

Introductory statistics class using e-textbook in face-to-face classroom environment

Sookhee Choi^a · Kyungsoo Han^{b,1}

^aDepartment of Psychology, Woosuk University;

^bDepartment of Statistics, Jeonbuk National University

(Received September 17, 2019; Revised October 2, 2019; Accepted October 2, 2019)

Abstract

It is hard to imagine teaching statistics without the help of technology. Technology is changing the way in which the content of introductory statistics is taught and the forms of textbook used. Almost all students carry mobile devices all the time that allows them to learn anytime and anywhere if we provide them with statistical electronic textbook. The use of smartphones for asking questions and finding answers in class, it can encourage students to engage more in lectures. This paper analyzes the data obtained using e-textbook in traditional classroom and discusses the future research direction of e-textbooks.

Keywords: introductory statistics, technology, statistics education, e-textbook

1. 서론

컴퓨터 실습실이 마련되기 이전의 통계학 교육은 교과서와 칠판을 이용한 이론적인 수업에 치중할 수밖에 없었다. 포켓계산기로 데이터를 처리할 때 관측치 개수는 수십 개를 넘기기 어려웠고 기초 통계학 교재에서 다루는 예제는 현실적인 통계 문제에서 벗어난 인위적인 예제로 가득하였다. 1990년대 중반 무렵부터 개인용 컴퓨터가 널리 보급되면서 각 대학의 통계학과는 많은 예산을 들여 통계분석 실습실을 구축하였다. SAS 또는 SPSS 같은 통계 분석용 소프트웨어를 구입하고 실제 데이터를 분석하는 통계 교육을 할 수 있게 되었다. Chance 등 (2007)이 주장한 것처럼 오늘날의 통계학 교육은 기술의 도움 없이는 상상조차 하기 어려운 일이 되었다.

Moore (1997)는 기초 통계학을 가르칠 때 강의 내용과 교수법에 가장 큰 영향을 끼치는 것은 기술이라고 강조하고, 통계 교육의 혁신은 콘텐츠(contents), 교수법(pedagogy), 기술(technology)이 서로 시너지 효과를 발휘할 때 비로소 가능하다고 주장하였다. Symanzik과 Vukasinovic (2006) 그리고 Han (2011)은 면대면 컴퓨터 실습실에서 이루어진 기초 통계학 수업에서 웹 페이지로 만들어진 전자 교과서를 사용하는 문제를 다루었다. 특히 Han (2011)에서 사용된 전자교과서는 학습관리시스템(Learning Management System; LMS)이 제공하는 일부 기능들(출석, 퀴즈, 과제 제출/평가 등)을 통합한 시스템이었다.

This paper was supported by Woosuk University.

¹Corresponding author: Department of Statistics (Institute of Applied Statistics), Jeonbuk National University, 567 Baekje-daero, deokjin-gu, Jeonju-si, Jeollabuk-do 54896, Korea. E-mail: kshan@jbnu.ac.kr

2010년 무렵부터 보편화되기 시작한 스마트폰은 2019년 현재 모든 대학생이 수업 시간은 물론 일상 생활 동안에 항상 가지고 다니는 필수품이 되었다. 기초 통계학을 수강하는 학생 60명이 평균 50만원인 스마트폰을 갖고 있다고 가정하자. 일반 강의실에 수업에 활용할 수 있는 3,000만원 상당의 컴퓨터가 갖추어진 것인데 스마트폰 구입 비용은 전적으로 학생 각자가 부담한 것이다 (Christopherson, 2018). 통계학과 실습실의 컴퓨터를 업그레이드 하고 유지보수하는 비용은 학과가 부담해야 하지만 모든 수업에서 활용 가능한 스마트폰, 태블릿, 노트북 등의 모바일 기기 구입, 소프트웨어 구입, 업그레이드, 유지보수 비용은 학생 각자가 부담한다. 이러한 모바일 환경에서 대학이 지원하는 것은 와이파이 비용 뿐이다. 기술이 발전할수록 스마트폰 성능도 좋아지고 값도 올라가겠지만 지금처럼 대부분의 학생은 최신의 모바일 기기를 갖고 있을 것이다. 강의 위주의 전통적인 방식의 수업에서 스마트폰은 학생의 주의를 산만하게 만드는 주범일 수도 있지만, 스마트폰에 앱을 설치하여 질의응답에 활용한다면 오히려 학생이 강의에 집중하게 만들 수 있는 훌륭한 도구가 될 수 있다 (Stutts, 2018).

1990년대부터 급속도로 발전한 정보기술은 전자책이 보편화되는데 많은 기여를 했다. 미국에서는 종이 교과서 가격이 급등하면서 2013년 웹 전용 학술 저널인 “Technology Innovations of Statistics Education”은 통계학 교과서의 미래에 대한 특집을 마련하였다. 이 특집에서 Cetinkaya-Rundel 등 (2013)은 무료이면서 누구나 수정을 자유롭게 하여 배포할 수 있는 기초 통계학 전자교과서를 소개하였다. West (2013)는 전자교과서와 LMS의 분리를 제안한 반면에 Zieffler 등 (2013)은 오히려 기초 통계학 수업 자체가 하나의 시스템으로 구체화되어야 한다고 주장하였다.

본 연구에서 사용한 시스템(<http://enook.jbnu.ac.kr>)은 Han (2011)에서 사용된 시스템을 컴퓨터 모니터보다 훨씬 화면이 작은 모바일 기기에서도 편하게 사용할 수 있게 개선한 것이다. 이 시스템은 수업에 필요한 기능들(출석, 강의내용, 질의응답, 과제 제출/평가, 데이터 수집, 설문조사, 모의실험 등)을 통합하여 제공하므로 별도의 LMS가 필요하지 않다. 본 논문은 2019년 1학기 면대면 강의실에서 개설된 교양 통계학 강좌에서 전자교과서를 사용하면서 얻은 데이터를 분석한 것이다. 교수용 컴퓨터, 프로젝터, 대형 스크린이 갖추어진 일반 강의실에서 수강생 60여명에게 필요한 것은 오직 모바일 기기뿐이었다. 수업 시간에 모바일 기기를 사용하거나 수업 이외의 시간에 컴퓨터를 사용하여 강의 웹 사이트에 접속하여 학습 활동을 할 때 발생하는 거의 모든 상호작용은 서버의 데이터베이스에 실시간으로 자동 저장된다.

본 논문의 구성은 다음과 같다. 2절에서 데이터베이스에 자동으로 저장된 학습 활동 데이터를 분석하여 학점 등급별로 학생들의 학습 패턴이 얼마나 다른지 분석할 것이다. 결론으로 면대면 강의실 환경에서 전자교과서를 사용한 경험을 요약하여 정리하고 장래 연구 방향을 제시한다.

2. 학습 활동 데이터 통계 분석

Cobb (2007)은 중심극한정리와 정규분포에 의존하여 기초 통계학 내용을 서술하는 방식을 서기 140년 경 프톨레마이오스가 주장한 천동설과 마찬가지로 현실에 맞지 않는 매우 낡은 것이라고 신랄하게 비판하였다. 지동설에 해당되는 기초 통계학 내용은 수학보다는 컴퓨터 모의실험에 기초한 통계적 추론이 중심이어야 한다고 주장하였다. Chance 등 (2016)은 Cobb (2007)의 제안을 받아들여 Tintle 등 (2016)을 포함한 6종의 새로운 기초 통계학 교과서가 출판되었다고 보고하였다.

본 연구는 모의실험에 기초하여 통계적 추론을 첫 주부터 다루는 교재인 Tintle 등 (2016)을 전자교과서 형태로 변환하여 강의 교재로 사용하였다. 성적 반영 비율은 출석 10%, 과제 50%, 시험 40%인데 과제 비율이 조금 높은 편이라고 할 수 있다. 수강인원은 58명인데 기말시험을 2명이 결시하여 56명이 남긴 학습 활동 데이터를 분석하였다. 56명 중에서 A학점은 18명, B학점은 23명, C학점은 15명이다. 학점

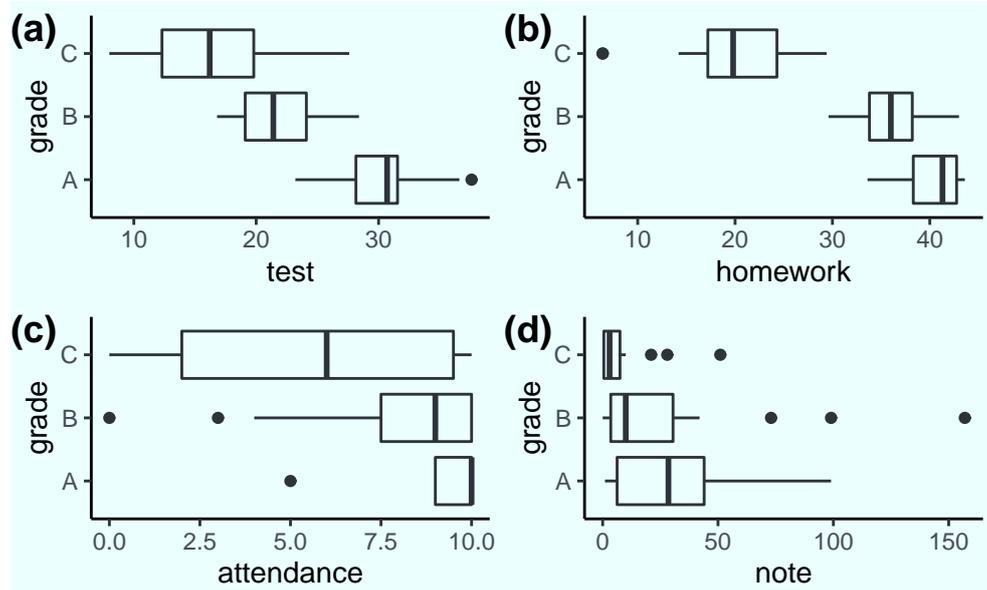


Figure 2.1. (a) Test scores by grade; (b) Homework scores by grade; (c) Attendance scores by grade; (d) Number of notes by grade.

은 상대평가이고 비율은 A학점 30%, B학점 40%, C학점 이하 30%이다.

Figure 2.1은 (a) 학점 등급별 시험 점수, (b) 과제 점수, (c) 출석 점수, (d) 노트 개수를 상자그림으로 비교한 것이다. 여기서 노트는 전자교과서에 학생이 기억할만한 내용을 직접 타이핑하여 입력한 것을 말한다. 본 논문에서는 그룹별로 분포가 모두 같은가를 검증할 때 비모수 방법을 사용하였다. R의 *agricolae* 패키지가 제공하는 *kruskal* 함수를 사용하여 Kruskal-Wallis 검증을 하였다. 분포가 같다는 영가설을 기각한 후의 사후 검정에서 p -값 조정은 보수적인 Bonferroni 방식을 사용하였다.

유의수준 5%에서 Kruskal-Wallis 검증 결과 시험 점수와 과제 점수의 분포는 학점 A, B, C 등급별로 모두 서로 다르게 나왔다. 시험과 과제의 성적 반영 비율이 높았으므로 당연한 결과가 나왔다고 할 수 있다. 출석 점수와 노트 개수의 분포는 유의수준 5%에서 A, C 그룹만 서로 다르다.

출석점수는 10점이 만점이다. 결석 1회는 1점 감점, 지각 1회는 0.5점 감점이다. 중간과 기말이 20점 만점인 것을 고려하면 학점에 반영되는 출석점수는 결코 적은 것이 아니다. 학점이 A, B인 그룹에서 출석 점수가 낮아 이상점으로 분류된 학생은 3명이다. 학점이 C인 그룹에서 출석 점수가 10점 만점인 학생은 4명인데 학습동기가 부족하여 수업에 집중하지 않고 있다고 생각된다. 노트에서 특기할만한 점은 학점이 B, C인 그룹에서 노트 개수가 많은 6개의 이상점이 나타났다는 점이다. 노트를 자주 하는 습관이 있거나 수업 내용과 무관한 것일 수도 있다.

수업에서 교수자가 던지는 질문은 학생들의 주의를 환기시키고 수업에 집중하게 만들기 위한 수단으로 매우 중요하다. 하지만 전체 학생을 대상으로 구두로 하는 질문에는 거의 반응이 없는 것이 우리 대학의 현실이다. 미국 대학도 우리와 비슷한 사정인지 Stutts (2018)는 수업 시간에 질의응답을 위한 app을 스마트폰에 설치하여 질의응답을 통하여 학생의 수업 집중도를 높이자고 제안한다. 본 연구에서 사용한 질의응답은 전자교과서 안에 내장된 것이다. 선다형 또는 단답형으로 구성된 질문에 대한 대답은 모든 학생이 모바일 기기를 사용하므로 실시간 채점이 가능하다. 질문 후에 바로 정답을 제시하지 않고 자신

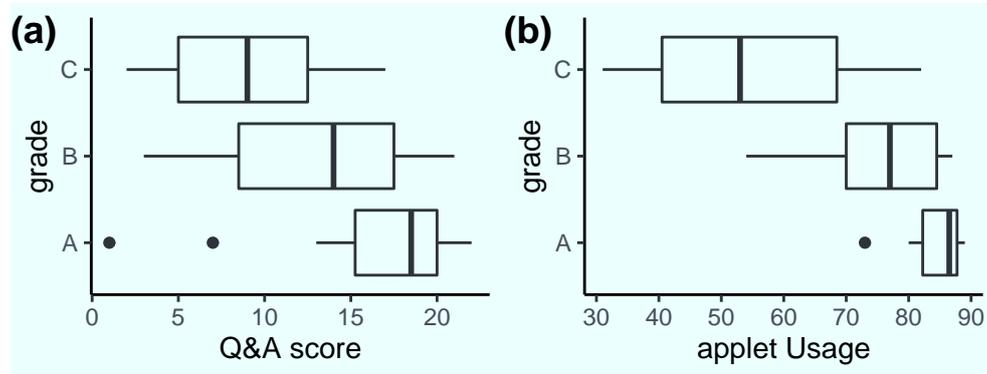


Figure 2.2. (a) Q&A score by grade; (b) Applet usage by grade.

의 답과 주변 학생들의 답을 서로 비교해보라고 독려한다. 서로 다르다면 어떤 것이 정답인지 토론하고 설득할 수 있는 기회를 준다.

Figure 2.2(a)는 학점 등급별로 질의응답 점수를 상자그림으로 비교한 것이다. 유의수준 5%에서 Kruskal-Wallis 검증 결과는 학점 등급별로 질의응답 점수의 분포가 모두 다르다는 것이다. 이 결과로 학점이 낮을수록 수업 시간에 집중을 하지 않거나 학습 동기가 낮음을 알 수 있다. A학점 그룹에서 2명의 점수가 특히 낮는데 이는 성적에 반영하지 않았기 때문에 수업 시간에 집중하지 않은 것으로 짐작된다.

Tintle 등 (2016)은 모의실험용 웹 사이트(<http://www.rossmanchance.com/ISIapplets.html>)를 교과서와 별도로 제공한다. 강의실이 컴퓨터 실습실이라면 R을 사용할 수도 있지만 일반 강의실에서 스마트폰으로 R을 사용하긴 매우 어렵다. Tintle 등 (2016)이 제공하는 모의실험 웹 사이트를 이용할 수도 있지만 학생들이 applet을 사용한 이력이 데이터로 저장되지 않으므로 학생이 실제로 통계적 추론을 위해 applet을 얼마나 사용했는지 또 정확하게 사용했는지를 알 수 없다. 이런 이유로 통계적 추론 또는 데이터 수집에 필요한 applet을 개발하여 전자교과서에 내장하였다.

Figure 2.2(b)는 학점 등급별로 applet 사용 빈도를 상자그림으로 비교한 것이다. 유의수준 5%에서 Kruskal-Wallis 검증 결과는 학점 그룹별로 applet 사용 빈도의 분포가 모두 다르다는 것이다. 이 결과로 학점 그룹별로 수업 시간에 강의 내용을 이해하기 위하여 applet을 사용하거나 수업 이외의 시간에 과제를 위해 applet을 사용하는 빈도가 다를 수 있다. applet 사용 이력을 데이터로 저장하지 않았다면 알 수 없었던 사실이다.

웹 사이트로서 구축된 전자교과서를 학생이 사용할 때마다 학습 활동 종류와 시간 등의 데이터가 자동으로 서버 데이터베이스에 저장된다. 학습 활동의 종류는 총 29가지이며 주요 활동으로는 ‘출석 체크’, ‘책 갈피’, ‘복사와 붙여넣기’, ‘노트 입력’, ‘과제 편집’, ‘질의응답’, ‘페이지 이동/스크롤’, ‘인쇄’ 등으로 다양하다. 학생이 전자교과서를 적극적으로 학습할 때는 화면 터치, 마우스와 키보드 사용 등이 짧은 시간 안에 끊임없이 발생한다. 따라서 저장된 학습 활동 데이터의 시간 차가 몇 초 정도로 짧을 때는 학습 시간으로 간주할 수 있다. 저장 간격이 10분처럼 길 때는 학습한 것이 아니라고 판단할 수 있다. 이 기준을 5분으로 하여 학습 활동이 계속되는지 아닌지를 구분하였다.

Figure 2.3(a)는 학점 등급별로 정규 수업에서 학습 활동 시간을 상자그림으로 비교한 것이다. 유의수준 5%에서 Kruskal-Wallis 검증 결과는 학점 그룹별로 정규 수업의 학습 활동 시간의 분포가 서로 모두 다르다는 것이다. 학점별로 학습 활동 시간의 중앙값은 A학점 25.4시간, B학점 18.5시간, C학점

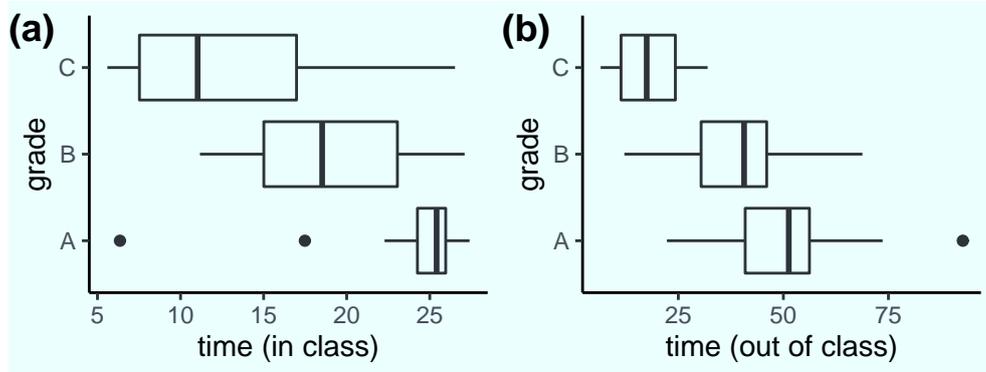


Figure 2.3. (a) Study time in class by grade; (b) Study time out of class by grade.

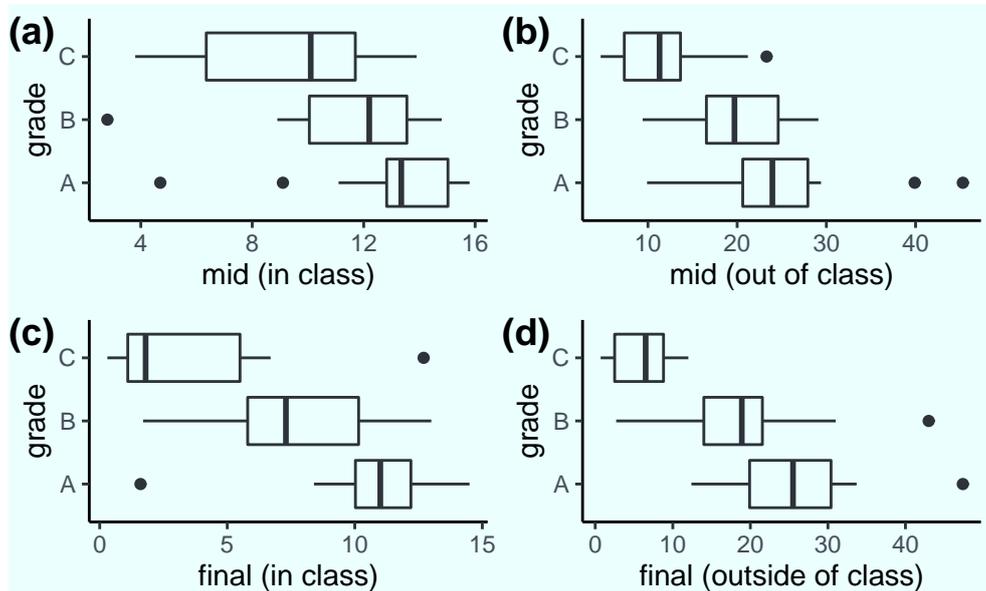


Figure 2.4. (a) Study time in class by grade before mid test; (b) Study time out of class by grade before mid test; (c) Study time in class by grade after mid test; (d) Study time out of class by grade after mid test.

11.0시간이다. A학점의 중앙값을 기준으로 B학점의 중앙값은 73%, C학점의 중앙값은 43%에 불과하여 학점이 낮을수록 수업에 덜 집중한다는 것을 알 수 있다. 수업 시간에 스마트폰 사용이 자유로운데 B, C학점 그룹은 A학점 그룹보다 수업 이외의 목적으로 스마트폰을 더 자주 사용한다고 볼 수 있다.

Figure 2.3(b)는 학점별로 수업 시간 이외의 학습 활동 시간을 상자그림으로 비교한 것이다. 유의수준 5%에서 Kruskal-Wallis 검증 결과는 학점 그룹별로 학습 시간의 분포가 서로 모두 다르다는 것이다. 학점별 중앙값은 A학점 51.3시간, B학점 40.7시간, C학점은 11.4시간이다. A학점의 중앙값을 기준으로 B학점의 중앙값은 79%, C학점의 중앙값은 22%이다. 정규 수업 시간이 아닌 경우의 학습 활동은 주로 과제와 시험 준비인데 학점이 낮을수록 스스로 공부하는 시간이 적음을 의미한다.

Figure 2.4의 (a)와 (c)는 학점별로 중간고사 이전과 이후에 수업 시간의 학습 활동이 어떻게 달라졌는

가를 보여주는 상자그림이다. 유의수준 5%에서 Kruskal-Wallis 검증 결과 중간고사 이전에는 A학점 그룹과 B, C학점 그룹의 분포가 다르게 나왔지만, 중간고사 이후에는 학점별로 모두 서로 다르게 나왔다. 중간고사 이전에 학습 시간의 중앙값은 A학점 13.4시간, B학점 12.2시간, C학점 10.1시간이다. A학점 그룹의 중앙값을 기준으로 보면 B학점 중앙값은 91%, C학점 중앙값은 75% 수준이다. 중간고사 이후에 중앙값은 A학점 11.0시간, B학점 7.3시간, C학점 1.8시간이다. A학점 그룹의 중앙값을 기준으로 할 때 B학점 중앙값은 66%, C학점 중앙값은 16% 수준으로 중간고사 이후에 성적 등급별 상대적인 격차가 훨씬 커졌다. 중간고사를 본 후에 점수의 분포를 공개하였는데 시험 점수가 낮은 학생은 상대평가로 자신의 학점이 낮을 것이라고 예상하고 수업 시간에 집중하지 않았다고 판단된다. 상대평가가 제도가 성취가 낮은 학생들의 학습 욕구를 저하시키는 여러 요인 중의 하나일 수 있다.

Figure 2.4의 (b)와 (d)는 학점별로 중간고사 이전과 이후에 수업 시간 이외의 학습 활동이 어떻게 달라졌는가를 보여주는 상자그림이다. 유의수준 5%에서 Kruskal-Wallis 검증 결과 중간고사 이후에는 A, B학점 그룹과 C학점 그룹의 분포가 다르게 나왔지만, 중간고사 이후에는 학점 등급별로 모두 다르게 나왔다. 중간고사 이전에 학습 시간의 중앙값은 A학점 24.0시간, B학점 19.7시간, C학점 11.3시간이다. A학점 그룹의 중앙값을 기준으로 B학점의 중앙값은 82%, C학점의 중앙값은 47% 수준이다. 중간고사 이후에 중앙값은 A학점 25.5시간, B학점 18.9시간, C학점 6.5시간이다. A학점 그룹의 중앙값을 기준으로 하면 B학점은 74%, C학점은 25% 수준으로 중간고사 이후에 학점별로 상대적인 격차가 더 커졌다. 중간고사가 끝나고 B학점 그룹보다 C학점 그룹의 학습 의욕이 더 많이 떨어졌다고 해석된다. Figure 2.4에서 수업 시간보다는 수업이 끝난 후의 학습 활동이 대략 2배 정도 많다는 것을 알 수 있다. 수업 후 학습 시간이 많은 이유는 시험보다는 거의 매주 내준 과제 때문이라고 생각된다.

정규수업 시간 이외의 주별 학습 시간은 학점별로 어떻게 다른지 보여주는 것이 Figure 2.5이다. 각각 (a)는 A학점, (b)는 B학점, (c)는 C학점이다. 과제의 난이도나 문제 수에 따라 주별 학습 시간은 변동이 있다. Figure 2.5(d)는 학점별로 주별 학습 시간의 중앙값을 꺾은선으로 그린 것이다. 8주의 중간고사, 마지막 주의 기말고사에서 A학점 그룹은 B, C학점 그룹보다 시험 준비를 더 많이 했음을 알 수 있다. 그래프에서 중간고사 시험 준비가 2주인 것으로 보이는 이유는 일요일 밤 12시까지의 7주, 12시가 지나면 8주로 기록하였기 때문이다. 매주 내주는 과제에도 A학점 그룹은 B, C학점 그룹보다 매주 더 많은 시간을 꾸준히 투자했다. 시험과 과제에 투자한 시간을 마지막 주까지 누적하면 학점 등급별로 격차는 더 커지는데 이를 그래프로 표시한 것이 앞에서 설명한 Figure 2.3(b)이다.

Figure 2.6은 중간고사와 기말고사에 시험 준비를 얼마나 했는지 학점 등급별로 보여준다. 유의수준 5%에서 Kruskal-Wallis 검증 결과 두 시험 모두 시험을 준비한 시간의 분포는 A, B학점 그룹과 C학점 그룹은 다르게 나왔다. 중간고사 시험 공부 시간의 중앙값은 A학점 10.0시간, B학점 9.1시간, C학점 3.7시간이다. 기말고사 시험에서 중앙값은 A학점 8.4시간, B학점 5.4시간, C학점 1.7시간이다. 중간고사 시험 준비 시간이 기말보다 많은 이유는 과제가 포함되었기 때문이라 짐작된다. 특이한 점은 C학점에서 중간고사 시험 준비에 15시간을 투자한 이상점이 있었지만 기말고사에서는 나타나지 않았다는 것이다. 벼락치기로 중간고사를 준비했지만 결과가 좋지 않아 기말에서는 포기한 것으로 보이지만 확실한 것은 아니다.

3. 결론

시중에 나와 있는 여러 기초 통계학 교재 중에서 하나를 선택해야 할 때 판단의 기준은 무엇인가? Ziefiler 등 (2013)은 첫 번째로 내용이 강의 목적에 맞게 얼마나 잘 기술되었는지 평가하고, 두 번째로는 교과서가 수업 시간 또는 수업 이외의 시간에 학습을 얼마나 도와주는지 또 다양한 학습 활동을 제공하는

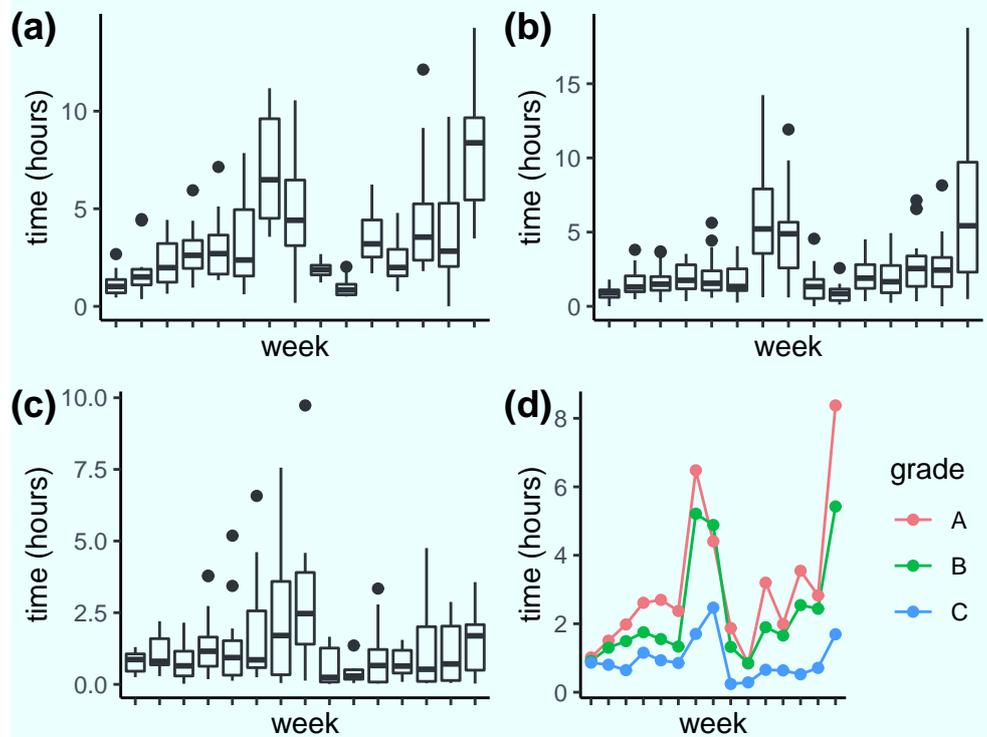


Figure 2.5. Study time out of class by week and grade. (a) Grade A; (b) Grade B; (c) Grade C; (d) Median of study time out of class by week.

지 평가하라고 한다. Zieffler 등 (2013)은 이런 기준으로 볼 때 전자교과서가 점점 더 많은 주목을 받게 될 것이라고 예측한다. Rossman과 Chance (2013)는 디지털 형태의 연습문제가 즉각적이면서도 개인화된 피드백을 제공하므로 학습에 훨씬 효과적이라고 주장한다.

Gu 등 (2015)은 전자교과서의 형식을 3 종류로 구분하였는데 그것은 읽기 소프트웨어 기반(reading software-based), 장치 기반(device-based), 웹 기반(web-based)이다. 읽기 소프트웨어 기반의 대표적인 프로그램은 PDF 뷰어이고, 장치 기반은 아마존의 킨들 같은 읽기 전용 하드웨어가 대표적이다. 종이로 만들어진 기초 통계학 교재는 쉽게 PDF 파일로 변환할 수 있다. 하지만 이렇게 만들어진 전자책은 모의실험, 질의응답, 과제 피드백 등 학습에 도움이 되는 도구들과 분리될 수밖에 없다. 이런 이유로 앞으로의 통계학 전자교과서의 바람직한 형식은 웹 기반이 될 것으로 예측한다. 하지만 Zieffler 등 (2013)이 지적한 것처럼 강좌 그 자체를 웹 사이트로 구체화하기 위해서는 많은 인력이 필요하므로 쉽지 않은 일이다.

학습자가 전자교과서를 읽을 때 발생하는 모든 상호작용은 데이터베이스에 자동 저장될 수 있다. Boulanger와 Kumar (2019)는 전자책을 읽을 때 발생한 상호작용 데이터를 분석한 최근 논문 10개를 소개한다. 이들은 미래의 지능적인 전자교과서는 읽기와 관련된 여러 인지 활동들 사이의 인과관계를 추론할 수 있는 시스템이 내장될 것을 제안한다. 본 논문에서 사용된 데이터는 읽기 활동에서만 발생된 것이 아니다. 56명의 학생들이 전자교과서를 사용하면서 발생된 데이터 1,419,185개를 통계 분석하여 학점 등급별로 학습 패턴이 어떻게 다른지 실증적으로 밝힌 것이다.

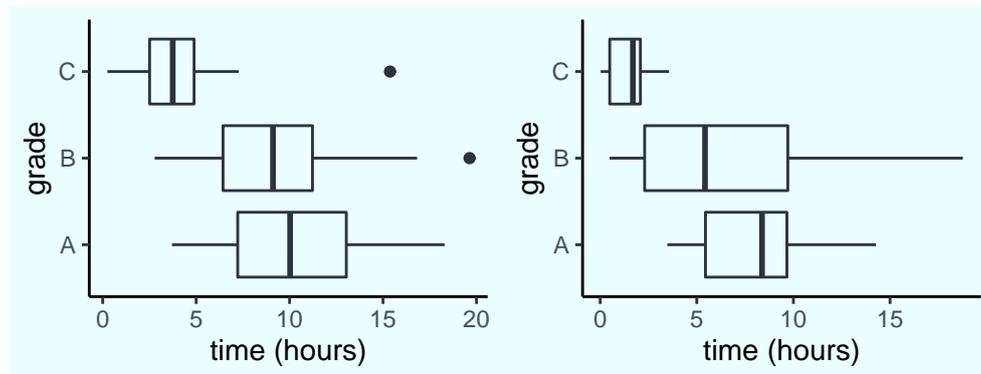


Figure 2.6. (a) Time spent preparing for the midterm exam. (b) Time spent preparing for the final exam.

Cobb (2007)은 천동설 대신에 지동설을 받아들이기까지 수많은 세월이 걸린 것처럼 기초 통계학에서 다루는 통계적 추론 방식이 현행의 중심극한정리 기반 정규분포 방식에서 컴퓨터의 모의실험 기반으로 바뀌는데 한 세대가 걸릴 것이라고 비관적인 예측을 한다. 하지만 전통적인 종이 교과서 대신에 전자교과서로 기초 통계학을 수업하는 시대가 오기까지는 한 세대가 넘게 걸리지 않을지도 모른다. 십수년전 스마트폰이 처음 나오기 이전에 스마트폰이 우리 일상생활을 이렇게 급속도로 바꿀 줄 누가 얼마나 정확하게 예측할 수 있었겠는가? 몇년 안에 교수자보다는 학생 쪽에서 좀더 저렴하면서 항상 가지고 다닐 수 있고 전통적인 종이 책보다 학습에 필요한 기능이 풍부한 전자교과서를 먼저 요구할지 누가 알겠는가?

References

- Boulanger, D. and Kumar, V. (2019). An Overview of Recent Developments in Intelligent e-Textbooks and Reading Analytics. Proceedings of the First Workshop on Intelligent Textbooks co-located with 20th International Conference on Artificial Intelligence in Education (AIED 2019), Chicago, IL, USA, June 25, 2019. iTextbooks@AIED.
- Cetinkaya-Rundel, M., Diez, D. M., and Barr, C. D. (2013). OpenIntro statistics: an open-source textbook, *Technology Innovations in Statistics Education*, **7**, (3).
- Chance, B., Ben-Zvi, D., Garfield, J., and Medina, E. (2007). The role of technology in improving student learning of statistics, *Technology Innovations in Statistics Education*, **1**, (1).
- Chance, B., Wong, J., and Tintle, N. (2016). Student performance in curricula centered on simulation-based inference: a preliminary report, *Journal of Statistics Education*, **24**, 114–126.
- Christopherson, K. M. (2018). Going Mobile in the College Classroom. In R. J. Harnish, K. R. Bridges, D. N. Sattler, M. L. Signorella, & M. Munson (Eds). *The Use of Technology in Teaching and Learning*. Retrieved from the Society for the Teaching of Psychology.
- Cobb, G. W. (2007). The introductory statistics course: a ptolemaic curriculum?, *Technology Innovations in Statistics Education*, **1**(1).
- Gu, X., Wu, B., and Xu, X. J. (2015). Design, development, and learning in e-Textbooks: what we learned and where we are going, *Journal of Computers in Education*, **2**, 25–41.
- Han, K. S. (2011). A digital nervous system for elementary statistics education in the mobile age: Smart-Note, *Communications of the Korean Statistical Society*, **18**, 333–342.
- Moore, D. S. (1997). New pedagogy and new content: the case of statistics, *International Statistical Review*, **65**, 123–165.
- Rossman, A. and Chance, B. (2013). Comment: focusing on learning, *Technology Innovations in Statistics Education*, **7**, (3).

- Stutts, L. (2018). Class, please take out your smartphone: Using personal response systems to increase student engagement and performance. In R. J. Harnish, K. R. Bridges, D. N. Sattler, M. L. Signorella, & M. Munson (Eds), *The Use of Technology in Teaching and Learning*. Retrieved from the Society for the Teaching of Psychology.
- Symanzik, J. and Vukasinovic, N. (2006). Teaching an introductory statistics course with CyberStats, an electronic textbook, *Journal of Statistics Education*, **14**, Article 3.
- Tintle, N., Chance, B., Cobb, G., Rossman, A., Roy, S., Swanson, T., and VanderStoep, J. (2016). *Introduction to Statistical Investigations*, Wiley, New Jersey.
- West, W. (2013). Textbooks 2.0, *Technology Innovations in Statistics Education*, **7**, (3).
- Zieffler, A., Isaak, R., and Garfield, J. (2013). The course as textbook: a symbiotic relationship in the introductory statistics class, *Technology Innovations in Statistics Education*, **7**, (3).

면대면 강의실 환경에서 전자교과서를 이용한 기초 통계학 수업

최속희^a · 한경수^{b,1}

^a우석대학교 심리학과, ^b전북대학교 통계학과

(2019년 9월 17일 접수, 2019년 10월 2일 수정, 2019년 10월 2일 채택)

요약

최근에는 기술의 도움 없이 통계를 가르친다는 것은 상상조차 하기 어렵다. 기술의 발전은 기초 통계학을 가르치는 방식과 교과서의 형태를 바꾸고 있다. 거의 모든 학생들이 항상 모바일 기기를 가지고 다니기 때문에 통계학 교과서를 디지털 형태로 제공한다면 학습자는 언제 어디서든 배울 수 있을 것이다. 또한 스마트폰은 학생들이 강의에 더 집중할 수 있도록 수업시간에 질의응답에 사용될 수 있다. 본 논문은 면대면 강의실에서 전자교과서를 이용할 때 발생하는 데이터를 분석하고 향후 전자교과서의 연구 방향을 제안한다.

주요용어: 기초 통계학, 기술, 통계교육, 전자교과서

이 논문은 우석대학교 교내학술연구비 지원에 의하여 연구됨.

¹교신저자: (54896) 전북 전주시 덕진구 백제대로 567, 전북대학교 통계학과 (응용통계연구소).

E-mail: kshan@jbnu.ac.kr