

통계학 교육을 위한 전자 교재의 활용

한경수[†] 안정용[‡] 강윤비[§]

요약

최근의 교육 방식은 교수 중심에서 학습 중심으로 변화하고 있으며, 여러 매체의 교육적 활용이 강조되고 있다. 본 연구는 웹상에서 14면 주사위 모의실험을 통하여 통계학의 기본 개념들을 학습할 수 있는 전자 교재 "CyberStat"을 소개한다.

1. 서론

통계학 비 전공자 또는 초심자들에게 통계학을 교육할 때의 기존의 교육 방법들에 대한 문제점은 여러 차례 제기되어 왔고, 현재까지의 통계학 교육은 큰 실효를 거두지 못하고 있는 실정이다. 그 이유는 여러가지가 있겠지만 통계학 교육이 너무 수리적인 측면에 치우쳐 이루어져 왔고, 통계학의 내용을 실세계의 현상들에 응용할 수 있는 연결 체계가 부족했기 때문으로 정리할 수 있다(Yilmaz(1996)). 이러한 문제점들의 해결책으로 Yilmaz(1996)는 상호대화형 컴퓨터 소프트웨어의 활용을 강조하고 있다. 허명희(1996)는 정규성 이론에 전적으로 의존하는 기존의 통계학 입문서와는 달리 임의화 이론을 도입하고, 몬테칼로(Monte Carlo) 실험을 강조함으로써 수학과 컴퓨터의 조화를 이루는 계산적 사고를 주장하였다. Tannis(1987)와 Murphy(1994)는 이론적인 내용을 학습할 때 모의실험을 통하여 학습자의 이해를 도울 수 있음을 주장하고 모의실험의 적극적인 활용을 주장하고 있다. 이러한 주장들은 통계학을 교육할 때 수학적 사고(mathematical thinking)와 계산적 사고(computational thinking)를 병행하여 접근함으로써 효과적인 교육이 이루어질 수 있음을 암시하고 있으며, 1993년 창간된 전자 잡지(electronic journal)인 "Journal of Statistics Education"에서 최근의 교육방향에 대한 동향을 파악할 수 있다.

컴퓨터와 네트워크의 발전은 이러한 형태의 교육이 네트워크 환경에서 가능할 수 있도록 도와주고 있으며 전자 교재(electronic text)의 활용을 부추기고 있다. Rossini와 Rosenberger(1994)는 통계학 교육에 World Wide Web(이하 웹)과 하이퍼텍스트(hypertext) 활용을 제안하였고, "HyperStat"을 포함한 몇몇 전자 교재가 등장하였다. 전자 교재는 원격 학습의 이점을 충분히 살리면서 학습 내용과 모의실험 도구를 동시에 제공할 수 있는 장점이 있다.

본 연구에서는 14면 주사위 모의실험을 통하여 통계학의 기본 개념들을 학습할 수 있는 전자 교재를 소개하고, 통계학을 교육할 때 모의실험이 유용하게 이용될 수 있음을 보이고

[†] (560-756) 전라북도 전주시 덕진구 1가 604-14, 전북대학교 통계학과 부교수

[‡] (590-170) 전라북도 남원시 광천동 720번지, 서남대학교 전산정보학과 전임강사

[§] (560-756) 전라북도 전주시 덕진구 1가 604-14, 전북대학교 통계학과

자 한다. 2절에서 전자 교재 구축시 이용할 수 있는 도구들과 전자 교재가 갖추어야 할 요건들에 대해 간략히 살펴본다. 3절에서는 확률 및 분포 등에 대한 개념들의 이해를 돕기 위해 모의실험을 할 수 있는 자바 애플릿을 개발하여 HTML(HyperText Markup Language) 문서에 삽입한 전자 교재 “CyberStat”을 소개한다.

2. 통계학 교육에서 인터넷의 활용

2.1. 대화형 교육 시스템을 구축하기 위한 도구

인터넷의 사용이 보편화되면서 웹과 HTML은 인터넷 환경의 표준이 되었다. 웹을 교육에 이용하려는 노력은 웹의 기반이 되는 하이퍼텍스트 형태가 학습자의 인지구조와 동일하기 때문에 하이퍼텍스트 형태의 교육 자료들을 교육에 이용할 수 있는 장점에 기반하고 있다. 그러나 하이퍼텍스트의 구조가 기본적으로 정적인 자료구조를 갖기 때문에, 다음과 같은 도구들을 이용하여 웹페이지를 동적으로 구성해야 학습 효과를 높일 수 있다. 표 2.1은 이 도구들의 특성을 간략히 정리해 놓은 것이다.

표 2.1: Java, plug-in, ActiveX의 비교

	Java	plug-in	ActiveX
개발회사	Sun Microsystems	Netscape	Microsoft
개발년도	1995	1995	1996
웹브라우저	All	Netscape	Explorer
전송데이터	소스코드	데이터	OLE컨트롤
멀티플랫폼지원	지원함	지원하지 않음	지원하지 않음

2.1.1. 플러그인(plug-in)

플러그인은 다양한 멀티미디어 데이터를 브라우저 내에 표현하고 사용자와 상호 작용하는 기능을 포함시켜 주는 소프트웨어 모듈로서 형태는 동적 연결 라이브러리(Dynamic Link Library)이다. 이를 통해 다양한 종류의 멀티미디어 데이터가 독립된 윈도우가 아닌 브라우저 내에 표현되어 통합된 멀티미디어 객체를 경험할 수 있으며, 또한 멀티미디어 객체와 상호 작용이 가능하게 된다. 그러나 학습자가 이용하고자 하는 멀티미디어 데이터 타입에 대한 플러그인을 미리 설치해야 하는 점이 문제점으로 지적되고 있다.

2.1.2. ActiveX

ActiveX 기술은 기존의 OLE(Object Linking and Embedding)기술을 이용한 것으로 기존의 OLE 컨트롤들을 웹페이지에서 사용할 수 있게 한다. OLE 컨트롤이란 OLE 기능을 이용할 수 있는 데이터 객체를 의미한다. OLE 컨트롤들을 웹브라우저 상에 통합할 수 있

다는 것은 PC와 웹, 두 가지 환경에서 응용 프로그램을 개발해야 하는 어려움을 해결하는 능력으로서 이 점은 ActiveX 기술의 최대 장점이라 할 수 있다. 그러나 이 기술은 서로 다른 플랫폼간의 전달이 아직은 원활하지 못하며, 완전한 분산 환경을 지원하지 못하고 있다.

2.1.3. 자바(Java)

자바는 객체 지향 프로그래밍 언어로서 네트워크 상에서의 응용프로그램을 지원하기 위해서 설계되었다. 자바는 바이트 코드(byte code)라는 구조중립적인 실행 코드를 만들기 때문에 플랫폼에 의존하지 않고 실행이 가능하며, 하나의 프로그램 안에서 여러 작업을 동시에 처리할 수 있는 멀티스레드 기능을 지원한다. 그러나 인터프리터형 언어이므로 컴파일러형 언어에 비해 속도가 느리고 애플릿을 로딩하는 시간이 길어서 실행하는데 시간이 너무 오래 걸리는 단점을 가지고 있지만 현재의 발전 추세를 감안한다면 큰 문제는 아닐 것이라 생각된다.

2.2. 전자 교재

전자 교재는 기존의 강의실식 수업의 보조 자료로 활용될 수도 있으며, 학습자 혼자 스스로 학습할 수 있는 주 자료로도 활용될 수 있어야 한다. 따라서 전자 교재는 학습자가 학습 내용에 응답을 하고, 다시 이것이 교육에 이용될 수 있도록 하는 상호작용이 가능하도록 구성되어야 한다. 현재 웹에서 활용가능한 전자 교재(또는 강의 노트)와 애플릿들은 아주 많다. 대표적인 site 몇 개만 제시한다.

- 강의노트 및 전자 교재

- HyperStat

- (<http://www.ruf.rice.edu/~lane/hyperstat/overview.html>)

- Statistics

- (<http://www.stat.ucla.edu/textbook/index.html>)

- HYPERSTAT

- (<http://www.psychologie.uni-freiburg.de/hyperstat/hyperstat.html>)

- Introduction to Statistics for the Chemistry Laboratory

- (<http://www.umassd.edu/1Academic/CArtsandSciences/Chemistry/CHM167/statindex.html>)

- Introduction to Statistics for the Biomedical Sciences

- (http://www.stat.sc.edu/~rossini/courses/intro_biomed/class-notes.html)

- 애플릿(Applet)

- Histogram, Central Limit Theorem, Confidence Interval, Regression

- (<http://www.stat.sc.edu/~west/javahtml>)

- Normal Approximation to Binomial, A "Small" Effect Size Can Make a Large Difference
(http://www.ruf.rice.edu/~lane/stat_sim)
- Normal Density, The T Distribution, Area Under Normal Curves
(<http://playfair.Statford.EDU:80/~naras/jsm>)
- Z Scores and the Normal Distribution
(<http://psych.colorado.edu/~mcclella/java/zcalc.html>)

위에서 소개된 대부분의 전자 교재들은 단순히 텍스트와 그림만을 제공하고 있어 그 내용이 동적이지 못하고, 실세계의 모델링을 통해 교육하고자 하는 모의실험의 개념은 거의 없기 때문에 일반 교재와 별반 차이가 없고 오히려 불편함을 초래할 수도 있다. 또한 어떤 내용을 학습하기 위해 체계적으로 개발되었다기 보다는 일반 교재에 있는 내용을 그대로 옮겨 놓은 측면이 강하기 때문에 큰 효율을 기대하기는 어려운 것 같다. 이러한 단점을 보완하고 효율적인 교육 환경을 제공하기 위해서는 다양한 애니메이션과 모의실험 등을 활용하는 것이 필수적이기 때문에 ActiveX 컨트롤이나 자바 애플릿등의 이용이 중요시 된다.

3. CYBERSTAT

3.1. 14면 주사위 던지기 모의실험

확률에 대한 기본 개념을 설명하거나 논의하고자 할 때 동전이나 주사위를 던지는 실험이 종종 활용된다. 동전이나 주사위를 던지는 실험은 출현 결과가 동등한 확률을 가지고 있다는 전제 조건 하에서 실행되므로 고전적 확률을 설명하는데 유용하다. 그러나 14면 주사위는 모든 면이 기하적으로 동형이 아니기 때문에 고전적 확률로는 확률을 말하기 어렵고 다른 논리적인 사고가 요구된다. 14면 주사위에 대한 연구는 허명희(1994), 채경철과 이충석(1995)에 의하여 이루어졌으며 주사위 던지기 모의실험을 통하여 학습자들에게 빈도적 확률에 대한 개념을 이해하는데 많은 도움을 줄 수 있다. 이것을 통하여 통계학에서 말하는 확률의 개념에 흥미롭게 접근할 수 있으며, 확률분포 및 표본분포 등에 대해서도 자연스럽게 학습이 이루어질 수 있다.

Murphy(1994)는 표본 분포, 검정등의 통계적 추론에 대한 기본적인 개념등을 교육할 때 모의실험이 유용함을 강조하고 있으며, 실제로 모의실험은 복잡한 실세계의 모델링, 실제적인 문제 해결 등에 많이 이용되고 있다.

본 연구에서는 학습 내용의 이해를 돕기 위하여 모의실험이 가능한 전자 교재를 소개한다. 모의실험은 자바 애플릿을 통하여 이루어지며 14면 주사위가 이용된다. 학습 내용과 더불어 14면 주사위의 역사, 제작과정 등을 소개하여 학습자 스스로 학습 도구에 대한 인식을 새롭게 할 수 있는 기회를 제공하고자 한다.

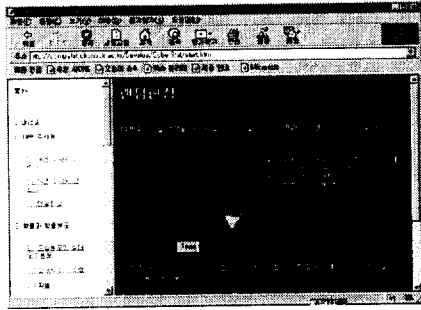


그림 3.1: 랜덤현상

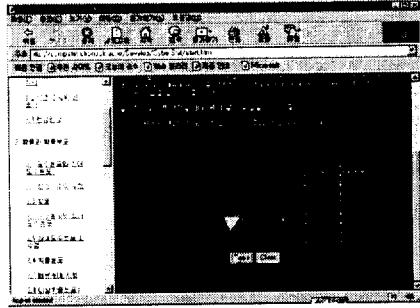


그림 3.4: 도수와 상대도수 2

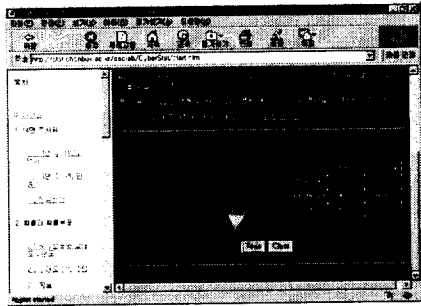


그림 3.2: 도수와 상대도수 1

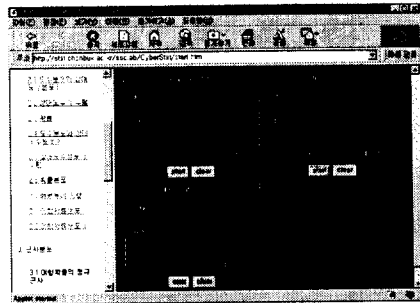


그림 3.5: 이항확률분포 1

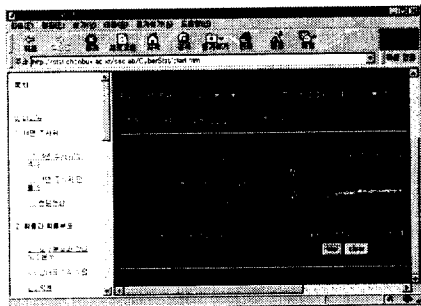


그림 3.3: 상대도수의 수렴

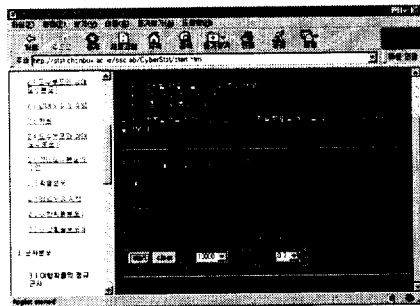


그림 3.6: 이항확률분포 2

3.2. CYBERSTAT 내용

“CyberStat”은 통계학을 처음 배우는 사람 또는 통계학 비전공자들이 통계적 개념을 쉽고 정확하게 이해할 수 있도록 돕기 위한 학습용 시스템으로 하이퍼텍스트 방식을 따르고 있어 학습자가 원하는 페이지들을 자유자재로 이동하면서 학습할 수 있다.

또한 학습의 단계와 절차에 따라 순차적으로 페이지를 구성함으로써 내용에 익숙하지 않은 사용자들은 프로그램에서 제공하는 순서를 따르는 단계별 학습도 가능하게 하였다.

그림 3.1은 14면 주사위를 던졌을 때의 결과를 예측하고 학습자가 직접 주사위를 던지는 실험을 할 수 있는 화면이다. 14면 주사위를 던졌을 때 나타날 수 있는 결과는 삼각면과 사각면 두 가지 밖에 없다. “예측한 결과가 나왔는가?”라는 질문을 던짐으로써 학습자는 실험의 결과를 정확히 예측하는 것이 불가능하다는 것을 깨닫게 되고, 랜덤의 개념을 이해할 수 있을 것이다. 또한 일상 생활에서 접할 수 있는 몇가지 랜덤 현상들을 예로 제시하여 이해를 돕는다.

그림 3.2는 도수와 상대도수의 개념을 설명하고 도수분포표의 작성과정을 보여주는 화면이다. 주사위 던지는 실험을 반복하면서 상대도수가 어떻게 변하는지를 학습자 스스로 경험하고 상대도수가 안정되어가는 것을 알 수 있을 것이며 다음 단계인 상대도수의 수렴에 관한 내용을 자연스럽게 학습할 수 있다.

그림 3.3은 14면 주사위를 연속해서 각 10번, 100번, 1000번 던진 실험의 결과에 대한 상대도수의 변화를 보여주는 화면이다. 실험횟수를 다르게 하여 변화 과정을 관찰함으로써 횟수가 많아질수록 상대도수가 움직이는 범위가 작아짐을 알 수 있고, 유한 실험에서 나타나는 결과들을 통하여 극한 개념의 확률을 생각하게 할 수 있다.

실험의 결과가 성공 아니면 실패로 나타나는 베르누이시행을 n 번 반복할 때 성공한 횟수를 정확히 예측하기는 어렵다. 그림 3.4에서는 14면 주사위를 5번 던졌을 때 삼각면이 나타난 횟수에 대한 도수분포와 상대도수분포를 보여주며 그림 3.5는 확률분포를 보여준다. 유한 실험을 통해서 상대도수의 수렴값들을 정확히 구할 수 없지만, 이 실험을 통하여 확률분포는 상대도수분포의 극한임을 학습자에게 주지시킬 수 있다.

그림 3.6에서는 성공할 확률을 알고 있을 때 시뮬레이션 결과로 나타나는 확률분포를 보여준다.

4. 결론

컴퓨터 모의실험은 이론적인 내용에 대한 학습자의 이해를 도울 수 있고, 더 깊이 탐구할 수 있는 동기를 부여해 줄 수 있다. 본 연구에서는 웹페이지를 동적으로 변화시킬 수 있는 도구를 이용하여 학습 내용과 모의실험 도구를 동시에 제공해주는 통계학 전자 교재가 소개되었다. 이 교재는 기존의 전자 교재나 애플릿들이 갖는 정적이고 통합되어 운영되지 못한 단점을 보완하여, 상호작용과 동적인 학습이 가능하도록 그 내용을 구성하여 보다 많은 효과를 기대할 수 있다. 효율적인 시스템을 구축하기 위해서는 교육 전문가들의 다각적인 도움과, 학습자가 친숙하게 느낄 수 있는 인터페이스에 대한 연구 등이 지속되어야 한다. 또한 교수 학습 정보검색을 위한 교육용 데이터베이스(database)에 대한 연구도 선행되

어 교육정보의 전문화와 함께 신속한 보급이 이루어져야 할 것이다. 현재까지 개발된 것은 시험용 버전으로 교육에 직접 활용하기에는 미흡하다. 완전한 전자 교재가 개발되기 위해서는 많은 시간과 노력을 필요로 하며, 앞으로 계속 확장시켜 나갈 생각이다.

본 연구의 내용은 전북대학교 통계학과 SSCLab 홈페이지(<http://compstat.chonbuk.ac.kr>)에서 자유롭게 이용할 수 있다.

참고문헌

- [1] 채경철, 이충석 (1995). 14면 주사위 확률에 대한 역학적 고찰. <응용통계연구>. 제8권 2호. 179-185.
- [2] 허명희 (1994). 14면 주사위의 확률. <응용통계연구>. 제7권 1호. 113-119.
- [3] 허명희 (1996). <통계적 개념, 방법, 응용>. 자유아카데미.
- [4] Murphy, B. P. (1994). Simulation, Modelling & Teaching. *COMPSTAT (R. Dutter and W. Grossmann eds.)*. 403-408.
- [5] Rossini, A. J., Rosenberger, J. L. (1994). Teaching Statistics and Computing via Multimedia through the World Wide Web. *Statistical Computing and Statistical Graphics Newsletter*. Vol. 5(3) : 1. 10-13.
- [6] Tanis, E. A. (1987), Computer Simulations to Motivate and/or Confirm Theoretical Concepts. *American Statistical Association : Proceedings of the Section on Statistical Education*. 27-32.
- [7] Yilmaz, M. R. (1996). The Challenge of Teaching Statistics to Non-Specialists. *Journal of Statistics Education*. Vol. 4. No. 1. <http://www2.ncsu.edu/ncsu/pams/stat/info/jse/v4n1/yilmaz.html>.

[1997년 1월 접수, 1997년 10월 최종수정]

On the Practical Use of Electronic Text for Statistics Education

Kyung Soo Han [†], Jeong Yong Ahn [‡], Yun Bi Kang [§]

ABSTRACT

An electronic statistics text “CyberStat” on the World Wide Web is introduced. The introduced text can be used interactively in teaching of statistical basic concepts using 14-faces dice.

[†] Department of Statistics, Chonbuk National University, Chonbuk, Korea

[‡] Department of Computer Science and Information, Seonam University, Chonbuk, Korea

[§] Department of Statistics, Chonbuk National University, Chonbuk, Korea