

저작도구를 이용한 통계교육용 멀티미디어 소프트웨어 개발 연구 - 주사위 게임과 카드 게임 -

한 경 수¹⁾, 안 정 용²⁾

요 약

통계 자료 분석용 소프트웨어들은 통계 분석 결과를 얻기 위한 수치계산의 어려움과 지루함을 해소하기 위하여 개발되기 때문에, 기초통계 교육에 적절히 활용하긴 어렵다. 본 연구에서 개발한 소프트웨어는 통계학의 기본 개념들을 배우는 과정에 중점을 두어, 컴퓨터 모의실험을 이용한 시각화된 시스템이다. 교육용 소프트웨어 개발에 이용 가능한 개발 도구들이 비교, 논의된다. 개발된 주사위 게임과 카드 게임은 교육자와 피교육자간의 상호대화 방식으로 이용될 수 있다.

1. 서 론

통계 분석 기법들에 대한 이해와 응용을 필요로 하는 학과들의 많은 학생들은 통계학을 어려운 것으로 인식하고 있다. 통계학 공부를 어렵게 느끼는 이유로서, 첫째는 통계 이론 전개에 필수적인 수리 논리적 지식의 부족이고, 둘째는 통계학의 기본적 연구 대상인 불확실성 개념에 대한 이해 부족이다. 수학을 배우는 학생들에게 “수 공포증(number anxiety)”이 있다면, 통계학을 공부하는 학생들에게는 “통계학 공포증(statistics anxiety)”이 추가된다고 Schulmeister(1994)는 지적한다. 또한 그는 통계학에 대한 두려움은 교육 효과를 저하시킬 뿐만 아니라, 통계 기법의 응용이 필요한 학생들이 통계학이라는 학문 자체를 등한시하게 만들고 있다고 주장한다. 따라서 새로운 교육방법의 필요성이 대두되고 있으며, 컴퓨터를 교육에 활용하는 방안들이 활발히 연구되어지고 있다.

컴퓨터와 멀티미디어 산업의 급속한 발달은 최근 들어 교육 환경에 많은 변화를 가져오고 있다. 이러한 발달은 칠판과 교재를 중심으로 하는 전통적인 강의 방식을 보완하기 위하여 동영상과 소리를 지원하는 교육용 소프트웨어를 사용하는, 좀 더 효율적인 방식으로 변화시키고 있다. Schulmeister(1994)는 다년간에 걸쳐 통계 교육을 전통적인 강의 방식에서 교육용 소프트웨어를 보조 교재로 활용하는 방식으로 바꾸어 가면서 통계학을 학습하는 학생들의 반응 유형을 연구했다. 강의 방식을 폐지하고 그룹별 세미나를 통한 통계 교육을 위하여, 자체 개발한 교육용 소프트웨어 “LearnStat”를 활용하면서, 이러한 학습 방법에 대한 효율성을 구체적인 수치로 제시한다.

1) (560-756) 전북 전주시 덕진구 덕진동 1가 664-14, 전북대학교 통계학과 부교수.

2) (590-170) 전북 남원시 광치동 720, 서남대학교 전산통계학과 전임강사.

Zimmerman과 Shavlik(1987)은 신뢰구간 추정과 베이스 정리에 대한 개념을 난수표를 이용한 시뮬레이션을 통하여 이해시킬 수 있는 방법을 제안하고 있다. Tanis(1987)는 수리통계 이론 탐구에 동기를 부여할 수 있는 방법으로 컴퓨터 시뮬레이션 방법을 제안하고, 변수 변환, 균등분포에서 확률표본들의 합에 대한 분포 및 기대값, 불편 추정량, 신뢰구간, 순서통계량등에 관한 몇몇 예를 제시하고 있다. Clarkson등(1994)은 통계적 사고에서 요구되는 추상화의 필요성을 교육하기 위해 “problem-oriented intelligent tutoring system”인 “VITAL”을 개발하여, 기초적인 확률이론 및 데이터의 간단한 기술방법들을 교육하고 있다. Doane, Tracy와 Mathieson(1994a, 1994b)은 “Teaching Statistics Visually” 프로젝트에서 검정력, 제 1종 오류 및 제 2종 오류, 여러 가지 확률분포들의 형태를 시각적으로 교육할 수 있는 소프트웨어를 개발하였다.

최근 미국에서 개발된 통계학 입문 교과서들(Gorden and Gorden(1994), Devore and Peck(1994), Ergle(1995))도 기존의 교재 중심의 강의식 통계 교육의 어려움을 인지한 새로운 형태의 강의 교재들이다. 이 교재들은 강의 교육 이외에도 컴퓨터 실습을 통하여 통계학의 이론적 개념을 가르치고, 학생 스스로 배울 수 있는 학습 보조용 컴퓨터 프로그램을 별도로 제공하고 있다. 제공되는 프로그램은 기존의 통계 패키지들을 이용하지 않고 BASIC, C 등과 같은 프로그래밍 언어를 이용하여 독자적으로 개발하였다.

국내에서도 컴퓨터를 이용한 통계교육에 관한 몇 가지 연구가 진행되어 왔다. 이정진, 강근석과 이윤오(1992)는 기초통계 수준의 교육을 위해 “통계교육용 소프트웨어(CATS)”를 개발하여 현재 DOS환경에서 사용하고 있다. 허문열(1995)은 동적 그래픽스에 의한 이원 분산분석 문제를 다루는 소프트웨어를 연구하였다. 한경수, 안정용(1994)은 객체지향 프로그래밍 언어인 C++를 이용하여 “동전 던지기를 이용한 통계 기본 개념 교육” 프로그램을 개발하여 멀티미디어 통계 교육용 소프트웨어의 가능성을 보였다.

교육용 프로그램의 제작은, 어떤 주제에 대한 전반적인 내용을 소프트웨어만을 이용하여 스스로 학습함으로써 그 내용을 이해할 수 있는 목적으로 개발하는 자습서용과, 강의를 하면서 특정한 주제에 대한 이해를 돕기 위한 목적으로 개발하는 학습 보조용으로 구분할 수 있다. 위에서 소개된 소프트웨어들의 대부분은 학습 보조용으로 활용할 수 있다. 그러나 이론적인 내용들에 대한 단순한 대답들을 제시해 주거나, 모수의 변화에 따른 그래프를 보여주고 있다. 이는 이론을 이해하는 측면에서는 많은 도움을 줄 수 있지만, 교육용 소프트웨어들이 “학습자의 흥미 및 동기유발”과 “학습하는 중간 과정”을 중시하는 측면에서는 약한 면을 가지고 있음을 의미하기도 한다.

본 논문은 교육용 소프트웨어를 제작할 때 고려되어야 하는 개발 도구들을 비교하고, 기초통계학을 학습하는 단계에서 보조교재로 활용할 수 있는 교육용 소프트웨어 개발에 관한 것이다. 소프트웨어 개발에 있어서 가장 큰 주안점은 실제 상황에 대한 모델링을 통해 흥미를 유도하고, 이론적인 내용을 이해시키는 것이다. 두 개의 주사위를 던지는 모의실험을 통하여 확률, 확률 분포, 확률변수의 독립 등에 대한 내용들이 다루어진다. 포커게임을 통하여 조건부 확률, 기대값, 의사결정에 필요한 정보의 활용, 포커게임 승자의 약에 대한 확률분포 등을 실습할 수 있다.

2. 개발 도구의 선택

멀티미디어 소프트웨어를 이용하여 교육할 때의 장점은 컴퓨터 그래픽과 사운드를 통한 멀티미디어 방식을 활용하여, 피교육자의 흥미를 유발하여 스스로 학습할 수 있도록 한다는 데 있다. 또한 이해가 부족한 피교육자는 자연스럽게 반복학습을 통하여 교육효과를 한층 높일 수 있다.

멀티미디어란 일반적으로 어떤 정보를 전달하기 위한 텍스트, 사운드, 그래픽, 애니메이션의 통합(integration)을 의미한다. 즉 정보를 제공하기 위한 다양한 종류의 미디어와 사용 기술의 집합체를 의미한다. 멀티미디어를 이용할 수 있는 응용분야는 아주 다양하며, 그 중에서도 현재 이용되고 있는 주된 응용분야들은 교육 및 훈련(Education and Training), 프리젠테이션(Presentation), 광고(Advertisement), 오락 및 게임, 시뮬레이션(Simulation), video 제작, 출판 등을 들 수 있다.

이러한 멀티미디어의 발전은 교육용 소프트웨어를 개발하거나 활용하는 도구들에 있어서도 많은 변화를 주고 있다. 기존에 개발된 소프트웨어들은 BASIC, FORTRAN, C 등의 프로그래밍 언어들 사용하는 것이 일반적이었기 때문에 개발이 너무 어려웠으며, 대부분 통계 교육을 위하기보다는 데이터 분석에 적합하게 개발되었다. 그러나 현재는 보편적으로 객체(object)와 사건(event) 중심의 개발 도구인 저작도구(Authoring Tool)들을 이용해 교육용 소프트웨어를 개발하고 있다. <표 1>은 몇몇 교육용 소프트웨어들의 개발에 사용된 언어 및 도구들을 정리해 놓은 것이다. <표 1>에서 볼 수 있는 바와 같이 교육용 소프트웨어를 개발하기 위한 언어 및 도구들은 아주 다양하다.

<표 1> 교육용 소프트웨어 개발에 사용된 도구

| 개발자(소프트웨어 또는 내용) | 개발 언어 및 툴 |
|-------------------------|------------------------|
| 이정진등(CATS) | C |
| 고봉성(PCSAM) | QBASIC |
| 허문열(이원분산분석) | XLISP-STAT |
| Tanis(이론적 개념) | BASIC |
| Doane등(TSV) | VISUAL BASIC |
| Clarkson등(VITAL) | TOOLBOOK |
| Redfern등(STEPS) | TOOLBOOK, VISUAL BASIC |
| Schulmeister(LearnStat) | HYPERCARD |

<표 2>는 몇몇 저작 도구들을 간단히 정리해 놓은 것이다(<http://www.hyperstand.com/SITE/toolguide/authoring/cheapauth.html>). 미국 Asymetrix사에서 개발한 Multimedia ToolBook은 그래픽에 의한 사용자 인터페이스(Graphic User Interface) 방식과 사건 중심(Event-Driven)방식을 제공함으로써 객체 지향적인 프로그래밍이 가능하게 한다. 또한 자체 언어인 오픈스크립트(OpenScript)를 제공하고 있으며, C언어나 비주얼 베이직(Visual Basic)등과

같은 언어와 연결하여 사용이 가능하다. ToolBook은 동적 자료 교환(Dynamic Data Exchange), 객체 연결 및 포함(Object Linking and Embedding) 등의 기능도 완벽하게 지원해 주고 있어서 현재 가장 많이 이용되고 있는 저작도구이다. 본 연구에서는 Multimedia ToolBook을 이용하였으나 다른 저작도구를 이용해도 큰 차이는 없을 것이라 생각한다.

현재 이용 가능한 저작도구들에는 <표 2>에 언급된 저작도구 이외에도 Authorware, Director, Everest, HyperPlus, IconAuthor, MataCard, Pegasus, SuperLink 등 50여 가지 이상이 있으며(<http://www.mcli.dist.maricopa.edu/authoring/lang.html>, http://www-mvc.uchicago.edu/mvc/RE-SO/authoring_tools.html, <http://www.chepd.mq.edu.au/boomerang/teachhc/author.html>), 국내에서도 한울, 보파리, 글터 등이 개발되어 사용되고 있다.

<표 3>은 교육용 멀티미디어 소프트웨어 개발시 사용할 수 있는 적합한 개발도구로서 프로그래밍 언어와 저작도구의 장단점을 살펴본 것이다.

<표 2> 저작 도구 비교

| 저작도구 | 제작업체 | Authoring platforms | Visual Programming | Hypertext support | Network version | Built-in editors |
|---------------------|--------------------------------|-----------------------------|--------------------|-------------------|-----------------|---------------------------------------|
| Apple Media Tool | Apple Computer | Mac | yes | no | no | text |
| Course Builder | Discovery Systems Internations | Mac, Power Mac, Windows 95 | yes | yes | yes | animation, images, text |
| HyperCard | Apple Computer | Mac, Power Mac | yes | yes | no | animation, images, audio, video |
| HyperWriter | Ntergaid | DOS, Windows | no | yes | no | text |
| PowerMedia | RAD Technologies | Power Mac, UNIX, Windows 95 | yes | yes | yes | images, audio, video, text |
| Multimedia ToolBook | Asymetrix | Windows, Windows 95 | yes | yes | yes | animation, images, audio, video, text |
| SuperCard 2.5 | Allegiant Technologies | Power Mac, Windows | yes | yes | no | animation, images, audio, video, text |

<표 3> 교육용 소프트웨어 개발에 사용된 개발도구들의 장단점 비교

| 구분 | 프로그래밍 언어 | 저작도구(Authoring Tool) |
|----------|----------|----------------------|
| 개발시간 | 오래 걸린다 | 빠르다 |
| 수정 및 테스트 | 어렵다 | 쉽다 |
| 실행속도 | 빠르다 | 느리다 |
| 프로그램 가격 | 비교적 싸다 | 비싸다 |

프로그래밍 언어로 개발된 소프트웨어는 실행속도가 빠르다는 장점을 가지고는 있지만, 개발하는데 소요되는 시간이 너무 오래 걸리고 수정 및 테스트가 어려운 단점을 가지고 있다. 따라서 개발을 빠르게 할 수 있고 교육효과가 뛰어난 멀티미디어 시스템 개발도구를 올바르게 선택하는 것이 무엇보다도 중요하다. 저작도구는 이러한 요구에 적합한 도구이며, 개발시간을 단축시킬 수 있고 수정 및 테스트 등 유지 보수가 쉽다. 저작도구를 사용했을 때 실행속도가 느리다는 단점은 컴퓨터 하드웨어의 빠른 발전에 힘입어 별 문제가 되지 않는다.

3. 두개의 주사위를 동시에 던지는 실험

이산형 확률변수의 분포를 설명할 때 가장 빈번히 이용되는 예제는 동전 실험과 주사위 실험이다. 이러한 랜덤실험들은 확률, 확률분포, 기대값 등에 대한 통계의 기초 개념들을 설명하려는 목적으로 많은 기초 통계학 교재들에서 이용되고 있다.

본 연구에서 개발된 두개의 주사위를 던지는 실험은 기존의 기초 통계학 교재들처럼 확률계산이나 추상적 사고에 의존하지 않는다. 오히려 유한 실험에서 나타나는 불안정한 결과들에 학습자가 직면하면서 학습자 스스로 통계의 기본 개념들을 생각하게 한다.

[그림 1]에서 [그림 6]은 주사위 2 개를 던지는 모의실험과 관련된 컴퓨터 화면들이다. 각각의 화면에서 다음 사항과 관련된 내용을 교육자는 선택하여 학습자에게 질문하면서 토론한다.

- 실험 결과들이 실험 당사자들도 예측하기 어려운 이유
- 유한 실험을 반복하여 얻은 상대도수로 확률을 정의하기 어려운 이유
- 유한실험의 결과가 불안정하여 극한 개념이 필요
- 상대도수의 극한값으로서 확률을 정의
- 확률변수의 의미
- 상대도수의 분포의 극한값으로서 확률분포 정의
- 유한 실험에서 나타난 평균값의 극한값으로서 기대값 정의
- 유한 실험에서 나타난 두 주사위의 상대도수의 극한값으로서 결합분포 정의
- 확률변수의 독립

Craps 게임은 주사위 두 개를 던져 눈 수의 합이 7 또는 11이면 이기고, 2, 3 또는 12가 나오면 진다. 다른 합이 나오면 실험을 반복하여 처음 나왔던 합이 다시 나오면 이기고 7이 나오면 진다(Ross(1989)). 이 게임은 상당히 복잡하여 많은 학생들이 어렵게 생각한다. 컴퓨터 시뮬레이션을 통해 그 확률을 생각하게 하고 정확한 답을 구하는 사고 능력을 키울 수 있는 예제로 본 소프트웨어에 포함되었다. 승패가 날 때까지 던진 횟수에 관한 확률분포도 Craps 게임에 추가되었다.

4. 포커 게임

포커를 할 때 발생하는 많은 상황들은 확률과 관련하여 대부분의 교재에서 응용되어 지고 있다(Ross(1994), 전중우, 김우철(1989)). 포커 게임은 확률에 관련된 기본적인 개념들을 인식한 후, 확률을 어떻게 응용할 것인가에 대한 예제로 적당하다고 생각되어 개발되었다. 몇몇 부분적인 정보는 알고 있으나 불확실한 조건부 상황에서 어떤 의사결정을 내려야 하는가 하는 문제에 직면하여 확률을 스스로 이용할 수 있게 한다(그림 7, 8 참조). 본 연구에서 개발된 포커 게임은 7명까지 가능하지만, 컴퓨터 화면의 제약성을 감안하여 5인 까지 게임에 참가할 수 있도록 설계하였다.

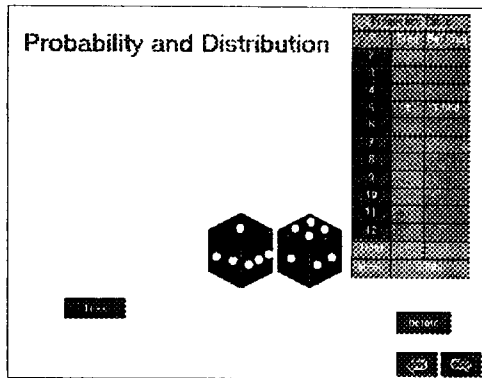
포커를 한 사람이 할 때 발생할 수 있는 약에 대한 분포는 김태성, 채경철(1995)에 의해 명확히 계산되어 있다. 그러나 두사람 이상이 포커 게임에 임했을 때, 승자가 가지는 약에 대한 분포를 이론적으로 정확히 계산하는 것은 각 사람이 가지는 카드들이 독립이 아니기 때문에 매우 어렵다. 그러나 각 사람이 가지는 카드들의 약의 의존성이 매우 약하므로, 서로 독립이라 가정 한 이론적인 근사 확률분포를 제시하여 모의실험 결과와 비교하게 한다. 분포의 적합도 검정에 필요한 카이제곱 통계량 값을 카이제곱표에서 얻은 기각값과 비교함으로써 분포의 적합도 검정을 토론하고 교육할 수 있다(그림 9, 10 참조).

5. 결론

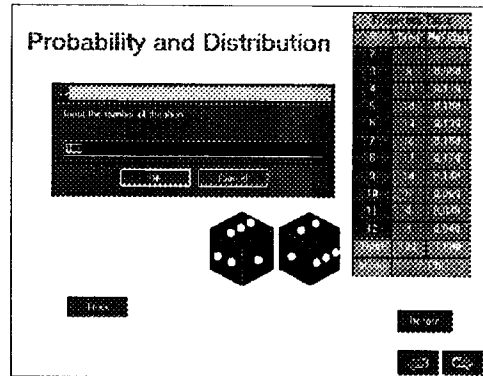
본 연구에서 개발된 소프트웨어는 학습에 대한 동기 및 흥미를 유도하는 목적으로 인터페이스를 최대한 간소화시키고, 그래픽 애니메이션과 사운드를 활용하여 실제 상황을 모델링 한다. 현실에서 흔히 겪게 되는 유한한 랜덤 실험을 통하여 통계의 극한 개념들을 생각하게 하고 쉽게 이해시킬 수 있게 설계하였다. 확률의 정확한 계산에 의존하여 통계학을 이해하고 활용하려면 수리통계를 열심히 해야 할 것이다. 하지만 통계를 배우려는 초심자들에게 처음부터 확률 계산에 입각한 개념 설명보다는 본 연구에서 개발된 소프트웨어처럼 보조 도구를 활용하는 것이 필요하다고 생각된다. 개발된 소프트웨어는 전북대학교 통계학과 홈페이지(<http://stat.chonbuk.ac.kr>)에 공개하여 자유롭게 이용할 수 있도록 할 예정이며, 많은 사용자가 동시에 이용할 수 있는 Network 버전과 사용자 시스템 환경(platform)에 무관하게 사용할 수 있는 JAVA 버전이 현재 개발 중에 있다.

참고문헌

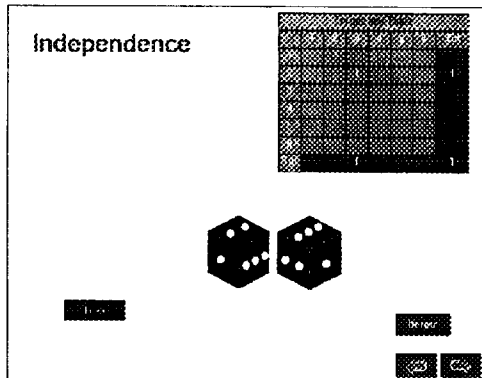
- [1] 김대성, 채경철 (1995). 일곱장 포커 약의 확률, 「응용통계연구」, 제8권 제2호, 163-178.
- [2] 이정진, 강근석, 이윤오 (1992). 통계학 교육용 소프트웨어 개발 연구, 「응용통계연구」, 제5권 제1호, 81-90.
- [3] 전중우, 김우철 (1989). 「확률론 입문」, 영지문화사.
- [4] 한경수, 안정용 (1994). 통계기본 개념 교육을 위한 통계 소프트웨어 개발에 관하여, 「한국통계학회 추계 학술 논문 발표회」.
- [5] 허문열 (1995). 컴퓨터 그래픽스에 의한 이원 분산분석, 「응용통계연구」, 제8권 제1호, 75-88.
- [6] Clarkson, D. B., Donnell, D., Minstrell, J., Hunt, E., Madigan, D. and Traynor, C. (1994). VITAL : An Intelligent Tutoring System for Statistics, *American Statistical Association : Proceedings of the Section on Statistical Education*, 88-93.
- [7] Devore, J. and Peck, R. (1994). *Introductory Statistics*, West Publishing Company, 2nd ed.
- [8] Doane, D. P., Tracy, R. L. and Mathieson, K. D. (1994a). Visualizing Power and Type I and II error, *American Statistical Association : Proceedings of the Section on Statistical Education*, 66-69.
- [9] Doane, D. P., Tracy, R. L. and Mathieson, K. D. (1994b). Visualizing and Describing the Shape of Distributions, *American Statistical Association : Proceedings of the Section on Statistical Education*, 70-74.
- [10] Ergle, W. D. (1995). *Introductory Statistics - with a Minitab Guide*, Duxbury press.
- [11] Gorden, S. P. and Gorden, F. S. (1994). *Contemporary Statistics - A Computer Approach*, McGraw-Hill Inc.
- [12] Ross, S. (1994). *A First Course in Probability*, Macmillan Publishing Company. 4th ed.
- [13] Schulmeister, R. (1994). Learning Statistics : Beyond Authoring Systems, *Computational Statistics* (P. Dirschedl and R. Ostermann eds.), 513-532, Physica Verlag.
- [14] 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.
- [15] Zimmerman, G. J. and Shavlik, G. W. (1987). Simulation as an Aid to Understanding Statistical Concepts, *American Statistical Association : Proceedings of the Section on Statistical Education*, 110.



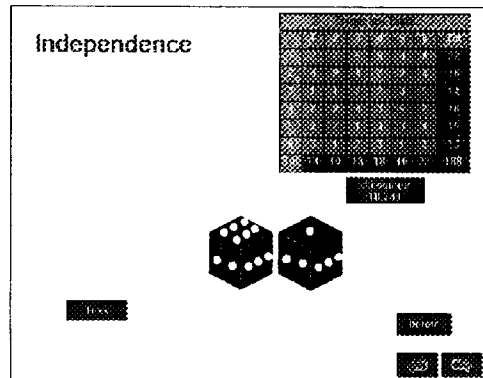
<그림 1> 주사위 2개를 한번 던졌을 때



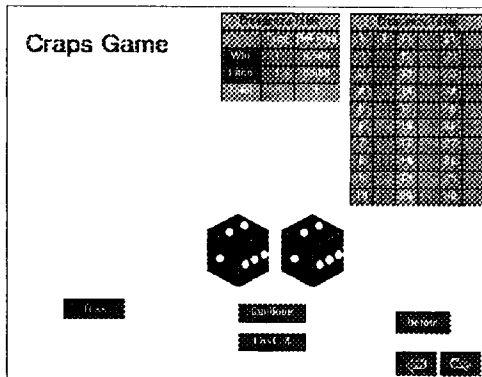
<그림 2> 주사위 2개를 100번 던졌을 때



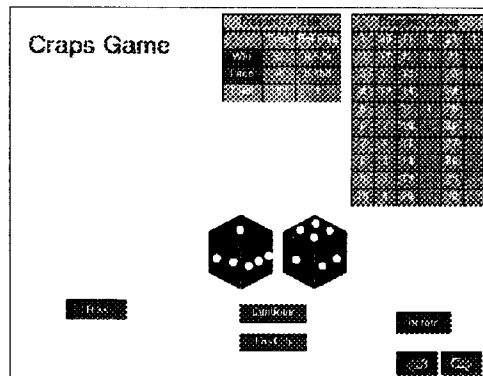
<그림 3> 주사위 2개의 독립성 실험



<그림 4> 주사위 2개의 독립성 검증



<그림 5> Craps 게임



<그림 6> 반복된 Craps 게임

A Development of Multimedia Software for Statistical
Education using Authoring Tool
- Dice and Card Game -

Kyung Soo Han³⁾ and Jeong Yong Ahn⁴⁾

Abstract

A multimedia software for introductory education is developed based on computer simulation. Developing tools for educational software are discussed. A developed software can be used interactively in teaching of statistical basic concepts.

3) Associate Professor, Department of Statistics, Chonbuk National University, Chonju, Chonbuk, 560-756, Korea.

4) Full-time Lecturer, Department of Computer Science and Statistics, Seonam University, Namwon, Chonbuk, 590-170, Korea.