치면서 신의 영역이라고만 믿어졌던 ‘진리’가 인간이 탐구함으로써도 발견될 수 있다는 사고가 가능하게 되었고 교수자와 학습자가 이성적으로 대화할 수 있는 강의식의 교수 학습에 대한 사고가 짹트게 되었다. 루소, 페스탈로치와 듀이 등의 근대적 시각이 도입되면서 교육에 대한 사고가 보다 인간적이고 경험중심적인 형태로, 또 ‘학문’이나 ‘지식’을 탐구하는 형태로 진일보하게 되고 현대에 이르러서는 객관주의적 지식관이 구성주의적 사고의 틀로 변모되는 단계에 이르게 되었다. 이는 학습자 개인 개인을 중심에 두지 않고는 성립할 수 없는 사고방식이다.

현대의 교육은 학습자 개개인의 발달과 자아실현을 중심에 두고 이들의 발전이 사회적 국가적 발전과 조화를 이루도록 조정하고 계발하는 데에 그 초점이 주어진다. 국가의 입장에서 국민의 ‘탈렌트 개발’이 번영의 기반을 마련한다는 믿음을 가지는 것은 자연스러운 현상이다. 벨케이츠나 스티브 잡스, 싸이, 한류스타, 아리바바의 회장 마빈 등등은 개인적 성공을 위해 자신의 탈렌트를 발휘하였으나 그 부가가치는 국가적 이익이되어 돌아온 좋은 예들이 된다. 우리나라의 미래창조과학부나 교육부를 비롯한 범부처적 관심도 이러한 인재의 발굴과 계발, 그리고 육성에 쏠리고 있다.

빅데이터에 기초한 학습분석은 이러한 시점에서 첨단 컴퓨터 테크놀로지를 활용한 인재개발의 초석을 마련할 수 있는 가능성을 보여준다. 학습분석은 학습자의 학습과 관련된 정서, 인지, 동기, 발달, 변화 등의 상태 정보를 학습자가 학습하는 과정에서 자

연스럽게 생성되는 디지털 데이터로 추출해 낼 수 있는 테크놀로지 기반의 학습정보 분석의 방법이다. 지난 십 수 년 간 발달해 온 학습분석의 방법에는 디지털 데이터가 아닌 자료들을 디지털화하여 사용하는 방법(Law, 2014)도 활용되었으나 현 시점에서의 학습분석은 대개 컴퓨터에 의해서 생성된 디지털 빅데이터를 활용한 분석방법이 주를 이룬다. 우리나라의 경우 세계 정상급의 디지털 정보환경을 가진 까닭에 어떠한 데이터를 어떠한 방식으로 축적하는 것이 보다 효과적일 것인지에 대한 논의만 있다면 학습에 대한 디지털정보를 얻는 것은 그리 어려운 일이 아닐 것이다. 실증적 자료가 뒷받침하는 학습자에 대한 정보는 교실에서의 학습과정에 도움을 주게 될 것은 자명하며 이에 더하여 시간을 두고 축적되는 정보들은 중요한 인재에 대한 프로파일을 생성해내게 될 가능성이 있다. 학습분석의 결과활용은 어쩌면 사회적 필요와 윤리성을 고려한 가치판단이 될지도 모른다.

2. 연구의 목적

이 연구는 미래창조과학부와 교육부의 협업 기반으로 진행되는 교육·학습분야 창조비타민 L 프로젝트인 【교수·학습지원 플랫폼 및 학습활동 분석 기술 개발】 사업의 위탁연구에 해당한다. 창조비타민 L프로젝트는 미래창조과학부 및 교육부를 중심으로 한국정보화진흥원, 서울시교육청, 한국교육학술정보원, 주다우인큐브, 주솔트룩스가 함께 진행하고 있으며, 미래학교를 중심으로 우리나라 초중등학교의 교육현장에 적용할 수 있는 학습분석 기술을 개발하는 데에 목적을 두고 있다.

창조비타민 L프로젝트는 교육과 학습 분야를 위한 학습분석 기술을 개발하여 적용함으로써 학습자 개인의 학습 패턴과 학습역량을 진단하여 개인별 맞춤형 교육서비스를 제공하기 위한 목적과 교수학습법, 교육자료, 교육과정 등의 거시적 측면에서의 교육환경의 변화를 피하려는 목적을 함께 지니고 있다. 즉, 개별학습자의 학습을 향상시켜 미래 창의인재육성이라는 방향과 함께 더 나아가 교육의 혁신에 기여하려는 근본적 목적을 지니고 있는 것이다.

따라서 창조비타민 L프로젝트의 목적에 따라 위탁연구개발사업인 이 연구는 같은

I. 연구 문제

맥락에서 학습분석 기술 개발의 배경이 되는 이론적 틀을 제공하고, 개인별 맞춤형 서비스와 교육에의 혁신을 이끌 수 있는 청사진 제공을 근본적 목적으로 하고 있다.

이 연구는 3개년도의 창조비타민 L프로젝트의 개발계획에 벌맞추어 1차년도에는 학습분석을 위한 모델링 방법을 탐색하는 기초연구를 진행하고, 2차년도에는 학습분석의 모델링 방법을 실제 교육현장에 적용해보는 연구를 수행하며, 3차년도에는 교육현장에의 적용 경험을 바탕으로 교육서비스를 고도화하여 확산시키는 데에 목적을 두고 있다. 이를 그림으로 표현하면 다음과 같다.



[그림 1] 교수·학습지원 플랫폼 및 학습활동 분석 기술 개발 프로젝트의 개요

약 5개월간 진행된 이 연구는 현재 3개년도의 창조비타민 L프로젝트 중 1차년도의 위탁연구사업에 해당하여 우리나라에서 학습분석을 도입하기 위해서 어떤 방식으로 학습분석을 해야 하는지, 이를 어떻게 적용해야 하는지에 대한 그림을 그리는 과정의 기초연구라 할 수 있다. 이러한 목적 하에 다음과 같은 내용을 목표로 하고 있다.

첫째, 학습분석을 위한 학습데이터를 수집하고 축적할 수 있는 학습데이터의 자료수집 틀인 지표(metrics)를 개발한다.

둘째, 일반적인 학습분석의 절차와 과정을 안내할 수 있는 학습분석 모델을 개발한

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

다.

셋째, 학습분석의 결과에 대한 활용 방안을 제안한다.

3. 용어 정리

- 학습활동 지표(metrics) : 학습분석을 위해 학습활동에 초점을 두고 학습행동 및 관련 맥락을 측정하는 단위
- 대표변인(Proxy Variables) : 관찰할 수 없는 변인을 직접적으로 측정하지 않고, 이와 관련성이 높으면서 측정가능한 변인으로 측정에 활용되는 변인(Lewis-Beck, Bryman, & Liao, 2004)
- 대쉬보드(Dashboards) : 관련 정보들을 한눈에 볼 수 있게 한 화면에서 중요한 정보를 제시, 표현하는 화면(Few, 2006)
- 메타인지(metacognition) : 자신의 학습 활동에 대한 사고와 통제(Jacobs & Paris, 1987)
- 교과홍미 : 교과홍미란 학습자가 어떤 과제/주제에 주의를 기울여 지속적으로 관심을 두는 활동이나 경험을 뜻하며 지적 호기심, 탐구심에서 출발하여 개인의 학습목표를 이루고자 노력하는 것까지 포함하는 개념
- 자기조절학습(self-regulated learning) : 학습자들이 학습의 목적을 달성하기 위하여 체계적으로 인지, 행동, 정의적 특성을 가동하고 유지하는 과정(Schunk & Zimmerman, 1994)
- 협력 : 문제 해결, 새로운 산출물 창출, 학습 및 숙련을 위하여 다른 사람과 함께 일함으로써, 한 명 이상의 다른 사람들과 효과적으로 상호작용하는 것을 의미(허희옥 외, 2001)

II. 연구 방법

이 연구에서는 학습분석을 통해 미래학교의 학습자들에게 맞춤형 적용적 학습서비스를 제공하기 위한 방향을 제시하는 데에 목적을 두고 있다. 이를 위하여 학습분석의 대상이 되는 학습활동 지표(metrics)를 도출하고, 학습분석 모형을 제안하며, 국내 초중등학교에 학습분석을 어떻게 적용할지에 대한 활용방안을 제시하는 것을 연구내용으로 삼고 있다. 이 장에서는 연구 목적과 내용을 달성하기 위하여 어떤 방법을 활용하였는지를 설명하고자 한다.

1. 국내외 문헌연구

학습분석을 위한 학습활동 지표 개발과 분석방법, 분석의 예시 개발, 측정 대표변인 도출을 위한 문헌고찰을 실시하였다.

학습활동 지표 개발과 관련하여서는 학습데이터 측정에 관한 문헌들과 교수학습활동의 분류방법에 대해 검토하였다. 학습분석의 분석방법과 관련하여서는 여러 학습분석 모델을 검토하고, 학습분석 기법을 확인하였다. 분석의 예시 개발을 위하여 예시의 영역으로 선정한 근거, 예시로 선정한 메타인지, 교과홍미, 자기조절학습, 협력에 관한 정의와 관련 문헌들을 검토하였다. 마지막으로 각 영역별 측정을 위한 대표변인을 도출하기 위하여 데이터 마이닝, 빅데이터, 학습분석 영역을 포함하여 메타인지, 교과홍미, 자기조절학습, 협력에 영향을 미치는 학습행동에 대한 연구들을 검토하였다.

그 전에 앞서 학습분석의 의미와 국내외 문헌연구를 통해 학습과 관련하여 학습분석에서 활용할 수 있는 학습데이터, 학습분석 모델링 방법, 분석결과 제시 방식에 대한 프레임워크의 전반적인 내용을 탐색하였다. 특히, 매년 개최되고 있는 학습분석 국제학술대회(The International Conference on Learning Analytics and Knowledge)의 자료집, 고등교육분야, 원격교육분야 등에서의 학습분석 이슈보고서 등을 살펴보았다.

2. 국내외 학습분석 사례연구

학습분석을 실제 시스템으로 개발하여 적용해본 사례를 통해 학습분석을 위해 측정한 변인과 지표는 무엇인지, 학습분석에 사용되는 모델과 기법은 무엇인지, 학습분석 결과를 어떻게 활용하는지에 대해 검토하였다.

학습분석에서 측정되는 변인과 지표는 무엇인지를 살펴봄으로써 학습분석을 위한 학습활동 지표 도출의 바탕으로 삼고자 하였다. 특히, 이와 관련하여서는 IMS에서 개발한 학습활동 지표 프로파일을 집중적으로 검토하였다.

각 학습분석 서비스를 제공하고 있는 여러 사례에서 어떤 방식으로 학습분석을 실시하였는지, 그 모델과 기법에 대해서도 탐색하였다. 이와 관련하여서는 특히, 멜버른대학(University of Melbourne)의 사례를 집중적으로 검토하였다.

멜버른대학의 사례는 학습분석 결과를 어떻게 활용하는지에 대해서도 함께 검토하였다. 아울러 퍼듀대학(Purdue University)의 Signal 등의 학습을 위한 경고(warning) 시스템 등을 분석하였다. 학습분석의 결과 활용에 대해서 사례분석 시에는 각 사례별 대쉬보드의 구성에 대해서도 함께 검토하였다.

이 연구에서 분석한 사례는 다음과 같다.

<표 1> 사례 분석 대상

구분	대상
해외 고등교육기관 사례	Purdue University University of Melbourne Rio Salado Community College Northern Arizona University MIT
온라인 교육서비스기관	칸 아카데미(Kahn Academy)
기업사례	Blackboard 시스템 Pearson 시스템 Knewton 플랫폼

그 외 관련 기관 자료	미국 교육부 IMS 학습활동 지표(Learning Activity Metrics)
--------------	--

3. 국내외 전문가 자문회의 및 세미나 개최

국내외 전문가 자문회의 및 세미나를 실시하였다. 이는 앞서 학습분석을 실시해본 전문가의 경험과 노하우, 지식을 전달받기 위함도 있으며, 연구팀에서 진행하고 있는 연구에 대한 자문을 얻기 위한 목적도 함께 지니고 있다. 특히, 연구 중반 이후에는 연구에서 초안으로 도출한 학습활동 지표, 학습분석 모델, 학습분석의 예로 개발한 네 가지 영역에 대한 정의, 하위영역, 측정 대표변인, 조언제공을 위한 루브릭, 학습분석의 활용방안에 대해 학습분석 전방에 관한 전문가의 의견을 듣고 피드백을 적용하여 수정, 보완하는 절차를 거쳤다.

전문가 초청 자문회의 및 세미나는 세 차례에 걸쳐 실시하였으며, 이 자리에는 연구팀 이외에 학습분석에 관심을 두고 있는 여러 교수, 학생들이 함께 자리하였다.

□ 1차 자문회의 및 세미나

- 일시 : 2014년 10월 21일(화) 오전 10시~12시
- 장소 : 서울대학교 교육정보관 (10-1동) 103호
- 강연자 : Patrick Griffin 교수 (Executive Director, 호주 멜버른대학교)
- 제목 : 협력적 문제해결력 증진을 위한 학습분석
- 내용 : The Assessment and Teaching of 21st Century Skills (ATC21S)
Project에서의 학습분석 경험 및 연구

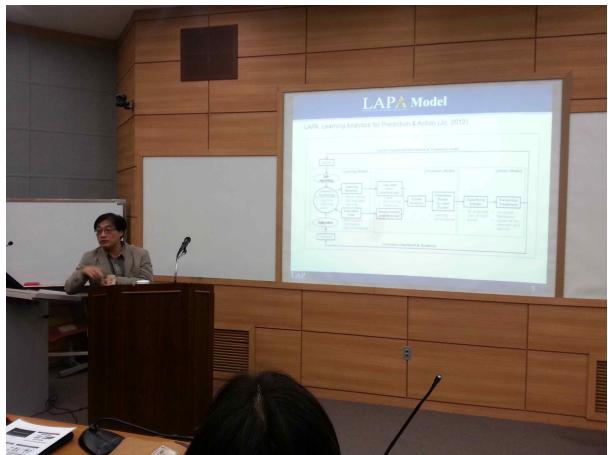


[그림 2] 1차 전문가 초청 세미나

□ 2차 자문회의 및 세미나

- 일시 : 2014년 12월 5일(금) 오후 1시 30분~3시 30분
- 장소 : 서울대 교육정보관(10-1동) 103호
- 강연자 : 조일현 교수(이화여자대학교)
- 제목 : 학습분석으로 열어가는 미래 학습

II. 연구 방법



[그림 3] 2차 전문가 초청 세미나

□ 3차 자문회의

- 일시 : 2015년 1월 12일(월) 오전 10시~오후 1시
- 장소 : 서울대학교 호암교수회관
- 초청 전문가 : 정인성 교수(일본 International Christian University), 임연우 교수(한양사이버대학교)
- 내용 : 학습활동 지표, 학습분석 모델, 학습분석 활용방안에 대한 검토 및 자문

□ 전문가 자문 명단

이 연구에서 도출한 학습활동 지표, 학습분석 모델, 학습분석의 예로 개발한 네 가지 영역에 대한 정의, 하위영역, 측정 대표변인, 조언제공을 위한 루브릭, 학습분석의 활용 방안에 대해 학습분석 전반에 관한 의견을 다음의 전문가들에게 자문을 구하였다.

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

- 강장묵 (고려대학교, 교수)
- 양민종 (정목초등학교, 교장)
- 임연우 (한양사이버대학교, 교수)
- 신종호 (서울대학교, 교수)
- 조일현 (이화여자대학교, 교수)
- Griffin, Patrick (University of Melbourne)
- 이문용 (KAIST, 교수)
- Fortenbacher, Albrecht (HTW)
- 윤성로 (서울대학교, 교수)
- Pardo, Abelardo (University of Sydney)
- Robinson, Joshua (Knewton)
- Law, Nancy (University of Hong Kong)

4. 전문가 초청 포럼 개최

학습분석에 대한 경험을 보유하고 있는 해외 전문가를 초청하여 국내 전문가와 함께 우리나라의 학습분석의 방향에 대해 논의하고 실제 적용함에 있어 시행착오를 줄이기 위해 브레인스토밍 할 수 있는 전문가 초청 포럼을 개최하였다. 이 포럼을 통해 학습 분석, 빅데이터 수집 및 분석에 대한 국내외 학자 및 현장전문가가 한자리에 모여 학습분석과 모델링, 교육서비스에 대한 아이디어를 공유할 수 있는 자리로 진행하였다.

□ 개요

- 일 시 : 2014년 11월 7일(금) 09:00 ~ 8일(토) 12:00
- 장 소 : 서울대학교 호암교수회관 로즈홀
- 포럼명 : 학습 증진을 위한 빅데이터 분석의 국제 학술포럼
(The International Forum on Big Data Analysis for Learning Improvement)

III. 연구 방법

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

□ 추진 체계

- 주최 : 서울대학교 교육학과 CUBE(Creative Utilization of Big data for Education) 프로젝트팀
 - 주관 : 서울대학교 교육연구소, 한국교육학술정보원(KERIS), 서울시교육청
 - 후원 : 교육부, 서울대학교 BK21플러스+ 미래교육디자인 연구사업단

□ 개최목적

- 국내외 교육 분야 빅데이터 및 학습분석 사례 및 전략 공유
 - 미래학교 학습분석 적용을 위한 국내외 전문가의 학문적 및 실제적 의견 논의의 장 마련
 - 향후 우리나라의 학습분석 연구 성과에 대한 홍보 및 관련 국내외 전문가 인적 네트워크 형성

□ 프로그래

구분	내용 및 연사	
1일차 (11월 7일, 금)		
09:00~09:30	개회식	
09:30~12:00	세션 I	<p>사회 : 임철일 교수(서울대 교육학과)</p> <p>- Dr. Albrecht Fortenbacher 교수 (독일 베를린 응용과학대학) 학습분석: 교육에서의 데이터 마이닝과 시각 분석을 위한 개념 및 플랫폼(Learning Analytics-Concepts and Platforms for Educational Data Mining and Visual Analytics)</p> <p>- Dr. 이문용 학과장 (KAIST 지식서비스공학과) 빅데이터 환경에서 지식 구조 분석을 통한 개인화된 학습 지원(Supporting Personalized Learning through Knowledge Structure Analysis in a Big Data Environment)</p>

II. 연구 방법

- 참석인원 : 약 100여명 (비타민 L프로젝트 관계자, 대학, 민간업체 등)



[그림 4] 전문가 포럼 개최

5. 학교현장 방문 및 교사 대상 포커스그룹 인터뷰

이 연구에서 도출된 학습분석 결과는 결국 교육 현장인 학교에서 활용하게 된다. 따라서 학교의 교육에 실제 적용하게 될 교사의 의견이 중요하다. 이를 위해 학교현장을 방문하여 실제 수업이 어떻게 진행되는지를 확인하고, 교사그룹을 대상으로 인터뷰를 실시하였다.

우선 학교현장에서 디지털교과서나 디지털기기를 활용하여 어떻게 수업을 진행하는지 학교현장을 세 차례 방문하여 확인하였다. 학교현장을 방문하여 수업을 참관한 후 수업을 진행한 교사를 비롯하여 관련 연구부장을 함께 인터뷰하였다.

학교현장 방문과 인터뷰의 목적은 교수학습활동에 있어 어떤 부분을 측정할 수 있으며, 어떤 교수학습활동이 있는지, 지표에 포함시켜야 하는 교수학습활동이 무엇인지를 확인하기 위함이다.

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

□ 1차 학교현장 방문 및 인터뷰

- 일시 : 2014년 9월 19일(금) 10시~12시
- 장소 : 자운초등학교
- 내용 : 디지털교과서 담당 교사 2명 인터뷰

□ 2차 학교현장 방문 및 인터뷰

- 일시 : 2014년 10월 2일(목) 오전 10시~12시
- 장소 : 둔촌초등학교
- 내용 : 디지털교과서 활용 수업 참관 및 담당 교사 인터뷰



[그림 5] 둔촌초등학교 수업 참관

□ 3차 학교현장 방문 및 인터뷰

- 일시 : 2014년 11월 26일(수) 오후 1시~3시
- 장소 : 방배중학교
- 내용 : '증강현실을 이용한 과학적 탐구력 향상 수업' 외 5개 수업 참관



[그림 6] 방배중학교 수업 참관

6. 해외 학습분석 연구 전문가 인터뷰 및 현장방문

이 연구에서는 학습분석 방식과 주요 학습분석 결과 활용 방안에 있어 벤치마킹의 대상으로 호주의 멜버른대학의 ARC(Assessment Research Centre)를 방문하였다. 2014년 11월 13일~15일 동안 멜버른대학을 방문하여 다음의 전문가들을 인터뷰하였다.

- 인터뷰 전문가 목록

: Patrick Griffin, James Bailey, Linda Corrin, Sandra Milligan, Susan Harding, Claire Scoular, Elspeth MacKay (RMIT), Gregor Kennedy(Vice Chancellor)

- 논의 내용

: (1) 멜버른대학의 학습분석 연구결과 공유
 (2) 서울대학교의 연구에서의 학습분석 아이디어에 대한 논의, 문제점 및 해결방안 논의

7. 학습분석 및 활용방식 검토를 위한 교사 인터뷰

이 연구에서 도출한 학습분석의 예시인 메타인지, 교과홍미, 자기조절학습, 협력에 대한 각각의 측정 대표변인, 학습자와 교사의 영역별 진단지, 조언제공을 위한 루브릭, 학습분석의 활용방안에 대한 의견을 듣고자 초등학교 교사와 중등학교 교사들을 대상으로 인터뷰를 실시하였다.

이 연구에서 도출된 학습분석결과를 교육현장인 학교에 적용하기 위해 교사의 검토가 필수적이다. 따라서 교사들을 대상으로 포커스그룹 인터뷰 방식으로 초안으로 마련한 메타인지, 교과홍미, 자기조절학습, 협력에 대한 각각의 측정 대표변인, 학습자와 교사의 영역별 진단지, 조언제공을 위한 루브릭, 학습분석의 활용방안을 검토하는 자리를 두 차례 마련하였으며 이를 통해 얻은 피드백을 반영하여 수정, 보완하였다.

□ 1차 인터뷰

- 일시 : 2014년 12월 15일(월) 오후 3시/8시
- 장소 : 창덕여자중학교
- 대상 : 서울시 교육청 프린티어 교사 모임 (중등교사 5명, 초등교사 1명)
- 내용 : 메타인지, 교과홍미, 자기조절학습, 협력에 대한 각각의 측정 대표변인, 학습자와 교사의 영역별 진단지, 조언제공을 위한 루브릭, 학습분석의 활용방안

□ 2차 인터뷰

- 일시 : 2014년 12월 18일(목) 오후 7시 30분~9시
- 장소 : 서울대학교
- 대상 : 초등교사 3명
- 내용 : 메타인지, 교과홍미, 자기조절학습, 협력에 대한 각각의 측정 대표변인, 학습자와 교사의 영역별 진단지, 조언제공을 위한 루브릭, 학습분석의 활용방안

교사 인터뷰에 참여한 교사 명단을 정리하면 다음과 같다.

- 안은경 (강북중학교, 교사)
- 김성숙 (서울논현초등학교, 교사)
- 황광원 (가재울중학교, 교사)
- 김유정 (덕수중학교, 교사)
- 류정한 (둔촌초등학교, 교사)
- 옥미례 (창원신월초등학교, 교사)
- 손범석 (서울이태원초등학교, 교사)
- 전홍수 (송파중학교, 교사)
- 이은상 (신방학중학교, 교사)
- 이선연 (월정초등학교, 교사)

III. 연구 결과

1. 학습분석을 위한 학습활동 지표(metrics) 개발

학습분석 모델과 그 활용방법을 구안하기 위해서는 학습과 관련된 행동을 어떻게 측정하여 데이터화할 것인지를 결정하여야 한다. 학습데이터는 첫째, 학습자의 활동으로부터 추출이 가능하여야 하고 둘째, 교육의 현장에서 의미 있게 활용될 수 있는 행동단위에 기초하여야 하고 셋째, 학습분석 연구자들 사이의 의사소통이 쉬운 것이어야 하며 마지막으로 국제적인 표준과 되도록 일치하여야 한다. 이 연구에서는 학습데이터 측정을 위한 학습행동 측정지표를 국제적인 데이터 표준화 컨소시엄인 IMS에서 제안하는 학습활동 지표(Learning Acitivity Metrics)를 바탕으로 하여 이를 우리나라의 교실상황에 맞추어 재개념화하고 수정하여 제시하였다.

이 절에서는 IMS의 학습데이터의 지표 프로파일에 대해 검토하고, 이를 기반으로 이 연구에서 어떻게 수정안을 마련하였는지, 전문가 검토 결과를 반영하여 연구에서의 최종안은 어떤 형태인지를 설명하고자 한다.

가. IMS의 학습활동 지표 검토

IMS 글로벌(Instructional Management Systems Global Learning Consortium)은 비영리 컨소시엄으로 컴퓨터에 의해 생성된 교육과 관련된 자료들을 국가, 사회, 학교, 기업들 사이에서 호환적으로 활용될 수 있도록 표준을 제안하기 위한 활동을 지속해왔다. 이들이 표방하는 목표는 교육적 참여와 성취를 측정하고 향상시킬 수 있는 기술을 발달시키는 것이다. IMS는 기술 혁신이 학습 효과에 영향을 줄 수 있도록 교육기관, 공급 업체, 정부기관을 위한 공개 상호운용 표준을 개발하고, 기술서비스의 도입을 지원하며, 우수사례 프로그램을 제공하여 도입을 독려하는 데에 목적을 두고 있다.

1) IMS의 학습활동 지표

IMS는 오랜 기간 동안 교육 분야에서의 학습관리시스템의 표준을 만드는 데에 기여해왔다. 시스템 개발과 관련하여 이러닝 혹은 온라인 교육, 학습설계(Learning Design)의 여러 가지 표준을 제시하였을 뿐 아니라 다양한 교수학습 유형에서 나타날 있는 공통적인 요소를 기반으로 학습활동 중심의 학습객체(Learning Object) 표준을 제시하기도 하였다(Koper & Manderveld, 2004).

최근 IMS는 학습분석을 위한 표준으로 활용하기 위한 학습데이터 측정 표준인 학습활동 지표를 다음 그림과 같이 제안하였다(IMS, 2013).



[그림 7] IMS 학습활동 지표(IMS, 2013, p.6)

IMS의 학습활동 지표를 포함한 IMS 측정(Caliper, 윤척) 프레임워크는 학습시스템이

학습과 관련한 데이터를 어떻게 포착하고 공유할 수 있는지에 대한 시스템적 설명을 제공하고 있다. 이 프레임워크의 특징은 단순한 로그데이터가 아니라 사용자의 활동에 초점을 맞추고 있다는 점이다(Lukarov, Chati, Thus, Kia, Muslim, & Schroeder, 2014). 즉, 학습시스템 내에서 학습자를 비롯한 사용자가 어떤 활동과 행동을 하는지를 데이터로 추출한다는 특징을 지니고 있다.

이 때 IMS 학습 지표 프로파일은 여러 학습활동 유형에서 특정 행동에 대한 측정을 나타내는 학습활동 지표의 구성모음이라 정의할 수 있다(Lukarov, Chati, Thus, Kia, Muslim, & Schroeder, 2014). 이 IMS 학습 지표 프로파일은 읽기, 평가, 매체 등 하나 혹은 여러 개의 단위로 묶일 수 있으며, 학습 활동 관련 참여(engagement)와 교과 접수와 같은 수행(performance)과 같은 기초 지표(Foundational Metrics)도 함께 제시하고 있다(IMS, 2013).

IMS 학습활동 지표 단위는 학습활동을 의미하며, 학습활동 내에 다수의 학습행동을 나열하여 정리하였다. 이를 그림으로 표현하면 다음과 같다.



[그림 8] 학습활동지표 구성

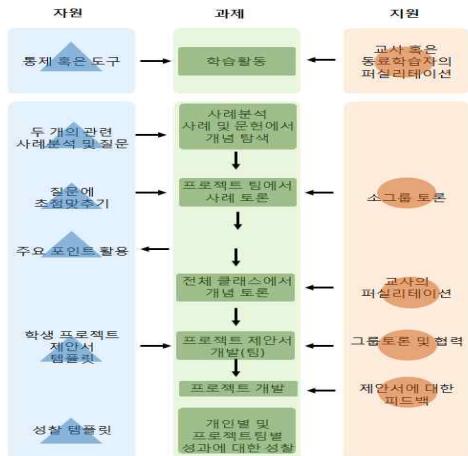
2) IMS의 학습활동 지표 도출 과정

IMS가 학습활동 지표로 활용하는 것은 ‘사용 메타데이터(Usage Metadata)’라고 부르는 사용자 활동(activities)과 데이터 객체(objects)이다(Feldstein, 2013). 이 사용자 활동과 데이터 객체는 지금까지 IMS에서 상정한 IMS 표준을 중심으로 구성하고 있다.

아울러 함께 고려되는 것들은 기존의 학습설계에서 논의되어온 접근법으로, 학습설

III. 연구 결과

계의 요소들을 중심으로 학습활동을 분류하는 것이다. 예를 들어 학습활동을 분류하는데 있어 학습설계의 요소인 과제(tasks), 자원(resources), 지원(supports)으로 구분하여 학습활동을 도출하기도 한다.



[그림 9] 학습설계 요소 분류를 통한 학습활동의 예
(Lockyer, Heathcote, & Dawson, 2013, p.1450)

아울러 IMS 학습설계 모형은 관련 이론과 온라인 강좌사례를 분석하여 학습설계 요소를 분류하였다. 그 중 하나의 사례는 네덜란드의 Maastricht대학에서 의대 3학년 수업에 적용해본 사례이다. 수업에 적용해보면서 사례를 분석하여 학습활동을 추출하였다. 그 활동을 표로 제시한 것이 다음과 같다. 이 활동 표는 여러 단계를 거쳐 분류되었으며, 그에 대해 활동을 중심으로 역할과 활동, 환경을 구분하여 제시하고 있다.

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

<표 2> 활동표 예시(Sloep, Hummel, & Manderveld, 2005, p.151)

역할	활동	환경	활동 완료	특성 /공지	행동	행동완료
학생	신체의 부분이나 기관에 대해 토론(1단계)	실시간 커퍼런싱 자원센터	사용자 선택		행동1	모든 학생이 완료할 때
학생	필수 정보 토론(2단계)	실시간 커퍼런싱 자원센터	사용자 선택		행동2	모든 학생이 완료할 때
학생	두 토론에 대한 결과와 통합(3단계)	실시간 커퍼런싱	사용자 선택		행동3	사회자가 완료할 때
사회자	문제 진술	실시간 커퍼런싱	사용자 선택	파일 첨부	행동3	
학생	인과설명(4단계)	실시간 커퍼런싱 자원센터	사용자 선택		행동4	모든 학생이 완료할 때
학생	진단하기(5단계)	실시간 커퍼런싱	사용자 선택		행동5	모든 학생이 완료할 때
학생	더 확실한 진단방법에 대한 토론(6단계)	실시간 커퍼런싱	사용자 선택		행동6	모든 학생이 완료할 때
학생	치료법 개발(7단계)	실시간 커퍼런싱 자원센터	사용자 선택		행동7	사회자가 완료할 때
사회자	치료법 진술		사용자 선택	파일 첨부	행동7	

이렇게 정리된 내용을 통해 IMS는 그동안 사례별, 교수학습방법별로 학습활동을 축적해왔다. 결국 IMS의 여러 가지 표준과 함께 사례를 통해 도출된 학습활동 데이터베이스를 기반으로, IMS 참여기관과 시스템 공급자들과 함께 학습활동 지표를 제안하였다.

이 연구에서는 IMS에서 제안한 학습활동 지표를 바탕으로 국내 초중등학교의 교실 학습에 적용될 수 있도록 수정하고자 하였다.

나. 학습분석을 위한 학습활동 지표 설정

이 연구에서는 IMS 학습활동 지표 프로파일을 국내 초중등 교실학습에 적용하기 위해 수정·보완하였다. 이 수정안을 도출하기 위하여 문헌에서 언급한 교수학습활동의 분류를 살펴보고, 디지털교과서 활용에 있어서의 교수학습모형을 통한 학습활동을 탐색하였다.

1) 교수학습활동의 분류

교수학습활동을 분류하고자 하는 노력은 국내외 여러 학자에 의해 시도되어 왔다. 그 중 이 연구와 관련이 깊다고 생각되는 몇 가지 대표적인 분류를 살펴보면 다음과 같다.

우선 Ascher(1976)가 행동기준에 따라 교수학습활동을 분류한 연구는 학습자의 행동을 말하기(telling), 보이기(showing), 행하기(doing)로 구분하여 사용자가 어떤 행동을 하는지에 따라 교수학습행동을 분류하고자 하였다. 이를 간략히 요약하면 다음의 표와 같다.

<표 3> Ascher(1976)의 교수학습활동 분류

구분	말하기(telling) 중심	보이기(showing) 중심	행하기(doing) 중심
내용	언어적인 것과 관련이 되어 있는 교수학습활동	시각적인 것과 관련 있는 교수학습활동	실제로 무엇인가를 수행하여 보고 적용; 응용하는 것과 관련된 교수학습활동
예시	강의, 토의, 설명, 토론	시연, 모델링, 그림 문자 등의 자료 제시	역할놀이, 실습, 연습, 탐구절차, 모의학습

Ascher의 분류는 아직 컴퓨터나 디지털기기가 개발되지 않은 면대면 수업을 중심으로 분류된 교수학습활동이기는 하나 이 연구에서 추구하는 초중등학교의 교실수업에

대한 학습활동 지표를 제안하는 데에 적절한 시사점을 제공한다.

Horton(2006)은 이러닝 환경에서 활동과 매체의 연계를 고려하여 교수학습활동을 분류하였다. 그는 이러닝에서 학습활동이 습득(Absorb-Type), 수행(Do-Type), 연결(Connect-Type) 활동으로 구분될 수 있다고 주장하였다. Ascher가 행위 자체를 중심으로 분류한 데에 반해, Horton은 행위의 목적을 중심으로 활동을 분류하였다. 즉, 읽고, 보고, 들음으로써 지식이나 기술을 습득하기 위한 활동과 매체를 활용하여 지식의 전이를 목적으로 하는 수행 활동, 고차적 지식을 습득하기 위해 협력활동을 하는 연결 활동으로 구분한 것이다.

<표 4> Horton(2006)의 이러닝 학습활동 분류

구분	습득(Absorb-Type) 활동	수행(Do-Type) 활동	연결(Connect-Type) 활동
내용	읽기, 듣기, 보기를 중심으로 학습하게 하는 활동	지식과 기술의 전이를 위해 매체를 활용하여 무엇인가를 수행하는 활동	높은 수준의 지식과 기술을 습득하기 위해 수행하는 협력활동
예시	슬라이드 쇼, 물리적 시연, 소프트웨어 시연, 드라마, 가상 박물관 견학활동 등	팟캐스트(podcast), 마인드맵 작성, 디지털 사고구술(think-aloud) 활동, 게임 기반 문제 풀이 등	학습자 주도 협동적 스토리텔링, 학습자 주도 스토리 구성 활동, 사례분석, 온라인 역할극, 온라인 토론, 온라인 가설 검증 활동, 온라인 실험 활동 등

Watkinson(2005)는 이러닝 학습활동 요소를 75가지로 분류하였다. Horton이 이러닝 만을 분류 대상으로 삼았다면, Watkinson은 전통적 교수학습활동과 온라인 과정에서의 교수학습활동을 모두를 고려한 것이 특징적이다.

Watkinson(2005)의 분류기준은 1) 도입을 위한 활동(introduction & icebreakers), 2) 이러닝 활용 기술에 대한 활동(e-learning skills), 3) 협력과 팀 빌딩 활동(collaboration

& team building), 4) 과정 콘텐츠의 정교화 활동(elaborating on course content), 5) 상호작용 증진을 위한 활동(increasing interactivity)이었는데, 이는 수업의 진행 과정을 중심으로 분류하였다는 점이 Ascher나 Horton과 다른 접근법을 취했다고 볼 수 있다.

디지털교과서를 통한 교수학습활동 분류는 국내의 임정훈, 임병노, 김세리(2008) 연구가 대표적이라 할 수 있다. 이들은 디지털교과서를 활용한 연구학교의 교사 35명을 대상으로 설문을 실시하여 분류, 타당화하였다. 연구결과 49가지의 디지털교과서 활용 교수학습활동을 분류하였다. 이들의 분류기준은 1) 내용 재현(representation), 2) 상호작용 및 의사소통 지원(communication), 3) 자료 처리 및 인지적 조작(information processing), 4) 정보공유(information sharing), 5) 정보탐색(information search), 6) 평가와 피드백(feedback), 7) 관리 및 운영(management)이었다.

지금까지 검토한 선행연구들을 바탕으로 IMS의 학습활동 지표 프로파일에서 다음과 같은 부분을 추가, 수정하는데 시사점을 얻게 되었다.

▪ 도구, 기본 활동, 복합 활동의 구분

- 수업을 진행하는 데에 있어 기본적으로 학습자가 진행하는 활동과 도구를 구분하였다. Horton(2006)이나 Watkinson(2005)이 기본적으로 활동과 도구를 구분하였듯이, 학습자가 주체가 되어 진행하는 활동과 학습활동을 꾸려나가기 위해 필요한 객체를 구분하고, 전자는 ‘활동’으로, 후자는 ‘도구’로 구분하였다. 아울러 학습활동에서도 하나의 단위 활동과 여러 개의 단위 활동이 섞여 있는 복합활동으로 구분하였다.

▪ 도구 : 목표관리

- 목표관리는 임정훈, 임병노, 김세리(2008)의 연구에서 디지털교과서 활용 학습에 있어 중요한 활동으로 지적한 ‘관리(Management)’에 대한 항목을 추가한 것이다. 그러나 학습 자체의 활동이 아니기 때문에 도구로 구분하였다.

▪ 기본 활동 : 쓰기, 마인드맵 활동

- 기본활동 중에 쓰기와 마인드맵 활동은 Horton(2006)이 구분한 수행(Do-Type) 활동에 해당한다. 또한 마인드맵 활동은 Horton(2006) 이외에도 Watkinson(2005)과 임정훈, 임병노, 김세리(2008)의 연구에서도 분류되어 이

에 대해서 지표의 기본활동으로 각각을 추가하였다.

▪ 복합 활동 : 체험학습

- 체험학습은 우리나라의 초중등학교에서 이루어지는 수업방식이기도 하지만 여러 가지 다양한 활동으로 구성되는 학습방법이다. 이는 Horton(2006)의 분류에 의하면 연결(Connect-Type) 활동에 해당한다. 체험학습은 한 단위의 활동이 아니라 여러 단위의 활동이 복합적으로 발생하기 때문에 복합활동으로 구분하였다.

2) 디지털교과서 활용 수업모형 및 수업지도안

교수학습활동에 대한 분류와 함께 디지털교과서 활용 수업모형과 수업지도안을 검토했다. 앞서 언급하였듯이, 디지털교과서 활용 수업에 대해서는 전통적인 면대면 수업이나 이러닝에 비해 연구가 한정되어 있기 때문에 디지털교과서를 활용한 수업에 대해 살펴볼 필요가 있다.

디지털교과서 활용 수업모형 및 수업지도에서는 앞서 살펴본 IMS 학습활동 지표, 초기 행위 검토, 교수학습활동의 분류에서 도출되지 않은 교수학습활동이 있는지를 확인하기 위해서이다.

한국교육학술정보원에서는 디지털교과서의 도입과 확산을 위해 여러 가지 수업모형과 수업지도안을 개발해왔다. 이에 유용한 관련 연구들이 있는데, 몇 가지를 간략히 정리하고자 한다.

첫째, 김현진, 정종원, 정세웅, 이동국(2011)의 ‘교실 중심의 21세기 교수-학습 활동’ 연구가 있다. 이 연구에서는 일선 교사를 대상으로 교수학습을 위한 첨단 기술 환경이 적용된 미래학교의 모습을 보여주고 미래의 교수학습 과정에 대한 방향을 제시하기 위해 교수학습활동을 제안하고 있다. 즉, 이 연구에서는 가까운 미래에 적용 가능한 교수학습 활동 자료를 5개의 패키지로 구성하고, 10개의 ‘미래학교 교수학습 활동 사례’를 소개하고 있다. 즉, 교수학습활동 자료를 Who(교사와 학생), Where(학습공간), When(수업시간), What(교육과정,교과서, 평가), How(교수-학습활동과 상호작용)으로 구분하고 각 패키지별 사례를 제안하였다. 제안한 10가지 사례는 다음의 표와 같다.

<표 5> 미래학교 교수학습 활동 사례(김현진, 정종원, 정세웅, 이동국, 2011, p.18)

구분	내용	테크놀로지
디지털교과서 활용 교수학습	<ul style="list-style-type: none"> ○ 디지털교과서 연구학교에서 디지털교과서를 기반으로 고안되고 실시되었던 교수-학습 모형 <ul style="list-style-type: none"> - 블로그 기능을 활용한 개별화 학습 - 용어사전 및 하이퍼링크를 활용한 탐구 학습 - 학습맵을 활용한 관찰학습 - 화상대화 기능을 활용한 공동학습 - 통합도구를 활용한 개념학습 - 자원검색 도구를 활용한 조사학습 	태블릿 PC, 디지털교과서
최신의 테크놀로지 활용 교수학습	<ul style="list-style-type: none"> ○ 스마트폰 어플리케이션과 웹 2.0 도구, 스마트펜 등 교수-학습에 사용가능한 최신의 테크놀로지를 활용하여 현재 교육과정 속에서 교수-학습을 개선하고자 하는 교수-학습 모형 <ul style="list-style-type: none"> - 달 탐사 어플리케이션을 활용한 관찰학습 - 노트 어플리케이션을 활용한 협동학습 - 마인드맵 어플리케이션을 활용한 협동학습 - 스마트펜을 이용한 전문가 협동학습 	스마트 패드, 웹 2.0 툴, 스마트펜

둘째, 노정민 등(2013)이 진행한 ‘디지털교과서 활용 수업모형 연구’가 있다. 이 연구는 초등편과 중등편으로 발간되었는데, 초등교육에 필요한 디지털교과서 활용 수업모형과 수업지도안, 중등교육에서의 디지털교과서 활용 수업모형과 수업지도안을 구분하여 제안하였다.

다음의 상자 안에 있는 수업모형은 노정민 외(2013)의 연구에서 제안한 초등편 수업 모형의 한 예이다. 이 때 어떠한 학습활동들이 전개되고 있는지를 검토하면서 연구팀에서 초안을 잡고 있는 학습활동 지표를 수정, 보완하였다.

<표 6> 노정민 외의 연구(2013)에서 제안한 수업모형의 예(p. 60)

<쓰기 워크숍 및 협력적 매체 제작 수업 모형>	
- 교과명 : 국어과	
- 해당 학년과 학기: 5학년 2학기	
- 교과서 및 단원명: 『듣기·말하기·쓰기』 2. 사건의 기록	
- 국어과 내용 영역: ‘쓰기’	
- 관련 담화 장르: 기사문	
- 수업 적용 차시: 총 6차시(단원 전체)	
- 관련 국어과 교수·학습 모형: 개념·지식 습득 모형(‘기사문’에 관한 담화 지식), 전략·기능 습득 모형(쓰기 워크숍 모형 또는 과정 중심 쓰기지도 모형)	
- 국어과 디지털교과서 활용 주요 교수·학습 활동: 매체 자료 보기, 자료 검색하기, 온라인 대화·토론·글쓰기, 타임라인 작성하기, 온라인 협력적 글쓰기, 멀티미디어 자료제작하기, 발표 자료 제작하기, 성찰노트 쓰기	
- 관련 매체 및 도구: 인터넷, 클라우드 저장공간(드롭박스), 위키 방식 문서도구(구글문서도구), 책 만들기 응용프로그램(BookWriter), 전자책 ‘내서재’ 프로그램(iBook), 전자칠판, 설문도구(구글문서도구)	

디지털교과서를 활용한 수업모형 및 수업지도안 검토를 통해 다음과 같은 부분의 학습활동 지표를 추가, 수정하였다.

- 기본 활동 : 쓰기, 마인드맵, 말하기
 - 디지털교과서를 활용한 수업모형과 수업지도안에서도 쓰기, 마인드맵 그리기, 말하기나 발표하기 등의 활동이 주요하게 적용되고 있었다. 따라서 학습 활동 지표 중 기본활동으로 쓰기, 마인드맵, 말하기를 포함하였다.

3) 전문가 검토 및 수정

학습활동 지표(안)의 시스템 적용가능성을 높이고자 전문가 검토를 실시하였다. 이 때 학습활동 지표를 검토한 전문가 그룹은 다음과 같다.

<표 7> 전문가검토 참여 전문가 명단

구분	전문가 명단
교육공학 전문가	<ul style="list-style-type: none"> ■ 일본 국제기독대학교 정인성 교수 ■ 이화여자대학교 조일현 교수 ■ 한양사이버대학교 임연옥 교수
교육심리 전문가	<ul style="list-style-type: none"> ■ 서울대학교 신종호 교수
컴퓨터공학 전문가	<ul style="list-style-type: none"> ■ 고려대학교 강장목 교수
학교현장 전문가	<ul style="list-style-type: none"> ■ 정복초등학교 양민종 교장

그 결과 학습활동 지표와 관련하여 전문가들이 지적한 부분에 대해 다음과 같은 내용을 지표에 추가, 수정하였다.

▪ 도구 : 접속관리

- 이 연구에서도 예시로 활용하는 교육심리학적 구인인 메타인지, 교과홍미, 자기조절학습, 협력에서도 그렇듯이 학습분석에서 중요하게 다루어지는 것이 ‘로그인’ 및 ‘로그아웃’ 횟수와 시간이라는 지적이 있었다. 따라서 이를 ‘접속 관리’로 도구에 추가하였으며, 하위 요소로 로그인 횟수, 시간 등을 추가하였다.

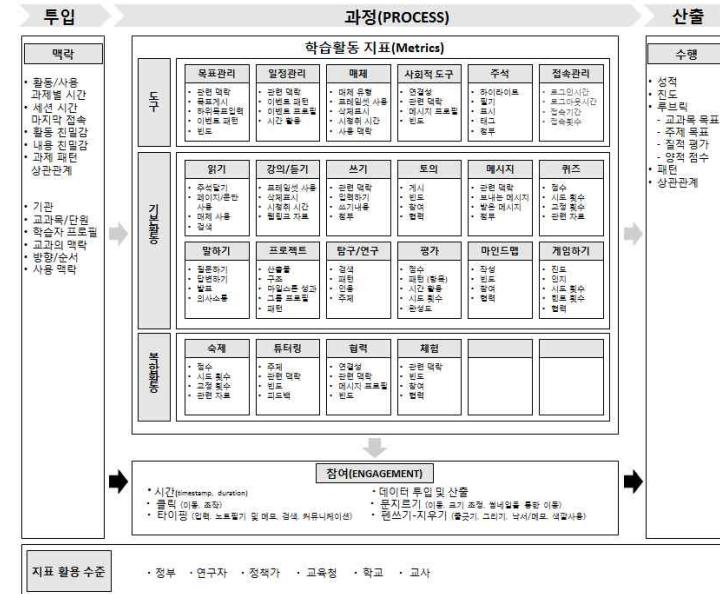
▪ 기본활동 : 읽기에서의 다운로드, 연구의 인용

- 읽기를 하는 과정에서 학습자료를 찾아 다운로드하는 행동은 새로운 것을 찾아 자료를 수집하려는 지적 호기심과 연관되기 때문에 이에 대한 추가가 지적되었다. 아울러 ‘연구’라는 활동에서는 다른 사람의 글을 얼마나 인용하는지가 활동의 주요 요소 중 하나이기 때문에 이에 대한 추가가 필요하였다.

다. 학습분석에서의 학습활동 지표(안)

1) 학습활동 지표 프로파일

IMS의 학습활동 지표 프로파일을 기반으로 선행연구 및 수업모형, 수업지도안 검토, 전문가 검토를 통해 수정, 보완한 학습활동 지표(안)은 다음과 같다.

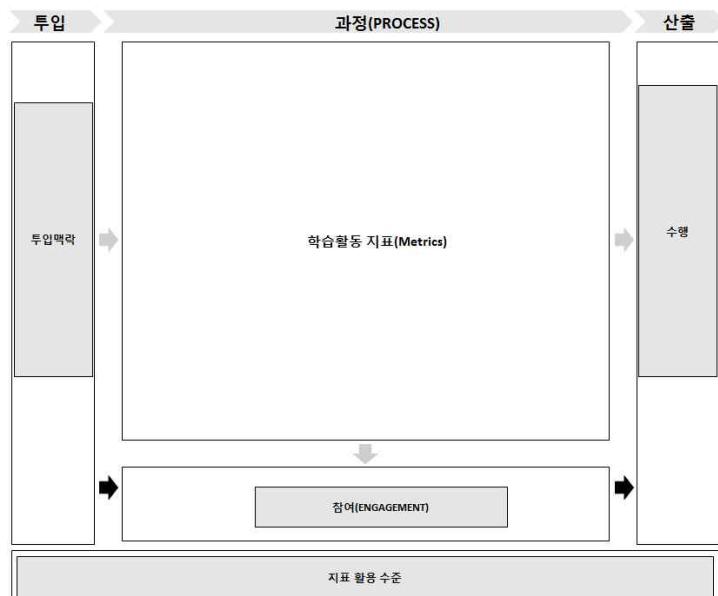


[그림 10] 학습분석에서의 학습활동 지표(안)

이 지표는 주요 활동 지표와 활동 기본분석으로 참여와 수행, 현황 및 통계자료의 네 가지 부분으로 구분하여 볼 수 있다. 학습분석에 있어 가장 중요한 학습데이터의

III. 연구 결과

단위는 ‘주요 활동 지표’라 할 수 있는데, 이는 앞의 그림에서 나타나 있듯이 ‘도구’, ‘기본활동’, ‘복합활동’으로 구분하였다.



[그림 11] 학습활동지표 구성

도구는 학습을 진행하는 데에 있어 필요한 요소들로, 예를 들어서 교과서를 읽을 때 이에 대해 줄을 치거나 색을 입히는 것, 메시지를 입력할 때 이에 대해 태그를 넣거나 첨부파일을 덧붙이는 것들을 의미한다. 아울러 도구에는 ‘학습을 지원하는 도구’가 따로 분류될 수 있는데, 예를 들어 ‘일정관리’의 기능을 하는 캘린더나 플래너 등을 지원 도구라 할 수 있다.

기본활동은 수업이나 학습을 진행할 때 기본적인 학습단위를 말한다. 이에 포함되는 것은 기본적인 학습행동, 읽기, 쓰기, 말하기, 메시지 입력하기 등이 포함되며, 퀴즈나

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

평가 등도 포함된다.

복합활동은 기본활동에 추가되는 활동이거나 기본활동이 몇 가지 결합되어 진행되는 활동을 의미한다. 예를 들어 퓨터링의 경우는 어떻게 진행하는지에 따라서 토의/토론, 읽기, 연구/탐구 등의 여러 가지 형태가 결합될 수 있다.

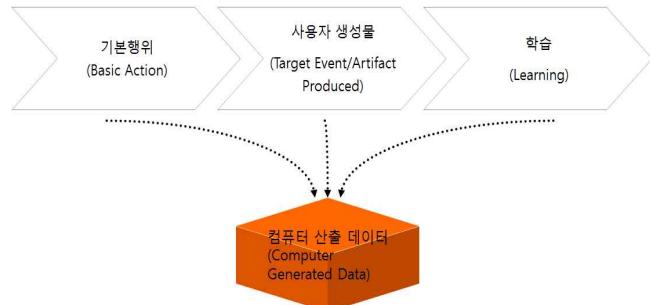
그 이외의 학교나 학급, 교과목, 교사에 대한 수업과 학습의 맥락에 해당하는 부분은 투입맥락에 포함되었으며, 학습 후 산출물로 나타날 수 있는 부분은 교육통계, 즉, 교과목수, 점수 등을 수행으로 포함하였다.

현재 문헌분석과 전문가검토를 통해 잠정적으로 정리된 학습활동 지표는 아직 학습 분석 과정이 도입되지 않은 현 상태에서 어떤 학습행동을 데이터로 추출할지에 대한 방향을 제시해줄 수 있을 것이다. 그러나 앞으로 미래학교에 인프라가 적용되고, 실제 교육현장에서 교수학습활동이 적용되고, 확산되면서 이에 대한 학습활동 지표가 수정, 보완되는 과정이 필요하다.

2) 학습에서 디지털화될 수 있는 원시 데이터

앞서 학습활동 지표를 통해 학습상황에서 어떤 활동들을 측정할 것인지에 대한 안을 제시하였다. 아울러 학습활동을 측정하는 데에 있어 최소 단위라 할 수 있는 원시 데이터를 추출하였다. 원시 데이터는 디지털교과서 및 스마트기기를 중심으로 교실수업과 학습을 진행할 때 디지털화될 수 있는 학습행동의 최소 단위이다.

원시 데이터 추출을 위해 다음과 같은 개념을 상정하였다.



[그림 12] 원시데이터 산출을 위한 기본 개념

이 개념의 기본 전제는 학습행동에서 디지털화된 데이터를 수집하기 위해서 기본적으로 거쳐야 할 기본 행위(action)와 학습을 진행하면서 사용자가 산출하는 것들(events 혹은 artifact)이 있으며, 이를 통해 최종적으로 학습이 진행된다는 것이다. 아울러 이 과정에서 컴퓨터를 통해 자동적으로 산출하거나 계산할 수 있는 부분이 존재한다.

기본 행위는 다음과 같은 것들이 존재한다. 기본행위는 문지르기(Swipe), 타이핑(Typing), 클릭(Click), 펜쓰기(Pen & Painting)이 있다. 이는 각각 세부적인 행동으로 구분할 수 있다. 또한 사용자가 디지털기를 사용함으로써 생성할 수 있는 산출물이 존재하는데, 이는 다운로드를 하거나, 저장, 인쇄, 녹음, 캡처하여 이미지를 만들거나 북마크를 만드는 행위이다. 이렇게 기본 행위와 사용자가 생성하는 행위를 할 때 컴퓨터가 자동적으로 체크할 수 있는 부분이 있는데, 그것이 바로 빈도와 시간이다.

<표 8> 학습에서 디지털화될 수 있는 원시 데이터

구분	요소	하위요소
----	----	------

기본 행위(Action)	문지르기 (swipe, S)	S1. 이동(navigation) S2. 크기 조정(closeup, resizing) S3. 챕네일을 통한 이동
	클릭(C)	C1. 이동(navigation) C2. 조작(operation)
	타이핑(W)	W1. 입력을 위한 타이핑(required typing) W2. 노트필기 및 메모 W3. 검색 W4. 커뮤니케이션
	펜쓰기-지우기 (P)	P1. 줄긋기 P2. 그림그리기 P3. 낙서/메모 P4. 색깔사용
사용자(학습자) 산출물 (target event/artifact produced)	A1. 다운로드 A2. 저장 A3. 인쇄 A4. 녹음 A5. 캡처 A6. 북마킹 A7. 설치	

III. 연구 결과

컴퓨터 생성 데이터	빈도(F)	F1. 횟수 F2. 활용횟수(Frequency of resource use)
	시간(T)	T1. 사용시간(duration)/양 (volume) T2. 간격(interval) T3-1. (하루 중) 언제(time in a day) T3-2. (이벤트 내에서) 언제 (when) T4. 시각과 event 결과(며칠 전에 봤는지)

위의 표에 포함되어 있는 기본 행위, 사용자 산출물, 컴퓨터 생성 데이터의 세 가지 데이터가 조합된 것이 학습분석에 있어서 측정의 기본 단위가 될 수 있다. 이와 관련하여 측정하고자 하는 변인의 특성에 따라 규칙(rule)을 만드는 것이 중요하다. 예를 들어 자기조절학습에 있어 중요시되고 있는 규칙성(regularity)의 경우, 이벤트와의 관련성, 그룹에서의 규칙성, 개인의 규칙성이 존재할 수 있다. 즉, 동일한 시간(T)에, 타인과 동일한 빈도(F)로, 동일한 행위(A)가 존재하는지를 확인할 수 있는 것이다. 이러한 규칙을 통해 기본 단위인 원시데이터의 조합과 2차 계산(computation)을 통해 학습 분석을 위한 측정이 가능하게 된다.

즉, 앞서 설명한 제시한 학습활동 지표를 기준으로 지표에서 제시한 학습활동에서 원시 데이터를 추출하며, 원시 데이터 간의 조합과 계산을 통해 학습활동을 측정하는 방식으로 학습분석을 실시할 것을 제안하였다.

2. 학습 분석 모델 개발

가. 학습 분석 모델링 주요 접근

학습 분석의 모델링 방법은 크게 두 가지로 구분된다. 첫 번째로 데이터의 반복분석

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

에 의한 모델과 두 번째로 데이터와 변인의 일대일 매칭에 의한 모델링이 그것이다. 데이터의 반복분석에 의한 모델이란 빅데이터 분석과 유사하게 수집 가능한 여러 개의 데이터들 중에서 학습을 예측하는 변인을 반복 분석을 통해 도출해는 귀납적인 방식을 의미한다. 데이터와 변인의 일대일 매칭에 의한 모델링이란 연구자가 학습을 예측하는 하나의 데이터를 미리 가정한 후 분석을 실시하는 방식을 의미한다. 이 절에서는 각각의 모델링 방법을 실제로 적용한 예들을 제시한다.

1) 데이터의 반복분석에 의한 모델

이 모델링 방법에서는 우선 학습 분석을 위해 분석 가능한 모든 종류의 데이터를 수집하게 된다. 그리고 어떤 데이터를 어떻게 분석해야 할지에 대한 분석 방식을 결정하게 된다. 학습 분석 분야의 선행 연구에서는 먼저 컴퓨터 등 디지털 기기를 통해 수집되는 데이터들 중 여러 가지를 동시에 넣은 후 유의미한 영향을 미치는 데이터를 찾는 방식으로 연구가 이루어진다. 아래에서는 여러 가지 데이터를 무작위적으로 둘러서 유의미한 예측하는 데이터를 찾는 형태의 모델링 방식을 사용한 두 가지 사례연구를 설명하고자 한다.

가) 사례 1

■ 출처 : Brooks, C., Erickson, G., Greer, J., & Gutwin, C. (2014). Modelling and quantifying the behaviours of students in lecture capture environments. *Computers & Education*, 75, 282–292.

본 연구는 학생들이 강의 녹화 시스템을 사용한 데이터를 토대로 학생들의 성취도와 어떤 관련성이 있는지를 파악하는 것을 목표로 한다. 선행연구에 따르면 강의 녹화 시스템 사용이 학습에 긍정적인 영향을 미친다와 그렇지 않다는 결과가 혼재되어 있다. 그러나 강의 녹화 시스템의 어떤 측면이 구체적으로 학업성취도와 관련이 있는지는 연구 전에 미리 가정하지 못한 채 데이터들을 우선 수집한 후 분석을 시도하였다.

III. 연구 결과

(1) 연구목적

강의 녹화 시스템의 사용이 학생들의 학습에 도움이 되는지를 확인하는 것 뿐만 아니라 학생들의 시청 형태와 학습 성취도는 어떠한 관련이 있는지를 파악하는 것을 목표로 한다.

이를 위해 우선 학생들이 강의 녹화 시스템을 시청하는데 특정한 패턴이 있는지를 확인한다. 이어서 이러한 패턴들이 학습 성취와 어떤 관련성이 있는지를 확인한다. 또한 강의 녹화 시스템의 우수, 비우수 사용 형태를 파악하여 학생들의 학습 성공과 실패를 예측하여 초기 도움을 제공할 수 있는 경고 시스템을 제안하고자 한다.

(2) 연구내용

대학의 과학 관련 강좌에 수강한 2학년 학생 3개 집단을 대상으로 함.

- Chemistry 2010 Spring : 636명
- Chemistry 2011 Spring : 546명
- Biomolecules 2011 Spring : 197명

13주 동안의 오프라인 수업에 학생들은 참여하게 되고 매주 3시간 50분의 강의영상이 녹화되어 온라인상의 시스템을 통해 학생들에게 제공되게 된다. 업로드가 완료되면 학생들에게 이메일을 통해 자동으로 공지가 된다.

(3) 연구방법

학생들이 시스템과 상호작용하는 데이터(버튼 클릭, 마우스로 이미지를 옮기기, 여러 리스트의 아이템 중에서 선택하기 등)가 자동으로 중앙 서버로 보내져 저장된다.

매주 5분 이상 녹화된 영상을 본 학생은 그 주에 영상을 본 학생으로 판단한다. 반면 매주 5부 미만의 시간 동안 녹화된 영상을 본 학생은 그 주의 영상을 보지 않은 학생으로 분류한다.

데이터 분석 방법은 unsupervised machine learning을 사용했다. 이 방식을 통해 데이터의 속성을 기초로 해서 데이터들의 집단을 양적으로 구조화하였다. 이렇게 구조화된 데이터집단은 다시 k-means 군집분석을 통해 분석하였다. k-means 군집분석은 수강생 데이터의 통계적인 유사성에 기초하여 클러스터를 만들어낸다.

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

(4) 연구결과

2010년 봄 학기 화학 강좌 수강생들(636명 중 232명만이 접속을 하였음)의 주별 시청 형태를 분석한 결과 5개의 클러스터로 구분할 수 있었다. 구체적으로 High Activity, Just-In-Time, Early, Deferred, Minimal Activity Learners 등 5개 집단으로 나눌 수 있었음. 그리고 5개의 집단에 따라 매주 주차별로 강의 녹화 영상을 봤는지 안 봤는지를 분석하였다.

	Academic week													Exam period		
	Regular lecture period													14	15	16
	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13				
High Activity	Centroids	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	w	d	d	d
n = 10, $\bar{x}_{\text{error}} = .25$	Error	.50	.30	.20	.20	.10	.30	.00	.10	.30	.20	.20	.40	.30	.20	.40
Just-In-Time	Centroids	d	d	d	d	d	d	w	d	d	d	d	d	d	d	d
n = 98, $\bar{x}_{\text{error}} = .05$	Error	.03	.08	.08	.04	.05	.01	.10	.00	.02	.05	.04	.04	.05	.05	.15
Early	Centroids	w	w	w	w	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
n = 8, $\bar{x}_{\text{error}} = .15$	Error	.38	.00	.28	.12	.38	.12	.00	.25	.00	.32	.00	.00	.25	.38	
Deferred	Centroids	d	d	d	d	d	w	w	d	w	w	w	w	w	d	d
n = 13, $\bar{x}_{\text{error}} = .21$	Error	.08	.31	.15	.00	.08	.38	.23	.38	.31	.08	.15	.31	.23	.31	
Minimal Activity	Centroids	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d	d
n = 103, $\bar{x}_{\text{error}} = .05$	Error	.02	.06	.04	.03	.06	.02	.08	.00	.07	.08	.05	.02	.02	.02	.19

[그림 13] 5개 집단의 매 주차별 강의 녹화 시스템 시청 여부(Brooks et al., 2014, p.285)

그리고 이렇게 만들어진 추론 모델을 나머지 두 개 강좌의 학생들에게 적용해보았다. 그 결과 두 강좌 모두 다섯 개의 군집으로 분석을 하는 것이 통계적으로 유의하였다. 이어서 다섯 개의 집단별로 중간고사, 기말고사 성적에서 어떠한 차이를 보이는지를 살펴보았다. 그 결과 High Activity 집단과 나머지 4개 집단간에는 점수 차이에서 큰 차이를 보여주었다. 그러나 High Activity 집단의 표본숫자가 작은 문제로 인해 통계적으로 유의미한 차이를 보이지는 못한 것으로 드러났다.

	High Activity		Early		Just-In-Time		Minimal Activity		Deferred Activity	
	95% CI	Δ_{final}	95% CI	Δ_{final}	95% CI	Δ_{final}	95% CI	Δ_{final}	95% CI	Δ_{final}
Early	-38.4, 5.5	16.45%								
Just-In-Time	-318.6, 2	12.75%	-10.8, 18.1	3.69%						
Minimal Activity	-321.4, 5	13.81%	-10.9, 16.1	2.63%	-90.6, 9.9	1.05%				
Deferred	-371.6, 0	15.60%	-16.8, 18.5	0.85%	-16.8, 11.1	2.84%	-147.11.1	1.78%		
Non-Users	-207.5, 7	12.51%	-9.5, 17.3	3.94%	-76.0, 8	0.24%	-45.7, 1	1.30%	-158.9, 6	3.08%

[그림 14] Chemistry 2011 Spring에서 5개 집단의 기말고사 성적 차이(Brooks et al., 2014, p.287)

나) 사례 2

■ 출처 : 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. doi: 10.1080/01587919.2013.793642

본 연구는 선행연구를 통해 원격교육에서 중도탈락이 학습자들의 인구통계학적 변인과 관련이 있음을 살펴보고 있다. 그러나 학습 성취를 가장 잘 예측하는 특정 변인을 설정한 채 분석을 시작하기보다는, 우선 다양한 변인들에 대한 자료를 통해 유의미한 패턴과 규칙을 찾는 방식을 선택하였다.

(1) 연구목적

개발도상국의 원격교육 상황에서 학습자들의 중도탈락을 예측하는 변인을 찾는 것을 목표로 인도에서 수행된 연구이다. 또한 학생들의 입학 전 인구통계학적 변인과 중도 탈락행동 간의 예측 관계를 파악하고자 한다.

(2) 연구내용

인구 통계학적 변인으로는 성별, 고용 상태(직업 유, 무), 결혼 여부, 나이, 전공, 도시지역 거주여부 등이 사용된다. 데이터베이스에 3년 동안 수집된 대학원생 12,148명의 전자 정보를 사용하였다.

(3) 연구방법

데이터 분석 방법은 Classification tree 방식을 사용하였다. Classification tree 방법은 여러 변인들을 다양하게 조합을 시도하면서, 독립변인인 데이터들을 더 많은 동종 집단으로 분할하는 방식을 통해 하나의 종속 변인을 잘 설명할 수 있다. 이러한 방법은 전통적인 통계 분석 방법인 다중 회귀나, 로지스틱 회귀 등의 선형적 분석방법의 대안이 될 수 있다.

(4) 연구결과

결혼을 하고 직업이 있으며 나이가 많은 학습자는 중도탈락 확률이 높은 것으로 드러났다.

직업이 있는 남자나 결혼한 여자는 임신, 이주, 거주 지역의 한계로 인해 가장 중도 탈락 확률이 높은 집단으로 밝혀졌다. 이러한 연구 결과를 토대로 학습자들의 이수율을 높이기 위해 이들에게 적절한 상담가 및 교직원을 제공하여 조언을 주는 것이 필요함을 밝히고 있다.

2) 데이터와 변인의 일대일 매칭에 의한 모델링

학습 분석을 하기 위한 두 번째 모델링 방법은 선행연구를 통해 학습 성과와 관련이 있다고 밝혀진 변인을 중심으로 학습을 예측하려고 시도한다. 즉, 학습 성취에 영향을 미치는 학생들의 행동 변인이 무엇인지를 선행연구에서 찾은 후 그것을 대변하는 수집 가능한 데이터를 분석하는 방식이다. 다음에서는 4가지 사례연구를 통해서 데이터와 변인의 일대일매칭에 의한 모델링 방식을 소개하겠다.

가) 사례 1

■ 출처 : 조일현, 김윤미 (2013). 이러닝에서 학습자의 시간관리 전략이 학업성취도에 미치는 영향: 학습 분석학적 접근. *교육정보미디어연구*, 19(1), 83-107.

(1) 연구목적

이 연구는 시간관리 전략이라는 측면에 초점을 맞추어 학업 성취도와의 관련성 및 예측정도를 파악하고자 시도하였다. 즉, 시간관리 전략이 학습 성과에 미치는 영향간의 관계를 밝히고자 하였다.

(2) 연구내용

이 연구에서는 기업 이러닝 1강좌를 수강한 632명의 데이터를 분석한다. 연구자들은

III. 연구 결과

선행연구의 개관을 통해 학습시간의 양, 학습 시간의 규칙성, 학습 빈도가 학습 성과에 영향을 미칠 수 있는 것으로 파악하였다.

하지만 학습 시간의 양은 학업성취도에 미치는 영향은 긍정적이다와 부정적이다라는 연구가 혼재하는 상황이다(탁수연, 박영신, 김의철, 2007; 조한익, 2007). 그렇지만 연구 진들은 의미 있는 학습 시간을 정확히 측정할 수 있는 타당성 문제만 해결된다면 학업 시간이 학업성취도를 충분히 예측 할 수 있다고 파악한다. 또한 시간 관리 전략은 학업성취도를 예측 할 수 있는 학습전략으로 많은 연구들에서 다루어졌다(이인숙, 2002; loomis, 2000). 그리고 학습 접속 및 참여 횟수는 학업성취와 관련이 있는 것으로 연구 되어왔다(강민석 외, 2009; Anderson & Harris, 1997).

(3) 연구방법

데이터 분석 방법으로는 상관분석과 중다회귀분석을 실시하였다.

(4) 연구결과

연구결과는 우선 학습 시점 간격의 규칙성만이 학업성취도에 긍정적인 영향을 미친 것으로 나타났다. 반면 총 학습시간과 학습 빈도는 학업성취도에 유의미한 영향을 미치지 못하는 것으로 드러났다.

2) 사례 2

■ 출처 : Leony, D., Muñoz-Merino, P. J., Pardo, A., & Delgado Kloos, C. (2013). Provision of awareness of learners' emotions through visualizations in a computer interaction-based environment. *Expert Systems with Applications*, 40(13), 5093-5100.

(1) 연구목적

이 연구는 학습자의 감성 상태를 측정하여 학습 단계별 그리고 학습 성과와 어떤 관련성이 있는지를 살펴보기자 한다. 즉, 학생들이 컴퓨터 환경에서 학습을 할 때 발생하는 여러 상호작용에서 학생들의 감성 정보를 추출하여 학생들의 학습 단계와 학생들의 감정 상태와의 관련성을 파악한다. 선행연구에서 학생의 학습과 감정 상태는 깊은 관

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

련성이 있는 것으로 밝혀졌다. 따라서 효과적인 학습 차방을 위해서는 학생의 감정을 고려하여 적합한 교수방법을 실시해야한다. 이러한 목적에 따라 본 연구는 학습 단계에 따라서 학생의 감정 상태를 시각적으로 해석하고 분석하는 것을 목표로 한다.

(2) 연구내용

연구대상은 공대 2학년 과정의 프로그래밍 강좌를 수강한 334명의 학생들이며 강좌의 운영 기간은 4달이다. 수집된 데이터는 수업에서의 프로그래밍 실습 시간과 집에서의 과제 수행시 수집되었다.

(3) 연구방법

여러 가지 학습 자원을 학습자들이 사용(interactions)하는 것과 순서에 기초해서 학생들의 감정을 인식한다. 데이터 수집은 compiler, debugger, memory profiler, command prompt , code versioning system 등의 도구(학습자원)가 포함된 가상 기계(virtual machine)을 학생들이 사용하면서 모이게 된다.

수집된 자료는 Contextualized Attention Metadata(CAM)에 따라서 보관되어진다. 더 자세한 사항은 Romero-Zaldvar 외(2012)논문을 통해 알 수 있다.

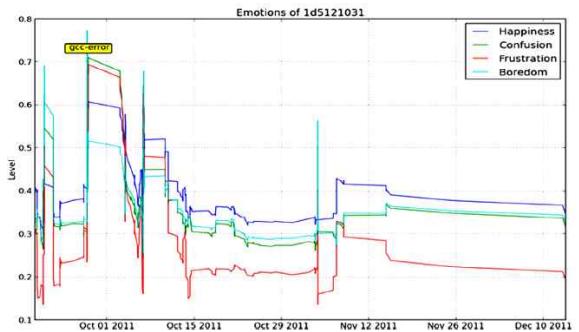
일련의 발생된 학생들의 학습 순서를 감정 상태로 해석하기 위해 몇 가지 감정을 평가하는 이론적인 모델들을 사용하게 된다.

관찰된 순서에서 특정한 패턴을 찾아내기 위해 Hidden Markov Models(HMM)를 사용한다. HMM을 통해 초기 상태가 각각의 상태로 변화할 가능성을 계산할 수 있다.

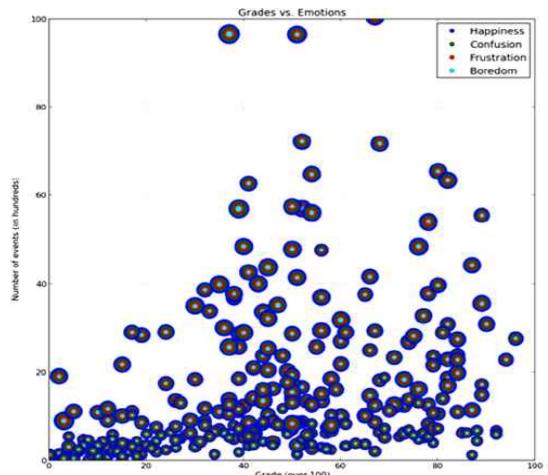
행복, 좌절, 혼란, 지루함이라는 4가지 감정으로 각각의 학습 순서에서 변화할 가능성을 HMM으로 계산한다.

(4) 연구결과

연구결과 개인별 그리고 집단별로 학습자들의 4가지 감정을 시각화하여 제시하고 있다. 총 10가지 종류의 학생들의 감정적인 상태를 인식할 수 있는 시각화 방법을 제안하고 있다. 시각화 방법은 시간을 기준, 맥락을 기준, 감정의 변화, 축적된 정보 등 총 4가지로 유형화 하고 있다.



[그림 15] 학생 1인의 시간에 따른 4가지 감정상태 변화(Leony et al, 2013, p.5095)



[그림 16] 감정, 성적, 활동(Leony et al, 2013, p.5096)

다) 사례 3

■ 출처 : 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.

(1) 연구목적

선행연구에 따르면 이러닝 환경이나 컴퓨터 지원 교육에서 어떠한 형태의 상호작용이 효과적인 학습과 관련이 있는지에 대해 일치된 의견은 없는 상태이다. 따라서 본 사례연구에서는 가장 학습환경의 지원을 받는 면대면 학습과 온라인 학습 상황에서 상호작용을 유형을 확인하고, 상호작용 유형과 학업성취도의 관련성을 파악하는 것을 목표로 한다.

(2) 연구내용

연구대상은 2개의 가장 학습환경의 지원 받는 면대면학습 강좌 수강생 218명과 6개의 온라인 학습 강좌 수강생 138명이다.

상호작용의 유형을 크게 3가지 기준으로 분류하고 있다. 첫 번째는 Agent에 따라 학생과 학생 간, 학생과 교사 간, 학생과 콘텐츠 간의 상호작용으로 구분한다. 두 번째는 사용 횟수에 따라 가장 많이, 적절히, 거의 사용하지 않는 유형으로 구분한다. 세 번째는 참여 유형에 따라 적극적, 수동적 유형으로 구분한다.

(3) 연구방법

분석을 위한 데이터는 8개 강좌의 수강생이 사용하는 LMS인 Moodle에서 로그 데이터 값이 생성된다. 이 데이터를 활용해 상관분석과 중다회귀분석을 실시한다.

(4) 연구결과

온라인 학습 환경에서는 몇 가지 상호작용이 학업 성취도와 관련성이 있는 것으로 밝혀졌다. 반면 가상 학습환경의 지원을 받는 면대면 학습환경에서는 상호작용과 학업 성취도 간에 유의미한 관련성이 없는 것으로 밝혀졌다.

Classification	Interaction	Pearson's r^2	
		F2F	Online
Agent	Student-student	.091	.327**
	Student-content	.034	.438**
	Student-teacher	-.030	.540**
	Student-system	.031	.360**
Frequency	Transmission of content	.101	.191*
	Creating class interactions	.049	.321**
	Evaluating students	-.021	.526**
	Evaluation of teachers and courses	-	-
	Computer-based instruction	-	-
Mode	Active	-.014	.453**
	Passive	.039	.411**

* Significant at $p < 0.05$ (two-tailed).

** Significant at $p < 0.01$ (two-tailed).

[그림 17] 상관분석 결과(Agudo-Peregrina et al, 2014, p.547)

Regression parameters										
F2F					Online					
	B	β	t	Sig.	VIF	B	β	t	Sig.	VIF
Based on agent										
Student-student						0.007	0.209	2.94	0.004	1.069
Student-teacher						0.154	0.508	7.14	0.000	1.069
Student-system						Excluded from the regression				
Student-content										
Based on frequency of use										
Transmission of content						Excluded from the regression				
Creating class interactions						All variables excluded				
Evaluating students										
Evaluation of teachers and courses						0.012	0.563	7.97	0.000	1.000
Computer-based instruction						-	-	-	-	-
Based on mode										
Active						All variables excluded				
Passive						0.028	0.489	6.56	0.000	1.000
						Excluded from the regression				

[그림 18] 중다회귀분석 결과(Agudo-Peregrina et al, 2014, p.548)

라) 사례 4

■ 출처 : Romero, C., López, M.-I., Luma, J.-M., & Ventura, S. (2013). Predicting students' final performance from participation in on-line discussion forums. *Computers & Education*, 68, 458-472.

(1) 연구목적

학생들의 온라인 토론 공간 활용이 학업 성취와 밀접히 관련되어 있다는 선행연구가 있다.

따라서 이 사례연구에서는 온라인 토론 공간의 참여 형태를 분석하기 위해서는 어떤 속성과 예시, 분류 알고리즘을 활용하는 것이 적합한지를 찾는 것을 목적으로 한다.

연구문제는 다음과 같다. 첫째, 데이터 마이닝의 어떤 기법이 온라인 토론 공간에서의 참여로부터 학생들의 성취를 예측하는 것이 적합한가. 둘째, 온라인 토론 공간의 어떤 속성이 가장 적합한 예측 변수인가. 셋째, 온라인 토론 공간의 어떤 메시지가 가장 적합한 예측 변수인가. 넷째, 초기 예측을 하는 것이 가능한가이다.

(2) 연구내용

분석대상은 대학교의 1학년 컴퓨터 수업에 참여한 114명의 학생들의 토론 사용형태이다.

(3) 연구방법

분석을 위해 학생들의 학업 성취도는 그 강좌를 이수 또는 낙제 여부로 평가한다. 데이터는 학생들이 토론을 위해 사용하는 LMS인 Moodle을 통해 수집된다. 강의 중반부와 종반부 총 2번에 걸쳐서 데이터 자료를 모은다. 데이터 종류는 크게 세 가지로 양적인 정보(메시지 수, 토론 연결 글 수, 단어 수, 문장 수, 다른 학생들이 글을 읽은 횟수, 토론에 사용한 총 시간)와 질적인 정보(교사에 의해 평가된 토론 메시지 내용의 점수), 사회 연결망 정보(학생들 간의 관계에서의 중심성, 명성 정도)로 나뉜다.

데이터 분석을 위해서는 분류기법과 클러스터링을 통한 분류기법등의 여러 알고리즘을 사용한다.

(4) 연구결과

연구결과 EM(Expectation Maximization)알고리즘은 토론 공간의 참여를 통해 학생들의 성취를 예측하는 가장 적합한 기법으로 드러났다. 또한 메시지 수, 단어 수, 교사

의 점수 그리고 2개의 사회 연결망 정보가 학생들의 성취를 예측하는 가장 큰 속성이었다. 강좌의 주제와 관련이 된 토론글이 모든 토론글 보다 학생들의 성취를 더 예측하는 것으로 밝혀졌다.

강의 중반부에 획득한 정보를 토대로 낙제할 위험성이 높은 학생들에게 초기에 교사가 조언이나 도움을 제공하는 것이 타당한 것으로 나타났다.

3) 제한점 및 시사점

가) 제한점

위에서 살펴본 두 가지 모델링 방식의 학습 분석 사례연구의 제한점은 다음과 같다. 첫째, 다양한 교수학습 상황에서 학습 분석을 위해 수집할 수 있는 데이터들이 무엇이 있는지를 종합하여 제시하지 못했다. 각각의 사례연구에서는 특정한 학습 환경에서 추출 가능한 몇 개의 데이터만을 다루고 있다. 또한 오로지 컴퓨터를 기반으로 한 정량화된 데이터만을 수집하여 인간의 판단에 의한 데이터 수집은 이루어지고 있지 못하다.

둘째, 특정한 학습 분석 모형을 기초로 하여 적절한 학습 분석 절차를 하지 못하였다. 많은 사례연구들은 학습 분석을 위해서는 어떤 절차와 단계에 따라서 무엇을 해야 하는지를 고려하지 못하였다.

셋째, 학습 분석을 통해 향상시키고자 하는 학생들의 능력이 무엇인지를 명확히 설정하지 못하였다. 구체적으로 학습 분석을 시행하는 근본적인 목적이 무엇이며, 학습자에게 어떤 도움을 주기 위해서 하는 것인지를 분명히 정해져 있지 못하다.

넷째, 학습 분석 결과를 향후 어떻게 교육적으로 의미 있게 활용할지에 대한 방안이 미흡하다. 데이터 분석을 통해 특정한 패턴과 인과관계를 발견 한 후 이러한 결과를 교수학습 상황에서 어떻게 사용할 수 있을지에 대한 구체적인 활용방안이 제시되지 못하고 있다.

나) 시사점

Campbell과 Oblinger(2007)는 학습 분석을 실제로 시행하기 전에 학습 분석 적용의

목적이 무엇인지, 목표로 하는 학생집단이 누구인지, 비슷한 학습 분석 목적을 가진 집단이 누구인지를 생각하라고 조언하고 있다. 또한 위에서 논의된 사례연구의 제한점을 고려하여 두 개의 시사점을 도출하였다.

첫째, 학습 분석의 명확한 목표 설정이 필요하다. 위에서 살펴본 두 가지 형태의 학습 분석 모델링 방식은 모두 단순히 점수화된 학업성취도와의 관련성이나 예측정도를 나타내는 데이터를 찾고 유형화 하며 분석하는 것으로 끝나고 있다. 그렇기에 학생들이 교육을 받거나 학습을 한 후 무엇을 성취해야 하는지가 구체적으로 정해져 있지 않다. 예를 들어, 학생들이 특정한 인구통계학적 특성을 가지고 있을 때, 그리고 동영상을 많이 보거나, 규칙적으로 학습 접속을 할 때 학업성취도가 높은 경향이 있다는 분석으로 끝난 채, 그에 따른 교육적 처방에 대한 논의는 부족하다. 이는 학습 분석을 통해 학생들이 어떠한 능력을 향상시키고자 하는지가 명확히 정해져 있지 않기 때문에 이러한 문제점이 나타나는 것이다. 따라서 학습 분석을 적용하기 전에 학생의 어떤 능력을 향상시키고 학습의 성공으로 판단한지 기준과 목표를 설정하는 것이 중요하다.

둘째, 학습 분석의 분석 대상과 향후 활용이 가능한 집단이 누구인지를 분명히 가정하여야 한다. 위의 사례연구들에서 데이터를 분석한 방식이 모든 학생들에게 적용되는 것인지 또는 어떤 집단의 학생들에게 적용될 수 있는지가 밝혀져 있지 못하다. 그렇기에 이렇게 발견된 특정한 학생들의 학습 패턴과 규칙은 교수자가 어떻게 교수학습 처방으로 활용할 수 있을지 정하기가 매우 어렵다. 따라서 학습 분석 연구에서 분석 및 처방의 집단을 연구 전에 명확히 설정을 한 후, 특정 집단의 데이터를 분석하고 이렇게 발견된 학습 분석 결과를 토대로 목표로 한 전체 집단에 적용하는 것이 중요하다.

셋째, 학습 분석 모델을 설정하여 각각의 절차와 분석방법, 활용방안까지 체계적으로 제시하는 것이 필요하다. 먼저 학습 분석을 어떠한 목적에서 시작하는 것인지에서부터 분석의 대상, 구체적인 데이터, 분석방법, 결과의 시각적 표현, 학습 분석 활용 방안 까지 일련의 틀을 가지고 학습 분석을 적용하는 것이 중요하다. 이러한 요소들을 반영한 하나의 학습 분석 모델을 가지고 학습 분석을 시행할 때 자칫 소홀히 할 수 있는 부분들을 미연에 방지할 수 있을 것이다.

나. 학습분석 모델

1) 학습분석의 절차모델

학습 분석 모델링이란 가까운 또는 먼 미래의 상태를 예측하거나 바람직한 방향을 추천하거나 이를 대상으로 한 학습을 계획하고 수행하기 위하여, 현존하는 다양한 문화, 감성적 요인 등 역동적인 양상이 존재하는 학습 현장으로부터 분석하고자 하는 대상이 되는 교육의 바람직한 가치들에 대하여 개인, 집단, 개인-개인, 개인-집단, 집단-집단 사이의 과거에서 현재에 이르는 궤적을 컴퓨터가 생성해 낸 데이터들을 활용하여 실증적으로 파악해 내기 위한 개념적 틀을 표상하는 과정을 의미한다. 이러한 학습 분석 모델링을 통해 알아내고자 하는 것들은 다음과 같다.

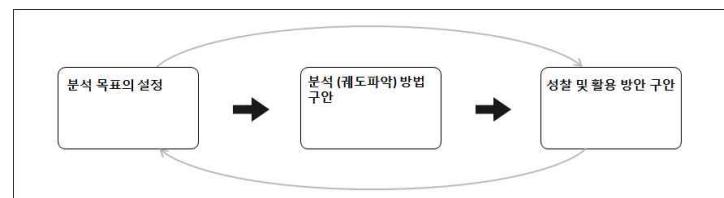
- 대상이 되는 교육의 바람직한 가치가 무엇인가?
- 개인, 집단, 개인-개인, 개인-집단, 집단-집단의 과거에서 현재에 이르는 궤적
- 가까운 · 먼 미래 예측, 추천, 계획 및 수행

학습 분석 모델은 방대하고 의미가 부여되지 않은 일반적인 데이터를 통해 의미 있는 정보를 이끌어내는 일련의 과정을 포함한다. 교육 환경에서 추출한 데이터의 고유한 유형을 찾기 위한 방법들을 개발하고, 학습자나 학습 환경을 심층적으로 이해하기 위해 사용하는 교육적 데이터 마이닝(educational data mining)과는 달리 학습 분석은 한 단계 더 나아가 데이터 마이닝 결과를 교수-학습에 치방하는데 활용함으로써 더 나은 학습 결과를 위하여 데이터를 활용하는 단계까지를 포함한다(조일현, 김윤미, 2013; Elias, 2011). 여러 학자들(조일현, 2012; Baker, 2007; Chatti 등, 2012; Dron & Anderson, 2009; Dyckhoff 등, 2012; Elias, 2011; Picciano, 2012; Verbert 등, 2013)은 다양한 연구를 통해 학습 분석을 위한 모델을 제시한바 있다.

학습 분석의 모델들은 공통적으로 정보 수집(gathering), 정보 처리(processsing), 정보 제시(application)의 과정으로 나뉘며, 양질의 데이터를 처리하는데 있어서 소프트웨어나 하드웨어와 같은 컴퓨터의 사용뿐만 아니라 교사나 학생과 같은 사람도 매우 중요하게 여긴다. 왜냐하면 학습데이터 분석 시 데이터만을 바탕으로 분석하는 것이 아니

라 교육과 관련된 모든 변인들은 인간의 판단을 중시하기 때문이다. 예컨대 성실성, 친절함 등과 같이 정량적으로 평가할 수 없는 정성적인 변인들은 빅 데이터로 측정이 어렵다. 여러 가지 요소에 관한 모든 것을 컴퓨터를 기반으로 한 학습 분석으로 추적해내기는 어렵기 때문에 여기에는 교사, 학생 스스로의 판단, 그리고 객관적인 성취 점수 등이 함께 활용된다.

선행 연구들에 대한 분석을 바탕으로 일반적인 학습 분석의 프로세스를 살펴보면 다음의 [그림 19]와 같이 정리될 수 있다.



[그림 19] 학습 분석 프로세스

첫 번째 단계인 분석 목표의 설정 단계에서는 실제 데이터 분석 이전에 목표를 상세화하고, 대상과 데이터 소스를 구체화 하는 과정을 의미한다. 이후 대상 데이터를 바탕으로 학습 분석을 실시하기 위해 적절한 데이터로 전환하는 사전 처리 절차가 필요하다. 교육 환경 및 시스템으로부터 데이터를 수집하고, 데이터로부터 유용한 패턴을 발견하는 사전 준비 단계로 사전 처리를 위해서는 데이터 클리닝, 데이터 통합, 데이터 전환, 데이터 삭제, 데이터 모델링, 사용자 및 세션 확인, 경로 완성 등과 같은 데이터 마이닝의 기법을 활용할 수 있다.

두 번째 단계는 분석 방법 구안 단계이다. 학습 분석 과정을 의미하는데 어떤 데이터를 분석할지, 어떻게 분석할지를 결정하고, 실제로 분석을 실행하고 결과를 제시하는 것이 여기에 해당한다. 학습 분석을 위한 측정 대표변인(Proxy Variables)을 확정하고, 측정 대표변인에 의한 구체적인 데이터 요소를 할당한다. 사전 처리 결과와 분석의 목적에 따라 각기 다른 학습 분석 방법이 적용될 수 있다. 학습자의 효과적인 학습경험에 도움이 될 수 있도록 분석하여 숨겨진 패턴을 발견하고, 결과를 시각화 하고, 언어

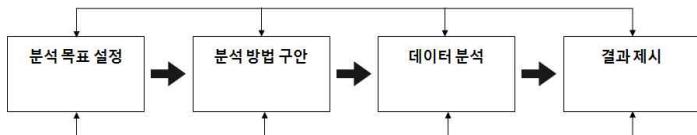
III. 연구 결과

적으로 표현하는 것 또한 분석 과정에 포함된다.

세 번째 단계는 성찰 및 활용 방안 구안 단계로 학습 분석 데이터를 어떤 맥락에서 활용할지, 어떻게 활용할지에 대해 구안하는 단계이다.

2) 본 연구에서 제안하는 학습 분석 절차

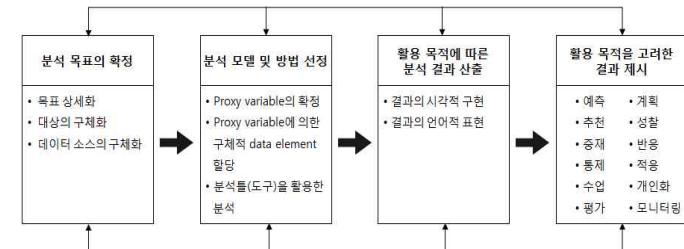
선행 연구 분석과 연구팀의 연구 결과, 그리고 자문 위원의 의견을 반영하여 본 연구에서는 개념적 수준에서의 절차와 운영수준에서의 절차를 제안한다. 학습 분석의 절차는 크게 '개념적 수준'과 실제 데이터를 분석하고 활용하는 '데이터 분석 및 활용 수준'으로 구분될 수 있다. 먼저 개념적 수준은 학습 분석을 위한 사전 준비 단계로 사고의 과정으로 볼 수 있으며, 하위 단계로는 [그림 20]과 같이 '분석 목표의 설정', '분석 방법 구안', 그리고 '성찰 및 활용 방안 구안'이 포함된다. 개념적 수준은 운영 수준에서의 절차와 지속적인 조화와 상호작용이 필요하다.



[그림 20] 개념적 수준에서의 절차

운용수준에서의 절차는 다음의 [그림 21]과 같다. 개념적 수준에서 첫 번째 단계로 분석 목표를 설정하였으면, 운영 수준에서는 분석 목표를 확정하기 위한 활동들이 필요하다. 실제 데이터 분석 이전에 목표를 상세화하고, 대상과 데이터 소스를 구체화하는 과정을 거쳐야 한다. 이후 대상 데이터를 바탕으로 학습 분석을 실시하기 위해 적절한 데이터로 전환하는 사전 처리 절차가 필요하다. 교육 환경 및 시스템으로부터 데이터를 수집하고, 데이터로부터 유용한 패턴을 발견하는 사전 준비 단계로 사전 처리를 위해서는 데이터 클리닝, 데이터 통합, 데이터 전환, 데이터 삭제, 데이터 모델링, 사용자 및 세션 확인, 경로 완성 등과 같은 데이터 마이닝의 기법을 활용할 수 있다.

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

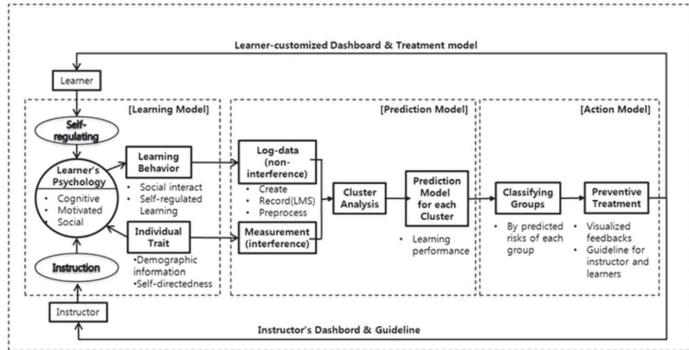


[그림 21] 운영 수준에서의 절차

두 번째 단계는 분석 모델 및 방법을 선정하는 단계이다. 데이터 분석 및 활용 수준에서는 분석 과정을 의미하는데 어떤 데이터를 분석할지, 어떻게 분석할지를 결정하고 실제로 분석을 실행하는 것이 여기에 해당한다. 학습 분석을 위한 측정 대표변인을 확정하고, 측정 대표변인에 의한 구체적인 데이터 요소를 할당한다. 사전 처리 결과와 분석의 목적에 따라 각기 다른 학습 분석 방법이 적용될 수 있다. 학습자의 효과적인 학습경험에 도움이 될 수 있도록 분석하여 숨겨진 패턴을 발견하는 하는 것 또한 분석 과정에 포함된다. 먼저, 한 가지 요인으로 측정하기 어려운 특정 변인에 대해 어떤 부분은 관련된 변인에 의해 어느 정도 파악이 가능하므로 어떤 변인을 관련 변인으로 할지 측정 대표변인을 확정하고, 측정 대표변인을 측정하기 위한 구체적인 데이터 요소를 정한다. 정해진 데이터 요소를 분석하기 위해서 분석 기술 및 도구를 활용할 수 있다. 대표적인 방법으로는 통계(statistics), 정보 시각화(information visualization), 데이터 마이닝(data mining), 소셜 네트워크 분석(social network analysis) 등이 있다. 통계는 가장 기본적인 도구로 접속 시간, 방문 횟수, 참여도, 글 쓴 횟수, 읽은 횟수 등을 나타낼 수 있으며, 기본적인 데이터를 바탕으로 평균, 표준편차 등을 계산할 수 있다.

Jo(2012)는 연구를 통해 스마트러닝 환경을 업무에 두고 있는 LAPA(Learning Analytics for Prediction & Action) 모형을 [그림 22]와 같이 제시한 바 있다. 기존의 전통적 데이터 마이닝에서는 수집된 결과를 해석하는 과정에서 학습심리학적 해석틀을 활용하지 않았기 때문에 생체심리학 등의 학습이론이 보완된 것이 이 모형의 가장 큰 특징이라 할 수 있다. 이 모형을 통해 행동 데이터 분석 결과로부터 교수설계적 시사점을 체계적으로 추출해 낼 수 있다는 장점도 있다. 분석 틀로써 [그림 22]의 LAPA 모

형(Jo, 2012)과 같은 학습 분석 모형을 활용하는 것도 좋은 방법 중 하나이다.



[그림 22] LAPA (Learning Analytics for Prediction & Action) 모델 (Jo, 2012).

세 번째 단계는 활용 목적에 따라 분석 결과를 산출하는 단계이다. 결과를 시각화하고, 언어적으로 표현하는 것이 여기에 포함된다. 통계 결과를 시각화 한 것이 정보 시각화인데, 이전에는 도표나 차트로만 제시했던 시각화된 정보를 최근에는 컴퓨터 기술의 발달로 대시보드에서 더욱 매력적으로 구현할 수 있게 되었다. 여기서 중요한 것은 교사나 학생 등 사용자가 알아보기 쉽게 시각화 하는 것이다. 차트, 산점도, 3D 형상, 지도 등을 활용하여 이해하기 쉽고 명확하게 데이터를 시각화해야 한다. 데이터 마이닝 기술은 분류(classification), 군집화(clustering), 연합 규칙 마이닝(association rule mining) 등이 있다(Chatti 등, 2012). 분류는 어떤 집단에 속할지 정해지지 않은 객체가 속해야 하는 집단을 예측하기 위해 데이터의 집단이나 개념을 구별하고 모델을 찾는 과정이다. 널리 쓰이는 분류 방법으로는 decision trees, neural network, naive Bayesian classification, support vector machines(SVM), k-nearest neighbor classification(KNN) 등이 있다(Liao 등, 2012). 군집화는 분류와 대조되는 방법으로 데이터 객체를 그룹이나 군집으로 분류하는 과정을 거쳐 비슷한 성질의 객체들끼리 하나의 군집으로 묶는 것을 의미한다. 군집화로 많이 쓰이는 방법으로는 분할 방법

(partitioning methods), 위계 방법(hierarchical methods), 밀도 기반 방법(density-based methods) 등이 있다. 연합 규칙 마이닝은 데이터 내에서 흥미롭게 연결된 것이나 상관이 있는 것을 발견하는 것이다. 예컨대 매장에서 고객이 구입한 항목이 어떻게 관련되어 있는지 발견하는 것을 목표로 장바구니를 분석하는 것이다. 이에 의해 폐턴은 연관 규칙의 형태로 나타난다. 컴퓨터를 사는 사람이 바이러스 방지 프로그램을 함께 구입한다는 규칙에 대해 10%가 지지되고, 80%의 신뢰도를 가진다면, 10%의 고객은 컴퓨터와 함께 바이러스 방지 프로그램을 구입한다. 그리고 컴퓨터를 구입한 사람은 역시나 바이러스 방지 프로그램을 나중에라도 80% 구입한다. 연합 규칙 마이닝을 위해 널리 쓰이는 방법은 Apriori algorithm과 frequent-pattern trees(FP-tree) 기법이다. 소셜 네트워크 분석은 네트워크 학습을 지원하는 것이 중요해짐에 따라 관리, 시각화, 분석을 위한 도구들이 인기를 얻고 있다. 소셜 네트워크 분석을 통해 소셜 네트워크를 시작적으로 제시함으로써 사용자는 흥미로운 연결을 살펴볼 수 있다. 소셜 네트워크는 $G = (V, E)$ 의 모델로 구성된다. V 는 일련의 노드(꼭지점)를 의미하며, 행위자를 나타낸다. E 는 원호, 링크로도 불리며, 행위자들 간의 연결을 나타낸다. 즉, 소셜 네트워크의 그래프는 행위자(V)와 행위자들 간의 연결을 이루는 링크(E)로 구성되어 있는 것이다(Chatti 등, 2012). 소셜 네트워크 분석에서 가운데를 중심으로 각도(degree), 근접성(closeness), 사이 관계(betweenness)에 따라 네트워크가 표시된다. 이와 같이 다양한 분석 도구들은 학습 분석의 목적에 맞게 활용되어야 한다.

마지막 단계는 활용 목적을 고려하여 결과를 제시하는 단계로 분석된 학습 데이터 결과는 교수-학습에 유의미하게 활용될 수 있다. 학습 분석 데이터는 교수-학습에 관한 예측, 추천, 중재, 통제, 계획, 성찰, 수업, 반성, 개인화, 평가, 적용, 모니터링 등에 활용할 수 있다. 활용의 몇몇 예를 들면, 첫째, 추천 시스템을 위해 학습 분석 결과를 활용할 수 있다. 추천을 위한 학습 분석은 최근 관련 연구들이 주로 다루는 연구 주제이다. 학습 분석의 핵심 목표 중 하나이다. 학습 분석을 통해 학습자 개인에게 필요한 것 혹은 학습자가 선호하는 학습 내용을 추천해줄 수 있다. 또한 집단 내 다른 학습자의 과거의 궤적을 추적한 데이터를 바탕으로 학습자와 유사한 상태의 학습자들이 선호하는 학습 내용을 추천해줄 수도 있다.

둘째, 개인화된 적응적 학습에 활용할 수 있다. 적응적 학습은 학습자의 학습동기, 선수지식, 학습전략, 학습양식 등과 같은 다양한 학습자의 특성에 적합한 학습내용이나

학습 전략, 학습양식을 제공하거나 학습자가 이를 선택할 수 있도록 적응적 도움과 안내를 지원하는 교수-학습 방법을 의미한다(김선영, 2013; 권혁일, 2000; 박종선, 2001). 학습 분석을 통해 이러한 개인화된 적응적 학습을 가능케 할 수 있다. 학습 분석의 결과는 여러 다른 종류들로 이뤄진 학습자의 요구를 설명할 수 있으며, 그들의 독특한 요구에 적합한 맞춤형 학습 경험을 제공할 수 있다.

앞서 언급하였듯이 학습 데이터를 분석할 때에는 정량적인 데이터만을 가지고 분석하는 것이 아니라 인간의 판단 또한 반영된다. 교육과 관련된 모든 변인들은 인간의 판단을 중시하기 때문이다. 따라서 학습데이터 분석 과정은 컴퓨터를 활용하여 빅 데이터 분석만으로 모든 분석 결과를 추적해 내기는 어렵다. 교사, 학생 등 교수-학습 관련 이해관계자들의 판단이 함께 어우러져 분석이 이루어져야 함을 밝혀둔다. 도구를 활용한 학습 분석은 빅 데이터를 활용하여 추적이 가능하고, 실증적인 데이터를 부분적으로나마 제공해주는 장점이 있다. 이후 학습 분석 분야가 더욱 발전하면, 다양한 교과 콘텐츠를 학습하는 것을 용이하게 해주는 데이터들이 축적될 가능성이 있다. 즉, 사람들이 실수를 많이 하는 곳이 어디인지, 주로 학습하는 방법, 어떻게 하면 이해를 더 잘 할 수 있는지 등 콘텐츠에 대해 표준화 된 결과를 가져올 수 있는 것이다. 현재는 교사의 판단, 학습자 스스로의 자기평가, 학습과정에서 얻어진 학습데이터 세 가지를 동시에 살펴보는 것이 중요하다. 앞으로 데이터가 빅데이터 형태로 쌓이면 서로 상호간의 가중치를 둘으로써 조금 더 실증적 자료에 기반한 판단이 가능해질 것이다.

3. 학습분석의 네 가지 모델링의 적용

앞에서 밝힌 학습분석의 모델을 활용하여 실제적인 학습분석을 실행하기 위하여 네 가지 적용 영역이 선정되었다. 이하 적용 영역 선정의 배경과 실제 적용 결과를 제시한다.

가. 적용 영역의 선정

1) 적용 영역의 선정

학습분석에 관한 기존의 접근은 대체로 학습 결과로서 교과 성적에 영향을 주는 요인들을 측정하고 진단하며 예측한 후 적절한 조언(피드백)을 하는 것이다(Griffin & Care, 2013). 예컨대, 대학생들이 이러닝 학습관리체계(Learning Management System)에서 보여준 시간 관리 실태를 분석하여 특정 과목의 성적과 상관성을 찾아내어, 시간 관리 관련 조언을 하는 것이다(조일현, 김윤미, 2013). 학습 성과 변인으로서 교과의 성적을 주요한 결과 변인으로 설정하여 학습 분석을 실시하고 있다. 교과 성적에 의하여 학습 성공과 실패를 판단하는 교육 실제에 비추어 볼 때 학습 분석의 주된 대상으로 교과 성적을 설정하는 것은 자연스러운 현상이라고 할 수 있다.

그러나 학습 분석이 실제 교육 현장의 문제를 해결하는데 도움을 주는 방향으로 적용되어야 한다면, 본 연구의 실제적인 목적과 맥락을 고려할 때 국내 중등학교 현장을 반영한 학습 분석이 우선적으로 이루어질 필요가 있다. 중등학교에서 학생들이 겪고 있는 학습 경험과 문제에 주목하여 학습 분석이 이루어지고 그에 따른 적절한 조언과 피드백이 주어지는 것이다. 따라서 본 연구는 학습 분석의 적용 대상을 중등 교육의 실제적이면서도 우선적인 문제를 반영하는 차원에서 선정하였다.

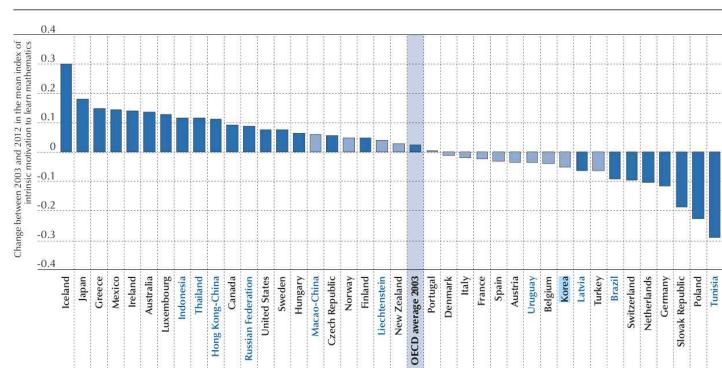
학습 분석의 적용 대상을 선정함에 있어서 국내 중등 교육의 실제적 문제로 주목한 것은 기본적으로 학생들의 학업 성취 수준은 높지만, 교과에 대한 흥미도가 낮은 상황이었다. PISA에 의하여 정기적으로 실시된 세계 주요국 학생들의 교육 평가 결과에 따르면(OECD, 2014), 국내 학생들의 학업 성취 수준은 최상위권에 속하는 반면 <표 9>, 교과흥미와도 밀접한 관계가 있는 학습에 대한 동기 수준 [그림 23]이 낮고 학교에서

III. 연구 결과

느끼는 행복감이 매우 낮은 것[그림 24]로 나타났다.

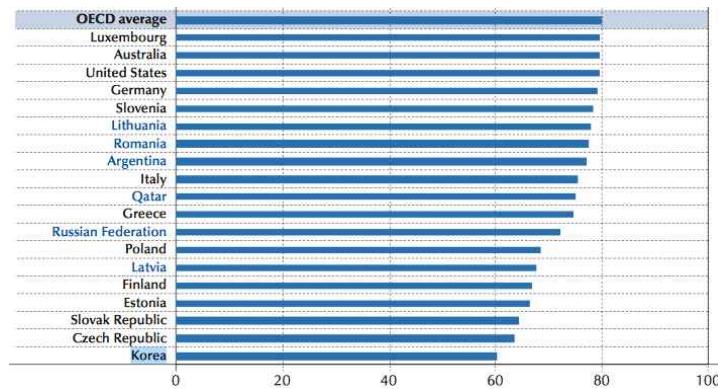
<표 9> PISA 참여 국가/지역별 수학 성취 순위 (OECD, 2014 pg21)

순위	지역-국가
1	상해-중국
2	싱가포르
3	홍콩-중국
4	대만
5	대한민국
6	마카오-중국
7	일본
8	리히텐슈타인
9	스위스, 벨기에
10	이태리



[그림 23] 2003년~2012년 수학과목 학습하고자 하는 내적 동기 변화 (OECDa, 2013, pg76)

학습분석 모델 및 확장 방안 연구



[그림 24] 학교에서 행복하다고 응답한 학생의 비율 (OECD, 2013a, pg 34)

학업 성취 수준은 높지만, 교과에 대한 흥미도가 낮은 결과의 원인에 대한 분석이 다양하게 이루어지고 있지만, 실제로 교과에 대한 흥미가 어느 정도 낮은지, 흥미가 낮은 부분이 어떻게 나타나는지, 왜 이렇게 흥미가 낮은지와 같은 현실에 대한 정확한 분석이 이루어진 것은 아니다. 또한, 결과적으로 이 문제의 해결 방안을 어떻게 학생들에게 제시할 것인가에 대한 해결책도 고려할 필요가 있다. 학습 분석 차원에서 교과 흥미도에 대한 정확한 분석이 학생들의 활동에 대한 자료를 근거로 이루어질 때 최적의 조언, 피드백, 해결 방안이 제시될 수 있는 것이다.

교과에 대한 흥미와 함께 국내 교육 현장에서 중요하게 생각하는 또 하나의 교육 문제는 자기주도학습 수준이 낮다는 지적이다(정미경, 2003). 자기주도학습(self-directed learning)은 학습자가 자신의 학습의 목표를 설정하고, 자신만의 학습 전략을 활용하면서, 학습 과정을 모니터링 하는 활동 등을 포함하는 것으로서 학습의 성공과 실패에 영향을 주는 또 하나의 중요한 변인으로 주목받고 있다(이경민, 이윤주, 2014). 자기주도학습이 개인의 심리적 구인으로 다루어질 때는 자기조절학습(self-regulated learning)으로 개념화되어 연구 대상이 되어 왔다. 자기조절학습은 대체로 학습자 스스로 자신의 학습욕구에 따라 학습의 목표를 설정하고, 필수적인 학습 과정을 계획하고, 점검하며, 목표 실행 후, 학습 결과를 스스로 평가하는 과정을 의미한다(Zimmerman,

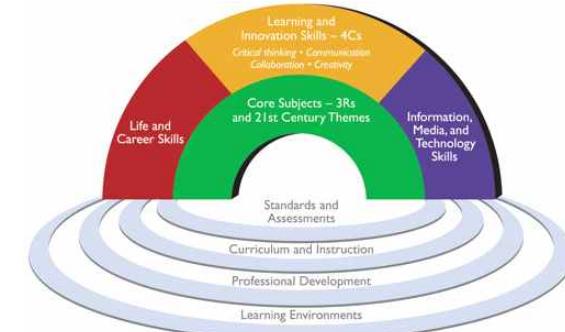
1990).

자기조절학습이 특별히 주목받는 이유 중의 하나는 학생들이 교실에서 교사에 의한 수업 과정에 참여하는 것 이외에도 점점 정보통신기술 기반의 이러닝(e-Learning) 혹은 엠러닝(m-Learning) 상황에서 독립적으로 학습을 하는 경우가 증가하고 있기 때문이다(임철일, 2005; Zimmerman, 1990). 이러닝 혹은 엠러닝 상황에서 학생들은 정보통신기술 도구를 활용하여 동영상 강의를 보거나, 게시판을 활용한 학습 공동체 활동 등을 하게 된다. 이 상황에서 학습자는 독립적으로 자신의 학습을 조절하는 것을 기대받는다. 그러나 현실에서는 인터넷 중독, 게임 중독처럼 자신의 학습 과정을 제대로 통제하지 못하는 상황이 적지 않다. 학습 분석은 결국 이러한 상황을 자기조절학습의 측면에서 문제를 진단하고 해결책을 제시할 필요가 있다.

자기조절학습을 포함하면서 좀 더 포괄적인 인지 능력과 활동으로 주목받는 것으로 메타인지(meta cognition)를 들 수 있다. 메타인지는 자신의 학습 활동에 대한 사고와 통제를 의미하는 것으로(Jacobs & Paris, 1987) 교육 및 학습 상황에서 비교적 오랜 기간 동안 이론적인 관심을 받아 왔다. 개념적으로는 자기조절학습과 중복되는 측면들을 가지고 있는 메타인지는 국내 교육의 실제적인 문제 상황 즉 학생들이 공부하는 방법을 습득하는 것이 중요하다는 관점을 반영하는 점에서 학습 분석의 초기 적용 대상으로 설정하는 것이 필요하다.

마지막으로 학습 분석은 미래 혹은 21세기에 필요로 하는 역량을 대상으로 할 필요가 있다. 미래 인재들에게 필요로 하는 역량을 분명히 하고, 이를 교육적으로 어떻게 지원할 것인가에 관한 논의(OECD, 2014)를 검토하여서 학습 분석 차원의 적용 대상을 선정할 수 있다. 21세기에 필요한 역량으로는 먼저 OECD에서 평생학습 역량으로 그 필요성이 제기된 이후, 유럽에서는 범교과적인 주요 필요 역량을 제안하였으며, 미국에서는 지식 사회에서 필요한 21세기 학습 능력을 [그림 25]와 같이 도출하였다(The Partnership for 21st Century Skills, 2009). 학습 및 혁신 기술(Learning and Innovation skills)에는 비판적인 사고 능력과 문제해결 능력, 창의성과 혁신, 커뮤니케이션과 협동 능력으로 구분되어 있고, 정보화 시대에 필요한 정보 활용 능력은 필요한 정보, 매체, 테크놀로지 기술에 포함되어 있다. 학습에서의 도구의 활용에 필요한 능력 및 학습과 밀접하게 연관 있는 능력 외 학습에서의 주도성은 평생 학습 및 직업 기술에서 필요한 능력으로 제기된다. 국내의 경우에도 변화된 인재상을 반영한 핵심 역량

을 국가 차원에서 도출하여(교육부, 2013) 교육 목표로 설정하여 오고 있다. <표 31>은 국내외 문헌에서 21세기 학습자에게 필요한 역량이라고 언급된 내용을 정리한 내용을 연구팀에서 영역으로 구분하였다.



[그림 25] 21세기 학생 목표 및 지원 시스템 (The Partnership for 21st Century Skills, 2009, pg 1).

<표 10> 영역에 따른 21세기 필요 역량

영역	역량	참고문헌
인지 및 메타 인지	문제 해결 능력	Partnership for 21st Century Skills, 2009
	비관적 사고력	
	창의적 사고력	
	계획	En Gauge, OECD, 2013a
동기	학습하고자 하는 능력	Partnership for 21st Century Skills, 2009
	자기주도적 능력	
사회	협력 (협동 학습력)	Partnership for 21st Century Skills, 2009
	의사소통력	
	사회적 기술 -대인 관계력 -문화 이해력	Trier 2003, Anderson 2008, Dede 2010
	ICT 활용 능력	Partnership for 21st Century Skills, 2009;
테크놀로지	정보처리력	American Association of School Librarians and Association for Educational Communications and Technology, 1998

21세기 필요한 역량 중 특히 본 연구에서 주목하는 역량은 협동과 의사소통 역량이다. 협동은 개인적으로 업무를 수행하기 보다는 공동으로 과제를 해결하는 경우가 더욱 빈번해지는 고도의 지식 정보 사회에서 새롭게 강조되는 역량이다. 혼자서 해결할 수 없는 복잡한 문제들이 점점 많이 생기고 특히 협동적으로 해결하는 과정에서 상대방과 의사소통을 효과적으로 하는 것이 또한 중요하게 강조되고 있다. 개인적 의사소통뿐만 아니라 발표 등 공적 의사소통을 효과적이게 하기 위하여 도구나 자료를 활용하는 역량이 특히 필요한 것으로 나타나고 있다.

이상과 같이 교과에 대한 흥미, 자기조절학습, 메타인지, 그리고 협동과 의사소통 역량에 대한 강조가 국내 중등학교 현장을 중심으로 제기되고 있는 점을 고려하여 본 연구에서는 이 네 가지 영역을 학습 분석의 대상으로 삼고 구체적인 방안을 개발하려고

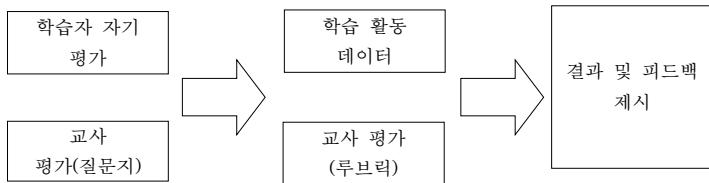
하였다.

2) 적용의 실제

이제까지 교육에서의 학습 분석 접근을 살펴보면, 대부분 학습 상황에서의 학습자의 실제 행동 데이터를 기반으로 학습자의 학업 성과 증진 및 중도 포기를 막고자 하는 노력을 하였다. 학습분석을 통해 기존의 연구들은 데이터를 중심으로 교육에서의 의미 있는 시사점을 도출하여 학업 증진과 학업 지속에 도움을 줄 수 있도록 모델링해왔다. 그러나 이러한 접근법은 실제 데이터를 중심으로 귀납적으로 의미를 추출하다보니 데이터를 수집하기 용이한 정형 데이터에 의존하고 있다는 제한점이 있다. 즉, 로그인 횟수, 과제제출여부, 학점이나 시험점수 등의 총괄평가로 이루어진 학업성취도나 등록여부 등의 정형 데이터에 의존하고 있는 것이다. 또한 학습과정에서 학습자의 학습을 개선할 수 있도록 조언을 제공하거나 코칭을 하기 보다는 학습자에 대한 평가와 학업성취도나 학업지속에 대한 예측에 그치고 있다. 이러한 정형데이터 중심의 빅데이터 분석은 학습자의 정서, 인지 및 가치와 같이 정량적으로 평가하지 못하는 유의미한 부분에 대해 접근하지 못하는 제한점이 존재한다. 아울러 학습자가 자신의 학습을 개선할 수 있도록 구체적인 조언을 제공하는 데에도 한계가 존재한다.

한편 이 연구는 3개년으로 계획한 장기 과제 중 첫 번째 해의 부분으로 실제 축적된 데이터가 전무한 상태이다. 그리하여 본 연구에서 제안하는 학습 분석 모델은 데이터뿐만 아니라 학습 상황에 참여하고 있는 구성원(학습자, 교사)의 평가를 반영하여 학습자의 행동을 [그림 26]과 같은 접근 방식으로 진단하고 그에 적합한 피드백을 제공하려하였다.

III. 연구 결과



[그림 26] '학습분석 모델 및 확장 방안 연구' 적용의 접근 방식

먼저, 학기 시작 시점에서 학생들은 디지털 교과서를 사용하여 위에서 밝힌 네 가지 영역을 대표하는 설문 문항에 답변을 하는 자기 평가를 하고 (5점 척도), 담임교사와 교과담당 교사는 해당 학생에 대해서 동일한 문항에 대해 평가를 진행한다. 즉, 담임교사는 메타인지, 자기조절학습, 협력에 대해 평가를 진행하고, 교과담당 교사는 해당 교과의 흥미에 대한 평가를 진행한다.

가) 자기 평가 및 교사 진단

연구에서 선정한 영역 메타인지, 교과흥미, 자기조절학습, 협력으로 데이터 기반으로 만 각 영역에 대한 진단을 하는데 어려움이 있으며 해당 영역을 측정하기 위한 데이터의 명확한 규명이 되어 있지 않은 상태이다. 그러므로 본 연구에서는 각 영역에 대한 자기 평가와 교사 진단으로 각 영역에 대한 초기값을 설정하는 접근 방식을 취하였다.

자기 평가 및 교사 진단을 위해서 먼저 관련 문헌에 근거로 한 각 영역에 대한 정의를 요약하였고, 조작적 정의를 규명한 후 영역의 특성 및 하위 영역을 규정하였다.

학습자 자기 평가 문항은 각 영역에 문헌 연구에 기반 하여 연구팀이 개발하였고, 개별한 내용은 현장 교사 인터뷰 및 전문가 자문을 통해 수정 및 보완되었다. 영역의 하위영역을 대표하는 질문 1~2개는 학습자가 5점 척도(전혀 그렇지 않다, 그렇지 않다, 그렇다, 매우 그렇다.)로 학습 초기에 학습자가 스스로에 대한 평가를 진행한다. 각 영역에 대한 자기 평가 문항은 영역별 각 5문항씩으로 구성된다.

교사 진단을 위해서는 각 영역에 대한 대표 질문지와 심층평가를 위한 루브릭을 개발하였다. 먼저 질문지는 학습자 자기 평가 문항을 교사가 평가 할 수 있도록 변환하였고, 전문가 자문의 내용을 근간으로 하여 질문 문항의 표현 및 방식을 수정하였다.

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

또한 각 영역에 대해 심층적인 진단을 위해서 루브릭을 개발하였다. 루브릭은 영역에 대한 하위영역에 대해서 교사가 해당 학생이 위치한 수준을 평가하는 목적으로 개발하였다. 규정된 영역과 하위 영역에서 4단계의 수준으로 단계를 규정하였고, 루브릭은 초중 교사이 포커스 그룹 인터뷰와 전문가 자문을 통해서 내용의 검토를 받아 수정 및 보완하였다.

나) 데이터 기반 진단

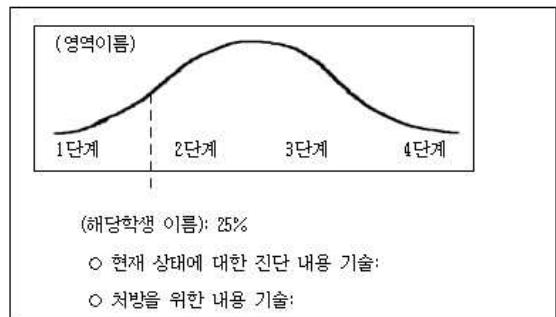
선정한 영역이 정의, 인지 및 가치와 같은 데이터로 수치화되지 않은 영역으로 학생 자기 평가 및 교사 진단은 빅 데이터 분석에 중요한 의미를 부여한다. 하지만 실제 학습자 데이터와 연결하여 학습자를 분석하고 진단하는 것은 빅데이터 분석에 중요한 부분이므로 각 영역을 설명하는 데이터를 규명하는 노력이 필요하다. 그리하여 본 연구에서는 각 영역에 대한 문헌을 근거로 하여 측정 가능한 데이터를 추출하였고, 연구에서 정의한 영역에 적합성을 파악하여 측정 대표변인(proxy variable)을 규명하였다. 규명된 대표 변인은 전문가 자문을 통해 대표성을 확인 받았고, 대표 변인의 주요 변인을 활용하여 두 가지 분석 방안을 제시하였다. 첫째, 표준 점수 도출 과정을 활용하여 점수를 도출하여 데이터를 분석하는 방안을 제시하였다. 둘째, 기계언어(Machine Learning) 알고리즘(algorithm)을 활용한 방안을 제시하였다.

먼저, 표준 점수 계산식을 도출하기 위해서 아래와 같은 계산방법을 활용하였는데, 그 이유는 각 영역간의 수준 차이를 일정하게 유지하고 평가되는 학습자들의 개별차이를 고려하여 학습자의 특성 및 지역의 차이와 같이 비교가 불가능한 점수에 대한 문제를 해결하고자 하였다. 표준 점수는 현재 학습자의 점수뿐만 아니라 이전 점수를 동일하게 활용하여 분석에 활용할 수 있는 장점도 추가로 존재한다.

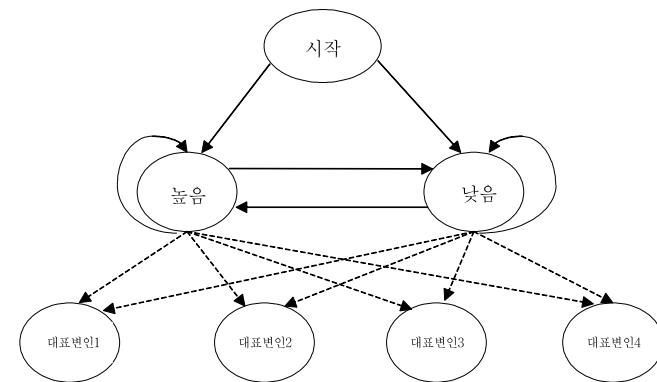
$$T\text{점수} = 10Z + 50$$

각 학생들에 대한 점수는 영역(메타인지, 교과흥미, 자기조절, 협력)의 하위 영역에

대한 대표변인의 값을 각 동일한 가중치를 두어 평균을 구한 뒤 표준 점수로 구하는 접근을 취하였다. 각 영역에 대한 점수는 다음과 같이 표현되어 학생들에게 제시될 수 있는데, 이때 영역이름은 메타인지, 교과 흥미, 자기 조절, 협력과 같은 상위 영역 및 하위 영역을 표시할 수 있으며, 정규 분포 선은 학급 또는 대단위의 학습자들의 분포를 보여준다. 해당학생의 점수는 점선으로 어느 단계에 있는지 표기가 되며, 현재 상태에 대한 내용과 처방을 위한 내용은 학습자에게 필요한 조언을 기술하여 제시할 수 있다. 초기에는 디지털교과서에서 추출할 수 있는 실제 데이터가 부재하기 때문에 학생 및 교사의 진단에 의한 현재 상태/처방을 제시하고 데이터가 축적됨에 따라 구체적인 학습자의 행동(대표 변인)을 중심으로 내용을 기술할 수 있다.



또 다른 분석 접근으로는 기계 언어 알고리즘 접근으로 HMM(Hidden Markov Model)을 활용한 접근을 활용할 수 있다. HMM은 관찰되는 변수를 통해서 잠재 변수를 예측할 수 있는 특징이 있으므로 연구에서 도출한 대표 변인을 통해서 각 영역의 수준을 예측할 수 있다. 또한 데이터 축적이 미흡한 경우에는 전문가의 의견을 통해서 초기 모형을 생성할 수 있고 이후 데이터 축적을 통해서 정확도를 높일 수 있다는 점에서 다음 그림과 같이 분석 방안으로 제안한다.



[그림 28] HMM을 활용한 학습 데이터 제시 방안

나. 메타인지

1) 정의 및 특성

인지에 대한 인지를 일컫는 메타인지란 자신의 사고에 대한 사고로 학습상황에서 학습자들이 자신의 학습 활동에 대한 사고와 통제를 말한다(Brown, Bransford, Ferrara, & Campione, 1983; Flavell, 1979; Jacobs & Paris, 1987). 메타인지에 대한 학습자의 정의는 다양하나 학습상황에서 메타인지는 크게 두 개의 개념적 틀로 구분할 수 있다. 먼저 Flavell(1978)이 정의하는 메타인지는 개인(person), 과제(task), 전략(strategy)을 포함한 메타인지적 지식과, 목표(goals), 전략(strategies)인 메타인지적 경험을 포함하고 있다. 이 개념적 틀은 교육학, 임상학 외 다양한 분야에서 활용하는 메타인지의 개념을 잘 설명하고 있다. 그에 비해 Brown(1978)은 인지에 대한 지식(knowledge of cognition)과 인지에 대한 조절(regulation of cognition)을 메타인지의 구성 요소로 강조하였고, 이 개념적 틀은 교육 맥락에서 활발하게 활용되고 있으며 교육에서의 메타인지를 잘 대변해주고 있다. 두 가지 모형이 상이한 구성요소를 포함하지만, 1) 개인의 인식(awareness)의 중요성과 개인의 인지의 이해를 중요시 여긴다는 점, 2) 메타인지의

III. 연구 결과

맥락적 성격을 반영한다는 점, 3) 개인의 사고와 행동에 대한 조절에서의 메타인지의 중요성을 공통적으로 주장하고 있다(Sperling, Ramsay, Richmond & Klapp, 2012).

인지에 대한 지식(knowledge of cognition)은 선언적 지식 (declarative), 조건적 지식 (conditional) 그리고 절차적 지식 (procedural)을 포함하고 있으며 인지에 대한 조절 (regulation of cognition)은 계획(planning), 모니터링(monitoring), 평가(evaluation)의 과정을 포함하고 있다. 이때 특히 교과서와 같은 읽기 자료를 학습하는 상황에서 메타인지를 측정하기 위해서는 인지 조절하는 행동 및 전략 활용에 초점을 두고 있는 만큼 전략(strategy)는 메타인지의 하위 요소로 많은 연구에서 고려되고 있다(Mokhtari, Reichard, 2002).

본 연구에서 규정하는 메타인지는 인지에 대한 조절로 계획, 모니터링, 전략 활용 및 평가를 하위영역으로 포함하는 것으로 정의하며 하위 영역에 대한 구체적인 설명은 다음과 같다.

- 계획 : 학습하기 전 단기, 중기, 장기 목표 수립
- 모니터링 : 학습 중 자신의 학습 행동을 확인
- 전략 : 학습 중 학습자가 활용하는 학습 방법
- 평가 : 학습 중 및 후 학습 활동에 대한 성찰 및 반성

한 예로 학습상황에서 메타인지가 높은 학생은 학습상황에서 직면한 문제에 대해서 해결하기 위한 목표를 세우고, 효과적인 전략을 구안하며 자신의 문제 해결 과정에 대해서 짐작하고 자신의 행동에 대해서 평가한다. 하지만 메타인지가 낮은 학습자들은 해당 문제를 해결할 수는 있으나 체계적으로 문제에 접근하지 못하고 뿐만 아니라 유사한 문제가 제시되었을 때 해결하지 못하고 시험이나 숙제가 없으면 학습내용을 학습하지 않는 행동을 보인다(Borich, 2011).

이경민과 이윤주 (2014)는 청소년 중 상위권 학생들이 보이는 메타인지에 대한 연구를 진행하였다. 메타인지가 높은 학생들은 시험전 3~4주전에 계획을 세우고 정리하면서 복습을 하고 시험일에 가까울수록 문제를 중심으로 풀고 어려운 것을 정리하면서 시험전 1주일을 할애하며 자신에게 맞는 학습 도구를 활용하고 학습 내용에 맞는 학습 전략을 한다. 또한 더 잘할 수 있는 방법을 고민하고 끊임없이 자신의 행동을 수정한

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

다. 또한 이전 풀이한 문제를 분석하고 학습한 내용을 반복하고 자신의 상태에 대해서 점검하고 어떻게 학습을 할지 결정한다.

2) 학습분석 대상 테이터

메타인지의 네 가지 하위 영역에 따라 측정 변인을 문현에 근거하여 도출하였고, 측정 변인중 대표적인 변인을 대표 변인으로 상정하였다.

<표 11> 메타인지 하위영역에 대한 측정 변인

	측정 변인	근거 문현 내용
계획	■ 로그인 한 횟수	▪ 학습을 시작하기 전에 학습해야 할 내용을 미래 생각하기(Pintrich, Degroot, 1990)
	■ 로그인 한 규칙성	▪ 학습 하기 전 목차 및 큰 그림 먼저 확인(Risch & Kiewra, 2001)
	■ 학습 목표 페이지에서 필기 한 양	▪ 학습 시작 단계에서 목차나 전체 내용을 훑어보기(박성익, 김미경, 2004, Ross, 1999)
	■ 학습 목표 페이지에서 머무르는 시간의 양	▪ 내가 한 학습 활동에 대해서 멈춰서 생각해봄 (Pintrich, Degroot, 1990).
		▪ 문제를 풀고 푼 과정을 확인함 (Zimmerman & Kitsantas, 1997)
		▪ 필기한 내용 확인 (Pintrich, Smith, Garcia & McKeachie, 1991; Risch & Kiewra, 2001)
모니터링	■ 해당 페이지를 반복해서 방문한 횟수	▪ 틀린 문제에 대해서 돌아가서 문제 풀이 과정을 다시 경험함(Pintrich, Smith, Garcia & McKeachie, 1991).
	■ 해당 페이지에서 활용하는 도구의 수	▪ 이해를 더 잘하기 위해서 다른 방식 활용 (Pintrich, Smith, Garcia & McKeachie, 1991).
	■ 강조/밑줄기능을 활용한 페이지를 재방문하는 횟수	▪ 문제 풀기 전에 전략을 선택함(Renzulli, Siegle, Reis, Gavin & Sytsma Reed, 2009)
	■ 필기내용을 확인한 횟수	▪ 중요한 정보를 기록함(강명희, 한희영, 2002)
	■ 학습 목표를 확인한 횟수	▪ 올바른 과정을 거쳐서 답을 도출했는지 성찰함 (Pintrich, Degroot, 1990).
	■ 학습 목표를 확인한 규칙성	
전략	■ 활용하는 도구의 수	
	■ '강조'기능 활용 횟수	
	■ '밑줄'기능 활용 횟수	
	■ '메모'기능 활용 횟수	
평가	■ (형성평가에서) 푼 문제의 수	

III. 연구 결과

- | | |
|--------------------------------|--|
| ■ 문제 페이지에서 남긴 노트 | ■ 문제에 도출한 답이 올바른지 성찰함의 양 |
| ■ 정답 확인후 머무르는 시간 | ■ 문제 해결을 위한 다양한 방법을 생각해봄 (Renzulli, Siegle, Reis, Gavin & Sytsma Reed, 2009) |
| ■ 문제를 풀고 목차/학습 목표 페이지로 돌아오는 횟수 | |

가) ‘계획’을 측정하기 위한 측정 대표변인

학습을 시작하기 전에 학습해야 할 내용을 미리 생각하고 (Pintrich, Degroot, 1990), 학습 하기 전 목차 및 큰 그림을 먼저 확인(박성익, 김미경, 2004; Risch & Kiewra, 2001; Ross, 1999)하는 행동은 학습에서의 계획하는 행동이다.

이와 같이 학습상황에서의 계획 행동에 기반으로 디지털 교과서에서의 계획을 측정하기 위한 변인으로는 ‘로그인 한 횟수’, ‘로그인 한 규칙성’, ‘학습목표 페이지에서 필기한 양’ 및 ‘학습 목표 페이지에서 머무르는 시간의 양’이 있다. 그 중에서 본 연구에서는 ‘로그인의 규칙성’을 계획을 측정하는 대표 변인으로 선정하였다.

나) ‘모니터링’을 측정하기 위한 측정 대표변인

학습활동 중 자신의 활동을 되돌아보고 문제를 풀고(Pintrich, Degroot, 1990), 풀 과정을 확인하는 행동(Zimmerman, Kitsantas, 1997)은 메타인지의 하위요소인 모니터링에 포함된다. 또한 필기한 내용을 확인하고(Pintrich, Smith,Garcia, MckEachie, 1991; Risch & Kiewra, 2001) 틀린 문제에 대해서 돌아가서 문제 풀이과정을 다시 하는 것 (Pintrich, Smith,Garcia, Mckeachie, 1991)은 자신의 학습 활동을 되돌아 보는 모니터링에 해당한다.

이와 같이 학습상황에서의 모니터링의 행동을 기반으로 교과서에서의 모니터링을 측정하기 위한 변인으로는 ‘해당 페이지를 반복해서 방문한 횟수’, ‘해당 페이지에서 활용하는 도구의 수’, ‘강조/밀줄기능을 활용한 페이지를 재방문하는 횟수’, ‘필기내용을 확인한 횟수’, ‘학습 목표를 확인한 횟수’ 및 ‘학습 목표를 확인한 규칙성’이 있다. 그 중에서 본 연구에서는 ‘노트확인 횟수’와 ‘학습목표 확인 횟수’를 모니터링을 측정하는 대표 변인으로 선정하였다.

다) ‘전략’을 측정하기 위한 측정 대표변인

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

학습내용을 더 잘 이해하기 위해서 다양한 방식을 활용(Pintrich, Smith,Garcia, Mckeachie, 1991)하고, 문제 풀기 전에 전략을 선택(Renzulli, Siegle, Reis, Gavin, Sytsma Reed, 2009)하며 중요한 정보를 기록하는 행동(강명희, 한희영, 2002)은 학습자가 자신의 학습과정에 대한 조절을 위한 전략을 활용하는 것으로 메타인지의 하위 영역중 전략에 해당한다.

이와 같이 학습상황에서의 전략 행동을 기반으로 교과서에서의 모니터링을 측정하기 위한 변인으로는 ‘활용하는 도구의 수’, ‘강조 기능 활용 횟수’, ‘밀줄기능 활용 횟수’ 및 ‘메모기능 활용 횟수’가 있다. 그 중에서 본 연구에서는 ‘기능활용 횟수’를 전략을 측정하는 대표 변인으로 선정하였다.

라) ‘평가’을 측정하기 위한 측정 대표변인

학습활동에서 주어진 문제만 해결하는 것이 아니라 올바른 과정을 거쳐서 답이 도출되었는지 성찰하는 것(Pintrich, Degroot, 1990; Williamson, 2007)과 문제해결을 위한 다양한 방법을 생각해 보는 것은 학습에 대한 평가에 해당한다.

이와 같은 기준의 학습상황에서의 평가에 대한 행동에 대한 문헌을 근거로 디지털 교과서에서의 평가 행동을 측정하기 위한 변인으로는 ‘(형성평가에서) 풀 문제의 수’, ‘문제 페이지에서 남긴 노트의 양’, ‘정답 확인후 머무르는 시간’ 및 ‘문제를 풀고 목차/학습 목표페이지로 돌아오는 횟수’가 있다. 그 중에서 본 연구에서는 ‘문제풀이 수’를 평가를 측정하는 대표 변인으로 선정하였다.

3) 진단도구

학생의 메타인지에 관한 변인을 측정하기 위해서 학생이 자기보고식으로 스스로 평가하는 방법, 교사가 학생을 관찰하여 평가하는 방법을 활용할 수 있을 것이다. 진단도구는 메타인지 하위 영역인 계획, 모니터링, 전략, 평가를 대표하는 설문 문항으로 중 학생을 대상으로 한 연구에서 타당도와 신뢰도가 검증된 Jr. MAI(Sperling et al., 2002) 설문 문항을 바탕으로 개발하였다. 학습자 자기 평가 문항과 교사 평가문항은 아래의 표와 같다. 계획에 대한 평가 문항은 “나는 일상생활에서 계획을 잘 세우는 편이

III. 연구 결과

다.”로 5점 척도로 평가 할 수 있다. 모니터링 영역에 대한 평가는 “나는 내가 세운 계획을 자주 점검하는 편이다.”, “나는 공부를 하면서 내가 잘하고 있는지 중간 중간에 확인하는 편이다.”의 두 문항으로 구성되어 있다. 전략 영역과 평가 영역에 대한 자기 평가 문항 각 한 개의 문항으로 “나는 무슨 일이든지 하기 전에 효율적인 방법을 먼저 생각하는 편이다.”와 ‘나는 무엇을 완료한 후에 반성하는 편이다’로 구성되어 있다.

<표 12> 메타인지 관련 학생 자기 평가 및 교사 평가 문항

하위영역	학생 자기 평가 문항	교사 평가 문항	참고문헌
계획	• 나는 일상생활에서 계획을 잘 세우는 편이다.	• 이 학생은 일상생활에서 계획을 잘 세우는 편이다.	Pintrich, Degroot, 1990
	• 나는 내가 세운 계획을 자주 점검하는 편이다.	• 이 학생은 세운 계획을 자주 점검하는 행동이 보인다.	Pintrich, Degroot, 1990;
모니터링	• 나는 공부를 하면서 내가 잘하고 있는지 중간 중간에 확인하는 편이다.	• 이 학생은 공부를 하면서 중간 중간 잘하고 있는지 확인 한다.	Zimmerman & Kitsantas, 1997
	• 나는 무슨 일이든지 하기 전에 효율적인 방법을 먼저 생각하는 편이다.	• 이 학생은 주어진 과제를 하기 전에 효율적인 방법을 먼저 생각하는 행동을 보인다.	Renzulli, Siegle, Reis, Gavin & Sytsma Reed, 2009
전략	• 나는 무엇을 완료한 후에 반성하는 편이다.	• 이 학생은 과제 및 해야 하는 일을 완료한 후에 반성하는 태도를 보인다.	Pintrich, Degroot, 1990; Williamson, Naskar, 2007

자기보고 형태의 메타인지 검사는 학습자의 자기 판단에 의존한다는 점과 동기 및 자기효능감을 측정한다는 점에서 평가 결과에 대한 신뢰도 의문이 제기되기도 한다 (Pajares, 1996). 이러한 점을 보완하고 평가 결과에 대한 신뢰성을 보완하기 위해서는 교사의 진단을 활용할 수 있다. 교사는 학생들의 학습 행동을 꾸준히 지속적으로 관찰하고 다양한 학습자에게 효과적인 조언을 주기 때문에 학습자의 다방면의 역량에 대해 판단을 할 수 있다(Tobias, Everson, & Laitusis, 1999; Zimmerman &

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

Martinez-Pons, 1988). 그러므로 본 연구에서는 교사가 메타인지 하위 영역인 메타인지 하위 영역인 계획, 모니터링, 전략 및 평가 대학 학습자의 역량 수준을 루브릭을 바탕으로 관찰하여 평가할 수 있도록 세부 문항을 개발하였고 연구팀에서 1차 개발 후 교사 10명을 대상으로 포커스 그룹 인터뷰를 통해 타당화를 점검받았다. 그 결과 최종 도출된 세부 항목은 다음의 표와 같다.

<표 13> 메타인지에 대한 학습자 진단 루브릭 (교사용)

1단계	2단계	3단계	4단계
초기 계획 수립	모호한 계획 수립	실행 가능한 단기 목표 수립	구체적 중.장기 목표 수립
계획 수립 방법을 알고 적용하고 있다.	계획에 단기적 목표 및 내용이 포함되어 있다.	계획의 내용이 포함되어 있지만, 중기적 계획은 제한적 으로 포함되고 있다.	계획 수립 방법 중에서 효과적인 방법을 활용한다.
계획 수립 방법을 모르거나 모호하여 실행 계획을 세우지 가능성에 제약 않는다.	계획의 내용은 실행 가능성은 있고, 체계적이 다.	계획의 내용은 실행 가능성성이 있고, 체계적이 다.	계획에 단기, 중기, 장기 목표를 포함한다.
초기 모니터링	인식적 모니터링	전략적 모니터링	성찰적 모니터링
학습과정을 모니터링 하기 위한 다양한 방법을 생각한다.	학습 과정에서 모니터링을 한다.	계획과 비교하여 자신의 학습 과정을 비교해 본다.	효과적인 전략에 대한 성찰적 판단을 한다. 부족한 점을 찾고 다시 계획을 세우고, 수정한다.
모니터링 학습 과정에 대한 모니터링 을 하지 않는다.	계획과 비교하여 자신의 학습 과정을 비교해 본다.	다양한 방법들 의 장점과 단점을 판단한다. 공부를 잘하기 위한 전략을 간구한다.	

III. 연구 결과

	전략 미활용 전략 활용	제한적 전략 활용	활발한 전략 활용	효과적 전략 활용
전략	공부는 하지만 공부하는 과정에서 적절한 방법에 대해서 생각하지 않는다.	여러 가지 학습 방법을 이용해하고 있다.	여러 가지 학습 방법을 이용하고 있다.	다양한 학습 방법을 효과적으로 활용한다.
평가	학습 성과와 자신의 수행에 대해 스스로 평가하지 않는 평가자 및 부모에게 의존한다.	비 자신의 수준을 통해 대한 스스로 평가를 한다. 하지만 자신에게 맞는 정확하게 평가하는데 미숙하다.	자신의 수준을 정확하게 평가 한다. 하지만 평가에 대한 방안을 모색한다.	자신의 부족한 면을 보완하기 위해 노력한다. 자신에게 맞는 효과적인 방법을 지속적으로 찾는다.

4) 처방도구

수준 진단은 실제 학습자의 학습 활동 데이터, 교사 진단 및 학습자 자기 평가와 같은 3가지 방법을 혼합하여 이루어질 수 있다. 여기에서는 학습자 진단의 수준은 위의 루브릭에서 제시된 바와 같이 각 하위 영역 별로 단계를 구분하였다.

계획 영역에서 3단계인 구체적 중·장기 목표 수립 수준은 구체적이고 명확한 계획을 수립하고 효과적인 방법을 활용하는 학생으로 자기 평가에서 스스로 계획을 잘 세운다고 평가하며, 측정 벤인인 학습 목표 페이지에서 필기한 양, 학습 목표 페이지에서

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

며무르는 시간의 양 및 규칙적으로 디지털 교과서에 로그인 하는 학생을 말한다. 하위 단계인 2단계(실행 가능한 단기 목표 수립)인 경우 명확한 계획을 세우지만 중·장기 계획이 제한적인 학생, 1단계는 계획 작성을 하지만, 그 내용이 모호한 학생들이 속하게 된다. 0단계는 출발점 단계로 계획 수립을 하지 않는 학생이 속하게 된다.

모니터링 영역에서 높은 수준의 학생은 자신이 활용하는 전략에 대해서 성찰적인 판단을 하고 부족한 점을 찾고 다시 계획을 세우고 수정한다. 이러한 학생들은 모니터링 대표변인인 ‘노트 확인’ 및 ‘학습목표 확인’ 빈도가 높다. 2단계 수준은 전략적 모니터링을 하는 단계로 학습 과정을 확인하기 위한 다양한 방법을 생각하고 방법들의 장·단점을 평가한다. 3단계와 비교해서 성찰하는 행동에서 제한적이다. 1단계 수준은 학습과정에 수립한 계획과 비교하는 것과 같은 행동을 하지만, 효과적인 방법을 강구하지 못한다. 0단계 수준의 학생은 학습 과정에 대해서 돌아보는 행동을 하지 않는 학생으로 학습을 진행하나 확인하지 않는 학생들이 0단계에 속한다.

전략의 경우 전략을 활용하지 않는 0단계, 제한적으로 활용하는 1단계, 활발하게 전략을 활용하는 2단계, 효과적으로 전략을 활용하는 3단계로 구분된다. 가장 높은 수준이 효과적 전략 활용 단계에 속하는 학생들은 2단계의 학생들과 동일하게 다양한 학습 방법을 활용하지만 더 나아가 자신에게 맞는 전략을 효과적으로 활용하고 학습 전략을 수행이 습관화되어 있다. 이러한 학생들은 디지털 교과서에 다양한 기능(강조, 밑줄, 메모)을 활용한다.

평가의 경우 출발점 단계인 학생들은 외부 평가에 의존하지만 단계가 올라갈수록 명확한 자기 평가를 하고 3단계 수준에서는 명확한 자기평가 분만 아니라 부족한 면을 보완하고 자신에게 맞는 효과적인 방법을 주도적으로 찾는 행동을 보인다. 이런 학생들은 디지털 교과서에서 제시되는 문제풀이 수가 다른 단계의 학습자보다 많으며, 문제를 풀고 정답을 확인하고 해당 페이지에 머무르는 시간이 많을 뿐만 아니라 자기 평가에서 문제를 완료하고 반성하는 행동을 한다는 문항에 높은 점수를 줄 가능성이 높다. 교사진단에 의한 메타인지 레벨에 따라 학습자는 아래의 표와 같은 처방적 메시지를 제공받을 수 있다.

III. 연구 결과

〈표 14〉 메타인지에 대한 수준별 처방				
	1단계	2단계	3단계	4단계
초기 계획 수립	모호한 계획 수립	실행 가능한 단기 목표 수립	구체적 중·장기 목표 수립	
계획 “계획을 세워보 세요.”	“계획을 수립 할 때 단기적 목표뿐만 아니 라 중기적 계 획을 포함시켜 보세요.”	“계획을 수립 방법 중에서 어떤 방 법이 나에게 효 과적이었는지 생 각해보고 효과적 인 방법을 활용 해보세요.”	“단기, 중기, 장 기 목표를 꾸 준히 점검하고 나에게 맞는 방법을 선택해 보세요.”	
초기 모니터링	인식적 모니터링	전략적 모니터링	성찰적 모니터링	
모니 터링 “나의 학습과정 을 점검해보세 요.”	“효과적으로 학습 과정을 점검하기 위해 서 다양한 방 법을 생각해보 세요.”	“활용하고 있 는 전략이 효 과적이었는지 생각해보세요.”	“활용한 전략이 는 전략이 효 과적인지 지속 적으로 생각해 보세요.”	
모니 터링 “계획을 세웠다 면 미리 세운 계획과 나의 학 습 과정을 비교 해보세요.”	“다양한 점검 하는 방법 간 의 장점과 단 점은 무엇인지 생각해보세요.”	“활용한 전략에 는 전략은 없었는 지 생각해보고 계획을 다양화 하세요.”	“보다 더 나은 전략은 없었는 지 생각해보고 계획을 다양화 하세요.”	
	“공부를 잘하 기 위한 전략 이 무엇인지 생각해보세요.”		“계획을 지속적 으로 확인하고 수정하세요.”	

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

	전략 미활용	제한적 전략 활용	활발한 전략 활용	효과적 전략 활용
전략	“활용하는 학 습 방법의 수 를 늘려보세 요.”	“활용하고 있는 학습 방법을 보 여.”	“활용하고 있는 학습 방법을 보 여.”	“꾸준히 다양 한 학습 방법 을 탐색해보세 요.”
평가	“학습에 대한 결과에 대해서 나에 대한 스 스로의 평가가 나 자신은 나를 어떻게 평가하 는지 생각해보 세요.”	“학습에 대한 결과에 대해서 나에 대한 스 스로의 평가가 정확한지 생각 해보세요.”	“학습 결과를 향 상하기 위해서 는 이해를 확인 하기 위한 다 른 평가 방법은 이 없는지 생 각해보세요.”	“나의 부족한 점 을 보완하기 위 해 노력해보세 요.”

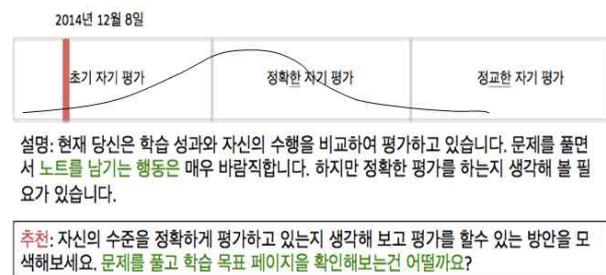
5) 학습분석 결과 제시

기존 대쉬보드 형태는 학습자들의 현재 상태 및 과거 상태를 제시해 주고 있으나 학습자들에게 필요한 조언을 제공하는데 제한적이다. 이에 대해 Griffin 및 동료(2013)는 각 영역에 대해 평가를 하고 조언을 제공해 줄 수 있는 루브릭을 제시하였다. 그리하

III. 연구 결과

여 본 연구에서는 Griffin 및 동료(2013)에서 제시한 방향을 벤치마킹하고 표준점수를 이용하여 학습 결과를 다음의 그림과 같이 제시하려고 한다.

제안한 학생용 대쉬보드는 학습자에게 자신의 단계를 절대적으로 제시해주는 것뿐만 아니라 추천안을 제공하여 학습자가 스스로 메타인지 능력을 향상하려면 해야 하는 행동을 제안한다. 하지만 학습자들이 구체적으로 어떤 행동을 해야 하는지에 대해서 제시해주지 못한다는 면에서 학습자 자기평가, 교사 진단 측정 방식에 제한점이 있다. 디지털 텍스트북에서 학습자의 활동 데이터인 측정 변인을 추출한다면, 1) 학습자 자기 평가, 2) 교사 진단과 3) 학습 행동 데이터는 학습자에 대한 메타인지 능력을 파악할 것이며, 구체적인 행동을 제시해 줄 것이다.



[그림 29] 학습분석 결과 제시(메타인지)

다. 교과홍미

1) 정의 및 특성

교과홍미에 대한 정의를 내리기 위해서는 먼저 홍미에 대한 개념 및 구인에 대해 먼저 살펴볼 필요가 있다. 홍미는 홍을 느끼는 재미, 어떤 대상에 마음이 끌린다는 감성을 수반하는 관심이며(국립국어원, 2008) 어떤 대상, 활동, 경험 등에 대하여 특별히 주의를 기울이는 마음의 상태이며, 감성, 경향, 태도 등으로 계속적으로 몰입하거나 그만

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

두려고 하는 행동경향이다(이철수, 외공, 2009). 홍미는 재미, 즐거움, 만족감 등과 같은 기분 또는 감성과 다소 차이가 있다. 기분은 대상을 밝힐 수 없는 모호한 것인 반면 홍미는 그 대상이 분명하다(Wilson, 1971). 즐거움, 만족감 등과 같은 감성을 홍미와 혼동하기도 하는데 감성은 홍미로운 활동의 결과로서 얻어지는 심리상태이지 홍미 자체는 아니다(유지윤, 2002). 또한 홍미는 호기심을 넘어서는 추진력이 있는 개인적인 측면을 제공할 뿐만 아니라 활동의 내용이나 목표 달성에 초점을 맞추어져 있다(Tobias, 1994). 즉, 기분이나 감성 상태를 나타내는 즐거움, 재미, 만족감 등과 달리 홍미는 개인이 어떤 대상에 주의를 기울여 지속적으로 관심을 두는 활동이나 경험을 뜻하며, 호기심, 탐구심에서 출발하여 목표하는 바를 이루고자 노력하는 것까지 포함하는 개념이라 볼 수 있다.

이상의 홍미에 대한 개념 및 특성에 기반 하여 학습맥락 특정 교과에 대한 홍미인 교과홍미에 대한 조작적 정의를 내린다면 다음과 같다. 교과홍미는 학습자가 어떤 과제/주제에 주의를 기울여 지속적으로 관심을 두는 활동이나 경험을 뜻하며 지속 호기심, 탐구심에서 출발하여 개인의 학습목표를 이루고자 노력하는 것까지 포함하는 개념이다.

특정 교과에 대한 학습자 개인의 홍미는 개인적 홍미와 상황적 홍미로 분류할 수 있지만 많은 학자들은 이 두 가지 홍미 요인이 각각 독립적으로 작용하는 것이 아님을 주장하고 있다(김성일, 1996). 특히, Kim(1999)은 인지적 홍미에 영향을 주는 여러 요인들의 복잡한 관계를 파악하기 위해 기대-불일치로 인한 인지적 해결이라는 가설적 모형을 제안하여 인지적 홍미의 발생과정을 추론하였다. 이처럼, 기존의 교과홍미 관련 연구들은 과제 특성에 따른 홍미 즉 상황적 홍미에 연구의 초점을 맞춘 경향이 있다(김성일 외, 2003). 실제 교육현장에서 중요하게 인식되어야 할 개인차 변으로서 학습자의 홍미를 진단 또는 측정하거나 동일 교과에 대한 학습자 간 홍미나 동일 학습자의 교과 간 홍미의 차이에 대한 연구는 다소 미비한 실정이다(윤미선, 김성일, 2003).

2) 학습분석 대상 테이터

서울시 종단연구(2010), KERIS 디지털교과서 효과성연구(2007-2012), KEDI 교육종단연구(2009), 윤미선과 김성일(2003), Hidi(1990), Feltz와 Brown(1984), Silvia(2005),

III. 연구 결과

Schiefele(1991) 등의 국내외 연구결과에 기반하여 교과홍미의 하위영역을 초기/지속 관심(주의집중), 지적호기심/도전감, 긍정적 태도/감성으로 분류하였다. 교과홍미의 각 하위영역별 학습분석 대상 데이터인 측정 대표변인을 제시하면 다음과 같다.

<표 15> 교과홍미 해당 학습데이터 대표 변인

영역	하위영역	대표 변인	주요 대표 변인
교과 홍미	주의집중	- 읽기시간/방과후 읽기시 간	읽기시간/방과후 읽기시간
		- 토론 계시판 조회수	
		- 토론 게시글/답글 수	
	지적호기심	- 읽기시간/방과후 읽기시간	
		- 과제완료여부	
		- 검색 빈도	
		- 문제풀이 수	문제풀이 수
	긍정태도/ 감성	- 문제 난이도	
		- 정오답율	
		- 읽기시간/방과후 읽기시간	
	토론 계시판 조회수	- 토론 계시판 조회수	
		- 방과후 읽기시간	
		- 질문, 발표 참여 횟수	

3) 진단도구

교과홍미의 하위영역인 주의집중, 지적호기심, 긍정적 태도/감성에 대한 진단 문항을 개발하기 위해 선행문헌을 먼저 검토하였다. 윤미선, 김성일(2003), Kim(1999), Keller(1987), Hidi(1990), Renzulli et al.,(2009), Silvia(2005) 등의 연구결과에 따라 다음과 같은 교과홍미를 진단할 수 있는 주요 평가 문항을 도출하였다. 이후, 1,2차에 걸쳐 이루어진 교사 인터뷰를 통해 진단도구의 평가문항 타당성을 점검하였다. 검토결과 총 9명의 교사들은 학습자의 자기평가 문항 5개가 교과홍미를 잘 반영하고 있다고 응답하였다. 다만 평가문항의 몇 가지 표현들을 학생들이 알아듣기 쉽게 바꿀 것을 조언하였다. 이에 따라 평가문항의 표현을 일부 수정하였다. 교사가 교과홍미 하위영역별로 학습자를 평가할 수 있는 문항 또한 개발하였다.

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

<표 16> 교과홍미 하위영역에 대한 학습자의 자기평가 문항

하위영역	평가문항
주의집중	나는 (과목명)에 대한 공부를 시작할 때 홍미와 관심이 생긴다.
	나는 (과목명)을/를 공부할 때 주의 집중이 잘 되는 편이다.
지적 호기심	나는 (과목명)에 대해 궁금한 것이 많아 더 많이, 계속 공부하고 싶다.
	나는 (과목명)을/를 공부하는 데 시간을 많이 투자한다.
긍정 태도 및 감성	나는 (과목명)을/를 공부함으로써 (과목명) 실력이 늘어나는 것에 즐거움을 느낀다.

<표 17> 교과홍미 하위영역에 대한 교사의 학생평가 문항

하위영역	평가문항
주의집중	(학생명)은 (과목명) 수업을 기대한다(고대한다)
지적 호기심	(학생명)은 (과목명)에 대해 궁금한 것이 많다. (학생명)은 (과목명) 시간에 배우는 내용 외에도 (과목명)분야에 대해 아는 것이 많다.
긍정 태도 및 감성	(학생명)은 (과목명)에 잘(적극적, 능동적) 참여한다. (학생명)은 (과목명) 과목에 자신있어한다.

교과홍미의 하위영역인 주의집중, 지적호기심, 긍정적 태도/감성을 수준/단계별 특성을 다음과 같이 제시할 수 있다.

III. 연구 결과

<표 18> 자기조절 하위영역에 대한 학생 및 교사 평가 질문 문항

영역	학생 질문 문항	교사 질문 문항	참고문헌
주의집중	나는 (과목명)에 대한 공부를 시작할 때 흥미와 관심이 생긴다. 나는 (과목명)을/를 공부할 때 주의 집중이 잘 되는 편이다.	(학생명)은 (과목명) 수업을 기대한다(고 대한다)	윤미선, 김성일 (2 0 0 3) , Keller(1987), Renzulli et al.,(2009)
지적 호기심	나는 (과목명)에 대해 궁금한 것이 많아 더 많이(계속) 공부하고 싶다. 나는 (과목명)을/를 공부하는 데 시간을 많이 투자한다.	학생명)은 (과목명)에 대해 궁금한 것이 많다. (학생명)은 (과목명) 시간에 배우는 내용 외에도 (과목명)분야에 대해 아는 것이 많다.	윤미선, 김성일 (2 0 0 3) , Kim(1999)
긍정 태도 및 감성	나는 (과목명)을/를 공부함으로써 (과목명) 실력이 들어나는 것에 즐거움을 느낀다.	(학생명)은 (과목명)에 잘(적극적, 능동적) 참여한다. (학생명)은 (과목명) 과목에 자신있어 한다.	김성일, 윤미선 (2004), 김성일, 윤미선, 소연희 (2008), 윤미선, 김성일 (2003), Hidi (1990), Silvia(2005)

교과홍미의 하위영역인 초기/지속 관심(주의집중), 지적호기심/도전감, 긍정적 태도/감성을 수준/단계별 특성을 다음과 같이 제시할 수 있다.

학습분석 모델 및 확장 방안 연구



[그림 30] 교과홍미 하위영역별 단계

교과홍미의 하위영역인 주의집중, 지적호기심, 긍정적 태도/감성의 0~4 수준/단계별 특성에 기초하여 제안하는 학습자 진단 문항은 다음과 같다.

<표 19> 교과홍미 학습자 진단 문항

하위 영역	수준							
	1단계		2단계		3단계		4단계	
	학습활동 대한 무관심	전반	특정 활동에 한 초기 관심	대	선별적 관심	지속관	복잡한 과제에 한 지속관심	대
					수업 중의 대부 분의 활동에 관 심을 가지고 지 속적으로 집중 한다.	주의 집중	내용의 난이도에 상관없이 지속적 으로 주의집중하 며 관심을 두고 있다.	복잡한 활동이나 과제에 대해서도 지속적 으로 주의집중한다.
	수업, 학습활동, 도구 등에 대해 무관심하다.	수업, 학습활동, 도구 등에 대해 무관심하다.	수업 중의 재미 있거나 신기한 활동 초기에 관 심을 보인다.	관심을 보인다.	이끌기 위한 상황이 편 요하다.	다양한 활동이나 도구를 통해 관심을 계 속 유지시켜줄 수 있다.	부분에 대해서는 성실 하게 과제를 완 료해내려고 한 다. 어렵거나 복잡한 부분에 대해서는 상대 적으로 관심 을 지속하기 어	과제에 대한 관심을 보이고 끝까지 주 의집중한다.

III. 연구 결과

		려워하여 외부적인 도움을 제공해야 한다.				
교과서 중심	교과서 중심	중간 수준의 지적호기심	도전적 지적호기심			
수업시간 문제, 교과서 문제에 대해 별다른 관심을 보이지 않아도 모르는 부분에 대해서는 수업시간 문제를 풀어본다. 모르는 부문에 대해서는 교사나 동료학습자, 참고서를 통해 더욱 많은 문제들을 해결하려고 한다.	수업시간에 다른 문제와 교과서에서 다른 문제에 관심을 두고 문제를 풀어본다. 모르는 부문에 대해서는 교사나 동료학습자, 참고서를 통해 더욱 많은 문제들을 풀어본다.	교과서의 문제들을 모두 풀어보고 수업이 끝난 후에 관련된 문제를 풀어본다. 관련된 문제에 대한 참고서나 문제집을 통해 더욱 많은 문제들을 풀어본다.	많은 문제를 풀어보려고 하고, 교과서나 수업시간에 다른지 않는 문제에 대해서도 다양한 관심을 가지고 계속적으로 도전한다. 잘 풀리지 않는 문제에 대해서는 스스로 끝까지 풀려고 애쓴다.			
수동적 태도	수동적 태도	긍정적 태도	능동적 태도			
공정태도/감성	공부를 스스로 용에 따라 하기보다는 타인이나 외부요인에 의해 하는 수 없이(마지못해) 공부하다.	수업이나 학습내용에 따라 태도가 변화하는 경향이 있어 교사의 주의가 필요하다. 외부의 영향에 민감하다.	수업 시간 전반에 걸쳐 긍정적인 학습태도를 할 때 자신의 내부적 만족을 추구하는 경향에 대해 자신의 내적 만족을 추구하지만 외부 자극에 종종 영향을 받기도 한다.	수업이나 공부를 할 때 자신의 내적 만족을 추구하고 적극적이고 적극적인 태도로 공부한다. 외부의 공부한다. 외부의 만족에 전혀 영향을 받지 않는다.		

4) 수준진단 및 처방 도구

교과홍미의 하위영역인 주의집중, 지적호기심, 긍정적 태도/감성의 수준/단계별 특성에 기초하여 제안하는 코칭 또는 처방 루브릭은 다음과 같다.

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

<표 20> 교과홍미 수준별 처방

하위 영역	수준				
		1단계	2단계	3단계	4단계
주의집중	공부할 내용에 관심을 가져보세요.	좀 더 오랫동안 공부할 내용에 집중해보세요.	복잡한 문제에 대해서도 계속해서 집중해보세요.	잘하고 있어야, 끝까지 관심을 쭉 이어나가세요.	있어요.
지적호기심	수업시간 문제, 교과서 문제를 차근차근 해결해보세요.	풀기 힘든 문제를 있다면 포기하지 말고 선생님이 나 친구에서 물어보세요.	교과서에 나오지 않는 문제를 풀리지 않는 문제에 대해서도 관심을 가져보면 끝까지 풀어보세요.	열심히 잘 하거나 어려운 문제에 대해서도 관심을 가져보면 끝까지 풀어보세요.	고 있어요, 혹시 문제를 있다면 풀리지 않는 문제에 대해서도 관심을 가져보면 끝까지 풀어보세요.
긍정태도/감성	공부에 대한 부정적인 생각을 멀쳐버리세요.	스스로 공부 할 수 있다는 것을 잊지마요.	좀 더 적극적이고 긍정적인 태도로 수업 또는 학습에 참여해보세요.	정말 공부에 열정적이시네요? 더 잘할 수 있답니다.	이제 공부에 열정적이시네요? 더 잘할 수 있답니다.

이상의 코칭 메시지는 학습자에게 자신의 교과홍미를 리포트할 때 공감적 어조로 제공하여 학습자 스스로 단계를 향상할 수 있도록 격려하는 것이다. 메시지 형태 외에도 여러 다른 교수적 처방을 제공할 수 있는데 그 예로는 학습자의 교과홍미 정도에 알맞은 콘텐츠 유형(동영상, 텍스트, 다이어그램, 이미지, 애니메이션 등)을 적응적으로 제공하기, 학습에 직접적 도움이 될 수 있는 지원도구를 제공하기 등이 있다.

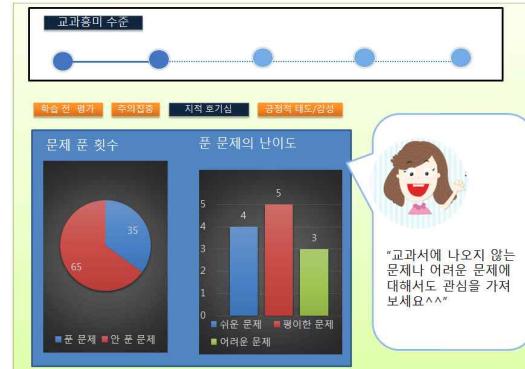
5) 학습분석결과 제시

다음의 교과홍미에 대한 학생용 대쉬보드의 메인화면에서 개별 학습자는 교과홍미 하위영역 전반에 걸친 자신의 지수를 학급 평균 지수 및 모범 학생 지수와 비교해보면서 자신의 위치를 파악함과 동시에 자신에게 적절한 학습전략을 제공받는다.



[그림 31] 교과홍미 전반에 대한 학생 리포트 양식

교과홍미 하위영역별 학생용 대쉬보드는 학습자에게 자신의 단계를 절대적으로 제시해주는 것뿐만 아니라 코칭 메시지를 제공하여 단계를 높일 수 있는 조언을 제공할 수 있다. 다음은 지적 호기심 2단계에 속하는 학습자를 위한 리포트 양식의 샘플이다. 상단은 자신의 지적 호기심 단계를 보여주고, 좌측은 지적 호기심 대리변인인 문제 풀 수, 문제의 난이도 등을 보여주며, 우측은 상위 단계로의 발전을 위한 코칭 메시지를 나타낸다.



[그림 32] 교과홍미 지적호기심 하위영역에 대한 학생 리포트 양식

교수자용 대쉬보드에서는 학급전체 학생들의 교과홍미에 대한 절대적, 상대적 정도를 제시해준다. 이와 같은 리포트는 교수자가 개별학습자의 홍미도 수준에 맞춰 맞춤형 교수가 가능하도록 한다.



[그림 33] 학급전체 학생들에 대한 홍미도 리포트(교수용)

라. 자기조절

1) 정의 및 특성

자기조절학습은 학습자 스스로 자신의 학습욕구에 따라 학습의 목표를 설정하고, 펼 수적인 학습 과정을 계획하고, 점검하며, 목표 실행 후, 학습 결과를 스스로 평가하는 과정을 의미한다(Zimmerman, 1990).

자기조절학습은 선행연구에 따르면 다양한 구성요소로 이루어진 복합적 능력으로 알려져 있다. Zimmerman과 Martinez-Pons(1988)는 학생들이 자기조절을 위해 사용하는 인지전략과 메타인지전략에 초점을 맞추어 14가지의 자기조절학습 전략을 제안하였다. Zimmerman(1990)은 나아가 동기적, 행동적 측면도 자기조절의 구성요인으로 보았다. Pintrich와 De Groot(1990)는 자기조절학습 요소를 인지 요소 외에 동기적 요소도 포함해야 함을 강조하였다. 양명희(2000)는 다양한 자기조절학습과 관련된 연구를 정리하여 인지적, 동기적, 행동적 등 3가지 측면으로 자기조절학습의 차원을 구분하였다. 본 연구에서는 이러한 자기조절학습 구성요소 분류 틀을 참고하여 자기조절의 4가지 하위영역을 선정하였다.

- 계획/목표 설정 : 인지조절의 초인지 전략 측면과 동기조절의 목표 지향성을 반영한 계획/목표 설정이다.
- 자기통제 : 동기조절의 성취가치와 행동조절측면의 행동통제를 반영한 자기통제이다.
- 성찰 : 인지조절의 초인지 전략을 반영한 성찰이다.
- 환경통제 : 행동조절의 도움구하기와 시간 관리능력을 반영한 환경통제이다.

2) 학습분석 대상 데이터

자기조절학습의 네 가지 하위 영역에 따라 각각의 변인을 분류하였다.

<표 21> 자기조절 하위영역에 대한 측정변인

	측정 변인	대표변인
계획 목표설정	로그인 한 횟수	
	로그인 한 주기	
	학습 목표 페이지에서 뛸기하는 양	로그인 시간
	학습 목표 페이지에서 머무르는 시간 양	
	커뮤니티에 올린 학습 목표의 횟수	
자기통제	커뮤니티에 올린 글의 횟수	
	교사의 과제 외에 스스로 작성한 커뮤니티 글의 횟수	
	다른 학생의 과제나 글에 댓글을 단 횟수	
	질문을 한 횟수	
	문제를 푼 횟수	게시글 수
	어려운 문제를 푼 횟수	
	커뮤니티에 과제 제출한 시간	
	문항(텍스트)입력 횟수	
	총 로그인 시간	
	로그인 간격의 주기성	
성찰	하이라이트를 활용한 페이지를 재방문하는 횟수	
	하이라이트를 활용한 페이지를 재방문 시 머무르는 시간	
	메모(필기내용)을 확인한 횟수	메모/ 노트 조회수
	메모(필기내용)에 머무르는 시간	
	북마크 횟수와 주기	
	학습목표 페이지 방문 횟수	
	커뮤니티 메모, 노트 다운로드 수	
환경통제	일정한 시간 동안 학습한 정도	
	다른 어플을 사용하지 않은 시간	
	수업시간에 사용한 페이지에 머무른 시간	
	동료에게 도움 요청 횟수	정보검색 양
	교사에게 도움 요청 횟수	
	정보검색의 시간	
	정보검색의 양	
	정보검색의 횟수	

가) '계획목표설정'을 측정하기 위한 측정 대표변인

학생의 계획목표 설정 능력을 파악하기 위해서는 로그인 횟수와 주기, 학습 목표 페이지에서 펼기하는 양과 머무르는 시간, 커뮤니티에 올린 학습 목표의 횟수를 측정 변인으로 설정하였다. 계획 목표 설정에서는 학습을 시작하기 전에 학습해야 할 내용을 미리 생각하는 것이 중요하다(Pintrich, Degroot, 1990). 또한 학습 시작 단계에서 목차나 전체 내용을 훑어보는 것을 강조하고 있다(박성익, 김미경, 2004; Ross, 1999). 이에 따라 학습 목표 페이지에서의 로그인 시간과 펼기 양을 변인으로 가정하였다. 더불어 학습내용에 대한 중요성을 인식하는 것은 동기 조절 측면에서 자기조절의 매우 중요한 부분이다(박성익, 김미경, 2004). 이에 따라 학습 목표를 작성한 후 학습 커뮤니티에 올린 횟수를 측정하는 것을 측정 대표변인으로 정하였다.

나) '자기통제'를 측정하기 위한 측정 대표변인

자기통제는 어려운 문제도 중간에 포기하지 않고, 지루하고 재미없는 내용이나 문제도 모두 끝까지 공부하는 등 자신의 학습행동을 적절히 통제할 수 있음을 의미한다(Pintrich, Degroot, 1990), 더불어 자기통제를 하는 학생은 실패나, 새로운 아이디어 및 활동을 두려워하지 않는다(Oddi, 1998). 이러한 자기통제를 측정하기 위해서는 학생이 문제를 푼 횟수, 어려운 문제를 푼 횟수, 문항(텍스트)입력 횟수 등을 측정 대표변인으로 설정할 수 있다. 자기통제가 부족한 학생들은 과제를 늦게 제출하는 등의 지연행동을 보이고는 한다(신명희, 박승호, 서은희, 2005). 이러한 지연 행동은 숙제를 마지막에야 급하게 하거나 모든 시험을 벼락치기로 공부하는 형태로 나타난다(양명희, 정윤성, 2013). 더불어 시험에 대한 불안감(Pintrich, Degroot, 1990)을 가지고 있다. 이러한 자기통제의 특성은 커뮤니티에 과제를 제출한 시간, 로그인 시간, 로그인 간격의 주기성 등의 측정 대표변인을 통해 측정할 수 있을 것이다. 로그인 시간은 외부의 강화 없이도 스스로 목표와 동기를 가지고 학습을 시작하고 지속적으로 한다는 자기통제의 측면에서 살펴볼 수 있을 것이다(Oddi, 1998). 커뮤니티에 올린 게시글의 수, 교사의 과제 외에 스스로 작성한 글의 수, 타인의 글에 단 댓글 수 등을 자신의 행동을 미루지 않고, 계획에 맞춰 통제할 수 있다는 측면에서 측정 대표변인으로 설정할 수 있다(양명희, 정윤성, 2013).

다) '성찰'을 측정하기 위한 측정 대표변인

성찰을 하는 학생은 내가 한 학습 활동에 대해서 멈춰서 생각을 해보고, 올바른 과정을 거쳐서 답을 도출했는지를 돌이켜 살펴본다(Pintrich, Degroot, 1990). 이러한 행동 특성은 본인이 작성한 메모, 노트, 펼기를 얼마나 확인하는지 그리고 얼마나 오랫동안 머무는지를 통해 측정할 수 있다. 이 외에도 하이라이트를 활용한 페이지를 얼마나 재방문하는지 그리고 머무르는 시간을 어떤지를 통해 파악할 수도 있다. 북마크 횟수와 주기 등은 학생이 디지털 교과서를 읽는 도중에 잠시 멈춰서는 앞에서 읽었던 부분을 얼마나 다시 돌아가서 읽어보는지를 간접적으로 대변해 줄 수 있다(Pintrich, Degroot, 1990). 본인의 강점과 약점이 무엇인지 확인하고 개선이 가능한 부분을 찾으며, 전반적인 학습 진행상황과 학습목표를 달성 했는지를 확인하는 것은 성찰의 대표적인 행동이다(Williamson, Naskar, 2007). 이에 따라 학습목표 페이지를 방문하는 횟수를 측정 대표변인으로 설정할 수 있다. 다른 학생의 노트를 빌려서 보기(Ross, 1999)또한 성찰의 대표적인 행동으로 커뮤니티에 다른 학생이 올린 노트나 펼기 등을 얼마나 다운받는지로 측정을 할 수 도 있을 것이다.

라) '환경통제'을 측정하기 위한 측정 대표변인

환경통제는 일정한 시간 동안 학습한 정도, 다른 어플을 사용하지 않은 시간, 수업시간에 사용한 페이지에 머무르는 시간 등의 변인을 통해 측정할 수 있다. 공부하는데 방해가 되지 않도록 TV나 컴퓨터를 끄는 행위는 대표적인 환경통제이다(양명희, 정윤선, 2013). 교사가 없어도 학습을 잘하는 학생은 자기 효능감 행동(Artino, McCoach, 2008)을 보이며 온라인상에서 기술적인 문제가 있거나, 방해물이 있어도, 공부를 지속한다(양명희, 2000). 또한 공부가 잘 되는 시간은 비워놓고, 그 시간에는 공부를 하며, 학습계획을 세우는 등의 학업 시간을 잘 관리한다(양명희, 정윤선, 2013; 양명희, 2000; Pintrich, 1989; 최정임, 최정숙, 2012). 이 외에도 동료나 교사, 친구에게 얼마나 도움을 요청하는지로 환경통제를 측정 할 수 있다. 환경통제를 잘하는 학생은 주변 사람에게서 적극적으로 도움을 구한다(양명희, 2000; 양명희, 정윤선, 2013; Pintrich, 1989; Zimmerman, Martinez-Pons, 1986).

III. 연구 결과

3) 진단도구

학생의 자기조절학습에 관한 변인을 측정하기 위해 학생의 자기평가 문항과 교사의 학생평가 문항을 진단도구로 개발하였다. 진단도구는 한국교육개발원(KEDI)의 한국교육종단연구 검사지와 한국교육학술정보원(KERIS)의 디지털교과서 효과성 측정 검사도구의 설문 문항을 참고하여 도출하였다.

이렇게 만들어진 진단도구는 1, 2차에 걸쳐 이루어진 교사 인터뷰를 통해 평가문항 타당성을 점검하였다. 검토결과 총 9명의 교사들은 학습자의 자기평가 문항 5개가 자기조절능력을 잘 반영하고 있다고 응답하였다. 다만 평가문항의 몇 가지 표현들을 학생들이 알아듣기 쉽게 바꿀 것을 조언하였다. 이에 따라 평가문항의 표현을 일부 수정하였다.

<표 22> 자기조절 하위영역에 대한 학습자의 자기평가 문항

평가문항	
계획/목표설정	나는 공부하기 전에 계획을 세우는 편이다.
자기통제	나는 일단 공부를 시작하면 목표한 시간만큼 공부하는 편이다
	나는 공부가 재미없을 때에도 그만두지 않고 지속하려고 노력하는 편이다.
성찰	나는 공부한 후에 어렵거나 이해가 잘 안 되는 부분을 확인하여 두는 편이다.
환경통제	나는 방해 요소를 제거하고 공부 그 자체에 꽤 집중하는 편이다.

교사의 학생평가 문항은 학생용 자기평가 문항을 토대로 교사가 학생 개개인을 평가할 수 있도록 만들었다.

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

<표 23> 자기조절 하위영역에 대한 교사의 학생평가 문항

평가문항	
계획/목표설정	이 학생은 공부하기 전에 스스로 계획을 세운다.
자기통제	이 학생은 일단 공부를 시작하면 본인이 계획한 시간만큼 스스로를 통제하면서 공부를 한다. 이 학생은 공부가 재미없을 때에도 중간에 그만두지 않고 지속하려고 노력한다.
성찰	이 학생은 공부한 후에 어렵거나 이해가 잘 안 되는 부분을 스스로 다시 복습하고 확인한다.
환경통제	이 학생은 공부를 할 때 주변의 방해 요소를 제거하고 공부 그 자체에 꽤 집중한다.

진단도구는 평가문항 외에도 교사가 학생의 자기조절학습 수준을 4단계로 구분할 수 있도록 루브릭을 개발하였다. 루브릭은 자기조절에 대한 선행연구를 토대로 해당 하위영역을 대표하는 행동들로 정리하였다. 이렇게 만들어진 루브릭은 평가문항과 마찬가지로 1, 2차 교사 인터뷰를 통해 타당화를 진행하였다. 초기 루브릭의 경우 1단계 수준이 높게 설정되어 있다는 지적을 받았다. 이에 따라 1단계 밑에 0단계를 별도로 만들어 학생들이 자기조절학습의 하위영역을 전혀 실천하지 않는 상태로 규정하였다. 또한 1, 2, 3단계에서 각각 묘사된 학습자 수준의 간격 너무 크다는 지적이 있었다. 이에 따라 0단계와 3단계 사이의 1, 2 단계를 일부 수정하였다. 그리고 해당 영역의 각 단계별로 양과 질에 대한 구체적인 설명이 부족하다는 의견을 반영하여 루브릭을 개선하였다.

<표 24> 자기조절학습에 대한 학습자 진단 루브릭

	1단계	2단계	3단계	4단계
계획	무계획과 목표 없음	계획과 목표 수립	구체적인 계획과 목표 수립	계획과 목표 설정에서의 체계적인 접근
	목표설정	계획과 목표를 세우기로 세우지 않는다.	계획과 목표의 기능 하나 개수가 많으나, 구체성이 적어 명확하고	계획과 목표의 별도로 세우지 않거나 많지 않거나 구체적이지 않거나 구체적이지 않거나 구체적이지 않거나

	고, 구체적이지 않고 모호하고 모호하다. 체계적이다.		
자기통제 없음	외재적 자기 통제	내재적 자기통제	체화된 자기통제
집중을 전혀 하지 못한다.	집중을 하는 양적인 시간은 많으나, 집중이 짧으며, 집도 자체가 높은 경우도 자체도 지 않다.	집중을 하는 양적인 시간이 많으며, 집중도가 매우 높다.	
공부의 필요성을 전혀 느끼지 못한다.	공부의 필요 타인에 의해 성을 인식하되 대부분 공부를 시작한다.	동기의식이 확실 하며 자발적으로 공부를 한다.	
공부를 전혀 하지 않는다.	자신에게 공부가 어려워 공부를 시작한다. 우연 금방 포기한다.	어렵고 힘든 내용이나 문제도 포기하지 않고 계속 공부한다.	
무성찰	간헐적 성찰	지속적 성찰	체계적이고 지속적 성찰
성찰	수업이 끝나거나 학습 후에 배운 것을 전혀 복습 시험 전이나 하거나 성찰하지 않는다.	수업이 끝나거나 학습 후 성찰을 하며, 틀린 내용이나 중요한 내용을 따로 정리하거나 하지는 않다.	수업이 끝나거나 학습 후 성찰을 하며, 틀린 내용이나 중요한 내용을 따로 정리하면서 주기적으로 성찰을 한다.
환경통제	제한된 환경 통제	자동화된 환경 통제	목적적 환경통제
	수업이나 학습 전에 주변을 전혀 정리하지 않으며, 학습에 필요한 도구나 물품을 전혀 챙기지 않는다. 주변 사람에게 질문을 전혀 하지 않고 도움을	수업이나 학습 전에 주변의 물 헤 정리하지 않아 보이는 물 품을 전에 일부를 일정한 물 품을 전에 챙기지 않는다. 주변 사람에게 물 품은 제대로 준비하지 못한다.	수업이나 학습 전에 주변의 물 헤 정리하지 않아 보이는 물 품을 전에 모두 통제하는 물 품들을 모두 통제하나, 학습에 필요한 도구나 물 품들을 제대로 준비한다.
	주변 사람에게 도움을	주변 사람에게 도움과 질문과 함께 가끔씩 질문과 도움을 요청하지만, 구체적 내용이	못 한다. 주변 사람에게 도움을 요청하지만, 구체적 내용이

요청하지도 않는다. 자주 질문과 도움을 요청하며, 구체적 내용이 많으면서 자세히 물어본다. 이지 않으며 묻는 내용이 단편적이다.

4) 수준진단 및 처방 도구

학생의 자기조절학습 능력은 학생의 자기평가와 교사의 평가, 루브릭을 통해 총 4단계로 수준으로 평가된다. 학생의 자기조절학습 1, 2, 3단계 수준에 따라 다음 단계로 향상되기 위해 어떠한 점이 개선되어야 하는지가 다음 <표 41>와 같이 제시된다.

<표 25> 자기조절학습에 대한 수준별 처방

1단계	2단계	3단계	4단계
계획 목표 설정	계획과 목표를 큰 것과 작은 것으로 나누어 여러 개를 만들 어보세요.	계획과 목표를 일주일에 몇 번 들어가서 얼마동안 무엇을 공부할지 구체적으로 계획과 목표를 만들어보세요.	디지털 교과서에 매우 훌륭하게 계획과 목표를 세워서 공부를 하고 있습니다.
자기통제	집중을 해서 공부를 시작해보세요.	중간에 그만두지 말고 집중해서 오랫동안 공부해보세요.	스스로 공부를 스스로의 행동을 잘 통제하면서 매우 바르게 공부를 하고 있습니다.
성찰	배운 것을 다시 한 번 복습해보세요.	내가 자주 틀리거나 어려운 내용을 디지털 교과서에 메모나 노트로 잘 정리해서는 틈틈이 살펴보세요.	매우 잘 본인이 학습한 것들을 복습하고 성찰하고 있습니다.

III. 연구 결과

환경	모르는 것이 생기면 친구나 선생님에게 물어보세요.	모르는 것이나 어려운 것이 있으면 디지털 교과서내 검색을 활용해보세요.	커뮤니티에서 모르는 것이나 어려운 내용을 친구나 선생님께 물어보세요.	모두에게 공부환경을 갖추고 주변사람의 도움을 받아서 학습을 잘 하고 있습니다.
----	-----------------------------	---	--	---

5) 학습분석결과 제시

가) 계획/목표 설정

각각의 영역에 대한 점수는 [그림 34]처럼 전체 집단, 상위 집단들과 비교하여 제시 할 수 있다. 또한 시간에 따른 본인의 점수 변화를 확인할 수도 있다.



[그림 34] 계획/목표 설정 점수 제시방식

학습분석의 결과값을 시각화하는 방안 외에도 다른 종류의 치방이 제시될 수 있다. [그림 35]처럼 계획목표 설정이 2단계에 해당하는 학생에게는 현재 어떤 부분이 부족한지가 리스트로 제공되며 3단계 수준의 행동이 제안된다. 이외에도 자기조절학습 역량이 높은 학습자의 모범적인 목표 노트 등의 예시를 제공하고 작성방법을 안내해 줄 수 있다(임철일, 2002). 또한 3단계 학습자들의 학습 경로 및 패턴을 제시하여 학생이 자신의 학습방법을 수정할 수 있도록 도와줄 수 있다(임철일, 2002). 그리고 수행목

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

표를 지향하고 본인의 유능감을 느낄 수 있도록 숙달목표를 설정하도록 지원할 수 있다(박종현, 양용철, 2013; 양명희, 2000).



[그림 35] 계획/목표 설정 영역 제시방식

나) 자기통제

자기통제를 대변하는 측정 대표변인인 문제를 풀 횟수를 단위별로 형성평가와, 총평 평가로 나누어 원그래프의 형태로 제시할 수 있을 것이다.



[그림 36] 자기통제 영역 제시방식

그 밖에 자기 통제 영역의 학습처방은 다음과 같은 방식으로 제시될 수 있다. 1단계로 측정된 학생에게는 본인이 현재 수준에서 부족한 부분을 알려주고 다음 단계로 올라가기 위해 해야 할 행동들을 소개해준다. 이 외에도 성취가치를 중요성, 활용성, 내재적 가치로 지각하도록 안내를 해줄 수 있다(양명희, 2000). 또한 개인적인 흥미와 가치, 성적에 대한 가치, 외부의 인정에 대한 가치 등 다양한 종류의 성취가치 종류를 소개한다(Hofer, Yu & Pintrich, 1998). 또한 학생 자신의 학습패턴 뿐만 아니라 3단계 학습자들의 학습 경로 및 패턴을 제시하여 본인의 학습방법을 수정할 수 있도록 도와줄 수 있다(임철일, 2002). 자신만의 학습 규율을 정하고 이를 정기적으로 확인하는 방법을 안내한다(김창수, 2008; 박종현, 양용칠, 2013). 자신의 학습 실패 혹은 성공 사례를 다른 사람과 공유하도록 장려하여 자신의 학습행동을 통제하도록 돋는다(박종현, 양용칠, 2013)



[그림 37] 자기통제 영역 학습처방

또 다른 학습처방 방법으로는 측정 대표변인의 학습자 데이터 패턴을 제시하는 것이다. 그리고 이를 전체 평균 및 우수 학습자 패턴과 함께 제시하여 본인의 학습량을 스스로 평가하도록 도울 수 있다. 측정 대표변인의 타당성이 입증된다면 문항 입력 횟수, 접속 간격의 주기성 등의 다른 데이터 값도 제시하도록 한다.

다) 성찰

성찰에서는 학생이 작성한 북마크나, 하이라이트, 메모가 있는 페이지에서 로그인하여 머문 시간을 다음과 같이 제시할 수 있다.



[그림 38] 성찰 영역 제시방식

성찰 영역의 학습처방도 학생의 측정된 수준에 따라 다음 단계에서 필요한 행동들을 제시한다. 이 외에도 자신의 이해력을 점검하기 위해 학습한 부분을 되돌아가서 다시 읽거나, 문제의 정답과 오답의 이유를 검토하기 등의 성찰 방법을 제시할 수 있다 (Hofer, Yu & Pintrich, 1998; Ley, Young, 2001). 오답노트 및 성찰노트 작성법을 알려주고 장려하며(박종현, 양용칠, 2013), 자신이 왜 문제를 틀렸는지를 기술하고 추가 학습할 내용을 작성할 것을 추천할 수 있다(김창수, 2008). 또한 4단계 학습자들의 학습 경로 및 패턴을 제시하여 학생이 자신의 학습방법을 수정할 수 있도록 도와줄 수 있다 (임철일, 2002). 자신의 학습패턴을 제시하여 본인의 추후 학습계획을 수정하도록 도울 수도 있다(박종현, 양용칠, 2013).



[그림 39] 성찰 영역 학습처방

성찰 영역을 나타내는 측정 대표변인 중 타당화가 입증된 변수는 패턴 분석 결과를 제시한다. 그리고 이를 토대로 자신의 학습방법에서 부족한 부분이 무엇인지를 성찰하도록 도울 수 있다. 나아가 전체 평균과 상위학습자의 이용방식을 비교하여 학습방법의 개선방향을 학생들에게 제시할 수 있다.

라) 환경통제

환경통제를 나타내는 정보검색의 횟수나 양의 경우 시간에 따라 다음과 같은 형태로 학습자 자신과 집단의 평균을 비교하여 보여줄 수 있다.



[그림 40] 환경통제 영역 제시방식



[그림 41] 환경통제 영역 제시방식

환경통제 영역의 학습 처방은 다음과 같은 방식으로 제시될 수 있다. 앞의 3가지 영역과 동일하게 학생의 수준에 따라 현재 부족한 부분과 개선방향을 제시해준다. 이 외에도 학습에 몰입할 수 있도록 주변의 물리적 환경을 정돈하고 학습방해 요인을 제거하는 방법을 제시할 수 있다(Ley, Young, 2001). 나아가 TV, 인터넷 중독, 컴퓨터 환경 등 자신의 행동을 통제하기에 힘들게 하는 요소를 스스로 체크할 수 있도록 지원한다

(김창수, 2008).



[그림 42] 환경통제 영역 학습처방 1

또한 동료 학생, 교사, 외부 전문가에 질문하는 것을 장려하도록 한다(임철일, 2002). 인터넷 등을 통해 자료를 검색하는 방법뿐만 아니라, 필요할 경우 지역 및 해당 내용의 전문가에게 전자우편으로 의사소통하는 방법을 또한 안내한다(김창수, 2008). 커뮤니티와 같은 학습커뮤니티를 통해 다른 학습자나 교수자와 상호작용을 해 언제든지 학습과 관련한 도움을 얻을 수 있도록 돋보인다(박종현, 양용칠, 2013)

시간 관리 능력 향상을 위해서는 대시보드 내에 전자플래너 등의 기능을 추가하여 목표설정과 연동되어서 요일별 월별 학습내용 및 목표를 입력하고 볼 수 있도록 지원할 수 있다(김창수, 2008). 나의 학습시간을 매 차 시별 시작시간과 종료시간, 최종 로그인 시간, 로그인 횟수, 페이지별로 머문 시간 등 자세히 제공한다(김창수, 2008).



[그림 43] 환경통제 영역 학습처방 2

또한 자신과 집단 전체 평균, 모범 학습자의 학습활동 및 패턴 분석결과를 제시하여 시간관리 전략을 학습하도록 도울 수 있다(임철일, 2002).

마. 협력

1) 정의 및 특성

21세기를 살아가는데 필요한 주요 역량 중 하나는 협력 능력이다(Griffin 등, 2011; OECD, 2013; Trilling & Fadel, 2009). 지난 몇 백 년 간의 학습과는 달리 21세기 학습의 가치는 혼자 하는 학습에서만 찾을 수 있는 것이 아니라, 서로 협력을 통하여 문제를 해결하는 과정 속에서 진정한 학습의 가치를 찾을 수 있다(Lombardi, 2007).

협력은 문제 해결, 새로운 산출물 창출, 학습 및 숙련을 위하여 다른 사람과 함께 일함으로써, 한 명 이상의 다른 사람들과 효과적으로 상호작용하는 것을 의미한다(허희욱 외, 2001). 협력으로 이루어낸 결과물은 개개인이 만들어 내는 산출물들의 합 보다 훨씬 더 뛰어날 수 있다(Aronson & Patnoe, 1997; Dillenbourg, 1999; Schwartz, 1995). 협력 활동은 공동의 목표 달성을 추구하며, 다른 사람과 함께 하는 활동으로 커뮤니케이션, 협업, 책임감이 요구된다(Griffin 등, 2011).

협력에 있어서 주요한 하위 영역들은 참여(participation), 커뮤니케이션

(communication), 그리고 사회적 조절(social regulation)로 볼 수 있다. 협력의 주요 하위 영역에 대한 개념적 정의는 다음과 같다.

- 참여: 협력활동이나 토론에서 자신의 의견이나 정보를 공유함으로써 공동의 목적을 추구하는데 기여 할 수 있을 수 있다(Griffin 등, 2011).
- 커뮤니케이션: 자신의 생각을 다른 사람이 이해하기 쉽게 표현하고 다른 사람이 이야기할 때 그 사람의 관점을 이해할 수 있다(Laurillard, 2009; O'Neil 등, 2003; Rimor, Rosen, & Naser, 2010).
- 사회적 조절: 공동의 과제를 수행할 때 계획을 세우고 점검하고 역할을 나누고, 상충하는 의견을 조정하여 협의를 이끌어 낼 수 있다(De Wever 등, 2011; Ellis 1997; Griffin 등, 2011; Hadwin 등 2010; Janssen 등, 2012; Manlove 등 2006; Volet 등, 2009).

2) 학습분석 대상 데이터

학습 분석을 위하여 학습자의 협력 관련한 행동을 측정하기 위하여 협력의 세 가지 하위 영역 – 참여, 커뮤니케이션, 사회적 조절 – 측면에서 변인을 분류하였다. 각 하위 영역의 세부적 변인은 다음 <표 28>과 같다.

III. 연구 결과

<표 26> 협력 영역의 학습 분석 대상 데이터

대상 데이터	측정 변인
참여	- 게시한 글의 수와 입력한 글자 수
	- 읽은 글의 수
	- 글을 작성하는데 투자한 시간
	- 협력 활동 참여 시간
커뮤니케이션	- 문법적 오류가 없는지
	- 자기 의견을 지지하는 예제를 사용하는지
	- ‘예컨대’와 같은 표현을 사용하여 증거를 제시 하는지
	- 사용한 단어에 일관성이 있는지
사회적 조절	- 조원의 말을 인용하는 횟수는 몇 번인지
	- 이모티콘을 사용하여 감성을 표현하는지
	- 상호작용에서 주도적인 역할을 하는지
	- ‘나’라는 표현 보다 ‘우리’라는 표현을 많이 사용하는지
	- ‘조’에 대한 의견을 얼마나 자주 제시하는지
	- 다른 사람들의 참여를 유도하는지

가) ‘참여’를 측정하기 위한 측정 대표변인

참여를 측정하는데에 있어서 개인 수준의 참여도에 대한 평가만으로는 그룹 차원에서의 결과물과 그룹 내에 기여한 정도를 평가하기 어렵다. PISA 평가가 개인의 역량을 협력 상황 안에서 이루어지는 것도 이러한 이유에서이다(OECD, 2013). 따라서 ‘참여’를 평가할 수 있는 측정 대표변인으로는 개별 활동에서의 참여뿐만 아니라 그룹 내에서의 협력 활동 참여도 고려되어야 한다(Aronson & Patnoe, 1997; Dillenbourg, 1999; OECD, 2013; Schwartz, 1995).

참여를 측정하기 위한 측정 대표변인은 크게 양적인 변인과 질적인 변인으로 나눌 수 있다. 양적인 지표는 게시판 글을 읽고, 쓰고, 수정하는 것과 관련된 것으로 게시한 글의 수와 입력한 글자 수(Collazos 등, 2007; Sfard, 1998; Trentin, 2009; Veldhuis-Diermanse, 2002), 읽은 글의 수(Sfard, 1998; Sing 등, 2006; Veldhuis-Diermanse, 2002), 글을 작성하는데 투자한 시간(Trentin, 2009), 협력 활동 참여 시간(Collazos 등, 2007; Hewitt & Teplovs, 1999) 등이 있다. 질적 지표로는 메시지 범주가 다른 사람의 글을 정교화 해주거나 반론을 제기하거나 질문을 제기하는 것,

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

‘좋아요’와 같은 추천을 받은 횟수, 답글을 받은 횟수 등이 있다.

나) ‘커뮤니케이션’을 측정하기 위한 측정 대표변인

커뮤니케이션에서 가장 중요한 것은 적절한 용어를 사용하여 다른 사람과 명확하고 정확하게 정보를 주고받는 것이다. 또한 정보가 정확히 수신되었는지 확인하고 명확하게 하는 것이 필요하다(O’Neil, Chung, & Brown, 1997).

커뮤니케이션을 측정하기 위한 측정 대표변인으로는 문법적 오류가 없는지 (Smith-Jentsch 등, 2008), 자기 의견을 지지하는 예제를 사용하는지(Lazonder 등, 2003), ‘예컨대’와 같은 표현을 사용하여 증거를 제시 하는지, 사용한 단어에 일관성이 있는지, 다른 사람의 글에 반응하는지(Taggar & Brown, 2011), 조원의 말을 인용하는 횟수는 몇 번인지, 이모티콘을 사용하여 감성을 표현하는지 등이 될 수 있다.

다) ‘사회적 조절’을 측정하기 위한 측정 대표변인

사회적 조절을 측정을 위해서는 상호작용에서 주도적인 역할을 하는지 (Smith-Jentsch 등, 2008; Taggar & Brown, 2011), “나”라는 표현 보다 “우리”라는 표현을 많이 사용하는지(Hollway 등, 2003), ‘조’에 대한 의견을 얼마나 자주 제시하는지(James, 1989; Volet 등, 2009), 예를 들어서, 개인적 의미 부여와 지식 생산하기보다 그룹의 의미를 부여하고, 그룹 단위로 지식 구성하고 공유하는 방식은 사회적 조절을 더 잘하는 것이다(Volet 등, 2009). 그리고 다른 사람들의 참여를 유도하는지(Lopes 등, 2005; Peck, 1996)를 살펴볼 수 있다.

3) 진단도구

학생의 협력에 관한 변인을 측정하기 위해서 학생이 자기보고식으로 스스로를 평가하는 방법과 교사가 관찰을 통해 학생을 평가하는 방법을 사용할 수 있다. 진단도구는 한국교육개발원(KEDI)의 한국교육종단연구 검사지와 한국교육학술정보원(KERIS)의 디지털교과서 효과성 측정 검사도구, 허의숙 등(2011)과 Griffin 등(2011)의 국내외에서 이루어진 선행연구를 바탕으로 개발하였다. 학습자의 자기평가는 설문을 통해 이루어질 수 있으며, 5점 척도로 평가 할 수 있다. 하위 영역별 자기평가 문항은 다음의 <표

III. 연구 결과

29>와 같다.

<표 27> 협력 하위 영역에 대한 학습자의 자기평가 문항

협력 하위 영역	평가문항
참여	나는 그룹 활동에서 적극적으로 참여하는 편이다. 나는 그룹 활동에 크게 기여하는 편이다.
커뮤니케이션	나는 나의 생각을 친구들에게 조리 있게 설명할 수 있다. 나는 친구들의 의견에 신속하게 반응할 수 있다. 나는 친구들의 의견을 경청하고 이해하려고 하는 편이다.
사회적 조절	나는 그룹 활동의 계획을 세우고 점검하는 데 기여하는 편이다. 나는 그룹에서 의사결정을 할 때 서로 다른 의견을 조정할 수 있다.

교사는 협력 하위 영역인 참여, 커뮤니케이션, 사회적 조절에 대한 학습자의 역량 수준을 관찰하고 평가할 수 있으며, 연구팀에서 1차 개발 후 교사 10명을 대상으로 포커스 그룹 인터뷰를 통해 타당화를 점검받았다. 그 결과 최종 도출된 세부 항목은 다음의 <표 30>과 같다. 예를 들어, 참여에 대한 평가 문항은 “이 학생은 그룹 활동에서 적극적으로 참여하는 편이다.”와 “이 학생은 그룹 활동에 크게 기여하는 편이다.”로 이루어져 있으며, 5점 척도로 평가 할 수 있다.

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

<표 28> 협력 하위 영역에 대한 교사용 평가 문항

협력 하위 영역	평가문항
참여	이 학생은 그룹 활동에서 적극적으로 참여하는 편이다. 이 학생은 그룹 활동에 크게 기여하는 편이다.
커뮤니케이션	이 학생은 자기의 생각을 친구들에게 조리 있게 설명할 수 있다. 이 학생은 친구들의 의견에 신속하게 반응할 수 있다. 이 학생은 친구들의 의견을 경청하고 이해하려고 하는 편이다.
사회적 조절	이 학생은 그룹 활동의 계획을 세우고 점검하는 데 기여하는 편이다. 이 학생은 그룹에서 의사결정을 할 때 서로 다른 의견을 조정할 수 있다.

참여의 수준은 소극적 참여, 적극적 참여와 생산적 참여의 네 수준으로 나누었다. 세부적인 항목은 “거의 참여 하지 않고, 협력적 지식 생성에 기여하는 바가 매우 적다.”, “참여 빈도가 낮고, 협력적 지식 생성에 기여하는 바가 적다.”, “참여 빈도가 높지만, 협력적 지식 생성에 기여하는 바가 적다.”와 “참여 빈도가 높고, 협력적 지식 생성에 기여하는 바도 많다.”로 구성되어 있다.

커뮤니케이션의 수준은 제한적 커뮤니케이션, 불명확한 커뮤니케이션, 일방적 커뮤니케이션과 효과적 커뮤니케이션의 네 수준으로 나누었다. 예를 들어, 제한적 커뮤니케이션의 항목은 “자신의 의견을 표현하지 않는다.”와 “다른 사람의 의견에 대한 반응이 없다.”이다. 불명확한 커뮤니케이션의 항목은 “자신의 의견을 표현하지 않는다.”, “다른 사람의 의견에 대한 반응이 없다.”, “자신의 의견을 명확하게 표현하지 못한다.”, “다른 사람의 의견에 신속히 반응하지 못한다.”와 “다른 사람의 관점을 고려하지 못한다.”이다.

사회적 조절의 수준은 제한적 조절, 수동적 조절, 부분적 조절과 주도적 조절로 분류하였다. 세부적인 항목은 “그룹 과제에 관한 의사결정(계획, 점검, 역할분배)에 거의 참여하지 않는다.”, “그룹 과제에 관한 의사결정(계획, 점검, 역할분배)을 수동적으로 받아들인다.”, “그룹 과제에 관한 의사결정(계획, 점검, 역할분배)에 부분적으로 참여하며, 자신의 의견을 개진한다.”와 “그룹의 리더로서 그룹 과제에 관한 의사결정(계획, 점검,

III. 연구 결과

역할분배)을 주도적으로 이끈다.”로 구성되어 있다.

<표 29> 협력에 대한 학습자 진단 루브릭 (교사용)

단계 협력 하위 영역	1단계				2단계				3단계				4단계					
	제한적 참여	소극적 참여	적극적 참여	생산적 참여	제한적 커뮤니케이션	불명확한 커뮤니케이션	일방적 커뮤니케이션	효과적 커뮤니케이션	제한적 참여	소극적 참여	적극적 참여	생산적 참여	제한적 참여	소극적 참여	적극적 참여	생산적 참여		
참여	<ul style="list-style-type: none"> 거의 참여하지 않고, 협력적 지식 생성에 기여하는 바가 매우 적다. 	<ul style="list-style-type: none"> 참여 빈도가 낮고, 협력적 지식 생성에 기여하는 바가 적다. 	<ul style="list-style-type: none"> 참여 빈도가 높지만, 높고, 협력적 지식 생성에 기여하는 바가 적다. 	<ul style="list-style-type: none"> 참여 빈도가 높고, 협력적 지식 생성에 기여하는 바도 많다. 	<ul style="list-style-type: none"> 자신의 의견을 표현하지 못한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 자신의 의견을 명확하게 표현하지 못한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 자신의 의견을 명확하게 표현하나, 다른 사람의 의견에 부분적으로 반응한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 자신의 의견을 명확하게 표현하고, 다른 사람의 의견에 부분적으로 반응한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 다른 사람의 의견에 부분적으로 반응한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 다른 사람의 의견에 부분적으로 반응한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 다른 사람의 관점을 거의 고려하지 못한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 다른 사람의 관점을 거의 고려하지 못한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 친구들의 글에 답글을 적어보세요. 	<ul style="list-style-type: none"> 친구의 글을 읽은 뒤 틀린 부분이 있으면 고쳐주거나 	<ul style="list-style-type: none"> 친구의 글에 	<ul style="list-style-type: none"> 친구들의 글에 답글을 적어보세요. 	<ul style="list-style-type: none"> 친구의 글을 읽은 뒤 틀린 부분이 있으면 고쳐주거나 	<ul style="list-style-type: none"> 친구의 글에
커뮤니케이션	<ul style="list-style-type: none"> 자신의 의견을 표현하지 않는다. 	<ul style="list-style-type: none"> 다른 사람의 의견에 대한 반응이 없다. 	<ul style="list-style-type: none"> 다른 사람의 관점을 전혀 고려하지 못한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 친구들의 글에 답글을 적어보세요. 	<ul style="list-style-type: none"> 친구의 글을 읽은 뒤 틀린 부분이 있으면 고쳐주거나 	<ul style="list-style-type: none"> 친구의 글에 	<ul style="list-style-type: none"> 친구들의 글에 답글을 적어보세요. 	<ul style="list-style-type: none"> 친구의 글을 읽은 뒤 틀린 부분이 있으면 고쳐주거나 	<ul style="list-style-type: none"> 친구의 글에 	<ul style="list-style-type: none"> 친구들의 글에 답글을 적어보세요. 	<ul style="list-style-type: none"> 친구의 글을 읽은 뒤 틀린 부분이 있으면 고쳐주거나 	<ul style="list-style-type: none"> 친구의 글에 	<ul style="list-style-type: none"> 친구들의 글에 답글을 적어보세요. 	<ul style="list-style-type: none"> 친구의 글을 읽은 뒤 틀린 부분이 있으면 고쳐주거나 	<ul style="list-style-type: none"> 친구의 글에 	<ul style="list-style-type: none"> 친구들의 글에 답글을 적어보세요. 	<ul style="list-style-type: none"> 친구의 글을 읽은 뒤 틀린 부분이 있으면 고쳐주거나 	<ul style="list-style-type: none"> 친구의 글에

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

제한적 조절	수동적 조절	부분적 조절	주도적 조절
<ul style="list-style-type: none"> 그룹 과제에 관한 의사결정(계획, 점검, 역할분배)에 대해 거의 관심을 갖지 않는다. 	<ul style="list-style-type: none"> 그룹 과제에 관한 의사결정(계획, 점검, 역할분배)을 수동적으로 참여하며, 받아들인다. 	<ul style="list-style-type: none"> 그룹 과제에 관한 의사결정(계획, 점검, 역할분배)에 부분적으로 참여하며, 자신의 의견을 개진한다. 	<ul style="list-style-type: none"> 그룹의 리더로서 그룹 과제에 관한 의사결정(계획, 점검, 역할분배)을 주도적으로 이끈다.

4) 처방도구

교사는 각 하위 영역의 측정 대표변인에 대한 데이터 분석 결과와 학생 자기평가 결과, 그리고 교사의 설문과 루브릭 평가 결과를 종합하여 학생을 진단하는 것이 필요하다. 학습 분석 결과를 종합한 후 더 나은 교수-학습을 위한 처방이 필요하다. 처방을 위해서는 교수-학습 전략을 달리 할 수 있으며, 학생에게 필요한 콘텐츠를 추천해 주거나 학생에게 계발이 필요한 역량을 증진시킬 수 있는 자료를 제시할 수도 있다 (Verbert 등, 2012). 예컨대 참여가 부족한 학생이 협력 활동에 참여할 수 있도록 하려면 강제 참여가 필요하다. 이러한 경우에는 그 학생이 ‘질문자’ 혹은 ‘설명자’가 되어 계속해서 질문을 하거나 계속해서 설명을 할 수 있도록 역할을 부여하는 방법을 사용할 수 있다(Soller 등, 1998). 처방을 위한 또 다른 방법으로는 교사가 학생에게 다음 <표 32>와 같은 피드백을 제공하는 방법이 있다.

<표 30> 협력 하위 영역에 관한 수준별 처방

	1단계	2단계	3단계	4단계
	제한적 참여	소극적 참여	적극적 참여	생산적 참여
참여	<ul style="list-style-type: none"> 클래스에 자주 접속해 보세요. 	<ul style="list-style-type: none"> 친구들의 글에 답글을 적어보세요. 	<ul style="list-style-type: none"> 친구의 글을 읽은 뒤 틀린 부분이 있으면 고쳐주거나 	<ul style="list-style-type: none"> 제속해서 적극적으로 참여하세요.
	<ul style="list-style-type: none"> 친구들의 글을 읽어보세요. 	<ul style="list-style-type: none"> 친구의 글에 	<ul style="list-style-type: none"> 친구의 글을 읽은 뒤 틀린 부분이 있으면 고쳐주거나 	<ul style="list-style-type: none"> 친구의 글에

III. 연구 결과

질문을 해보세요.		자신의 의견을 덧붙여 주세요.	
제한적 커뮤니케이션	불명확한 커뮤니케이션	일방적 커뮤니케이션	효과적 커뮤니케이션
<ul style="list-style-type: none"> • 자신의 의견을 조금이라도 표현해 보세요. • 이모티콘을 사용하여 감성을 표현해 보세요. 	<ul style="list-style-type: none"> • 자신의 글에 틀린 부분이 없는지 다시 살펴보세요. • 통일성 있게 일관된 단어를 사용해 보세요. 	<ul style="list-style-type: none"> • 글을 쓸 때 자신의 생각을 분명하게 표현할 수 있도록 ‘예’를 들어서 작성해 보세요. • 다른 친구들의 의사소통하기 말을 인용해 보세요. 	<ul style="list-style-type: none"> • 계속해서 자신의 의견을 명확하게 표현하여 친구들과 친구들과 의사소통하기 바랍니다.
제한적 조절	수동적 조절	부분적 조절	주도적 조절
<ul style="list-style-type: none"> • ‘나’보다는 ‘우리’(그룹)을 먼저 생각하도록 합니다. 	<ul style="list-style-type: none"> • 그룹에서 의사결정을 할 때 서로 다른 의견을 조정해 보세요. 	<ul style="list-style-type: none"> • 그룹 활동의 계획을 주도적으로 세워보세요. 	<ul style="list-style-type: none"> • 그룹의 리더로서 지속적으로 그룹 과제에 관한 의사결정(계획, 점검, 역할분배)을 주도적으로 이끌어 나가세요.

각 하위 영역별로 처방 도구를 참고하여 해당 영역에 대한 단계가 낮은 학생에게 교사는 다음과 같은 조언을 해줄 수 있다. 먼저 참여 영역에 대한 평가가 1 혹은 2단계인 학생에게 참여를 유도하기 위해 클래스에 자주 접속하고 친구들의 글을 읽어볼 것을 권고할 수 있다. 또한 질문을 하거나 답글을 적어보라고 처방할 수 있다. 커뮤니케이션에 제한적으로 참여하는 학생에게는 자신의 의견을 조금이라도 표현해 보거나 이모티콘을 사용하여 감성을 표현해 보라고 말해줄 수 있다. 그룹 내에서 주도적인 역할을 해 나가는 것이 필요한 사회적 조절 영역에서는 나보다는 우리를 먼저 생각해보라고 권유할 수 있다. 측정 대표변인에 대한 데이터, 학생 자기 평가, 그리고 교사의 설

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

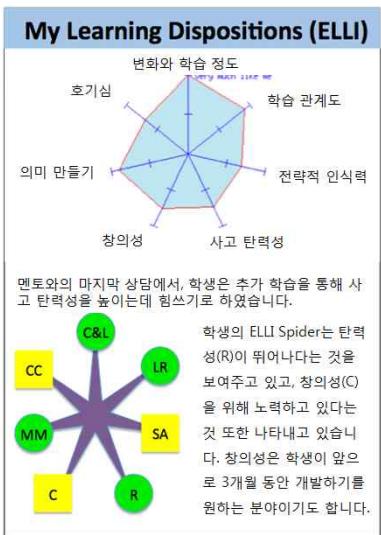
문과 루브릭 평가 데이터를 종합하여 학생의 상태에 대해 진단한 후에 처방 도구를 활용하여 학생이 속하는 단계에 적합한 처방을 해주는 것이 중요하다.

5) 학습 분석 결과 제시

협력에 관한 학습 분석 결과는 각 하위 영역별로 데이터의 특성에 따라 다르게 제시 할 수 있다.

가) ‘참여’영역의 학습 분석 결과 제시 사례

학습자가 얼마나 참여했는지에 관해서는 개인 차원의 결과와 집단 내 개인의 결과에 따라 다르게 제시할 수 있다. 학생이 참여한 시간, 글을 읽은 개수 등을 하나의 표로 제시할 수도 있고, 어느 영역에 대해 얼마만큼 참여했는지를 방사형 그래프로 제시할 수도 있다.



[그림 44] ELLI 프로필 시각화 결과물
(Ferguson & shum, 2012, p. 29)

나) ‘커뮤니케이션’영역의 학습 분석 결과 제시 사례

커뮤니케이션 영역에 대한 결과 또한 다양한 방법으로 제시할 수 있다. 의미적 분석을 통해 네트워크 형태로 제시하는 방법(Bruning 등, 2004; Sha 등, 2010; Teplovs & Scardamalia, 2007)이 있으며, 개별 학습자가 커뮤니케이션에 얼마나 참여했는지를 아래 [그림 45]과 같이 표의 형태로 보여주는 방법도 있다. 개별 학습자를 대상으로 측정 대표변인으로부터 얻은 세부 값을 모두 알 수 있다는 장점이 있다.

ID	문법 오류	예제 사용	증거 제시	일관성	반응	인용	감성	종합
클래스 평균	10	10	10	10	10	10	10	10
김승우	15	15	13	9	7	10	15	15
이진영	8	8	5	8	3	8	5	8
최하나	14	14	8	5	10	10	3	14
김예진	6	6	8	7	6	15	5	6
이혜란	7	7	10	16	8	10	10	7

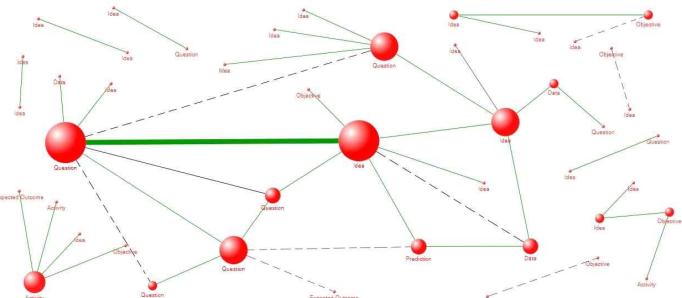
[그림 45] 커뮤니케이션 분석 결과의 시각화 사례

다) ‘사회적 조절’영역의 학습 분석 결과 제시 사례

협력에 관한 여러 연구들은 소셜 네트워크를 주요 요소로 다루고 있다(Harasim 등, 1995; Haythornthwaite, 2002). 소셜 네트워크는 하나의 학습 환경으로써 학습자의 사회적 조절에도 영향을 미친다. 일반적으로 소셜 네트워크는 네트워크 위치가 중요한데 개인과 그룹의 성과에 따라 다르게 나타난다. 사회적 상호작용은 사회적으로 도움을 주고받았는지, 과제에 대한 조언을 하였는지, 전략적 정보를 주고받았는지 등에 따라 높아지거나 저하될 수 있다. 중심성(centrality)은 소셜 네트워크 내의 다른 사람들과 연결되는 정도를 나타내며, 가운데에 있을수록 높은 성과를 보인다는 것을 의미한다.

De Liddo와 동료들(2011)의 연구에서 [그림 46]과 같이 팀 토론을 시각화하였다. 선의 종류는 상호작용의 속성을 대표하는데 긍정적인 상호작용을 했을 때는 굵은 선으로 표현되며, 부정적인 상호작용의 내용은 점선으로 표시된다. 점이 짹힌 선은 중립적인 상호작용을 나타낸다. 선의 길이는 상호작용의 빈도를 나타내며, 꼭지점의 크기는 토픽에 대한 중심성 정도를 의미한다.

III. 연구 결과



[그림 46] 팀 토론 네트워크의 시작화 (De Liddo 등, 2011, p.16)

학습분석 모델 및 확장 방안 연구



[그림 47] 학습분석 활용계획

4. 학습 분석 활용 방안

가. 학습분석 활용계획

Griffin과 Care(2013), Ifenthaler와 Widanapathirana(2014) 등의 연구에 따르면, 학습 분석의 활용 효과를 증진시켜줄 수 있는 학습분석 활용 서비스 계획을 이해관계자인 학생, 교수자, 교수설계자, 교육정책 및 교육과정 입안자, 교육기관에 따라 다르게 제안 할 수 있다고 한다. 분석된 학습 데이터 결과는 기본적으로 교사 및 학생을 대상으로 교수-학습에 관한 예측, 추천, 중재, 통제, 계획, 성찰, 수업, 반성, 개인화, 평가, 적응, 모니터링 등에 유의미하게 활용될 수 있다. 학교, 출판사, 교육서비스업체 등 교육기관에서는 학습분석 데이터를 통해 교수 품질 관리, 교사 전문성 개발, 학습지속률 향상 모형 개발 등을 수행할 수 있다. 마지막으로 교육정책 및 과정 정부기관은 본 데이터를 활용하여 우수 사례를 발굴하고 전체 교육기관에 전파할 수 있는 방안을 마련하여 교육 성과지표 개발, 평가, 적용, 개선 등을 유도할 수 있다.

○ 학습자 서비스 방안

- 자신의 학습습관을 이해할 수 있고 학습경로 및 학습결과를 비교하고 분석하여 목표 도달 진도를 추적할 수 있도록 한다.
- 자동화된 교수적 개입, 스캐폴딩, 실시간 평가 피드백 등을 제공한다.
- 추천 및 통제를 통해 학습경로를 최적화하고 몰입과 학습성공률을 높인다.

○ 교수자 서비스 방안

- 학습자, 집단, 코스 등을 비교할 수 있고 자신의 교수방법의 개선 방향을 도출할 수 있다.
- 학습진척도를 모니터링하여 의미있는 교수 개입과 상호작용을 증진시킬 수 있고 학습내용을 학습자집단의 요구에 맞춰 수정할 수 있다.
- 도움이 필요한 학습자를 확인할 수 있고 학습진척도를 예측하여 교수 개입을 계획 하며 학습성공의 진정을 보여줄 수 있다.

○ 교수설계자 서비스 방안

- 교수모형을 분석하고 교수적 개입의 효과를 측정하며 커리큘럼의 질을 향상시킬 수 있다.
- 학습 계획안과 학습 자료를 비교 및 평가하여 난이도를 조절하고 학습자가 요구하

III. 연구 결과

는 학습자원을 제공할 수 있다.

- 학습 선호도를 확인하고 교수적 개입을 계획하고 나이도 및 학습경로의 전형(모범 사례)을 보여줄 수 있다.

○ 교육기관 서비스 방안

- 교육과정 운영을 모니터링하고 교육자원에 대해 평가하여 학습자의 학습효과를 분석할 수 있다.
- 학습자의 학습과정을 예측하여 학습자가 주의할 수 있도록 경고한다. 학업을 지속 할 수 있도록 이에 대한 예측모형을 만들어 적용할 수 있다.

○ 교육정책 및 교육과정 입안자 서비스 방안

- 교육기관들을 비교하여 벤치마킹할 수 있는 우수사례를 찾아 공유할 수 있다. 입안 된 교육정책과 품질 인증 가이드라인을 알릴 수 있다.
- 생산성을 높이고 주요 사건에 신속한 답변을 할 수 있으며 수행을 분석할 수 있다.
- 기관의 정책 효과 모형을 만들 수 있고 변화 관리를 위한 계획을 세울 수 있다.

나. 학습분석 활용사례

최근 학습분석을 활용한 교육서비스를 제공하는 대학, 출판사, 사교육기관 등이 증가하고 있는 추세이다. 각 교육기관별 사용하는 플랫폼과 분석 데이터는 다음과 같다.

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

<표 31> 교육기관별 사용 플랫폼 및 분석 데이터

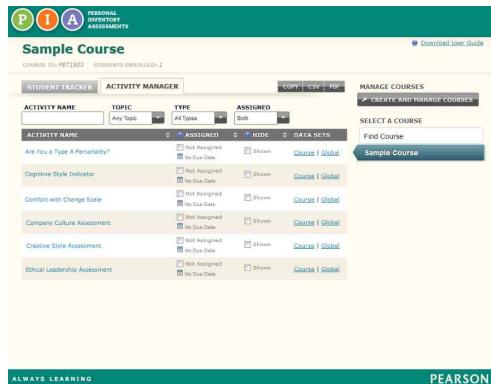
교육기관	시스템	플랫폼	대상 학습자	분석 데이터
Pearson Education	MyManagementLab	LMS	K-12	학습이력, 상호작용, 성적, 수행도, 진척도 등
Purdue University	Course Signals System	LMS	대학생	학생 나이, 거주지, 취득 학점, 학습이력, 날자별 코스 접수, 상호작용 등
Rio Salado Community College	Progress and Course Engagement (PACE)	LMS	대학생	로그인, 학습 참여, 학습 속도 등
Northern Arizona University	Grade Performance System(or Status)(GPS)	LMS	대학생	로그인, 학습 내용에 관한 질문, 과제, 시험, 학점 등
Melbourne University	ATC21S	LMS	대학생	로그인, 접속 및 지속시간, 메시지 읽기 번도, 게시판 글 생성 정도 등
Khan Academy	Khan Academy	MOOCs	K-12	학습이력, 연습문제 성취도 등
MIT	Circuits and Electronics(6.002x)	MOOCs	대학원생, 일반성인	학습자 정보(배경, 능력 수준 등), 학업 성취도, 학습지속정도, 코스 성공률 등

이들 사례에서는 데이터를 분석하여 학습자에게 학습콘텐츠를 추천하거나 학습방식에 대한 피드백을 제공하여 학습자로 하여금 자신의 학습방식, 학습속도, 수준을 조절 할 수 있는 환경을 제공하고 있다. 각 사례별로 어떻게 운영되는지 구체적으로 살펴보도록 하겠다.

1) 피어슨 에듀케이션사의 MyManagementLab 사례

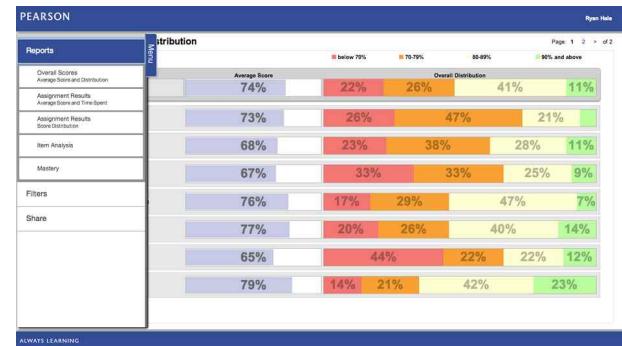
III. 연구 결과

MyManagementLab은 학습자의 성찰과 몰입을 촉진하는 데에 목적을 두고 학습자의 온라인 학습이력을 관리, 평가하는 시스템이다. 이 시스템에는 연간 1천만 명 이상이 등록하여 활용하고 있다. 이 사이트에서 추적하여, 관리, 평가하는 학습이력은 학습자가 과제를 제출하였는지, 토론에 참여한 빈도는 어떠한지, 과제나 시험 점수는 어떠한지 등의 내용을 포함하고 있다. 학습이력은 대쉬보드를 통해 제시하고, 휴대전화로 결과를 전송하고 있다. 학습분석 결과는 과목별, 세션별, 프로그램 수준별로 제시하여 동일한 강좌 내에서 개별 한다. 학생들은 같은 코스의 개별 색션을 넘어 다른 강좌들과도 전체적으로 비교할 수 있다.



[그림 48] 개별 학습이력 평가(personal inventory assessment)

학습분석 모델 및 확장 방안 연구



[그림 49] 학생용 대시보드 성취도 리포트

2) Melbourne University의 ATC21S 사례

호주 멜버른 대학교 Assessment Research Centre에서 운영하는 ATC21S 시스템은 학생들이 얼마나 자주 학습관련 메시지를 보고, 평정하며 생성하는지를 날짜와 게시판의 구조(예: thread)에 따라서 데이터를 수집하고 분석하여 자기조절학습 역량, 협력적 문제해결력 등의 지표 형태로 학생 및 교수에게 보고하는 서비스를 제공한다.

이들은 150개의 행동지표를 개발하였는데 이 중의 반은 협력적 문제해결의 사회적 측면을 평가하고 나머지 반은 인지적 측면을 평가한다. 행동지표의 유무에 따라서 0, 1이라는 점수를 부여하거나 범주에 따라서 0, 1, 2등의 점수를 부여한다. 행동지표를 여러 개 만든 다음에 신뢰도나 타당도를 저해하는 지표는 삭제하는 방식으로 지표를 개발할 수 있다.

학생들의 협력적 문제해결력에 대한 처방을 위해 행동지표 평가를 거쳐 협력적 문제해결력의 행동을 수준별(Level 1 ~ 6)로 구분하였다. 다음 [그림 50]은 교사용 학생 평가 양식으로 교사가 학생의 행동 및 수준에 대해 하이라이팅하여 발달된 점, 개선이 필요한 점을 표시할 수 있다.

III. 연구 결과

학습분석 모델 및 확장 방안 연구

Level	Level Title	Level Description
F	Strategic approach to problem via a collaborative process	The student works collaboratively through the problem solving process and assumes group responsibility for the success of CPS tasks. The student works through the problem efficiently and systematically using only relevant resources. They tailor communication, incorporate feedback from their partner and resolve conflicts.
E	Efficient working partnership	The student's actions appear to be well thought out, planned and purposeful. They identify the consequences of their actions and use prior knowledge to plan their strategies and set goals. Students can adapt their original thought processes in light of new information. ZPD July
D	Cooperative planning	At this level, the student perseveres in attempting to complete the task and they appear committed to solving the problem together. They share resources and the work progresses naturally across pieces of information. They work independently, make plans and set targets. ZPD March
C	Awareness of partner & directed effort	The student recognises their partner's role and the importance of working together to solve the problem. But because they do not have all the necessary information and resources, they need more information to answer their questions. They report their own activities and help their partner understand the task.
B	Investigating the problem	The student actively participates in familiar tasks but largely independently, communicating with their partner if asked only to when it is necessary for completing a task . The student tests out theories to solve the problem, using only specific information and setting very broad goals .
A	Independent inefficient exploration	The student explores the problem independently only communicating with their partner at the beginning of a task. Their approach is unsystematic and focusing only on isolated pieces of information resulting in a lack of progress through the task.

[그림 50] 교사용 학생 평가 양식

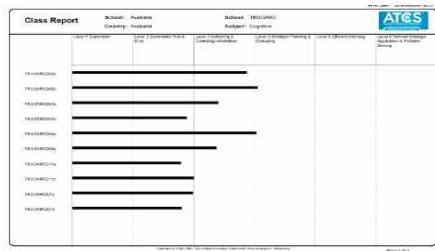
ATC21S 시스템은 학생, 학부모, 교사를 대상으로 리포트를 제공한다. 학생용 리포트에는 학습준비도 리포트와 학생 프로파일 리포트가 있다. 학습준비도 리포트는 학생 각각의 학습준비도를 6단계로 나누어 실시간으로 제공하고 학생 프로파일은 인지적, 사회적 영역별 학습진척도를 보여준다.

This screenshot shows a 'Learning Readiness Report' for a student named 'TAKUO ANDO'. It includes sections for 'Student name', 'School name', 'Grade', 'Subject', 'Term', 'Print date', and 'Pathway'. The main part is a grid where each row represents a 'Pathway' and each column represents a 'Level'. The grid contains text descriptions of student behaviors corresponding to each pathway and level.

[그림 51] 학생용 학습 준비도 리포트

This screenshot shows a 'Student Profile Report' for a student named 'CHICHIBU Taro'. It includes sections for 'Student name', 'School name', 'Grade', 'Subject', 'Term', 'Print date', and 'Academic' and 'Cognitive' achievement levels. Below these, there are 'General area descriptions for student' sections for 'Social' and 'Creative' areas, each with a brief description and a progress bar.

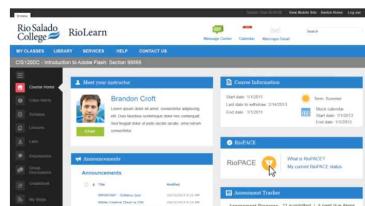
[그림 52] 학생용/학부모용/교사용 학생 프로필
리포트



[그림 53] 교사용 학급 리포트

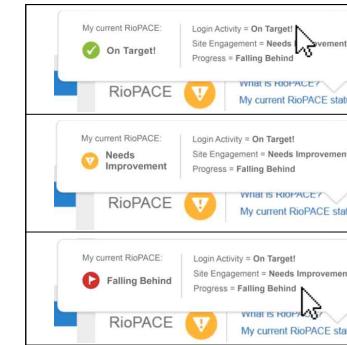
3) Rio Salado Community College의 Progress and Course Engagement(PACE) 사례

RioPACE는 학습 과정에 어려움을 겪는 학습자를 파악하는 것을 목적으로 한다. 이를 위해 로그인, 학습 참여, 학습 속도의 특정 학생 수행 데이터(student performance data)를 교수자에게 제공하고 초기 경고를 자동적으로 제공할 수 있게 한다. 즉, 초기 경고를 제공함으로써 학습자가 원활히 학습을 진행할 수 있도록 교수자가 해결방안을 제공할 수 있는 것이다. 학습자는 RioPACE에 접속하게 되면 개인 학습 상황을 한눈에 볼 수 있고, 자신의 학습상황에 대한 메시지를 자동적, 지속적으로 받게 된다.



[그림 54] PACE 메인화면

학습자의 학습상황은 색으로 표시되는데, 원활히 학습을 진행하고 있다면 초록색으로, 항상이 필요하면 노랑색으로, 평균 이하이면 빨간색으로 표시된다.



[그림 55] PACE 피드백 메시지 종류

4) Northern Arizona University의 Grade Performance System(or Status)(GPS) 사례

수행에 기반 하여 즉각적인 피드백을 주는 것은 학습자의 학습성공에 핵심적인 부분이다. GPS(Grade Performance System)는 지속적으로 형성적인 피드백을 제공하기 위한 도구이다. PACE의 사례와 마찬가지로 GPS도 초기 경보 시스템을 제공한다. 이때 학습자에게 제공되는 메시지는 학습 관련 주요 공지, 출석 횟수 등에 관한 메시지, 점수에 대한 메시지, 긍정적 피드백의 네 가지이다.

III. 연구 결과

<표 32> GPS의 메시지 이모티콘별 메시지 내용

이모티콘	메시지 내용
	[학습 관련 공지] 교수자가 학습자 개개인 특정한 학습 상황을 인식하고 학습자에게 이를 알려준다. (예: 과제 제출일, 학습 내용에 관한 질문, 시험 등)
	[출석] 출석 횟수, 시간 등을 알려준다.
	[점수] 학점 및 학습 상황에 대한 정보를 기록하고 학습자에게 제공한다.
	[긍정적 피드백] 과제를 제대로 수행했는지 여부를 알려준다.

GPS를 통해 교수자와 학습자는 온라인상에서 의사소통하면서 학습자의 학습과정에 대해 교수자가 조언을 제공할 수 있도록 하고 있다.

5) Purdue University의 Course Signals System 사례

Purdue 대학의 Signals 시스템은 앞서 살펴본 PACE나 GPS와 마찬가지로 초기 경고 사인을 제공하는 방식을 취하고 있다. 학기가 종료되기 이전에 학습자에게 초기 위험 사인을 제공하고 이와 함께 교수자가 학습자에게 학습진도에 따른 피드백을 제공하여 학업을 촉진하는 데에 목적을 두고 있다. 그렇기 때문에 이 시스템은 대규모 수업에서 교수자가 학습자에게 개별화된 피드백을 제공하는 데 효과적이다.

학습분석 모델 및 확장 방안 연구



[그림 56] 학습용 Signal 대시보드

구체적으로 Signals는 SIS(Student Information Systems), CMS, 학습자 학점 기록부(gradebook)을 바탕으로 데이터마이닝하여 개별 학습자에게 학습 정보와 함께 위험으로 알려주게 된다. 이 때 위험 수준에 따라 녹색, 노란색, 빨간색으로 표시하고 있다.



[그림 57] 교수자용 Signal 대시보드

다. 학습분석의 기대효과

최제영(2012), Ifenthaler와 Widanapathirana(2014) 등의 국내외 연구결과를 종합해 보면, 학습 분석의 활용을 통해 개별화 학습, 개별맞춤형 교수, 이러닝 콘텐츠 개발, 교육정책 및 교육과정 개선, 교육 프로그램 운영 등의 다양한 측면에서 상당한 효과를 거둘 수 있다.

1) 개별화 학습

학습 분석을 통해 학습자 개인에게 필요한 것 혹은 학습자가 선호하는 학습 내용을 적응적으로 추천해줄 수 있다. 즉, 학생들의 학습상태를 인식하고 이에 대해 개별적으로 교수적 처방을 제공하여 학습효과를 높일 수 있다. 학생들의 학습상태를 인식하기 위해서는 정오답률, 질문에 응답하기 전 연습에 소비한 시간, 요청한 힌트의 횟수와 특성, 동일 실수 반복 등과 같은 상호작용으로부터 분석한다. 인식한 학습상태에 따라 학습자별로 적합한 교수적 피드백을 제공한다. 또한 피드백 데이터를 분석하여 도움 및 조언이 필요한 학생을 선정하여 학습 속도를 조절하거나 습득하지 못한 내용을 이해하는 데 도움이 되는 추가 추천 콘텐츠를 제공할 수 있다. 개인의 취향과 적성, 그리고 수준에 따라 교육 프로그램, 콘텐츠를 선택하고 활용할 수 있다.

2) 개별맞춤형 교수

온라인 학습, 콘텐츠 활용, 검색 내용 등을 통해 학생의 학습수준, 스타일 및 패턴을 파악할 수 있고 이에 따라 수업 및 진로지도를 할 수 있다. 또한 의사소통 도구에 게시글을 분석함으로써 사회적 관계를 파악하고 이러한 관계가 학습에 어떠한 영향을 미치는지 파악하여 협력프로젝트 제공이나 교우관계 지도 시 활용할 수 있다. 다양한 학생들의 행동 변수를 통해 학생의 성취도 등과의 상관관계를 분석할 수 있다. 이러한 여러 기대되는 긍정적 효과를 교사가 거두기 위해서는 플랫폼에서 수집되는 많은 정보 중 유의한 지표를 선별하여 제시하는 대시보드와 같은 인터페이스를 효과적으로 설계 및 개발되어야 한다(유지원, 2013).

3) 이러닝 콘텐츠 개발

학습자의 다양한 수준과 학습스타일 및 패턴에 적합한 콘텐츠 유형 및 난이도를 제공할 수 있다. 학습자의 이해도를 높일 수 있는 평가방식(문제 난이도, 변별도, 추측도, 오답지 매력도 등)을 탐색할 수 있다. 콘텐츠의 선호도를 수집하고 활용방식에 대한 실제 데이터를 활용하여 기존 콘텐츠를 향상하는 데 기여할 수 있다.

4) 교육정책 및 교육과정 개선

학생 집단별, 교사별, 학교별 등 다양한 집단별로 학습데이터를 분류하여 분석할 수 있다. 학생을 잘 가르치는 우수 교사의 교수 패턴을 발견하여 여러 교사들에게 과급하여 교수 역량을 높일 수 있는 실제적인 방안을 마련할 수 있다. 교수학습이론을 적용하여 수집된 의미 있는 관련 데이터를 통해 교육적 효과를 분석함으로써 교수학습을 개선하기 위해 교육정책과 교육과정을 조정할 수 있는 실증적 근거를 마련할 수 있다.

5) 교육 프로그램의 효율적 운영

다수의 사용자를 대상으로 학습시스템에 대한 반응을 평가하여 그에 따라 교육 프로그램을 관리 및 운영할 수 있다. 교육 프로그램의 질을 향상하는 데 있어서도 이전의 교육 프로그램보다 더 나은 학습을 유도할 수 있는 객관적 자료를 분석할 수 있다. 학습 데이터를 이용하여 다양한 교육프로그램을 시행하여 그에 대한 개선안을 탐색할 수 있다. 학습분석의 효과를 배가시키기 위해서는 디지털교과서 등 이러닝 학습에서 학습자의 학습의 규칙성과 학습의 참여도를 파악할 수 있는 기준에 대한 연구, 데이터 추출을 위한 객관적이고 자동화된 방법 개발 등은 교육기관의 코스 운영 측면에서의 전략이 마련될 필요가 있다(조일현, 김정현, 2013).

IV. 결론 및 제언

이 연구는 초중등학교에 적용하기 위한 학습분석 방안을 모색함에 있어 무엇을 측정 할지에 대한 학습활동 지표 도출, 학습분석 모델 개발, 학습분석 활용방안을 구안하고자 하였다. 이를 위해 문헌 검토와 사례 분석을 실시하였고, 학교현장의 수업을 참관하였으며, 교사 포커스 그룹 인터뷰와 전문가 검토를 실시하였다. 아울러 학습 분석에 대한 전문가들의 의견을 듣기 위해 전문가 초청 자문회의, 세미나와 함께 국제학술포럼을 개최하였다.

본 연구의 결과는 크게 다음과 같은 네 가지이다. 첫째, 디지털교과서를 활용한 교실수업에서 어떠한 학습활동을 데이터로 추출할 수 있는지에 대한 지표(metrics)를 마련하였다. 둘째, 학습분석의 절차와 분석과정에 대한 모델을 제안하였다. 셋째, 상정한 모델에 비추어 메타인지, 교과홍미, 자기조절학습, 협력의 네 가지 영역에 대한 학습분석의 예시를 개발하였다. 넷째, 학습분석에 대한 활용방안을 제안하였다.

이 연구는 학습분석에 대한 기초연구로서 학습분석이 가능하기 위한 탐색적 시도에 초점을 두고 있다. 따라서 앞으로 실제 학습분석 시스템을 개발하고, 교육현장에 적용하면서 구체적인 방안들을 도출할 필요가 있다. 향후 학습분석 시스템 개발과 교육 현장에의 적용을 위해 고려해야 할 사항들을 실천방안과 연구제언으로 구분하여 제안한다.

1. 학습분석의 실천방안

이 연구에서는 국내 초중등학교의 학습분석에 대한 전체적인 방향을 수립하는 차원에서 어떤 데이터를 추출할 것인지, 어떤 절차로 학습분석을 실시할 것인지, 교사가 학습자에게 개인별 맞춤형 가이드라인을 제공하는 데에 있어 학습분석을 어떻게 활용할 것인지를 제안하고 있다. 실제 적용의 예로서 21세기 학습역량을 고려한 메타인지, 교과홍미, 자기조절학습, 협력의 네 가지 영역에 대해 어떤 측정 대표변인(proxy

variable)을 활용하여 학습자의 역량을 진단할 것인지, 각 영역별로 어떻게 학습자 개인별 역량 개선을 위한 안내를 제공할 것인지를 설명하였다.

이 연구는 국내 초중등학교에서의 학습분석 적용을 가능하게 하는 기초적인 토대를 마련하기 위하여 실시되었다. 따라서 향후 학습분석을 구체적으로 실천, 적용하기 위해서는 다음과 같은 후속 조치가 필요할 것이다.

첫째, 학습분석의 목적에 대한 이해당사자 간의 인식 공유가 필요하다. 학습분석을 통해 학습자의 학습과정과 역량을 진단하더라도 교사, 학생, 학부모가 학생 자신의 어떤 부분이 부족한지, 어떻게 개선해야 하는지에 대하여 서로 공유된 인식이 있어야 한다. 학습분석의 목적이 무엇이고, 이를 어떻게 활용하는 것이 바람직한 것인지에 대한 인식 공유를 통해 학습분석의 기본적인 목적을 달성하는 것이 중요하다.

둘째, 학습분석에 대한 학생의 긍정적 인식을 위해 교사와 학부모, 학교장과 교육청이 신중하게 접근하는 것이 필요하다. 여러 학습분석 연구를 통하여 문제 제기가 이루 어졌듯이 학습분석은 학습자의 학습과정과 행동을 지속적으로 모니터링하는 것이 포함된다는 점에서 학생은 이에 대하여 부정적 인식을 할 수도 있다. 따라서 학습분석이 학생에게 어떤 부정적 감정을 일으킬지에 대한 대비를 하면서, 학생의 학습과정에 대한 일대일 맞춤형 코칭이 제공된다는 점을 분명히 알릴 필요가 있다.

셋째, 학습분석 결과를 활용하는 방식에 대한 사용성 평가를 실시하여 최적의 상태로 개선할 필요가 있다. 본 연구를 통하여 제안된 틀을 바탕으로 실제 적용 시스템을 개발하여 사용하면서 국내 초중등학교 학생들이 학습분석 시스템을 어떻게 받아들이는지, 인터페이스 관점에서 어떤 점을 불편해 하는지, 대쉬보드의 항목들을 이해하고 해석하는 데에 문제가 없는지를 확인하는 작업이 필요하다. 디지털기기에 대한 선호나 성별 등의 개인별 특성에 따라 개발된 시스템을 어떻게 활용하는지에 대한 분석 등이 이루어질 필요가 있다.

2. 학습분석 관련 연구 제언

이 연구는 2015년 3월 미래학교인 창덕여자중학교에 시범 적용될 학습분석 시스템 개발을 위한 기초 연구로 수행되었다. 국내 초중등학교에 학습분석을 광범위하게 적용

하기 위한 초기 단계의 연구라 할 수 있다. 이 연구의 결과가 실제 초중등학교 상황에서 효과적으로 적용되기 위해서는 후속 연구들이 활발히 진행될 필요가 있다. 이와 관련하여 다음과 같은 후속 연구 주제를 제안한다.

첫째, 학습데이터에 기반을 둔 측정 방법의 정확도를 높이기 위한 방법이 모색되어야 한다. 이 연구에서는 아직 학습데이터가 축적되기 이전에 큰 그림을 그리는 기초연구이다. 따라서 학습데이터의 정확성이 검증되기 이전에 이를 보완하기 위한 방법을 여러 가지로 제안하였다. 구체적으로는 학습자 스스로 자신을 진단하는 방법, 루브릭을 통해 교사가 학생을 진단하는 방법, 학습데이터를 통한 측정 방법의 세 가지 방식을 제안하였다. 그렇기 때문에 향후에 학습데이터를 통한 측정 방법이 얼마나 정확도를 나타내는지를 검토하고, 정확도를 높이기 위한 방법을 탐색해야 할 것이다.

둘째, 이 연구에서 제안한 학습자의 메타인지, 교과흥미, 자기조절학습, 협력 역량에 대한 측정 대표변인이 실제 교육현장에서도 측정 대표변인의 역할을 하는지를 검토할 필요가 있다. 이 연구에서는 아직 실제 학습데이터가 축적되기 이전에 수행되었기 때문에 문헌을 통해 네 가지 영역에 대한 측정 대표변인을 도출하였다. 그러나 참고한 문헌들이 주로 해외의 학생들을 대상으로 하는 경우가 대부분이었으며, 더구나 초중등 학생이 아닌, 고등교육기관의 성인학습자를 대상으로 하는 경우가 많았다. 따라서 해외의 성인학습자로부터 도출된 측정 대표변인이 우리나라의 초중등학생들의 역량을 측정하는 데에도 적용 가능한지를 확인하는 연구가 필요하다.

셋째, 학습데이터를 통한 분석모델을 정교화할 필요가 있다. 이 연구에서는 각 영역 및 하위영역별 측정 대표변인을 통해 학습과정을 분석하는 데에 있어 표준점수로 환산하여 학습자의 영역별 수준을 진단하는 방안을 제안하였다. 이는 결국 클래스 내에서 다른 학생과 비교하여 자신의 위치를 상대적인 수준을 나타내기 때문에, 이러한 측정 방법 이외의 학습자의 역량을 정확하게 진단하기 위한 분석방법을 탐색하는 것이 필요하다. 즉, 각 범인별로 얼마나 가중치를 가져야 하는지, 범인간의 관계는 어떠한지, 학습데이터를 통한 측정 결과를 계산하기 위하여 어떤 계산식을 가져야 하는지를 추출하는 연구가 필요하다.

넷째, 학습분석 결과로 교사가 학습자에게 개인별 맞춤형 처방을 제공하기 위한 프로세스와 방식을 정교화할 필요가 있다. 학습분석의 목적은 학습자의 적응적 학습과 개인별 맞춤형 교육서비스를 제공하는 데에 있다. 이러한 목적에 부합하기 위해서는

이 연구에서 제안한 루브릭과 수준별 처방이 실제 교육현장에서 원활하게 적용되는지를 확인하고, 학습분석 결과를 통해 초중등학교에서 교사가 학생의 향상을 위한 가이드라인을 효과적으로 제공할 수 있도록 과정을 정교화할 필요가 있다.

다섯째, 학습분석 목적에 부합하고 학습분석의 효과를 극대화할 수 있는 제시 방식을 탐색하고, 제시 방식에 따른 효과성을 검증할 수 있는 연구가 필요하다. 현재의 대쉬보드의 시각화방법은 기존의 선행연구와 사례에서 제시되었던 방법들이다. 그러나 학습활동이나 폐던, 학습역량 등 어떤 부분을 제시하는 것인지에 따라 제시 방식의 효과에 차이가 있을 수 있다. 따라서 시각화방법에 따른 효과를 검토하고, 학습분석의 효과를 극대화할 수 있는 제시 방식을 탐색하는 연구가 필요할 것이다.

참 고 문 헌

- 강명희, 한희영 (2002). 팀 프로젝트 학습에서의 자기조절학습 전략 활용 양상. *기업교육연구*, 4(2), 5-31.
- 강민석, 김진일, & 박인우 (2009). 사이버대학 e-러닝환경에서 학업성취도에 영향을 미치는 학습 참여 변인 규명. *인터넷정보학회논문지*, 10(5), 135-143.
- 국립국어원 (2008). 표준국어대사전. <http://stdweb2.korean.go.kr/main.jsp>
- 김성일 (1996). 글 이해 과정에서 흥미의 역할. *한국심리학회지*, 2(2), 273-301.
- 김성일, 윤미선, 권은주, 최정선, 김원식, 이명진 (2003). 자극의 모호성, 과제유형 및 인지욕구의 개인차가 흥미에 미치는 효과. *교육심리연구*, 17(2), 89-106.
- 김창수 (2008). e-러닝환경에서 자기조절학습을 지원하는 도구의 프로토타입 개발. *교육정보미디어연구*, 14(2), 237-266.
- 김현진, 정종원, 정세웅, 이동국 (2011). *미래학교 지원을 위한 교수-학습 활동 개발 시리즈 2 :21세기 교수-학습 활동 개발*. 한국교육학술정보원. 연구과제 RM 2011-15.
- 노정민 외(2013). *디지털교과서 활용 수업모형 연구: 초등편*. 한국교육학술정보원. 연구보고 CR 2013-6.
- 박성익, 김미경 (2005). 자기조절학습능력 수준별 및 문제해결학습단계별 자기조절학습 전략 활용행태분석. *아시아교육연구*, 6(3), 129-159.
- 박종현, 양용칠 (2013). 모바일 환경에서 자기조절학습 지원도구의 설계. *사고개발*, 9(1), 197-217.
- 신명희, 박승호, 서은희 (2005). 자기조절학습과 지역행동과의 관계. *교육학연구*, 43(4), 277-292.
- 양명희 (2000). *자기조절학습의 모형 탐색과 타당화 연구*. 서울대학교 대학원 박사학위논문. 미간행.
- 양명희, 정윤선 (2013). 자기조절학습 척도 개발 및 구조 검증: 동기조절과 정서조절을

- 중심으로. *청소년학연구*, 20(12), 239-266.
- 윤미선, 김성일 (2003). 중·고생의 교과흥미 구성요인 및 학업성취와의 관계. *교육심리연구*, 17(3), 271-290.
- 이경민, 이윤주 (2014). 청소년의 자기주조적 학습에서 메타인지 학습변량 활용에 관한 연구. *학습자중심교과교육연구*, 14(6), 273-299.
- 이인숙 (2002). e-Learning 학습전략 수준 및 학업성취도 규명. *교육공학연구*, 18(2), 51-67.
- 임정훈, 임병노, 김세리 (2008). ‘활동’ 중심의 디지털교과서 활용 교수·학습 방법 탐색. *교육정보미디어연구*, 14(4), 27-52.
- 임철일 (2002). 웹기반 자기 조절 학습 환경을 위한 설계 및 운영 전략이 자기 조절 학습 수준 및 학업 성취도에 미치는 효과. *교육공학연구*, 17(3), 53-83.
- 임철일 (2005). 자기조절학습을 지원하는 기업의 이러닝 학습관리체계의 개발과 효과에 관한 연구. *교육공학연구*, 21(4), 77-100.
- 조일현, 김윤미 (2013). 이러닝에서 학습자의 시간관리 전략이 학업성취도에 미치는 영향: 학습 분석학적 접근. *교육정보미디어연구*, 19(1), 83-107.
- 조일현, 김정현 (2013). 학습분석학을 활용한 e-러닝 학업성과 추정 모형의 통계적 유의성 확보 시점 규명. *교육공학연구*, 29(2), 285-306.
- 조한익. (2007). 대학생의 희망과 학습시간이 학업성취도에 미치는 영향. *교육심리학연구*, 21(2), 349-365.
- 최정임, 최정숙 (2012). 이러닝 환경에서 학습계획 및 시간관리 전략이 대학생의 자기 조절학습능력과 학업성취도에 미치는 효과. *교육과학연구*, 43(4), 221-244.
- 탁수연, 박영신, 김의철 (2007). 대학생의 학업성취와 관련 변인의 관계 분석. *아동교육*, 16(1), 143-154.
- 허희옥, 임규연, 서정희, 김영애. (2011). *세기 학습자 및 교수자 역량 모델링*. 서울: 한국교육학술정보원.
- 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.
- Anderson, S., & Harris, J. (1997). Factors associated with amount of use and benefits obtained by users of a statewide educational telecomputing network. *Educational Technology Research and Development*, 45(1), 19–50.
- Artino, A. R., & McCoach, D. B. (2008). Development and initial validation of the online learning value and self-efficacy scale. *Journal of Educational Computing Research*, 38(3), 279–303.
- Ali, L., Hatala, M., Gašević, D., & Jovanović, J. (2012). A qualitative evaluation of evolution of a learning analytics tool. *Computers & Education*, 58(1), 470–489.
- Aronson, E., & Patnoe, S. (1997). *The jigsaw classroom: Building cooperation in the classroom* (2nd ed.). New York: Longman.
- Asher, J. W. (1976). *Educational research and evaluation methods*. Boston Little, Brown and company.
- Borich, G. D. (2011). Teaching Strategies for Indirect Instruction. In *Effective Teaching Methods: Research-Based Practice* (pp. 254–295). Boston, MA: Boylston.
- Brooks, C., Erickson, G., Greer, J., & Gutwin, C. (2014). Modelling and quantifying the behaviours of students in lecture capture environments. *Computers & Education*, 75, 282–292.
- Brown, A. L. (1978). Knowing when, where, and how to remember: A problem of metacognition. Technical report, University of Illinois at Urbana-Champaign, *Center for the Study of Reading*, 47.
- Bruning, R. H., Schraw, G. J., Norby, M. M., & Ronning, R. R. (2004). *Cognitive psychology and instruction*. (4th ed.). Upper Saddle River, NJ: Merrill/Prentice Hall.
- Campbell, J., & Oblinger, D. (2007). Academic analytics. *Educause Quarterly*, 20,

- 2011.
- Chatti, M. A., Dyckhoff, A. L., Schroeder, U., & Thüs, H. (2012). A reference model for learning analytics. *International Journal of Technology Enhanced Learning*, 4(5), 318–331.
- Collazos, C. A., Guerrero, L. A., Pino, J. A., Renzi, S., Klobas, J., Ortega, M., ... & Bravo, C. (2007). Evaluating collaborative learning processes using system-based measurement. *Educational Technology & Society*, 10(3), 257–274.
- De Liddo, A., Shum, S. B., Quinto, I., Bachler, M., & Cannavacciuolo, L. (2011, February). Discourse-centric learning analytics. In *Proceedings of the 1st International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 23–33). ACM.
- De Wever, B., Van Keer, H., Schellens, T., & Valcke, M. (2011). Assessing collaboration in a wiki. The reliability of university students' peer assessment. *The Internet and Higher Education*, 14(4), 201–206.
- Dillenbourg, P. (1999). *Collaborative learning: Cognitive and computational approaches*. Advances in Learning and Instruction Series. New York, NY: Elsevier Science, Inc.
- Ellis, N. C. (1997). Vocabulary acquisition: Word structure, collocation, word-class and meaning. In N. Schmitt & M. McCarthy (Eds.), *Vocabulary: Description, acquisition and pedagogy* (pp. 133–135). Cambridge: Cambridge University Press.
- Feldstein, M. (2013). MOOCs, Courseware, and the Course as an Artifact. Retrieved from <http://mfeldstein.com/moocs-courseware-and-the-course-as-an-artifact/>
- Feltz, D. L., & Brown, E. W. (1984). Perceived competence in soccer skills among young soccer players. *Journal of Sport Psychology*, 6, 385–394.
- Ferguson, R., & Shum, S. B. (2012, April). Social learning analytics: five approaches. In *Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge* (pp. 23–33). ACM.

- Few, S. (2006). *Information Dashboard Design: The Effective Visual Communication of Data*. CA: O'Reilly Media.
- Flavell, J. H. (1979). Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive-developmental inquiry. *American Psychologist*, 34(10), 906-911.
- Griffin, P., McGaw, B. & Care, E. (2011). *Assessment and teaching 21 century skills*. Heidelberg: Springer.
- Hadwin, A., Oshige, M., Gress, C., & Winne, P. (2010). Innovative ways for using gStudy to orchestrate and research social aspects of self-regulated learning. *Computers in Human Behavior*, 26(5), 794-805.
- Harasim, L., Calvert, T., & Groeneboer, C. (1997). Virtual-U: A Web-based system to support collaborative learning. *Khan*, 62, 149-158.
- Haythornthwaite, C. (2005). Social networks and Internet connectivity effects. *Information, Community & Society*, 8(2), 125-147.
- Hewitt, J., & Teplovs, C. (1999). An analysis of growth patterns in computer conferencing threads. In C. Hoadley & J. Roschelle (Eds.), *Proceedings of the Computer Support for Collaborative Learning (CSCL) 1999 Conference* (pp. 232 - 241). Palo Alto, CA: Stanford University Press.
- Hidi, S. (1990). Interest and its contribution as a mental resource for learning. *Review of Educational Research*, 60, 549 - 571.
- Hofer, B. K., Yu, S. L., & Pintrich, P. R. (1998). *Teaching college students to be self-regulated learners*. Self-regulated learning: From teaching to self-reflective practice, 57-85.
- Hollway, W., Venn, C., Walkerdine, V., Henriques, J., & Urwin, C. (2003). *Changing the subject: psychology, social regulation and subjectivity*. Routledge.
- Horton, W. (2006). *e-Learning by design*. San Francisco: Pfeiffer.
- Ifenthaler, D., & Widanapathirana, C. (2014). Development and validation of a learning analytics framework: Two case studies using support vector machines. *Technology, Knowledge and Learning*, 19(1-2), 221-240.

- IMS (2013). *Learning measurement for analytics whitepaper*. Retrieved from <http://www.imsglobal.org/IMSLearningAnalyticsWP.pdf>
- Jacobs, J. E., & Paris, S. G. (1987). Children's metacognition about reading: Issues in definition, measurement, and instruction. *Educational psychologist*, 22(3-4), 255-278.
- James, N. (1989). Emotional labour: skill and work in the social regulation of feelings. *The Sociological Review*, 37(1), 15-42.
- Janssen, J., Erkens, G., Kirschner, P. A., & Kanselaar, G. (2012). Task-related and social regulation during online collaborative learning. *Metacognition and Learning*, 7(1), 25-43.
- Keller, J. M. (1987). Motivational design. In Encyclopedia of Educational Media, Communications, and Technology. Westport, CT: Greenwood Press.
- Koper, R., & Manderveld, J. (2004). Educational modelling language: modelling reusable, interoperable, rich and personalised units of learning. *British Journal of Educational Technology*, 35(5), 537-551.
- Lambropoulos, N., Bakhtaria, A., & Gourdin, A. (2011). Distributed leadership collaboration factors to support idea generation in computer-supported collaborative e-learning.
- Laurillard, D. (2009). The pedagogical challenges to collaborative technologies. *International Journal of Computer-Supported Collaborative Learning*, 4(1), 5 - 20.
- Law, N. (2014). Is learning analytics a disruptive innovation? In proceedings of *International Forum on Big Data Analysis for Learning Improvement*, Seoul, Korea.
- Lazonder, A. W., Wilhelm, P., & Ootes, S. A. (2003). Using sentence openers to foster student interaction in computer-mediated learning environments. *Computers & Education*, 41(3), 291-308.
- Leony, D., Muñoz-Merino, P. J., Pardo, A., & Delgado Kloos, C. (2013). Provision of

- awareness of learners' emotions through visualizations in a computer interaction-based environment. *Expert Systems with Applications*, 40(13).
- Lewis-Beck, M. S., Bryman, A., & Liao, T. F. (2004). *The SAGE Encyclopedia of Social Science Research Methods*. CA: SAGE Publications.
- Ley, K. & Young, D. B. (1998). Self-regulation behaviors in underprepared (developmental) and regular admission college students. *Contemporary Educational Psychology* 23, 42-64.
- Ley, K. & Young, D. B. (2001). Instructional principles for self-regulation. *Educational Technology Research and Development*, 49(2), 93-105.
- Liao, S. H., Chu, P. H., & Hsiao, P. Y. (2012). Data mining techniques and applications - A decade review from 2000 to 2011. *Expert Systems with Applications*, 39(12), 11303-11311.
- Liddo, A. D., Shum, S. B., Quinto, I., Bachler, M. & Cannavacciuolo, L. (2011). Discourse-Centric Learning Analytics. In: LAK 2011: 1st International Conference on Learning Analytics & Knowledge, 27 Feb -01 Mar 2011, Banff, Alberta.
- Lockyer, L., Heathcote, E., Dawson, S. (2013). Informing pedagogical action: aligning learning analytics with learning design. *American Behavioral Scientist*, 57(10), 1439-1459.
- Lombardi, M. M. (2007). Authentic learning for the 21st century: An overview. *Educause learning initiative*, 1(2007), 1-12.
- Loomis, K. D. (2000). Learning styles and asynchronous learning: comparing the LASSI model to class performance. *Journal of Asynchronous Learning Networks*, 4(1), 23-32.
- Lopes, P. N., Salovey, P., Côté, S., Beers, M., & Petty, R. E. (2005). Emotion regulation abilities and the quality of social interaction. *Emotion*, 5(1), 113.
- Lukarov, V., Chatti, M. A., Thüs, H., Kia, F. S., Muslim, A., Greven, C., & Schroeder, U. (2014). Data Models in Learning Analytics. In Proceedings of DeLF1-WS 2014 & the 12th e-Learning Conference of the German

- Computer Society*, Freiburg, Germany, September 15, 88-95.
- Manlove, S., Lazonder, A. M. & de Jong, T. (2006). Regulative support for collaborative scientific inquiry learning. *Journal of Computer Assisted Learning*, 22 (2), 87-98.
- OECD (2013a). *PISA 2012 Results: Ready to Learn: Students' Engagement, Drive and Self-Beliefs* (Volume III), PISA, OECD Publishing..1787/9789264201170-en
- OECD (2013b). *PISA 2015 Collaborative Problem Solving Framework*. OECD Publishing.
- OECD (2014), *PISA 2012 Results: What Students Know and Can Do - Student Performance in Mathematics, Reading and Science* (Volume I, Revised edition, February 2014), PISA, OECD Publishing. <http://dx.doi.org/10.1787/9789264201118-en>
- Oddi, L. F. (1986). Development and validation of an instrument to identify self-directed continuing learners. *Adult Education Quarterly*, 30(2), 97-107.
- O'Neil, H. F., Chung, Jr., G., Brown, R. (1997). Use of networked simulations as a context to measure team competencies. In H. F. O'Neil Jr. (Ed.), *Workforce readiness: competencies and assessment* (pp. 411-452). Mahwah, NJ, Erlbaum.
- O'Neil, H. F., Chuang, S. H., & Chung, G. K. (2003). Issues in the computer-based assessment of collaborative problem solving. *Assessment in Education: Principles, Policy & Practice*, 10(3), 361-373.
- Peck, J. (1996). *Work-place: The social regulation of labor markets*. Guilford Press.
- Pintrich, P. R., & De Groot, E. V. (1990). Motivational and self-regulated learning components of classroom academic performance. *Journal of educational psychology*, 82(1), 33.
- Pintrich, P.R., Smith, D. A., Garcia, T., & McKeachie, W. J. (1991). A manual for the use of the Motivated Strategies for Learning Questionnaire (MSLQ).

- Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED338122.pdf> on February, 2015.
- Podilchak, W. (1991). *Distinctions of fun, enjoyment, and leisure*. NY: Routledge.
- Renzulli, J. S., Siegle, D., Reis, S. M., Gavin, M. K., & Sytsma Reed, R. E. (2009). An Investigation of the Reliability and Factor Structure of Four New Scales for Rating the Behavioral Characteristics of Superior Students. *Journal of Advanced Academics*, 21(1), 84-108.
- Rimor, R., Rosen, Y., & Naser, K. (2010). Complexity of social interactions in collaborative learning: The case of online database environment. *Interdisciplinary Journal of E-Learning and Learning Objects*, 6, 355-365.
- Risch, N. L., & Kiewra, K. A. (1990) Content and form variations in note taking: effects among junior high students. *Journal of Educational Research*, 83(6), 355-357.
- Romero-Zaldivar, V.-A., Pardo, A., Burgos, D., & Delgado Kloos, C. (2012). Monitoring student progress using virtual appliances: A case study. *Computers & Education*, 58(4), 1058-1067.
- Ross, J. D. (1999). *Regulating hypermedia: Self-regulation learning strategies in a hypermedia environment*. Virginia Polytechnic Institute and State University.
- Schiefele, U. (1991). Interest, learning, and motivation. *Educational Psychologist*, 26(3), 299-323.
- Schreurs, B., Teplovs, C., Ferguson, R., De Laat, M. & Buckingham Shum, S. (2013). Visualizing social learning ties by type and topic: rationale and concept demonstrator. In: Third Conference on Learning Analytics and Knowledge (LAK 2013), 8-12 April 2013, Leuven, Belgium, ACM, 33 - 37.
- Schwartz, D. L. (1995). The emergence of abstract dyad representations in dyad problem solving. *The Journal of the Learning Sciences*, 4, 321-354.
- Sfard, A. (1998). On two metaphors for learning and on the dangers of choosing just one. *Educational Researcher*, 27(2), 4-13.
- Sha, L., Teplovs, C., & van Aalst, J. (2010, June). A visualization of group cognition: Semantic network analysis of a CSCL community. In *Proceedings of the 9th International Conference of the Learning Sciences*-Volume 1 (pp. 929-936). International Society of the Learning Sciences.
- Sloep, P., Hummel, H., & Manderveld, J. (2005). 8 Basic design procedures for e-learning courses. In Koper, R., & Tattersall, C. (Eds.), *Learning design: a handbook on modelling and delivering networked education and training* (pp.139-160). Berlin: Springer.
- Smith-Jentsch, K. A., Cannon-Bowers, J. A., Tannenbaum, S. I., & Salas, E. (2008). Guided team self-correction impacts on team mental models, processes, and effectiveness. *Small Group Research*, 39(3), 303-327.
- Silius, K., Tervakari, A. M., & Kailanto, M. (2013, March). Visualizations of user data in a social media enhanced web-based environment in higher education. In *Global Engineering Education Conference (EDUCON)*, 2013 IEEE (pp. 893-899). IEEE.
- Silvia, P. J. (2005). Cognitive appraisals and interest in visual art: Exploring an appraisal theory of aesthetic emotions. *Empirical Studies of the Arts*, 23, 119-133.
- Sing, C. C., & Khine, M. S. (2006). An analysis of interaction and participation patterns in online community. *Educational Technology & Society*, 9(1), 250-261.
- Sperling, R. A., Howard, B. C., Miller, L. A., & Murphy, C. (2002). Measures of children's knowledge and regulation of cognition. *Contemporary educational psychology*, 27(1), 51-79.
- Sperling, R. A., Richmond, A. S., Ramsay, C. M., & Klapp, M. (2012). The measurement and predictive ability of metacognition in middle school learners. *The Journal of Educational Research*, 105(1), 1-7.
- Soller, A., Goodman, B., Linton, F., & Gaimari, R. (1998, January). Promoting

- effective peer interaction in an intelligent collaborative learning system. In *Intelligent Tutoring Systems* (pp. 186–195). Springer Berlin Heidelberg.
- Taggar, S., & Brown, T. C. (2001). Problem-Solving Team Behaviors Development and Validation of BOS and a Hierarchical Factor Structure. *Small Group Research*, 32(6), 698–726.
- Teplovs, C., & Scardamalia, M. (2007). Visualizations for knowledge building assessment. In *AgileViz workshop, CSCL*.
- Tervakari, A. M., Marttila, J., Kailanto, M., Huhtamäki, J., Koro, J., & Silius, K. (2013). Developing learning analytics for TUT Circle. In *Open and Social Technologies for Networked Learning* (pp. 101–110). Springer Berlin Heidelberg.
- Tobias (1994). Interest, prior knowledge, and learning. *Review of Educational Research*, 64(1), 37–54.
- Tobias, S., Everson, H. T., & Laitusis, V. (1999). Towards a Performance Based Measure of Metacognitive Knowledge Monitoring: Relationships with Self-Reports and Behavior Ratings. Retrieved from <http://files.eric.ed.gov/fulltext/ED432590.pdf> in February, 2015.
- Trentin, G. (2009). Using a wiki to evaluate individual contribution to a collaborative learning project. *Journal of Computer Assisted Learning*, 25(1), 43–55.
- Trilling, B., & Fadel, C. (2009). *21st century skills: Learning for life in our times*. John Wiley & Sons.
- Veldhuis-Diermanse, A. E. (2002). *CSCLearning?: Participation, learning activities and knowledge construction in Computer-Supported Collaborative Learning in higher education*. Wageningen Universiteit.
- Verbert, K., Duval, E., Klerkx, J., Govaerts, S., & Santos, J. L. (2013). Learning analytics dashboard applications. American Behavioral Scientist, 0002764213479363.

- Volet, S., Summers, M., & Thurman, J. (2009). High-level co-regulation in collaborative learning: How does it emerge and how is it sustained?. *Learning and Instruction*, 19(2), 128–143.
- Watkinson, R. (2005). *75 e-learning Activities: Making Online Learning Interactive*. San Francisco: Pfeiffer.
- Williamson, S. N. (2007). Development of a self-rating scale of self-directed learning. *Nurse researcher*, 14(2), 66–83.
- Wilson, 1971
- Wise, A. F., Zhao, Y., & Hausknecht, S. N. (2013). Learning Analytics for Online Discussions: A Pedagogical Model for Intervention with Embedded and Extracted Analytics. *LAK '13*, April 08–12.
- 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. doi: 10.1080/01587919.2013.793642
- Zimmerman, B. J. (1990). Self-regulated learning and academic achievement: An overview. *Educational psychologist*, 25(1), 3–17.
- Zimmerman, B. J., & Kitsantas, A. (1997). Developmental phases in self-regulation: Shifting from process goals to outcome goals. *Journal of educational psychology*, 89(1), 29.
- Zimmerman, B. J., & Martinez-Pons, M. (1986). Development of a structured interview for assessing student use of self-regulated learning strategies. *American educational research journal*, 23(4), 614–628.
- Zimmerman, B. J., & Martinez-Pons, M. (1988). Construct validation of a strategy model of student self-regulated learning. *Journal of educational psychology*, 80(3), 284.

