

## A Program for Statistical Education through Simulation<sup>1)</sup>

SookHee Choi<sup>2)</sup>

### Abstract

The purpose of this study is to develop a program for statistics education. This program deals with simulation which is helpful in understanding some elementary statistical concepts. This program under multimedia environment which includes sound, video, animation etc. doesn't show only the result but make it possible for students to execute the program by stages. This type of dynamic learning is efficient to overcome the limits of teaching materials or classroom work. Also it can interest students greatly. By executing it, the students can understand the method and meaning of simulation and acquire concepts of probability and statistical inference naturally.

### 1. 서론

통계학은 타 학문 분야뿐만이 아니라 산업체와 실생활에도 응용의 폭이 넓어지고 있으며 그 중요성에 대한 인식은 점점 커지고 있다. 매일 수많은 통계자료들이 TV, 신문 등을 통해서 쏟아져 나오고 특히, 선거철에는 빠짐없이 후보들에 대한 여론조사의 결과들이 발표되어짐으로써 일반 사람들도 통계에 대해 더 이상 낯설어 하지는 않는다. 하지만 많은 사람들이 통계학에 대해서 갖는 생각은 수학의 한 분야로서 이해하기가 어렵고 재미없는 학문이라는 부정적인 것이 일반적이다. 이는 지금까지의 통계학교육이 개념을 이해해서 실제 문제에 적용하는 실용학문으로서의 의미를 깨우치기보다 수리적인 계산을 통한 이론적인 측면에 치우쳤기 때문으로 생각된다. 따라서, 통계학 특히 기초통계학을 배우고자 하는 사람들에게 '어떻게 통계학을 쉽고도 올바르게 교육시킬 수 있겠는가'하는 문제는 통계교육의 질을 생각할 때 아주 중요한 논제가 될 수 있을 것이다. 통계학의 여러 개념들을 좀 더 쉽게 이해하며 흥미를 가지고 접근할 수 있도록 하기 위한 통계교육 방법의 다양화에 국내외적으로 많은 관심이 쏟아지고 있다.

미국통계학회는 Statistical Education에 관한 섹션을 따로 두고 있으며 인터넷상의 저널인 Journal of Statistics Education은 통계교육에 관한 고수준의 논문을 수록하고 통계교육자들이 새로운 교육방법에 관한 서로의 의견을 교환하는 장으로서의 역할을 표방하고 있으며 통계교육에 관한 많은 이론적인 연구결과들, 실증을 거친 효과적인 교육방법들, 개발된 컴퓨터프로그램의 소개, 기존의 통계프로그램을 이용한 새로운 적용방법 등에 관한 논문들을 포함하고 있다. 이 연구 결과들을 살펴보면 새로운 방식으로 쓰여지는 통계학 교재의 개발, 실제적 실험이나 실생활의 자

1) 이 논문은 1998년도 우석대학교 학술연구 조성비에 의하여 연구되었음.

2) Professor, Department of Computer Science and Statistics, Woosuk University, Chonbuk, 565-701, Korea

료 등을 이용하고 학생들 스스로 참여하는 토론식 수업을 실시하는 등의 강의방법의 변화, 교육보조도구로서의 컴퓨터의 활용 등으로 교육방법의 혁신을 꾀하고 있음을 알 수 있다. 통계학교육보조도구로서의 컴퓨터는 여러 통계 패키지를 이용한 자료분석과 통계학의 여러 개념들을 쉽게 이해할 수 있도록 사용자가 직접 값을 변화시켜가면서 실행해 볼 수 있는 통계교육용 프로그램의 개발 등에 활용되고 있다. 더 나아가 정보의 바다라 불리는 인터넷의 빠른 확산은 통계교육분야에도 많은 변화를 가져오고 있다. 인터넷상에서 통계교육에 이용할 수 있는 다양하고 적절한 자료수집이 가능하고 Journal of Statistics Education외에도 InterStat, Journal of Statistical Software 등과 같은 인터넷 저널이 창간되고 있으며 WebStat과 같은 web상에서의 통계자료분석프로그램, HyperStat과 같은 전자교재 등이 개발되어 누구라도 쉽게 사용할 수 있도록 되어 있다. 안기수 등(1997)은 통계교육과 컨설팅을 지원하는 방대한 양의 통계서버의 현황과 목록을 정리·소개하고 있다.

국내에서도 새로운 교육방법의 필요성에 대한 인식과 더불어 학부제, 최소전공인정학점제와 같은 교육환경의 변화에 따라 교과과정의 개편이라든가 수업방식의 다양화에 많은 노력을 기울이고 있다. 정한영 등(1994)은 교재에 실려있는 많은 자료들이 부적합하며 실제 수강생들의 직접적 반응을 분석대상으로 하여 교육효과를 높일 수 있음을 보고하고 있고 한경수 등(1994,1996,1997)은 동전던지기, 주사위와 카드 등을 이용한 컴퓨터 모의실험을 통하여 통계기본개념교육에 활용할 수 있는 프로그램을 구현하였으며, 14면 주사위 모의실험을 통하여 통계학의 기본 개념들을 학습할 수 있는 전자교재 CyberStat을 소개하고 있다. 최숙희(1997)는 p-값(유의확률)의 의미를 정확히 이해하고 적용할 수 있도록 하는 학습용 프로그램을 개발하였다. 안기수 등(1996)은 회귀분석 내용을 중심으로 하이퍼미디어를 이용한 통계학습시스템을 구현하였다. 이들 교육용 시스템 외에도 이정진 등(1992), 김세현(1997), 조신섭 등(1998)은 CATS, K-STAT, KORSTAT 등과 같은 자료분석용 한글통계패키지를 개발하였거나 개발 중에 있다. 강근석(1993)은 비선형회귀문제를 다루는 NLIN90을, 허문열(1995)은 이원분산분석문제를 다루는 소프트웨어를 개발하였으며 고봉성(1993)은 표본추출기법에 관한 소프트웨어 PCSAM을 개발하였고 박진우 등(1997)은 web상에서 실행되는 표본조사실습용 프로그램을 개발하였다.

본 연구에서는 스스로 학습할 수 있는 통계교육용 프로그램을 개발하고자 한다. 다루고자 하는 내용은 몬테카를로방법에 의한 모의실험이며 구체적으로 적용사례들을 포함하고 있다. 모의실험은 고급수학의 도움없이 계산하기 어려운 확률을 계산한다든지 통계적 추론의 개념을 이해하는데 사용되어져 특히 기초통계학수준에서 통계학을 배우는 사람들에게 도움을 줄 수 있는 좋은 도구이며 컴퓨터를 이용하여 모의실험시 필요한 반복작업을 빠르고 손쉽게 할 수 있다. Murphy(1994)는 모의실험이 기초과정에서 표본분포와 통계적 추론의 개념을 가르치는데 유용하게 사용될 수 있으며 Tanis(1987)도 학부과정의 학생들이 처음 수리통계학이나 확률론같은 과목을 수강할 때 이론적인 배경이 부족하기 때문에 컴퓨터프로그램을 통한 모의실험이 개념이해에 도움을 줄 수 있다고 강조하고 모의실험을 할 수 있는 BASIC프로그램과 그 결과를 소개하고 있다. 허명희(1996)는 모수적 확률분포를 가정하지 않는 임의화(randomization)이론에 의한 몬테카를로 모의실험의 방법과 결과의 효율성을 설명하고 정규성 이론에 의한 검증결과와 비교하고 있다. 기존논문에서 모의실험이 주로 수리적으로 증명이 어려운 문제를 해결하는 도구로 이용된 반면 본 연구에서는 기초통계학교육에 이용될 수 있는 모의실험과 그 절차를 상세히 보여줄 수 있는 프로그램을 제작하고자 한다.

이 프로그램에서 설명하는 모의실험들은 물론 난수표를 이용하거나 난수표 대신 카드나 주사위

등을 이용하여 행할 수 있으며 교재에 의한 설명이 가능하다. 그러나 실제로는 시간과 단순한 반복성이라는 제약으로 시행횟수가 제한되고 교재에 의한 설명은 일방적인 전달로서 그 과정과 완성된 답이 정적으로 주어져 있다는 단점이 있다. 이에 비해 컴퓨터를 이용한 학습은 정적이지 않고 동적이며 과정을 단계별로 값을 바꿔 가면서 직접 해 볼 수 있고 그 결과를 바로 확인해 볼 수 있으므로 다양한 상황을 경험할 수 있다. 또한 적절한 소리와 설명, 그래픽, 동영상 등을 통합한 멀티미디어 환경은 학습자의 흥미를 유발시켜 학습효과를 높일 수 있을 것이다.

## 2. 프로그램의 개요

### 2.1 내용

모의실험의 의미와 방법을 이해할 수 있도록 사례를 통해서 단계별로 설명하고 학습자가 실제로 그 과정에 참여하고 결과를 확인할 수 있도록 하였다.

간단한 예제로서 다음과 같은 문제를 생각해 본다.

“소비자의 70%가 B커피보다 A커피를 더 좋아한다고 하자. 10명의 소비자를 단순랜덤포본으로 추출할 때 7명이상이 A커피를 좋아할 확률은 얼마인가? 커피 A와 B에 대한 선호도의 차이가 없는 경우를 제외하고, 소비자의 기호는 서로 독립이라고 가정하자.”

우선, 확률론에 의해 이 확률이 0.650임을 보인다. 다음에 난수를 이용한 모의실험절차를 설명하고 그 결과를 확률론에 의한 답과 비교해 본다. 모의실험의 절차는 다음과 같이 이루어진다.

1단계 : 한자리 난수로 A커피 선호와 B커피 선호를 나타낸다.

0,1,2,3,4,5,6	A커피 선호
7,8,9	B커피 선호

즉, 한자리 난수를 추출하여 6이하이면 A커피를 선호하고 7,8이나 9이면 B커피를 선호함을 나타낸다. 이러한 할당은 다르게 할 수도 있음을 설명한다.

2단계 : 10개의 난수를 추출한다. 이 중 6이하의 수가 7개이상이면 10명 중 7명이상이 A커피를 선호한다고 본다. 이것이 한번의 시행결과이며 다음 <그림1>의 화면에서 “난수생성” 버튼을 누름으로써 그 결과를 볼 수 있다. 이러한 시행을 20번 반복한 결과를 보여주고 11번에서 A커피선호가 나타나 상대도수는  $11/20=0.55$ 임을 보인다. 이것이 구하는 값이며 실제 참값과는 좀 차이가 있는데 이는 시행횟수가 20번으로 너무 적기 때문임을 설명하고 시행횟수를 좀 더 늘려 학습자가 직접 해 볼 수 있도록 한다. <그림2>의 화면에서 “반복횟수” 버튼을 클릭하여 원하는 반복시행횟수에 대한 결과를 얻을 수 있으며 반복횟수가 증가함에 따라 상대도수의 값이 하나의 상수에 가까워짐을 확인하도록 한다. 이 값이 구하고자 하는 확률이며 자연스럽게 상대도수의 극한값으로서의 확률의 의미를 이해할 수 있게 된다.

<그림 1> 한 시행의 결과

10개의 난수를 추출해서 한 시행의 결과를 보도록 하자.

**난수생성**

난수	6	4	9	9	3	7	3	5	3
할당	A	A	B	B	A	B	A	A	A

A의 갯수 6 판정 X

판정에서 "O"는 A커피를 선호(성공)함을 나타내고 "X"는 B커피를 선호(실패)함을 나타낸다.

<그림 2> 반복시행의 결과

이제 반복횟수를 좀 더 늘려보자.

**반복횟수**

원하는 반복횟수를 입력하세요.

1000

OK Cancel

반복횟수	O의 갯수	상대도수
1000	683	0.683

이 프로그램에서 다루는 모의실험의 또 다른 적용은 Fisher의 임의화검증에 관한 것이다. 여러 개의 처리를 비교하는 문제를 생각해 보자. 처리간에 차이가 없다는 귀무가설하에서는 실제 관측된 자료에서의 차이가 우연히 나타났다고 할 수 있으므로 모의실험은 전체 실험자료를 완전히 다시 섞어서 자료값들을 처리들에 임의로 재배치함으로써 이루어진다. 재배치후 적절한 측도(Q)를 이용하여 처리간의 차이를 계산한다(<그림3>, <그림4>). 이러한 재배치를 여러 번 반복하여 매 번 Q값을 계산하고 실제 관측된 자료의 Q값보다 큰 경우의 수를 세어 상대도수를 구한다. 이것이 이 문제의 p-값이다. 이 결과를 분산분석법에 의한 결과와 비교해 본다. 임의화검증은 다른 검증문제에도 적용할 수 있는데 예를 들면 독립성검증시 두 변수가 서로 독립이라는 귀무가설하에서 한 변수의 값을 임의로 재배치하여  $\chi^2$  값을 계산한 후 원 자료의  $\chi^2$  값과 비교하게 된다. 이러한 재배치를 반복하여 p-값을 계산할 수 있다. 이러한 임의화검증은 수리적으로 모수적 가설검증을 배우기 전에 직관적으로 통계적 추론의 개념을 이해할 수 있는 좋은 방법이며 반복된 모의실험에 의해서 이루어진다.

<그림 3> 원자료

모의실험의 실례 - 자동차의 연비비교

비교실험중에서 가장 기본이 되는 여러개의 처리를 비교하는 문제를 생각해 보자. 3종류의 자동차의 리터당 평균 주행거리(연비)간에 차이가 있는지를 알고 싶다고 하자. 실험측정한 자료가 다음과 같다.

리터당 주행거리(km)				
	자동차A	자동차B	자동차C	
	16.5	15.3	19.0	
	18.0	14.8	18.4	
	14.1	16.1	15.3	
	17.8		17.3	
평균	16.6	15.4	17.5	전체평균 16.6

<그림 4> 자료의 재배치

1단계

<표2>의 총 11개 자료를 완전히 다시 섞어서 4개를 임의로 뽑은 후 자동차A에 배치하고 다시 3개를 뽑아서 자동차B에 배치하고 나머지 4개를 자동차C에 배치한 후 각각의 처리평균을 계산한다. 예를 들면 다음과 같다.

<b>재배치</b>	자동차A	자동차B	자동차C	<b>Q값</b> 2.6673
	18.0	14.1	18.4	
	14.8	16.1	15.3	
	17.3	15.3	17.8	
	19.0		16.5	
평균	17.28	15.17	17.00	전체평균 16.6

이 프로그램에 포함된 모의실험의 사례들은 다음과 같다.

1. 어느 학생이 시험에 응시할 기회가 세 번 주어지는 과목을 수강하고 있다. 이 과목을 이수하기 위해서는 반드시 시험에 합격해야 한다. 그 학생이 공부를 전혀 하지 않고 응시할 경우 운으로 시험에 합격할 확률은 0.2이다. 운으로 이 과목을 이수할 수 있는 확률은 얼마일까?

2. 한 특정한 나비가 다음과 같이 번식한다고 하자.

- ① 암컷의 20%는 암컷을 낳지 않고 죽는다.
- ② 암컷의 30%는 암컷을 한 마리 낳고 죽는다.
- ③ 암컷의 50%는 암컷을 두 마리 낳고 죽는다.

암컷이 서로 독립적으로 번식한다고 할 때 이 나비의 미래는 어떻게 될까? 급격히 증가할까, 현 상태를 유지할까? 아니면 멸종할까?

3. 공정한 주사위를 던져서 처음으로 4의 눈이 나올 때까지의 기대횟수(기대값)를 구해 본다.

4. 대응표본에 대한 검증문제. - 눈의 시력이 좋지 않은 사람들 중 많은 사람이 양쪽 눈의 시력에 차이가 있는 것 같아 안경 또는 콘택트렌즈를 착용하는 학생들의 왼쪽 눈과 오른쪽 눈의 시력을 조사하여 그 차이의 유의성을 검증해 본다.

5. 여러 개의 처리를 비교하는 문제. - 3종류의 자동차의 리터당 평균 주행거리(연비)에 차이가 있는지를 알고 싶다고 하자. 각 자동차 회사별로 실험자료를 측정하여 그 차이의 유의성을 검증해 본다.

6. 독립성검증문제. - TV에서 방영되는 오락물에 대한 사람들의 의견이 성별과 어떤 관계가 있는지 알아보기 위해서 조사된 자료의 분할표를 이용하여 두 변수간의 독립성을 검증해 본다.

7. 상관관계문제. - 신문의 경제면을 읽는데 소요한 시간과 TV를 시청한 시간과의 관계를 알아보기 위하여 임의로 추출된 10명의 지난 일주일 동안의 자료를 조사하여 두 변수간의 상관관계의 유의성을 검증해 본다.

8. 학습자가 직접 풀어볼 수 있는 문제

1) 어떤 한 부부가 딸 한명을 낳거나 세명의 자녀를 가질 때까지 아이를 낳을 계획을 세웠다고 하자. 자녀중에 딸이 있을 확률은 얼마인가?

2) 3개의 문이 있는 함정이 있다. 문 A를 선택하면 5시간만에 함정에 다시 돌아오게 되고, 문 B를 선택하면 15시간만에 함정에 다시 돌아오게 되며, 문 C는 10시간만에 밖으로 무사히 탈출할 수 있다고 할 때 이 함정에서 밖으로 탈출하는데 걸리는 시간의 기대값은?

2.2 방식

본 연구에서는 미국 Asymetrix사에서 개발한 저작도구(Authoring Tool)인 멀티미디어 툴북Ⅱ를 사용하였다. 툴북Ⅱ는 GUI(Graphic User Interface)방식과 Event-Driven방식을 제공함으로써 객체지향적인 프로그래밍을 가능하게 한다. 툴북Ⅱ는 순차적으로 처리되는 프로그램이 아니라 사용자가 원하는 곳을 직접 찾아가는 장점이 있으며 멀티미디어환경은 학습 진행 속도를 빠르게 할 수 있고 복잡한 주제들에 대해 텍스트보다 더 잘 설명할 수 있다. 따라서 학습 효율을 훨씬 증진시킬 수 있다. 이 프로그램은 대화식 학습방법을 가능하게 해 준다. 즉 학습자가 공부하는 내용을 완전히 이해할 수 있을 때까지 그 부분을 마음대로 반복할 수 있으며 값을 적절히 바꿔 가면서 그 변화과정을 직접 확인할 수 있다. 인터넷을 통하여 Netscape나 Internet Explorer에 툴북용 plug-in Neuron을 설치하면 본 연구에서 개발된 프로그램을 web browser에서 직접 실행할 수 있다.(Neuron은 <http://www.asymetrix.com>에서 무료로 다운로드할 수 있으며 본 연구에서 개발된 프로그램은 <http://comstat.woosuk.ac.kr>에 SIM.TBK라는 파일명으로 공개되어 있다.)

2.3 화면의 구성

이 프로그램은 한 권의 책처럼 구성이 되어 있다. 표지와 목차가 있으며 하나의 화면이 한 페이지에 해당이 된다. 순차적으로 페이지를 넘길 수 있으며 원하는 곳으로의 직접 이동이 가능하다. 각 화면에는 적절한 소리와 그래픽, 설명, 동영상 등이 포함되어 있다.

주요 화면은 다음과 같다.

<그림 5> 목차와 hotword에 대한 설명

모의실험의 실제 - 양쪽눈의 시력차이

모의실험의 실제

1. 합격할 확률  
2. 커피의 선택  
3. 나비의 머리  
4. 주사위의 눈  
- 기대값  
5. 연비비교  
6. ...  
7. 독립성검정  
8. 상관계수

문제

1. 말이 있을 확률  
2. 기대값의 계산

눈의 시력이 좋지 않은 사람들 중 많은 사람이 양쪽 눈의 시력에 차이가 있는 것 같아 안경 또는 콘택트렌즈를 착용하는 학생들의 왼쪽눈과 오른쪽눈의 시력을 조사하였다.

<표 6> 양쪽 눈의 시력

표본번호	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	평균
									0.5	0.5	0.3	0.3272
가설에는 귀무가설과 대립가설이 있다.									0.4	0.3	0.2	0.2545
대립가설(alternative hypothesis, $H_1$ )은 이며, 귀무가설(null hypothesis, $H_0$ )은									0.1	0.2	0.1	0.0727

귀무가설은 양쪽 눈의 시력이 같다는 것이다.

목차의 각 항목을 클릭함으로써 해당 내용으로의 직접 이동이 가능하며, 다른색으로 표시되어 있는 hotword를 클릭했을 때 관련된 사항을 설명해주는 dialog화면이 나타난다.

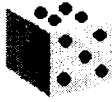
<그림 6> 애니메이션 화면 - 주사위의 눈

4의 눈이 나올 때까지 주사위를 던져서 그때까지의 던진 횟수를 센다. 이것이 한 번의 시행이다.

이러한 시행을 반복하여 그때까지 던진 총횟수를 총시행횟수로 나누면 평균 기대값이 된다.

주사위를 던져보자.

**Toss**



Toss 결과	4
4가 나올 때까지 던진 횟수	9

학습자가 실제 주사위를 던져 볼 수 있는 애니메이션 화면이다. Toss 버튼을 누를 때마다 주사위가 던져지며 매 클릭시 랜덤하게 1~6사이의 눈이 나타난다. 매 시행이 끝날 때마다 그때의 결과와 4가 나올 때까지 던진 횟수가 계산되어진다.

<그림 7> 문제화면

문제 - 말이 있을 확률

2단계: 난수를 생성시켜보자. 난수생성버튼을 눌러보자. **난수생성**

난수	5	2	1	1	4	5	6	6	6	2	6	5	4	1	6	8	8	5	3	8	
성별																					

3단계: 각각의 난수에 어린이의 성별을 할당해보자. 성별표시버튼을 눌러보자. 다 맞았는지 확인해보자. **성별표시**

4단계: 총 몇 번의 시행이 이루어졌는가? 말이 나타나거나 세 번 연속 아들이 나타나면 한 번의 시행이 끝난다. **시행횟수**   
**경우의 수**   
**확률**

5단계: 총 시행횟수중 말이 있는 경우의 수는? 구하는 확률 얼마인가? **확인**

사례들을 통하여 학습한 내용을 바탕으로 학습자 스스로 문제를 풀고 결과를 확인해 봄으로써 이해를 높일 수 있도록 하였다.

<그림 8> 동영상화면

X와 Y사이에 상관관계가 없다고 가정하면(귀무가설) Y의 값들은 X와 관계없이 분포한다. 즉 X를 고정시킨 상태에서 Y의 값들을 임의로 재 배치해도 원 자료에서의 상관계수와 별로 다르지 않을 것이라고 할 수 있다. 다음 <표4>를 보자.

**<표4> TV시청시간의 재배치**

표본	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
신문(X)	6	5	3	10	1	4	2	9	8	12
TV(Y)	27	18	8	12	5	12	9	25	6	20

**계속** **멈춤**

stage에 TV프로그램이 동영상으로 나타난다.

### 3. 결론

본 연구에서는 기초적인 통계적 개념을 이해할 수 있도록 이끌어 주는 도구로서의 모의실험의 방법과 의미를 혼자서 학습할 수 있는 프로그램을 구현해 보았다. 이 프로그램은 버튼을 누름으로써 진행이 되는 사용하기 쉬운 환경을 가지고 있으며 다루는 내용은 기초통계학과정의 학생이라면 누구나 접하게 되는 기본적인 것이다. 이 프로그램이 추구하는 것은 교재를 통한 일방적인 지식전달방식이나 교실에서의 수업이 갖고 있는 시간상의 제약 등을 극복하고 학습자가 난수를 발생시키거나 자료를 재배치하는등 직접 실험에 참여하게 하여 매 단계에서 다음 단계로의 진행을 예측해 보고 때로는 문제를 제기하고 그 답을 생각해 보기를 요구함으로써 결론에 도달하는 과정을 자연스럽게 습득할 수 있도록 하는 것이다. 실험결과를 바로 확인해 보고 또 다른 상황을 만들어서 전의 결과와 비교하면서 변화과정을 확인할 수 있으며 이러한 동적인 학습환경은 멀티미디어적인 요소와 함께 학습자의 이해와 흥미를 유도하여 학습효과를 한층 높일 수 있다고 생각한다. 즉, 이 프로그램은 새로운 내용을 보여준다기보다 새로운 방식을 보여준다.

앞에서 든 사례 외에도 신뢰구간, 표본분포, 중심극한정리 등을 포함한 많은 개념들이 모의실험을 통하여 효율적으로 설명될 수 있을 것으로 생각한다. 이 프로그램은 응용프로그램을 따로 설치하지 않고도 인터넷을 통하여 web browser에서 직접 실행된다. 허명희(1996), 김동희 등(1996), 김상균 등(1996)의 방법과 예제들을 참고로 하였음을 밝힌다.

### 참 고 문 헌

- [1] 강근석 (1993). 비선형 회귀분석을 위한 소프트웨어 NLIN90의 소개, 「응용통계연구」, 제6권 1호, 163-172.
- [2] 고봉성 (1993). 표본이론을 위한 소프트웨어 PCSAM, 「통계연구」, 성균관대학교 응용통계연구소, 창간호, 103-110.
- [3] 김동희, 박중양, 손중권, 허명희 (1994). 「통계학 - 개념과 제문제」, 자유아카데미, 서울.
- [4] 김상균, 남경현, 이우리, 장병지, 정재구, 최현집 (1997). 「통계학 입문 - 이해와 응용」, 탐진, 서울.
- [5] 김세헌 (1997). 「통계학 개론」, 영지문화사, 서울.
- [6] 박진우, 박병수 (1997). 표본조사실습을 위한 소프트웨어개발 연구, 「응용통계」, 고려대학교 통계연구소, 제 12권, 59-68.
- [7] 안기수, 허문열 (1996). 하이퍼미디어를 이용한 통계학습시스템, 「한국통계학회 추계학술논문 발표회 논문집」, 177-180.
- [8] 안기수, 허문열 (1997). 인터넷을 이용한 통계교육과 컨설팅의 현황, 「한국통계학회논문집」, 제 4권 2호, 473-489.
- [9] 이정진, 강근석, 이운오 (1992). 통계학 교육용 한글 소프트웨어 개발 연구, 「응용통계연구」, 제 5권 1호, 81-90.
- [10] 정한영, 이기원 (1994). 실례를 이용한 통계학교육방법에 대한 제언, 「한국통계학회논문집」, 제 1권 1호, 184-191.
- [11] 조신섭, 송문섭, 이운모, 성병찬, 윤영주, 이현부 (1998). 기초통계교육을 위한 여러 통계패키지의



- 비교연구 및 엑셀을 이용한 한글 통계패키지의 구현, 「한국 통계학회 춘계학술논문 발표회 논문집」, 75-80.
- [12] 최숙희 (1997). p-값을 이해하기 위한 멀티미디어프로그램의 개발, 「한국통계학회논문집」, 제 4권 3호, 807-816.
- [13] 한경수,안정용 (1994). 통계기본개념 교육을 위한 통계소프트웨어 개발에 관하여, 「한국 통계학회 추계학술논문 발표회」.
- [14] 한경수,안정용 (1996). 저작도구를 이용한 통계교육용 멀티미디어 소프트웨어개발연구 - 주사 위 게임과 카드 게임, 「응용통계연구」, 제9권 2호, 73-82.
- [15] 한경수,안정용,강윤비 (1998). 통계학교육을 위한 전자교재의 활용, 「응용통계연구」, 제11권 1호, 5-12.
- [16] 허명희 (1997). 「통계학 개념·방법·응용」, 자유아카데미, 서울.
- [17] 허문열 (1995). 컴퓨터 그래픽스에 의한 이원분산분석, 「응용통계연구」, 제8권 1호, 75-88.
- [18] Murphy, B. P. (1994). Simulation, Modelling & Teaching. *COMSTAT (R.Dutter and W. Grossmann eds.)*. 403-408.
- [19] 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.