

Implementation of a Web-Based Electronic Text for High School's Probability and Statistics Education¹⁾

Sook Hee Choi²⁾

Abstract

With advancement of computer and network, world wide web(WWW) as a medium of information communication is generalized in many fields. In educational aspect, applications of WWW as alternative media for class teachings or printed matters are increasing. In this article, we demonstrate a web-based electronic text on the 'probability and statistics' which is one of six fields of mathematics in the 7th curriculum. This text places importance on comprehension of concepts of probability and statistics as an applied science.

Keywords : Probability and Statistics, 7th Curriculum, Electronic Text, Survey

1. 서론

교육과정은 초·중등 학교의 교육 목적과 교육 목표를 달성하기 위해서 교육부 장관이 결정·고시하는 교육 내용에 관한 전국 공통의 일반적인 기준으로 1954년 문교부령으로 1차 교육과정을 고시한 이후 개편을 거듭하여 현재 교육부가 1997년 고시한 7차 교육과정이 시행중이다. 2000년 초등학교 1·2학년에 처음으로 7차 교육과정이 적용된 것을 시작으로 2001년에 초등학교 3·4학년과 중학교 1학년, 2002년에 초등학교 5·6학년, 중학교 2학년과 고등학교 1학년, 2003년에 중학교 3학년과 고등학교 2학년에 차례로 적용되었으며 마지막으로 2004년에 고등학교 3학년에 적용된다. 7차 교육과정의 가장 큰 특징은 초등학교 1학년~고교 1학년까지 10년간은 국민 공통기본 교육과정으로 정해 10개 과목을 배우게 하되 학생별로 수준별 교육과정을 운영하고, 고교 2·3학년은 선택중심 교육과정으로 정해 학생들이 학업수준과 적성에 맞게 배울 과목을 선택해 심화학습하게 하는 것이다.

'확률과 통계'는 7차 교육과정에서 국민 공통기본 교육기간동안 단계별로 시행하게 되는 수학과 교육과정 6개 영역(수와 연산, 도형, 측정, 확률과 통계, 문자와 식, 규칙성과 함수)중의 하나이며 7차 교육 과정에서 독자적인 영역으로 편성되었다(교육부, 1997). 또한, 선택형 교육기간인 고등학교 2·3학년은 일반선택과목(교양증진 및 실생활과 연관된 과목)과 심화선택과목(학생의 진로, 적

1) This work was supported by grant No. R05-2000-000-00025-0 from the Basic Research Program of the Korea Science & Engineering Foundation.

2) Professor, Division of Computer and Information Science, Woosuk University, Jeonbuk, 565-701, Korea
E-mail : shchoi@woosuk.ac.kr

성과 소질을 계발하는데 도움이 되는 과목)중에서 선택하여 학습하게 되는데 이 때 일반선택과목인 실용수학의 '생활통계'영역에서, 심화선택과목 중 수학I의 '확률과 통계'영역에서, 그리고 심화선택과목인 '확률과 통계'에서 확률 및 통계를 학습하게 된다. 7차 교육과정에서의 확률과 통계교육의 성격은 실생활의 여러 가지 문제를 해결하는 수학의 실용적 측면을 강조하고, 학습도구로서 계산기와 컴퓨터의 적극적 활용을 권장하고 있다.

본 연구에서는 이러한 7차 교육과정의 성격과 목표에 맞추어 웹 상에서 활용 가능한 확률과 통계교육용 전자교재 구현사례를 제시한다. 컴퓨터와 네트워크의 급속한 발달로 인터넷 사용자가 급증하면서 모든 분야에서 정보전달 매체로서 웹의 활용이 보편화되고 있다. 하이퍼텍스트 웹 자료는 학습자의 인지구조와 유사하여 통합적 사고력을 신장시킬 수 있으며 인터넷의 보편적 사용으로 누구라도 쉽게 접할 수 있기 때문에, 교육의 새로운 대체매체로서 그 활용도가 매우 넓어 수많은 유·무료 교육사이트들이 개설되어 있다. 수학 교육분야에서도 많은 사이트에서 쉽고 친근한 수학교육을 표방하면서 다양한 전자교재들이 개인 또는 기업차원에서 개발되었으며 이러한 추세는 앞으로 점점 가속화되리라고 생각한다. 웹 상에서의 전자교재들은 플래시 등을 이용한 화려한 화면과 사운드, 동영상 등을 활용하여 학습자들의 흥미와 학습에 대한 욕구를 불러일으키며, 자바 애플릿 등을 이용하여 기존의 인쇄매체에서는 접할 수 없었던 상호작용적 요소가 가미된 교재들이다. 그러나 이러한 교재들 안에서 확률과 통계는 수학교과만의 한 부분으로만 인식되어지고 있으며 확률과 통계교육만을 위한 웹사이트는 존재하지 않는다.

본 연구는 수학 교과과정 내의 한 부분으로서만 존재해오던 확률과 통계분야를 독립시켜 중점적으로 학습할 수 있는 웹기반 전자교재를 구현하는데 목적을 두고 있다. 구현된 전자교재는 수학과는 차별화된 확률과 통계의 개념들을 컴퓨터에서의 실질적인 실험과 조작을 통하여 직관적으로 이해할 수 있도록 도움을 주는 프로그램이다. 내용은 교육부가 고시한 7차 교육과정의 고등학교 심화선택과목인 '확률과 통계'의 내용체계에 따라 구성되었다.

2절에서는 국내외의 수학전자교재들의 실태를 알아보고 3절에서는 실제 교재개발에 반영하기 위하여 실시한 '확률과 통계교육 전자교재의 바람직한 개발방향'에 대한 고등학교 교사들의 설문조사결과를 간단히 요약한다. 4절에서는 연구결과 구현된 전자교재의 일부를 소개한다.

2. 수학 전자교재들의 실태

확률과 통계를 포함하는 고등학교 수학학습을 위한 사이트들은 크게 세 가지로 구분할 수 있다. 선생님이 직접 강의하는 모습을 동영상으로 제작하여 실제 교실에서의 수업과 같은 효과를 기대하는 방식과 기출문제나 예상문제 등 문제와 풀이를 텍스트로 다루는 방식, 웹에서의 동적인 화면 구성을 통하여 좀 더 흥미롭게 학습내용을 전달하고자 하는 방식을 들 수 있다. 또한 유료사이트인 경우 내용면에서 중·고등학교의 전 과목을 다루는 경우가 많으며 무료사이트인 경우는 일선의 수학교과 담당교사들이 수학과목의 일부분 또는 전체를 제작한 경우가 대부분이다. 수학학습만을 전문적으로 다루는 사이트들을 중심으로 정리해 본다.

'<http://www.emathclinic.com>'은 초등학교부터 대학교 2학년까지의 수학교과과정을 내용으로 하여 On-line과 Off-line학습을 효과적으로 조화시켜 서비스하며 수학 분야에 전문화된 Contents(지진아로부터 영재까지 학습할 수 있는 맞춤형 콘텐츠), Ability(학생의 능력별), Level(학생의 수준별), Learner-type(학습자 유형), Examination(검사/진단), Treatment(처방)로 구성되어 진정한 개별 학습을 실현한 최초의 학습시스템임을 표방하는 유료사이트이다. 진단에 의한 학습(기본진단검

사 → 1차정밀진단검사 → 2차정밀진단검사)과 교육과정 및 능력에 따른 학습(학습내용설명 → 예제 → 연습문제 → 심화문제 → 종합문제 → 단계문제)을 제공하고, 학습관리시스템에 의한 학습내역을 기록, 보관하여 능력별 학습진도, 시스템적 사고능력 등에 대한 여러 가지 상세한 자료를 제공한다. 'http://www.77study.com', 'http://www.math2000.co.kr' 등도 회원제로 운영되는 유료사이트로 강의 동영상이나 교과별, 단원별 학습자료를 제공하고 있다. 'http://www.mathought.com'은 한 고등학교에서 개발한 사이트로 자바를 이용한 기하에 관한 모의실험으로 직접 조작하여 수학적 개념과 원리에 대한 창의적 사고능력을 키우고 GSP를 이용한 함수의 그래프, 피타고라스의 정리, 원뿔곡선, 삼각형의 성질, 원의 성질, 도형의 닮음, 여러 가지 곡선 그리기 등을 통하여 학습할 수 있는 사이트이다. 'http://www.mathlove.or.kr'은 수학의 대중화와 수학 학습 및 지도 방법의 개선을 목적으로 결성된 교사들의 연구 단체인 수학사랑이 운영하는 수학교육 전문 웹사이트로 교육과정을 학습하기보다는 '수학 Q&A', '수학 자료실', '수학교육 자료실' 등을 통한 학습을 하고 있다. 'http://www.showmath.co.kr'에서는 자바애플릿을 이용한 여러 가지 도형의 작도 및 도형을 이용한 식의 계산을 보여주며, 'http://www.mathtech.co.kr'은 플래시 애니메이션을 이용한 중·고등학교 수학을 다루고 있다. 'http://210.90.174.1/ksr'은 외국에서 제작된 수학프로그램을 한글화하여 제공하고 있는 사이트이며, 'http://www.mathteacher.pe.kr'에서는 중·고수학, 능능기출문제와 풀이 등을 제공하고 있다. 'http://www.mathink.org', 'http://math.gsh.hs.kr', 'http://highmath.org', 'http://www.ksmes.net', 'http://my.netian.com/~ks6310/', 'http://user.chollian.net/~nine0714' 등은 고등학교 수학교사가 고등학교 수학의 전반적인 내용과 문제를 제공하는 사이트들이다.

'http://compstat.chonbuk.ac.kr/software/mse2001'와 'http://stat.chonbuk.ac.kr/06_DataLib/02_UnderThesis'는 대학교에서 제작된 사이트로 통계학의 가상교육용 교재로 개발되거나 학부생의 졸업논문으로 확률과 통계교육용 전자교재를 구축한 경우이다.

외국의 확률과 통계교육용 사이트로 'http://www.stats.gla.ac.uk/steps', 'http://davidmlane.com/hyperstat', 'http://www.statsoft.com/textbook/stathome.html', 'http://statistics.cyberk.com/splash' 등이 있으며 이들은 모두 대학교에서의 확률과 통계교육에 관한 사이트들로 고등학생이 보기에는 조금 어려운 편이다.

웹 상에서 고등학교 수학학습사이트를 검색해보면 강의모습을 동영상으로 제작하여 제공하는 유료사이트와 고등학교에서 텍스트 위주의 교과별 학습자료를 웹 또는 한글파일로 제공하거나 자바, GSP, 플래시 등을 활용해서 수학의 일부분을 시각적으로 보여주는 사이트들이 대부분이며 학습자와의 상호작용이 가능한 전자교재로서의 사이트는 극히 드물다.

3. 설문조사 분석결과

확률과 통계교육 전자교재의 바람직한 개발방향에 대한 고등학교 수학교사들의 의견을 교재개발에 반영하기 위하여 “7차 고등학교 수학과 교육과정 중 ‘확률과 통계’영역에 대한 의견조사”라는 제목의 설문조사³⁾를 실시하였다. 설문지 응답자 소속학교의 분포는 다음 <표 1>과 같다. “7차 수학과 교과과정”과 ‘확률과 통계영역 학습을 위한 컴퓨터 프로그램’에 관한 총 16항목의 질문 중 설

3) 2000년 12월 1일 ~ 2001년 2월 28일까지 전국 소재 고등학교 중 임의로 300개교를 추출하여 발송한 후 우편회수한 결과 96개의 설문지를 회수하였다(회수율 32%).

<표 1> 설문지 응답자 소속학교의 분포

속 성		빈도수	비율(%)	속 성		빈도수	비율(%)
지역별	서울	11	11.6	학생수별	300명 미만	11	11.5
	경기도	9	9.4		300명 이상 ~ 600명 미만	20	20.8
	강원도	5	5.2		600명 이상 ~ 900명 미만	16	16.7
	충청남·북도	6	6.2		900명 이상 ~ 1200명 미만	16	16.7
	전라남·북도	13	13.5		1200명 이상	33	34.3
	경상남·북도	24	25.0	특별시, 직할시	36	37.5	
	무응답	28	29.1	대도시	8	8.3	
계열별	일반계 고등학교	63	65.6	소재지별	중소도시	28	29.2
	실업계 고등학교	24	25.0		읍, 면	24	25.0
	기타계 고등학교	9	9.4		그렇다	44	46.8
	남녀공학 여부별	남자고등학교	21	22.1	여부별	아니다	50
여자고등학교		20	21.1	공사립		47	49.5
남녀공학고등학교		54	56.8	여부별	사립	48	50.5
전 체		96*	100.0*	* 각 속성별 무응답자 포함			

문조사 당시 1학년 전체학생 중에서 ‘국민공통 기본 교육과정 중 확률과 통계영역 10단계의 교육 과정을 이해하는 학생의 비율’에 대한 결과와 나머지 항목의 전체적 분석결과는 다음과 같다.

① 각 단계별 이해정도를 설문조사 당시 1학년 과정을 거의 마친 학생들을 대상으로 묻는 질문에서 1-가단계를 제외하고는 ‘전체 학생의 60%이상이 이해한다’는 학교의 비율이 50%미만으로 나타났다. 특히 확률 또는 통계와 관련된 단계에서는 ‘전체 학생의 60%이상이 이해한다’는 학교의 비율이 아주 낮았다(20%이하). 필수적으로 학습하게 되어있는 교육과정내용에 대한 학생들의 이해정도가 상당히 낮다고 할 수 있다. 김원경 등(1995)의 조사에서도 ‘산포도나 확률의 계산 요소’ 등에 ‘어렵다 내지 매우 어렵다’라고 응답한 비율이 교사는 각각 48.5%, 60.0%, 학생은 각각 43.7%, 52.9%에 이른다고 하였다(<표 2>).

② 전체적 결과 : ‘확률과 통계’를 포함한 수학과목의 선택여부에 대한 질문에서는 수학·과학·기술과목(수학, 과학, 기술, 가정) 중에서 한 과목 이상을 이수해야 하는 상황에서 수학을 선택할 예정인 학교의 비율은 58.3%이고, 일반선택과목에서 실용수학을 선택할 예정이라는 학교의 비율은 20.8%, 심화선택과목에서 수학I을 선택할 예정인 학교의 비율은 33.3%로 나타났다. 또한 ‘확률과 통계’과목을 선택할 예정인 학교의 비율은 21.9%로 나타났다. 이를 보면 선택과목으로서 ‘확률과 통계’를 포함한 수학의 선호도가 그리 높지는 않은 것 같다. 이는 ‘모르겠다’는 응답이 많았고 실업계와 기타계가 포함되었기 때문이기도 하며 일반적으로 수학과 통계학에 대해 어렵게 생각하고 있기 때문인 것으로 해석되어진다. 2005년 각 대학별 입시전형자료에 의하면 자연계를 지원하는 학생에게 수학교과와 심화선택과목(미분과 적분, 확률과 통계, 이산수학)중 미분과 적분을 필수로 요구하고 있는 대학들이 많고 이에 따라 일선 고등학교에서는 자연계학생들에게 미분과 적분과목을 필수화하고 있는 실정이다. 따라서 학생의 선택을 중시하는 7차 교육과정의 성격과 취지에 역행해서 특정 과목을 학교에서 필수화함으로써 학생에게는 오히려 선택의 여지가 없게 된다. ‘확률과 통계’는 독자적인 영역으로 그 중요성이 커졌음에도 불구하고 실질적으로는 학생들이 선택할 수 있는 입지는 줄어든 셈이다.

<표 2> 국민공통 기본 교육과정 10단계의 이해정도 단위 : 명(%)

교육과정내용	20% 미만	20%이상~40%미만	40%이상~60%미만	60%이상~80%미만	80%이상	무응답
1-가단계 : 한 가지 기준으로 사물을 분류하기	8(8.3)	11(11.5)	11(11.5)	18(18.7)	42(43.7)	6(6.3)
2-나단계 : 표와 그래프 만들기	11(11.5)	13(13.5)	20(20.8)	28(29.1)	18(18.8)	6(6.3)
3-나단계 : 자료의 수집·정리, 막대그래프로 나타내기	11(11.5)	9(9.4)	29(30.2)	25(26.0)	15(15.6)	7(7.3)
4-나단계 : 꺾은선그래프, 여러가지 그래프로 나타내기	10(10.4)	16(16.7)	27(28.1)	23(24.0)	12(12.5)	8(8.3)
5-나단계 : 줄기와 잎그림, 평균	15(15.6)	23(24.0)	28(29.1)	15(15.6)	9(9.4)	6(6.3)
6-가단계 : 비율그래프(띠그래프, 원그래프)	16(16.7)	22(22.9)	28(29.1)	16(16.7)	8(8.3)	6(6.3)
6-나단계 : 경우의 수와 확률	22(22.9)	24(25.0)	27(28.1)	10(10.4)	6(6.3)	7(7.3)
7-나단계 : 도수분포표, 히스토그램, 도수분포다각형, 도수분포표에서의 평균, 상대도수, 누적도수	26(27.1)	24(25.0)	25(26.0)	10(10.4)	5(5.2)	6(6.3)
8-나단계 : 확률의 뜻과 기본성질, 확률의 계산	27(28.1)	25(26.0)	24(25.0)	10(10.4)	4(4.2)	6(6.3)
9-나단계 : 상관도, 상관표, 상관관계	33(34.4)	31(32.3)	15(15.6)	7(7.3)	3(3.1)	7(7.3)
10-가단계 : 산포도와 표준편차	41(42.6)	24(25.0)	16(16.7)	6(6.3)	3(3.1)	6(6.3)

* ____ 은 각 단계별로 빈도수가 가장 많은 구간의 빈도수(비율)를 나타낸다.

흥미롭고 다양한 자료의 확보가능성에 대해 '충분히 가능'이 9.4%, '조금은 가능'이 55.2%, '불가능'이 27.1%, '무응답'이 27.1%로 나타났고, 컴퓨터소프트웨어의 사용가능성에 대해 '충분히 가능'이 16.7%, '조금은 가능'이 58.3%, '불가능'이 15.6%, '무응답'이 9.4%로 나타났으며, 컴퓨터를 활용한 자료처리능력의 평가가능성에 대해서는 '충분히 가능'이 14.6%, '조금은 가능'이 57.3%, '불가능'이 19.8%, '무응답'이 8.31%로 나타났다. 확률과 통계영역의 교육환경부분에서 적절한 자료나 소프트웨어, 컴퓨터의 사용환경이 충분하지는 않은 것으로 보인다.

확률과 통계학습을 위한 컴퓨터 프로그램의 개발이 수업에 도움이 될 것으로 생각하는지에 대해 '아주 도움이 될 것'이 35.4%, '조금은 도움이 될 것'이 60.4%, '별 도움이 안 될 것'이 4.2%였으며, 학생들의 자발적인 학습에 대해서는 '아주 도움이 될 것'이 20.8%, '조금은 도움이 될 것'이 68.8%, '별 도움이 안 될 것'이 9.4%로 나타났다. 프로그램 개발 시 가장 역점을 두어야 할 점으로 흥미유발(23.0%)과 쉬운 설명(16.3%)을 꼽았으며, 컴퓨터를 보조학습도구로 사용할 때 가장 유용한 측면 역시 학습자의 흥미유발(24.9%)과 학습내용의 동적인 설명(27.7%)으로 나타나 프로그램을 개발할 때 다양한 표현방법을 사용하여 쉽게 이해할 수 있도록 구현하는 것이 제일 중요함을 알 수 있다. 이러한 프로그램의 활용 시 우려되는 점은 컴퓨터의 사용환경이 충분할지에 대한 염려(30.2%)와 학습자의 자발적인 참여가 가능할지(14.6%)에 대한 것이었다.

4. 구현된 전자교재의 소개

4.1 교재의 개발방향

확률과 통계에 대한 일반적인 생각은 수학의 한 분야로서 이해하기가 어렵고 재미없는 학문이라는 부정적인 측면이 강하다. 이에 대한 이유를 이석훈 등(1999)은 ‘연역적 사고방법을 주로 사용하는 수학에 비해 사고의 방법이 귀납적이다, 용어의 이해가 어렵다, 답의 형태가 수학분야와 다르다, 순열조합의 학습단계에서 지나친 계산으로 어렵다는 선입견을 갖는다, 보통 학기말에 배우며 그 가치가 제대로 인식되지 못하고 있다’ 등으로 분석하고 있다. 장대홍(2000) 역시 수학적 관점에서 확률과 통계를 다룸에 따라 새로이 개정된 7차 교육과정에서도 문제가 있으니 ‘대표값과 산포도는 자료의 요약이라는 측면에서 같은 단계에서 다루어져야 하는데 두 개념을 따로 떼어서 서로 다른 단계에 배치했으며, 자료의 수집과 정리는 기술통계학영역으로 같이 취급하는 것이 타당하고 확률 및 확률의 계산은 교사나 학생 모두 어렵게 느끼는 학습요소이므로 현 8단계로 되어 있는 과정에서 10단계로 배치하는 것이 더 타당하다’고 지적하고 있다.

본 연구에서 구현된 교재에서는 수리적인 계산을 통한 이론적인 측면보다는 응용학문으로서의 확률과 통계의 참 의미를 깨우치기 위한 개념설명에 역점을 두고 한다.

확률과 통계교육에 있어서 컴퓨터는 계산기의 역할이나 Excel등을 이용한 자료의 처리 등에 활용될 수 있다. 권오남 등(1998)은 확률 및 통계교육의 개선방향으로 그래픽 계산기의 사용을 언급하고 있다. 그러나 단순히 수리적인 계산도구로써가 아니라 통계적 실험과 시뮬레이션을 통하여 시각적으로 개념을 인지할 수 있게 하는 보조학습도구로써 컴퓨터를 활용할 수 있으며 본 연구의 목적은 좀 더 효과적으로 확률과 통계의 여러 개념들을 쉽고도 올바르게 이해할 수 있도록 도움을 주는 전자교재의 개발에 있다. 이 교재에서는 단순히 결과만 보여주는 것이 아니라 중간 단계 별로 상황을 바꿔 가면서 실행해 볼 수 있는 동적인 학습이 가능하도록 구성되었으므로 인쇄된 교재나 교실에서의 수업이 갖는 제약을 극복하는 효율적인 학습을 유도할 수 있을 것이다.

4.2 교재의 내용

구현된 전자교재에서 다루는 내용은 7차 고등학교 수학과 교육과정의 심화선택과목인 ‘확률과 통계’의 내용체계를 따르고 있다. 심화선택과목으로서의 ‘확률과 통계’의 내용체계는 다음 <표 3>과 같이 구성되어 있다.

각각의 소영역별로 전자교재에서 다루는 좀 더 구체적인 내용을 서술하면 다음과 같다.

1) 자료의 정리와 요약

가) 자료의 정리

- ① 관찰된 자료를 도수분포표와 히스토그램으로 나타내고, 그 자료의 분포와 특성을 파악한다. 도수분포표는 자료의 개략적인 분포를 파악하는 가장 기초적인 방법임을 설명하며 도수분포표 작성절차와 이를 기본으로 히스토그램을 그리는 방법을 설명한다. 또한 작성된 도수분포표와 히스토그램을 해석할 수 있도록 한다.

<표 3> 심화선택과목인 '확률과 통계'의 내용체계

영역	내용	
자료의 정리와 요약	자료의 정리	. 도수분포표와 히스토그램 . 줄기와 잎 그림
	자료의 요약	. 대표값 . 산포도
확률	확률	. 확률의 뜻과 성질 . 확률의 계산
	조건부확률	. 조건부확률
확률변수와 확률분포	확률변수	. 이산확률변수 . 연속확률변수 . 기대값과 분산
	확률분포	. 이항분포 . 정규분포
통계적 추정	표본의 뜻	. 모집단과 분포 . 표본평균과 그 분포
	구간추정	. 모평균의 추정 . 모비율의 추정

- ② 관찰된 자료를 줄기와 잎 그림으로 나타내고, 그 자료의 분포와 특성을 파악한다. 자료 하나 하나의 정보를 간직하고 있는 줄기와 잎 그림을 그리는 방법을 설명하고 작성할 수 있게 한다. 이의 장단점을 설명하고 히스토그램과의 차이를 알 수 있도록 한다.
- ③ 신문이나 TV 방송 등에서 쉽게 접할 수 있는 여러 통계치에 대해 이해할 수 있도록, 또한 잘못 표현되어 있는 통계적 표현을 찾아낼 수 있는 눈을 가질 수 있도록 실례를 찾아 설명한다.

나) 자료의 요약

자료의 요약은 왜 필요한지 자료의 정리에서 분석자의 주관에 포함될 가능성이 있음과 비교하여 설명한다.

- ① 대표값으로서의 평균, 중앙값, 최빈값을 구한다. 자료의 대표값이란 무엇인지 설명하고 평균, 중앙값, 최빈값을 비교 설명하여 어떤 상황에서 어떤 대표값을 써야 하는지 알 수 있도록 한다.
- ② 산포도로서의 범위, 분산, 표준편차를 구한다. 산포도의 정의와 산포도를 왜 고려해야 하는지 설명하고 범위, 분산, 표준편차 등의 의미와 차이점을 이해하도록 한다.
- ③ 자료의 요약시 대표값과 산포도가 같이 제시되어야 함을 설명한다.

2) 확률

가) 확률

- ① 확률의 뜻과 성질을 알고, 실생활에서 일어나는 여러 가지 우연현상을 이해한다. 어떠한 사건이 일어날 가능성으로서의 확률의 의미를 설명하고 관심있는 대상에서 일부만 관측하고도 이를 바탕으로 전체에 대한 결론을 귀납적으로 이끌어내는데 논리적 근거를 제공하는 것이 바로 확률임을 일깨운다. 또한 수학적 확률과 통계적 확률을 비교설명함으로써 확률의 개념을 이해시킨다. 생활속에서 확률의 개념이 얼마나 폭넓게 사용되는지 예를 설명하고 이들의 정확한 의미를 이해할 수 있도록 한다.

② 순열과 조합을 이용하여 실생활과 관련된 확률 문제를 해결할 수 있도록 한다.

나) 조건부 확률

① 어떤 조건이 주어진 상황에서의 확률은 조건이 없을 때의 확률과 다름을 인지하고 이 때 고려하는 조건부 확률을 이해하고 구할 수 있도록 한다.

② 확률의 곱셈정리를 유도한다.

③ 조건부확률을 이용하여 종속사건과 독립사건을 비교설명한다.

④ 독립시행의 정리를 정의하고 이를 이용한 확률을 구한다.

3) 확률변수와 확률분포

가) 확률변수

① 시행에서 관심있는 사건을 표현하기 위한 확률변수 사용의 필요성을 설명하고 이산확률변수와 연속확률변수로 대별할 수 있음을 설명한다.

② 확률변수의 기대값은 확률변수가 취할 수 있는 모든 가능한 값들의 평균과 같음을 설명하고 이산확률변수의 기대값과 분산을 구할 수 있도록 한다.

나) 확률분포

① 비슷한 상황에서 사용할 수 있도록 확률분포를 유형화하여 고유한 확률분포이름을 부여한다. 확률분포 중 가장 널리 사용되어지는 이항분포와 정규분포를 정의하고 확률을 구할 수 있도록 한다.

② 모든 정규분포는 표준화를 통하여 표준정규분포로 변환하여 문제를 해결한다.

③ 이항분포의 정규분포로의 근사를 설명한다.

4) 통계적 추정

통계적 추정이란 ‘추출된 표본으로부터 모집단의 일반적인 특성을 찾아내는 것’임을 정의하고 통계학의 응용분야에서 폭넓게 사용되는 통계적 추정에 대해 이해하도록 한다.

가) 표본의 뜻

① 모집단과 표본을 정의하고 전수조사의 문제점과 표본조사의 필요성을 실례를 들어 설명한다.

② 표본은 관심의 대상전체인 모집단의 특성을 추정하기 위한 것임을 분명히 인식하고 표본 통계량 중 표본평균의 분포에 대해서 살펴본다.

나) 구간추정

① 구간추정의 필요성과 모집단의 분포가 정규분포일 때의 모평균의 구간추정을 다룬다.

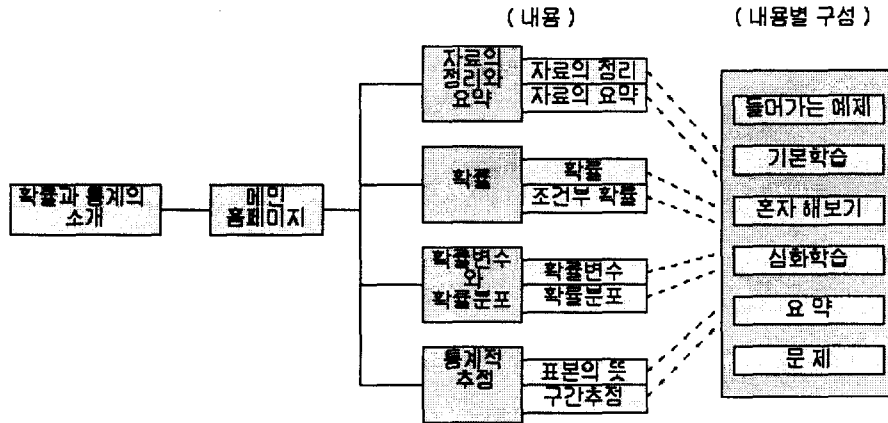
② 모평균과 함께 활용도가 높은 모비율의 구간추정에 대해서도 설명한다.

③ 여론조사결과 발표되는 ‘이 조사의 오차의 한계(표본오차)는 신뢰수준 95%에서 ±2.7%이다’ 등의 의미를 이해한다.

4.3 교재의 구성

확률과 통계의 기본적인 개념, 원리, 법칙 등을 활용하여 실생활 속에서 쉽게 관찰할 수 있는 여러 가지 자료와 정보를 처리하고 해석하는 등에 중점을 두어 강조하는 7차 ‘수학과 교육과정’의 고시내용과 현직 고등학교 수학교사들의 의견을 조사한 설문조사분석결과를 참조하여 좀 더 이해하기 쉬우며, 흥미를 가지고 자발적으로 학습에 임할 수 있는 전자교재를 개발하는 것이 주 연구 목적이다. 이러한 목적을 달성하기 위해서는 다양한 형태의 동적이고 보기 좋은 화면, 적절한 사

운드 등의 멀티미디어 환경, 쉬운 설명, 실생활에서 접할 수 있는 적절한 자료의 제공 등이 필수적이다. 이에 대해서는 앞으로도 지속적인 수정·보완이 필요하다. 본 연구결과 구현된 전자교재는 메인 홈페이지를 비롯하여 144개의 화면으로 구성되어 있으며 전체적인 내용과 내용별 구성은 <그림 1>과 같다. 웹사이트의 주소는 <http://e-info.woosuk.ac.kr/pns>이다.



<그림 1> 전자교재의 전체적인 구성도

1) 주요화면과 전개형식

가) 실생활에서의 ‘확률과 통계’ 소개하기

교재 처음화면에서는 생활속에서 흔히 접할 수 있는 통계적 표현들의 예를 보여주고 생각하게 함으로써 확률과 통계가 실생활과 얼마나 밀접하고 어떤 의미를 갖는지 또, 정확한 의미해석이 얼마나 중요한지를 생각해 볼 수 있게 한다. 또한, ‘통계학이란 무엇일까?’, ‘수학과 통계학의 차이점은 무엇일까?’ 등을 생각해볼 수 있도록 한다(<그림 2>). 그 후에 메인 홈페이지(<그림 3>)로 연결해서 교재에서 학습하게 될 내용을 보여준다.

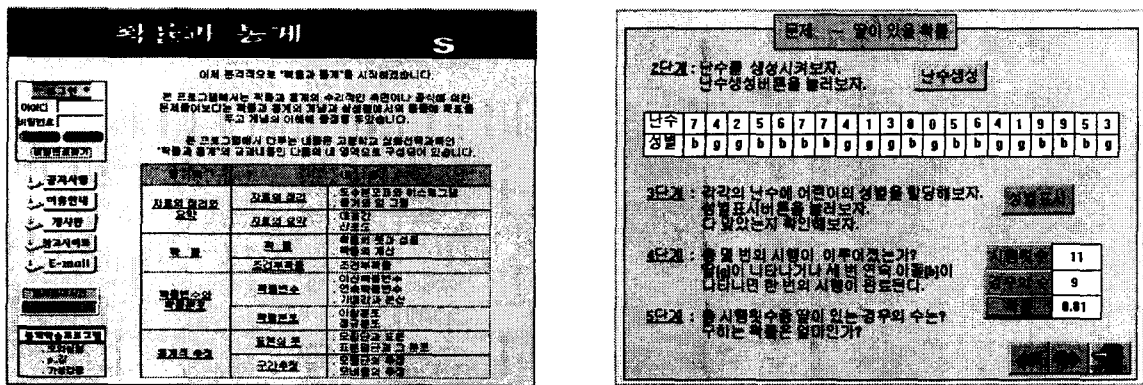
종류	평균	분산	표준편차	최대값	최소값
계수	96	24	32	8	160
비율	0.80	0.15	0.20	0.05	1.00
단	9.5	2.4	3.2	0.8	-

<그림 2> 확률과 통계를 소개하는 화면

나) 메인 홈페이지

메인 홈페이지에서는 교재에 대한 간단한 소개와 교재에서 학습하게 될 내용을 보여주고 각 주제로

직접 하이퍼링크가 가능하도록 하였다. 게시판, e-mail, 질문과 답변 등을 통해 학습자와의 상호작용이 가능하도록 하였으며 확률·통계와 관련된 분야를 학습할 수 있는 유용한 사이트를 링크시킨 참고사이트를 지원한다. 통계용어사전에서는 현 프로그램에서 다루는 통계용어들을 정리했으며 관련된 용어들끼리 하나의 화면에 표시하여 단순한 용어의 뜻보다는 어느 부분에서 사용되어지는 용어인지 알 수 있도록 하였다. 통계이야기에서는 통계학의 역사, 실생활에서 쉽게 접할 수 있는 통계이야기, 잘못 적용되고 있는 통계에 관한 이야기 등을 소개하여 좀 더 친근하게 통계에 접근할 수 있도록 하였다. 통계학습 프로그램에서는 본 연구자가 개발한 ‘모의실험을 통한 기초통계학습 프로그램’, ‘p-값을 이해하기 위한 멀티미디어 프로그램’과 ‘가설검증의 이해’라는 프로그램을 연결시켰다. 모의실험은 수리적인 연산이나 이론적인 가정이 없어도 컴퓨터에 의한 반복실험으로 통계학의 기초적인 개념들을 학습할 수 있도록 해 주는 프로그램으로 고등학생 수준에서도 충분히 이해할 수 있는 내용으로 구성되어 있다. 통계적 가설검증 및 p-값은 자료의 분석을 통하여 주장이나 예측을 하고자 하는 학문분야에서 반드시 필요한 개념으로 고등학교 확률과 통계과정에서는 다루지 않지만 현대 통계학의 응용분야에서 하나의 큰 축을 이루고 있는 부분이다. 이들 프로그램에 대해서는 최숙희(1997, 1999, 2000)를 참고할 수 있으며 저작도구인 ToolBook II Instructor로 제작되었다.

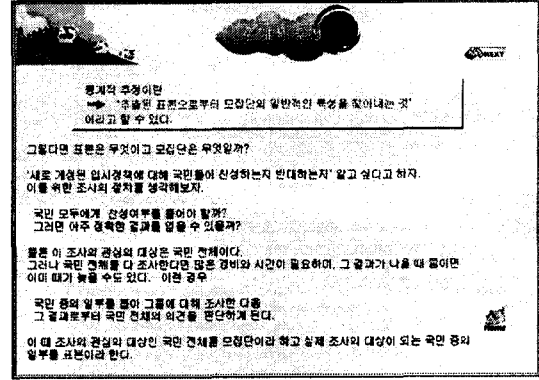
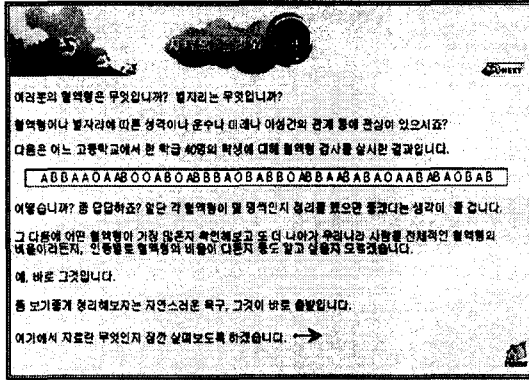


<그림 3> 메인 홈페이지와 모의실험

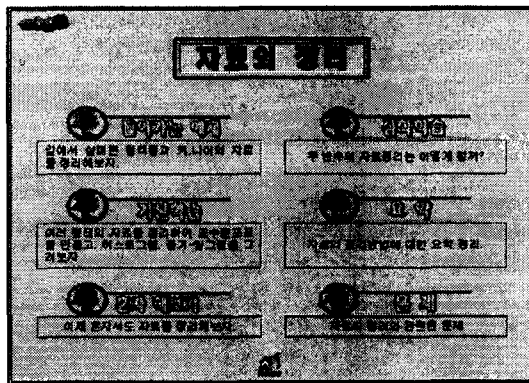
다) 각 영역별 화면

본격적인 학습에 들어가기 전에 각 영역별 - 자료의 정리와 요약, 확률, 확률변수와 확률분포, 통계적 추정 - 로 실생활에서의 간단한 예제 또는 상황설명을 통해 학습하게 될 주제에 대한 길 안내를 한다(<그림 4>).

각 영역별 세부내용 - 8개의 소영역, 즉, 자료의 정리, 자료의 요약, 확률, 조건부확률, 확률변수, 확률분포, 표본의 뜻, 구간추정 - 에 대해 <그림 5>와 같이 메인메뉴를 통해 학습할 내용을 전체적으로 보여준다. 또한, 모든 화면에서 현재의 각 소영역별 메인메뉴로의 하이퍼링크가 가능하다. 이러한 구성은 모든 영역별 세부내용에 대해 동일하게 설계되었다.



<그림 4> 영역별 시작화면



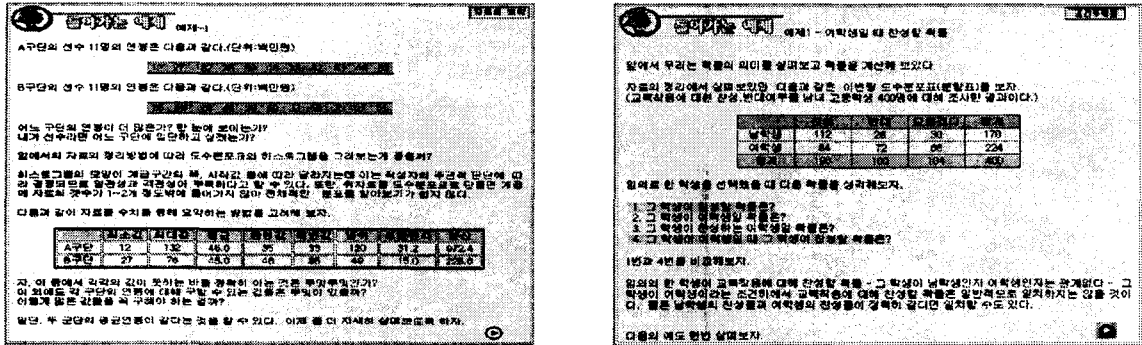
이미지	하이퍼링크
	각 영역의 처음화면으로
	예제의 처음화면으로
	기본학습의 처음화면으로
	혼자 해보기의 처음화면으로
	심화학습의 처음화면으로
	요약화면으로
	문제의 처음화면으로
	전자교재의 메인홈페이지로

<그림 5> 소영역별 메인화면

각 영역별 내용구성은 다음과 같다.

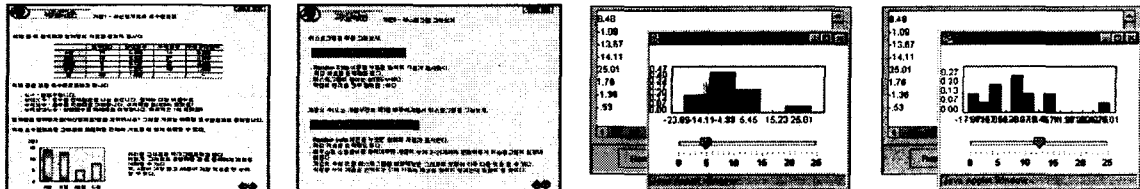
가. 들어가는 예제 : 각 영역별로 내용을 설명하기 전에 예제를 먼저 생각해 봄으로써 즉, 문제 제기를 먼저 함으로써 해당 주제를 학습해야 할 필요성과 앞으로 해야 할 내용에 대한 전체적인 방향을 설정할 수 있도록 한다. <그림 6>의 예제들을 보면 <그림 4>의 각 영역별 시작화면에서 제기된 상황들의 연속 또는 실생활에서 일어날 수 있는 상황하에서 어떻게 할 수 있는지를 생각해 보도록 한다. '자료의 정리'에서는 혈액형, 키, 나이 등의 자료를 정리하는 방법을 생각해 보고 '자료의 요약'에서는 A, B 두 구단 선수들의 연봉을 비교하여 내가 실력이 뛰어난 선수라면 어느 구단을 선택하는 것이 유리한지를 생각해 본다. '확률'은 일상생활에서 흔히 쓰이는 확률이라는 말의 의미가 상황에 따라 조금씩 다르며 확률을 수치화하는 일이 쉬울 수도, 어려울 수도 있음을 깨닫게 하며, '조건부확률'은 어떤 조건이 주어진 상황에서의 확률은 조건이 없을 때의 확률과는 다름을 보여줄 수 있는 예제에서 출발하고 있다. '확률변수'에서는 시행의 근원사건들에 숫자를 대응시키는 과정을 도입하고, '확률분포'에서는 몇 가지 상황들에서 공통점을 찾아 유형화된 확률분포를 규정할 수 있음을 보여준다. '표본의 뜻'에서는 영역별 시작화면에서 살펴보았던 모집단과 표본의 관계를 기본으로 추출된 표본에서의 여러 가지 통계량을 구해 원래 관심의 대상이었던 모집단

에 대한 추론을 하고자 하며, '구간추정'에서는 표본의 뜻에서 추측한 모평균을 구간으로 표현해 보는 어떨까? 하는 물음으로 들어가는 예제를 시작한다.



<그림 6> 소영역별 들어가는 예제화면

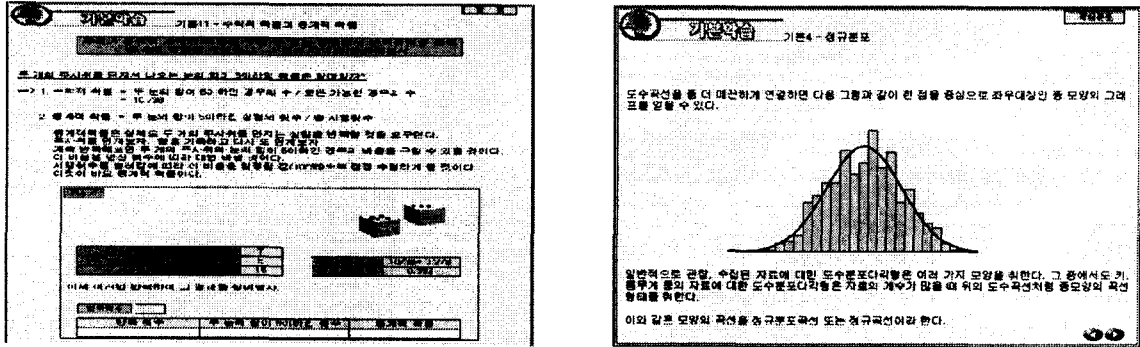
나. 기본학습 : 소 영역별로 주 내용을 학습하는 곳으로, 들어가는 예제에서 도입했던 상황을 중심으로 내용을 전개한다. 주제에 대한 개념을 이해하고 실제문제에서 활용할 수 있도록 설명한다. <그림 7>은 '자료의 정리'의 기본학습화면 중의 하나로 이산형자료의 도수분포표와 막대그래프에 대한 설명이며, 연속형자료에서는 막대그래프 대신 히스토그램을 그리게 되고 실제 자료를 입력하거나 임의의 수를 발생시켜 히스토그램을 직접 그려볼 수 있도록 한다. 또한 계급의 구간(구간의 수)을 변경시켜가면서 히스토그램을 다시 그려봄으로써 같은 자료를 이용하여 그린 그래프가 분석자의 주관에 따라 모양이 아주 달라질 수 있음을 보여준다.



<그림 7> 기본학습 - 막대그래프 및 히스토그램 그리기

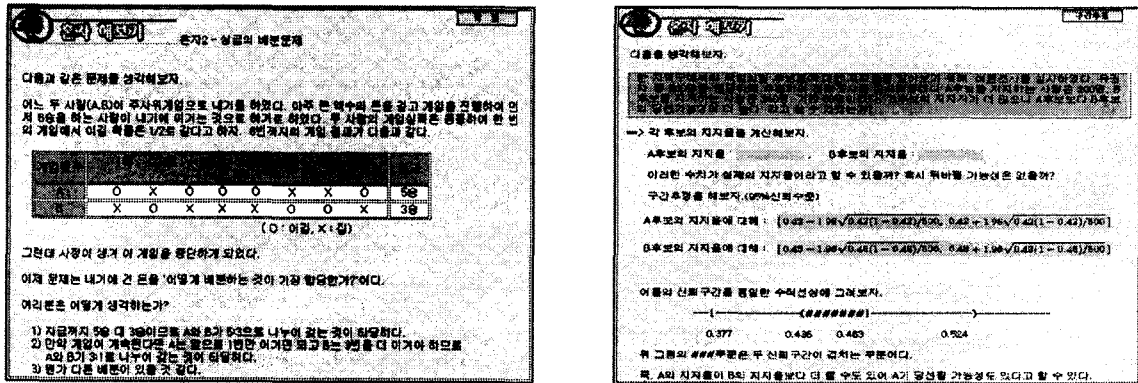
<그림 8> 또한 기본학습의 화면들이다. 수학적 확률과 통계적 확률을 비교설명하기 위해 주사위 두 개를 던져보고, 조건부확률의 들어가는 예제에서 생각해왔던 상황의 확률을 직접 계산해서 조건부확률의 의미를 살펴본다. 또한, 구간의 수가 많은 히스토그램의 꼭지점을 연결한 도수다각형을 매끄럽게 연결함으로써 얻어지는 좌우대칭의 종 모양의 정규곡선으로부터 정규분포를 생각할 수 있으며 평균과 분산을 변화시켜가면서 정규분포의 모양이 변하는 모습을 볼 수 있다. 통계적 확률을 설명하기 위해서는 상대도수의 극한개념이 필요하고 이는 동전을 던진다는 주사위를 던진다는 하는 통계적 실험의 반복적 실행을 요구한다. 현실적으로는 시간과 단순한 반복성이라는 제약으로 시행횟수가 제한되므로 극한값을 찾기가 쉽지 않다. 그러나 컴퓨터 상에서의 모의실험은 필요한 반복작업을 빠르고 손쉽게 할 수 있게 해주며 그림으로써 학습자는 극한의 개념을 알 수 있고 나아가 통계적 확률에 대한 이해를 할 수 있을 것이다. '던지기' 버튼을 누르면 두 개의 주사위가 던져지며 그 때의 두 눈의 합, 그 때까지 주사위를 던진 총 횟수, 그 때까지 두 눈의

합이 5이하인 횟수 등이 표시되며 그에 따라 상대도수(통계적 확률)가 계산되어진다. 단지는 횟수가 늘어감에 따라 상대도수가 어떻게 변하는지 알 수 있으며 수학적 확률과의 관계가 어떻게 변하는지 알 수 있도록 한다.



<그림 8> 기본학습의 화면

다. 혼자 해 보기 : 기본학습에서 학습한 내용을 다른 자료를 이용하여 학습자 스스로 해 보도록 한다. 중간 단계마다 빈 공간을 마우스로 드래그하면 답이 보인다. <그림 9>는 게임이 진행도중 중단되었을 때 그 때까지의 성적으로 어떻게 상금을 배분하는 것이 가장 타당한지를 생각해 보고, 여론조사에서의 두 후보의 지지율에 대해 오차의 한계내에서 차이가 있을 때에는 실제 선거에서 순위가 뒤바뀔 수도 있음을 살펴보는 내용이다.



<그림 9> 혼자 해보기의 화면

라. 심화학습 : 기본학습에서의 내용을 바탕으로 좀 더 심화된 내용을 학습할 수 있도록 하고 연관된 문제를 생각해봄으로써 학습자가 성취감을 느낄 수 있도록 한다. 다음은 두 자료의 산포도를 비교할 때 두 자료의 평균차이가 클 때에는 표준편차보다는 변동계수를 구하여 비교하는 것이 더 타당함을 학습하는 내용이다. 또 최소값, 최대값, 제1사분위수, 중앙값, 제3사분위수 등의 5가지 통계량을 사용하여 상자-수염그림을 그려봄으로써 자료의 분포를 파악하고 서로 다른 자료의 분포비교도 쉽게 할 수 있음을 보여주며 실제 자료를 입력하여 상자-수염그림을 그려볼 수 있도록 하였다.

하는 학문이 아니라 실생활과 밀접한 관계가 있으며 연역적 추론보다는 귀납적 추론을 방법론으로 하는 학문임을 일깨우고자 하였다. 이 교재를 통하여 학생들로 하여금 확률과 통계영역에 대한 흥미와 관심을 유발시키고 학습효과를 높여 7차 교육과정의 추구하고자 하는 정보화시대의 자료처리능력과 통계적 추론 능력을 키울 수 있도록 도움이 되기를 바란다.

매 학습주제마다 들어가는 예제, 기본학습, 심화학습, 혼자 해보기, 요약, 문제화면을 설정하였고 하이퍼링크에 의해 교재 전체의 원하는 곳으로의 이동이 자유롭도록 하였다. 직접적인 자료입력과 그에 따른 그래프 등을 자바애플릿으로 구현하여 직접 결과를 확인함으로써 직관적인 이해가 가능할 것이다. 또한 수많은 자료에서 의미있는 정보를 추출하고 불확실한 현상에 대한 과학적인 판단을 내리는데 유용한 학문인 확률과 통계의 특성상 데이터를 이용한 실제적인 학습이 중요한데 현실에서는 시간과 공간의 제약으로 인해 실제적인 학습이 어려울 수 있으나 컴퓨터 상에서 모의 실험을 통해 그 결과를 바로 확인해 볼 수 있도록 하였다.

좀 더 효과적인 학습을 위해 학습자와 교재간의 상호작용적 요소를 더욱 강화하고 데이터베이스와의 연동으로 학습자의 학습이력을 저장·분석하여 적절한 피드백을 제공하는 것이 필요하다고 본다. 이 부분에 대한 추가작업과 학습자의 자발적인 관심과 성취감을 이끌어낼 수 있도록 좀 더 동적으로 구성하고 내용면에서도 지속적인 수정·보완이 필요할 것이다.

참고문헌

- [1] 교육부 (1997). 수학과 교육과정.
<http://www.moe.go.kr>.
<http://mathtown.pe.kr/fk/fk00.htm>.
<http://home.ewha.ac.kr/~mkkim/edu/7-1.htm>.
- [2] 권오남·김래영·박지현(1998). 그래픽 계산기를 이용한 확률·통계 교육의 개선방안. 「순수 및 응용수학」, 제7권, 389-407.
- [3] 김원경·강행고 (1995). 중학교 확률·통계 단원의 내용오류 및 개정방향에 근거한 교육과정의 개정내용, 「수학교육」, 제34권, 221-228.
- [4] 이석훈·김웅환(1999). 통계와 확률 지도론. 경문사.
- [5] 장대홍 (2000). A Study on Probability and Statistics Education in Middle School's Mathematics Textbooks in Korea, 「한국통계학회논문집」, 제7권 1호, 337-335.
- [6] 최숙희 (1997). p-값을 이해하기 위한 멀티미디어 프로그램의 개발, 「한국통계학회논문집」, 제4권 3호, 807-816.
- [7] 최숙희 (1999). A Program for Statistical Education through Simulation, 「한국통계학회논문집」, 제6권 1호, 251-259.
- [8] 최숙희 (2000). 통계적 가설검증의 이해를 위한 학습프로그램의 개발, 「컴퓨터교육학회논문지」, 제3권 2호, 107-114.