

통계적 추론 학습을 위한 시뮬레이션 중심

웹 코스웨어의 설계와 구현

최은선 · 최진석

한양대학교 교육대학원 컴퓨터교육학과
hantwin99@hanmail.net

Design and implementation of Web Course_ware based on Simulation for statistical Inference Study

Eunseon Choi · jinseok Choi

Dept. of Computer Education, Hanyang University of Education

요 약

고등학교 수학과 교육과정에서의 '확률과 통계' 단원은 실제로 자료의 수집과 요약을 통하여 자료 분석방법을 배우고 사회와 자연현상을 인식하고 추론하는 능력을 기르는데 목표를 두고 있다. 추상적인 수학내용을 직접 시도하거나 학생들이 실제적인 자료를 수집하고 직접 자료를 해석하고 추론해 보는 경험과정은 수학실험과 시뮬레이션이라는 컴퓨터 학습을 통해 가능하고 개념학습의 전 단계에서 보다 구성적이고 탐구적인 활동을 강화할 수 있다. 본 논문에서는 '확률과 통계'의 교수-학습과정에서 수학적 시뮬레이션을 활용한 웹 기반 학습모형을 제시하여 학습자들에게 수학적 내용과 관련된 구체적 매체를 조작하는 컴퓨터 실험 활동을 통하여 수학에서의 원리발견과 통계적 추론을 경험하고 유도할 수 있는 탐구적 학습 환경을 조성해 보고자 한다.

1. 연구의 필요성 및 목적

앞으로의 지식정보화 사회에서는 정보의 선택과 해석, 추론을 통한 정보의 활용능력이 중시되고 있다. 정보기술의 발전과 함께 넘쳐나는 정보를 조직화하거나 통계적 방법에 의해 불확실한 사건 또는 현상을 분석하여 적절하게 예측하고 새로운 정보를 창출하는 작업이 중요한 분야가 되어 가고 있는 것이다.

현대 정보사회에서는 일상생활과 정치, 경제, 사업 등 각 분야에서 일어나는 각종 불확실한 현상에 대한 합리적인 판단도구로서 통계적 방법이 놀라울 정도로 광범위하게 사용되고 있어 통계적 소양이 현대 사회생활을 영위하는데 필수적으로 요구되고 있으며 사회과학, 자연과학, 의학, 농학, 공학 등의 학문연구와 기술개발에서도 통계적 방법은 매우 널리 이용되고 있다고 하였다. 또한 오늘날 통계교육에 대한 관심의 증대는 이러한 사회적 요구와 과학기술분야의 필요성에 기인한 것이라고 말하고 있다.[5]

고등학교 수학과 교육과정의 경우 '확률과 통계' 단원은 실제로 자료의 수집과 요약을 통하여 자료 분석방법을 배우고 사회와 자연현상을 인식하고 추론하는 능력을 기르는데 목표를 두고 있어 학습에 대한 필요성이 더욱 제기되고 있다. 추상적인 수학내용을 직접 시도하거나 학생들이 실제적인 자료를 수집하고 직접 자료를 해석하고 추론해 보는 경험과정이 특히 요구되는 단원이다.

활용 가능한 통계교육용 소프트웨어로는 SPSS, Excel, Minitab, Fahtom이 있다. 그러나 이러한 소프트웨어는 자료의 양적 처리에는 효율적이나 지식구성과정이 중시되는 개념학습을 위한 중등과정의 교육적 활용 측면에서

는 부적절한 측면이 있다. 아울러 프로그램 설치와 수업 단위에 알맞은 학습자료 제작, 복잡한 사용법 숙지에 대한 부담으로 일반교사들이 쉽게 접근하여 수업에 활용하기에는 어려움이 있다.

결국 지필환경에서는 구현이 어려운 수학실험과 시뮬레이션이 인터넷을 통해 보다 쉽게 접근할 수 있고, 수학교육의 본질인 탐구와 추론을 통한 고차원적인 수학적 사고력을 이끌어 내며, 상호작용성이 풍부하여 손쉽게 수학적 실험이 가능하도록 짜여진 웹 기반 교수-학습 콘텐츠의 개발이 필요하게 되었다.

본 논문에서는 수학적 시뮬레이션을 활용한 웹 기반 학습모형을 제시하여 학습자들에게 수학적 내용과 관련된 구체적 매체를 조작하는 활동을 통하여 수학적 개념을 가시화하기도 하고, 수학적 원리나 법칙을 실현해 보기도 하면서 수학에서의 발견과 추론을 경험하고 시도할 수 있는 탐구적 학습 환경을 조성해 보고자 한다. '확률과 통계'의 교수-학습과정에서 사용할 수 있는 시뮬레이션 중심 웹 코스웨어를 개발하여 고등학교 확률 통계 학습에 활용할 수 있도록 하는데 목적을 두고 있다.

2. 이론적 배경

2-1. 확률과 통계의 교육과정

수학의 선택교과인 '확률과 통계'의 교육과정을 살펴보면 10단계 수학의 도달여부에 관계없이 학생들이 실생활에 필요한 확률과 통계를 학습하기 위하여 선택할 수 있는 과목으로서, 정보화 시대에 필요한 자료처리능력과 통계적 추론 능력을 신장시키고, 여러 가지 확률통계적

사회현상 및 자연현상을 이해하고 해석하는 능력과 태도를 기르게 한다. 수학의 실용적 측면을 강조하여 자료의 정리와 요약, 확률, 확률변수와 확률분포, 통계적 추정 등의 네 개 영역으로 하고 수학의 실용성을 인식할 수 있는 다양한 생활문제를 소재로 삼고, 쉽고 흥미롭게 학습할 수 있도록 구성한다. 학생 스스로의 실험과 조작활동을 통하여 실생활에 필요한 확률과 통계학습을 경험하기에 적합하도록 학습도구로서 계산기와 컴퓨터의 적극적 활용을 권장한다.(교육부 1997)

즉 교육과정에 제시된 '확률과 통계'교과의 전반적 목표로는 확률과 통계의 기본적인 개념, 원리 법칙을 이해하고 이를 활용하여 실생활의 문제를 수학적으로 사고하고 합리적으로 해결하는 능력의 배양, 정보화 시대에 필요한 자료 처리능력, 통계적 추론 능력의 신장에 두고 있다.

이러한 목표를 달성하기 위해 다음과 같은 몇 가지 교수학습방법이 제시되었다.

- 1) 생활주변 현상이나 구체적인 사실을 학습소재로 하여 수학의 기초적인 개념, 원리, 법칙을 지도하고, 실생활과 관련된 문제를 해결하는 능력을 길러주도록 한다.
- 2) 구체적 조작활동과 사고과정을 중시하고, 원리나 법칙을 학생스스로 발견하고 해결하는 기회를 제공하여 학생으로 하여금 발견의 즐거움을 맛볼 수 있도록 한다.
- 3) 학생들의 경험과 욕구를 바탕으로 하여, 수학의 기초적인 개념과 원리를 간단하고 구체적인 것에서 추상적인 것의 순서로 학습함으로써 스스로 발견하고 창의적으로 문제를 해결할 수 있게 한다.
- 4) 학습자중심의 관찰, 조사, 수집, 탐구활동을 강조함으로써, 확률과 통계에 대한 흥미와 관심을 지속적으로 가지게 하고 확률과 통계의 가치와 실용성을 인식하게 한다.
- 5) 수학의 실용성, 타 분야와의 관련성, 가치성 등에 대한 올바른 인식을 가지도록 하여 수학을 대하는 바람직한 태도를 지닐 수 있도록 한다.
- 6) 교수-학습 과정에서 복잡한 계산, 수학적 개념, 원리, 법칙의 이해, 문제해결력 향상 등을 위하여 가능하면, 계산기나 컴퓨터, 교육기자재를 적극 활용하도록 한다.

2-2. 학습 코스웨어의 개발방향

최근에 진행되고 있는 지식정보화사회로의 전환은 무엇을 어떻게 학습해야 하는지에 대한 학습방식의 변화를 가져왔고, 이는 학습콘텐츠를 어떻게 개발해야 할 것인가에 대한 중요한 시사점을 제공하고 있다. 학습 환경의 변화에 따른 콘텐츠 개발 방향의 몇 가지를 살펴보면 다음과 같다.(교육정보화 백서 2003)

- 1) 교육중심에서 학습중심으로의 변화이다. 이는 지식전달을 강조하는 전통적인 교육중심에서 자신의 경험과 새로운 지식을 통합하고 이에 대한 의미를 깊이 인식하는 학습중심으로 변화를 의미한다. 학습중심은 학습자의 적극적인 참여와 탐구를 기반으로 하며, 필요로 하는 지식을 적극적으로 탐색하여 자신의 지식으로 체득하는 과정을 통해 전문가로 성장하는 것을 목표로 한다.
- 2) 개념중심에서 실천중심으로의 변화다.

많은 콘텐츠들은 교과서 개념을 요약 정리하는 내용으로 채워져 있다

콘텐츠는 학습자가 학습한 것을 실천해 볼 수 있는 기회를 제공하고 이러한 학습활동을 적극적으로 촉진하도록 개발되어야 한다.

- 3) 학습자 모니터링에서 학습자에 대한 조언으로의 변화
대부분의 e-러닝 콘텐츠는 학습자가 온라인에서 얼마동안 머물렀으며, 얼마나 많은 학습활동에 참여했는지를 모니터링하고 이를 평가하는데 관심을 가지고 있다. 그러나 학습자 활동에 대한 모니터링에서 나아가 학습활동에 대한 체계적인 분석을 통해 학습자의 상태와 수준에 따른 조언과 안내를 제공하는 적응적 학습이 이루어져야 한다.

2-3. 시뮬레이션의 특징

학습 코스웨어의 유형은 크게 튜토리얼, 하이퍼미디어, 연습형, 시뮬레이션, 교육용게임 등으로 나누어 볼 수 있다. 그 중 시뮬레이션은 실제의 학습 환경을 모의적으로 구성하여 학습경험을 제공하는 콘텐츠유형이다. 시뮬레이션은 다른 유형의 프로그램보다 흥미롭고 학습동기와 탐구력을 촉진하는 장점을 갖는다.

컴퓨터에서의 시뮬레이션은 시각적, 공간적 등의 이유로 쉽게 지도할 수 없는 과정, 절차, 그리고 현상에 대해 실제와 유사한 상황을 제시함으로써 학생들로 하여금 직접적인 참여자로서의 역할을 수행하도록 상호작용하며 학습을 유도한다.

본 연구에서 활용하고자하는 시뮬레이션을 통한 학습 프로그램 유형은 무엇보다 고등학교 고학년의 인지수준에 적합한 유형이며 학습자들이 수동적인 관찰이 아니라 상황에 적극적으로 참여함으로써 보다 관련성을 갖게 하고 내재동기를 잘 유발 할 수 있다.

시각적으로 보이기 어려운 수학적 개념이나 원리를 수학적 모의실험을 통해 고차원의 사고과정을 경험할 수 있도록 설계한다.

2-4. 관련 연구

박선희[8]의 연구에서는 구체물 조작을 통한 모의실험을 적용할 수 있는 컴퓨터 시뮬레이션의 사례를 확률과 통계에서 4가지 개념 즉, 기대 값, 통계적 확률과 수학적 확률의 관계, 히스토그램과 확률 밀도함수, 중심극한정리에 대해 GW-basic 언어를 사용하여 프로그램을 구현하였다.

이민영[9]의 연구에서는 visual Basic 언어를 이용하여 자료의 대표 값 구하기, 사면체 주사위실험, 중심극한정리에 대해 학습자들이 직접 실험횟수를 조작하여 달라지는 결과를 보고 추론할 수 있도록 모의실험과정을 구현하였다.

그러나 박선희[8]와 이민영[9]의 연구에서는 통계학습을 위한 개념지도에 활용 가능한 초기 단계의 시뮬레이션 프로그램으로서 비교적 화면구성이 단순하며 상호작용에 제한적인 측면이 있고, 그래프가 히스토그램으로 한정되어 있어 정규분포 곡선으로의 학습의 전이가 이루어지지 않았다. 또한 프로그램을 별도로 설치해야 활용이 가능한 형태이다.

조성윤[7]의 연구에서는 실험이 가능한 통계교육용 소프트웨어인 Fathom을 이용하여 학습 자료를 개발하고 고등학생을 대상으로 한 실험집단과 비교집단의 학업성취도와 반응에 대한 효과분석이 있었다. 성취도를 비교한 결과, 전체적인 학업성취도에는 차이가 없었지만 자료의 처리 및 해석과 관련된 문제에는 유의미한 차이가 있었다. 주목할 점은 학생들의 반응조사에서 Fathom이 자료를 분석하는데 유용한 도구라는 것에는 긍정적이나 사용법이 복잡하고 명령어가 영어라서 어렵다고(70.6%) 응답하였다.

따라서 프로그램의 조작의 어려움으로 학습내용에 집중하기 어려운 문제점이 파악되었다. 조성윤은 수업에의 집중도를 높이고 효과적인 활용을 위해서는 Fathom의 한글화가 필요하다고 주장하였다.

본 연구에서 구현되는 코스웨어는 웹 제작 도구인 플래시 스크립트를 이용하여 제작하였으며 별도의 프로그램 설치 없이 인터넷을 통해 쉽게 접근할 수 있는 웹 코스웨어이다. 실제 수업 단위에 알맞게 시뮬레이션에 기반한 학습 자료가 제작되어 있으며 학습 과정 중심의 풍부한 상호작용 설계로 학습자의 직접적인 학습활동을 유도할 수 있도록 구성하였다. 몬테카를로 실험방법을 도입한 확률계산과 함수식에 근거한 정규분포 곡선을 구현하였고, 정규분포를 이루는 모집단에서 컴퓨터 난수를 이용하여 직접 표본추출을 시행하여 표본평균의 분포에 대해 보다 구체적인 방법으로 시뮬레이션 할 수 있도록 하였다.

3. 웹 코스웨어의 설계

본 연구의 목적을 달성하기 위하여 다음과 같이 웹 코스웨어 개발의 기본 방향을 설정 하였다.

첫째, 고등학교 '확률과 통계'의 교육과정에서 컴퓨터의 활용이 필요한 주요한 개념을 중심으로 실 수업에 적용할 수 있는 웹 기반 컴퓨터 시뮬레이션 학습 자료를 제작한다.

둘째, 학습자의 동기유발과 다양한 학습기회 제공을 위해 학습자와의 풍부한 상호작용을 설계하고 추상적 개념에 대한 구체적인 시각화를 유도하여 학습에 대한 이해를 돕는다.

셋째, 학습목표와 학습해야할 학습내용에 대한 안내를 제공 받을 수 있도록 하고 도움말 기능을 추가하여 학습의 순조로운 진행을 돕고, 시뮬레이션 범위에 대한 피드백을 제공하여 학습자가 실험에 쉽게 참여 할 수 있도록 한다.

넷째, 학습 주제별로 학습을 마친 뒤 수준별 형성평가를 두어 학습에 대한 피드백을 제공 받을 수 있도록 한다.

3-1. 소프트웨어 환경

본 학습자료를 제작하는데 필요한 소프트웨어 구현환경은 다음과 같다.

구분	사양
운영체제	한글 Windows 98 이상
웹페이지 제작도구	HTML, Flash MX 7.2

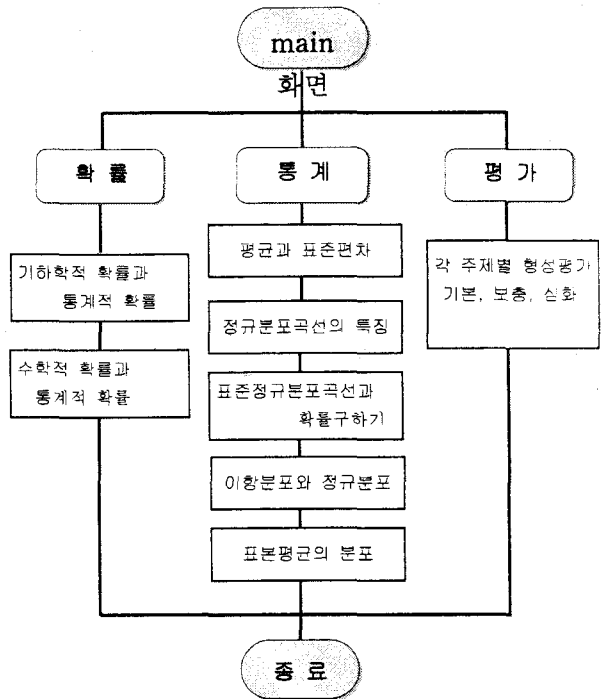
이미지제작도구	Photoshop 7.0
웹브라우저	Internet Explorer 5.0이상

<표1>

3-2. 웹 코스웨어의 기본 흐름도

전체 프로그램의 기본 흐름도를 살펴보면 다음과 같다.

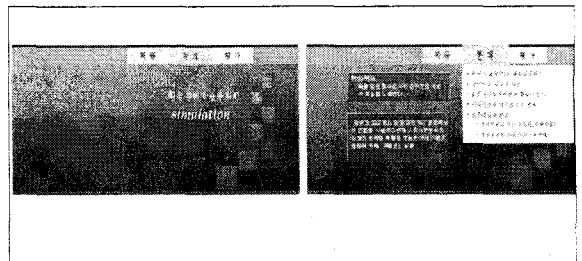
<그림1>



4. 구현 결과

4-1. main 화면

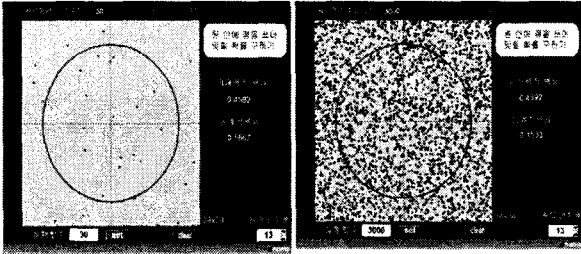
<그림2>



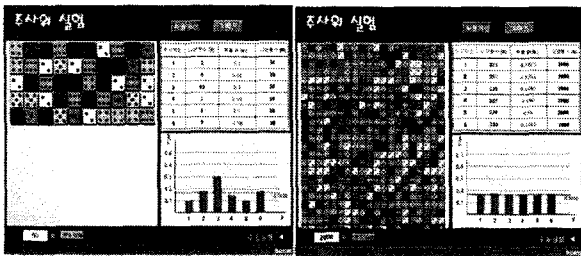
확률, 통계, 평가의 세 가지 영역으로 구성되었다. 확률과 통계를 드래그하면 소주제와 그에 따른 학습목표, 프로그램의 간단한 소개를 볼 수 있다.

4-2. 기하학적 확률, 통계적 확률과 수학적확률

확률단원에서 학생들이 특히 어렵게 인식하는 개념 중 하나인 수학적 확률, 기하학적 확률, 통계적 확률에 대한 정의와 차이점을 직접적인 조작과 시행을 통해 명료하게 이해 할 수 있도록 한 시뮬레이션이다 <그림3>



<그림4>

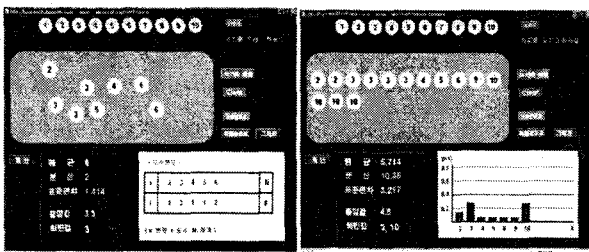


1) 실행횟수를 입력하여 set버튼을 클릭 한다.
프로그램은 컴퓨터 난수를 이용하여 입력횟수 만큼 사각형 안에 무작위로 점을 생성하여 쏘게 된다.<그림3> 실행결과인 사각형안의 점의 수와 원 안의 점의 수가 화면에 제시되고 경험적(통계적)확률이 계산되어 출력된다. 실험을 통하여 실행 횟수를 충분히 크게 하면 기하학적 확률과 통계적 확률이 근사하게 같아짐을 알 수 있다.

2) 주사위가 실행횟수만큼 연속 시행된다<그림4> 통계적 확률 계산을 표와 그래프로 확인할 수 있고 50회의 시행에서는 수학적 확률과 통계적 확률이 상이한 결과가 나오음을 관찰할 수 있으나 실행횟수를 충분히 크게 (2000회 이상)하면 두 확률 값이 근사하게 같아짐을 제시된 표와 그래프를 통하여 확인할 수 있다.
위의 실험을 통해 확률에서의 '큰수의 법칙'을 검증해 보이고, 학생들은 수학적 확률과 기하학적 확률, 통계적 확률은 구하는 방법상의 차이가 있지만 결국 같은 개념이라는 것을 실험과정에서 결론을 도출해 낼 수 있다.

4-3. 평균과 표준편차

<그림5>



1) 하얀색 1~10까지의 자료 값을 선택하여 하늘색 판위로 드래그 한다. 중복하여 가져올 수 있다.

드래그된 자료들을 크기순으로 정렬할 수 있고, 계산버튼을 클릭하면 평균과 표준편차, 각 대표값이 계산된다.

2) 도수분포버튼을 누르면 자료값에 대한 도수분포표가 확률분포버튼과 그래프를 클릭하면 확률분포 표와 확률분포의 히스토그램이 보여진다.

자료값을 계속 추가하면서 분포도를 확인 할 수 있다

이 프로그램은 단순히 계산결과를 빠르게 보여 주기 위한 목적이 아니다. 자료 값의 분포에 따른 평균과 표준편차, 각 대표 값의 의미에 대해 자료 값을 다양하게 배열해보면서 추측하여 본다.

자료 값의 분포에 따른 표와 그래프 분석을 통해 학생들이 스스로 다양한 수학적 추론과 발견을 경험할 수 있도록 하는데 활용될 수 있다.

4-4. 정규분포곡선의 특징

자연과학 현상은 물론 사회과학 현상을 분석할 때 가장 빈번하게 활용되는 확률분포는 정규분포이다.

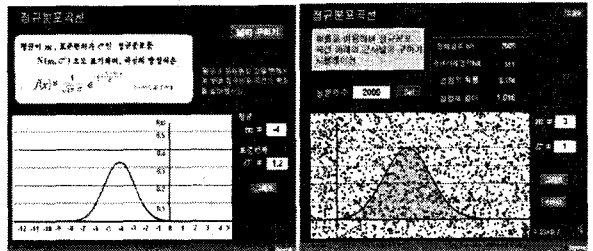
실험이나 관찰을 통하여 수집된 자료집단의 확률분포는 대부분 정규분포를 따르기 때문이다. 그러므로 정규분포에 대하여 명확히 이해하는 것은 매우 중요하다.

확률밀도함수인 정규분포곡선의 특징은 다음과 같다. 첫째, 모든 정규분포는 종 모양을 나타내고 평균을 중심으로 좌우 대칭이다.

둘째, 정규분포의 위치는 평균에 의하여 결정되고 곡선의 모양은 표준편차의 크기에 따라 달라진다. 표준편차가 작을수록 곡선의 산 모양이 높아지며 곡선의 폭이 좁아진다.

셋째, 정규분포곡선아래의 면적은 1이 된다.

<그림6>



1) 평균 m 과 표준편차 σ 값을 입력하면 해당된 함수 값에 근거한 정규분포곡선의 모양이 화면에 나타난다. 평균과 표준편차 값의 변화에 따른 정규분포곡선의 특징을 알 수 있다.

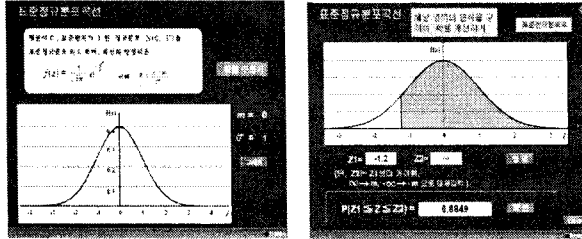
정규분포의 평균값은 곡선의 대칭축의 위치와 표준편차는 곡선의 퍼진 정도와 관계있음을 실험을 통해 알 수 있다.

2) 몬테카를로 실험방법을 이용한 정규분포곡선아래 넓이 구하기 화면이다. 실행횟수를 입력하고 set버튼을 클릭하면 횟수만큼의 점이 컴퓨터 난수를 이용하여 무작위로 생성된다.

시행횟수가 충분히 크면 확률밀도함수의 곡선아래의 근사 넓이가 1에 가까워짐을 알 수 있다.

4-5. 표준정규분포 곡선

정규분포곡선과 관련하여 평균이 0이고 표준편차가 1 인 표준정규분포곡선의 특징을 알고 특정구간의 확률을 구하여 확인하여 볼 수 있다. <그림7>

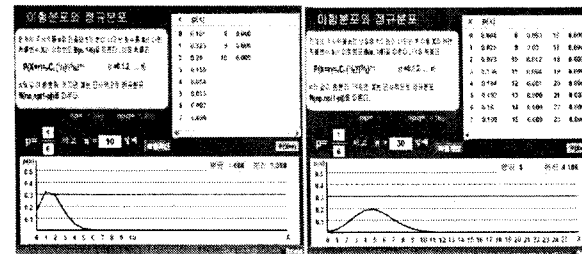


- 1) 그래프버튼을 누르면 표준정규분포 곡선이 그려진다.
- 2) 확률구하기 버튼을 클릭하면 화면이 이동되고 Z1과 Z2에 수치를 대입하면 영역 구간의 영역이 곡선 상에 붉은색으로 색칠되어진다. 영역을 나타낸 후 확인키를 누르면 그 구간의 확률을 확인 할 수 있다. 화면에서 표준정규분포 표를 참조 할 수 있다. 표준정규분포 곡선의 특정구간에 대한 확률이 구간 안의 면적과 같은 확률밀도함수의 성질과 그래프의 대칭관계를 이용한 확률계산 방법을 표준정규분포 표를 참조하며 효과적으로 시각화하여 보여줄 수 있다.

4-6. 이항분포와 정규분포

「n회 독립시행에서 사건A가 일어난 횟수가 X라 할 때, 확률변수 X는 이항분포 B(n, p)를 따른다. 이때 시행횟수 n이 충분히 크면 정규분포에 접근하게 된다.」

통계적 방법에서 매우 의미있는 수학적 원리인 이항분포와 정규분포의 관계이다. 이항분포에서의 각 변수 값을 변화 시키며 시뮬레이션 함으로써 위의 개념을 이해할 수 있도록 한다. <그림8>



- 1) 시행횟수 n을 입력하고 확률계산버튼을 클릭하면 확률변수 X가 취할 수 있는 값(0~n)에 대한 확률이 계산되어진 확률분포 표와 그래프가 출력된다.
- 2) 시행회수를 5씩 증가 시키며 시뮬레이션 해보면 시행회수가 커질수록 (30회 이상) 그래프는 정규분포 N(np, npq)에 가까운 모양이 되어 감을 알 수 있다.

4-7. 표본평균의 분포

통계적 실험이나 조사의 목적은 모집단에 대한 정보를 알아보고 하는 것이다. 집단 전체를 조사하는 것은 불가능하거나 시간, 경비가 많이 들기 때문에 모수는 표본을 추출하여 표본평균, 표본표준편차와 같은 표본의 특

성치를 이용하여 추정하게 된다. 이에 대한 수학적 개념은 첫째, 「평균이 m이고 표준편차가 σ인 모집단에서 표본을 추출하고 이 표본의 크기가 n이라면 표본평균 \bar{X} 의 분포는 평균이 모평균 m과 같고 표준편차는 $\frac{\sigma}{\sqrt{n}}$ 를 따른다.」

둘째, 「모집단이 정규분포인 경우는 표본의 크기에 관계 없이 표본평균의 분포는 정규분포를 따르고, 모집단이 정규분포가 아닌 경우에는 표본의 크기를 충분히 크게 하면 표본평균의 분포는 정규분포를 따른다(중심극한 정리)」는 것이다.

교육과정에서는 연역적 증명과정 없이 도입되어 있어 학습과 지도가 특히 어려운 원리이므로 컴퓨터 시뮬레이션을 이용하여 개념의 예를 실험을 통해 발견하고 추론할 수 있도록 유도한다.

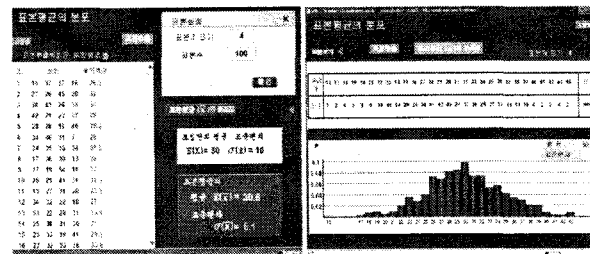
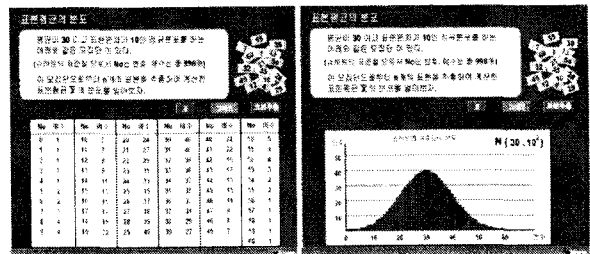
모집단의 두 가지 예(정규분포인 경우와 아닌 경우)를 가지고 컴퓨터를 통해 직접 표본추출을 실행하여, 표본평균의 특성치를 구하고 모집단의 모수와 비교할 수 있도록 하며 표본에 대한 분포표와 그래프를 출력한다. 위의 수학적 개념이 반복 실험을 통한 귀납적 과정에 의해 증명될 수 있도록 프로그램을 구현하였다.

1) 표본평균의 분포(모집단이 정규분포인 경우)

정규분포를 이루는 모집단에서 표본을 무작위 추출하여 계산한 표본평균의 분포를 알아본다.

화면에 제시된 모집단의 자료는 슈하트의 표준침으로서 번호별 매수가 표와 같고 총 998매의 침의 분포는 평균이 30이고 표준편차는 10인 정규분포를 이룬다. 이 모집단의 자료로부터 입력한 표본의 크기와 표본 수에 맞게 컴퓨터 난수를 이용하여 표본이 임의추출되고 표본평균, 표본평균의 평균과 표준편차가 계산되어 출력된다. 분포결과가 표와 그래프로 화면에 출력된다.

<그림 9>



표본의 크기에 따라 표본을 임의추출하여 시뮬레이션 하여보면, 모집단의 평균과 표본평균의 평균은 같고, 표

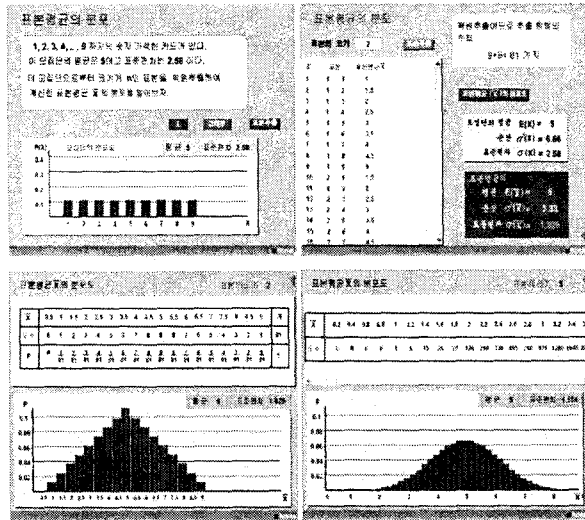
표본평균의 표준편차는 모집단의 표준편차의 $\frac{1}{\sqrt{n}}$ 배로 근

사한 값이 나옴을 알 수 있다.

또한 표본의 크기에 관계없이 표본수를 충분히 크게 할 수록 표본평균의 분포는 정규분포를 이루고 있음을 실험을 통해 추정할 수 있다.

2) 표본평균의 분포(모집단이 정규분포가 아닌 경우)

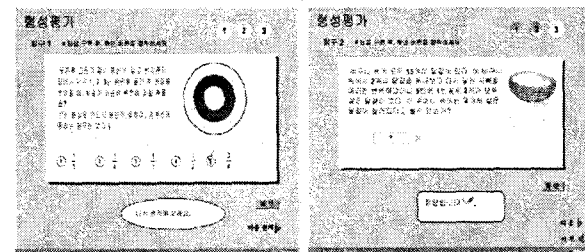
화면에서와 같이 정규분포가 아닌 모집단으로부터 크기가 n인 표본을 복원추출하여 계산한 \bar{X} 의 분포를 알아본다. <그림10>



복원 추출 방법에 의해 표본의 크기에 따른 표본추출이 가능한 모든 경우의 수를 포함하므로 모집단의 평균과 표본평균의 평균은 같고, 표본평균의 표준편차는 모집단의 표준편차의 $\frac{1}{\sqrt{n}}$ 배로 정확한 값이 나옴을 확인할 수 있다. 표본의 크기가 커질수록 표본평균의 분포 그래프는 정규분포를 이루어져 감을 알 수 있다.

4-8. 형성평가

<그림11>



평가영역은 소주제별로 형성평가 3문항씩 제공되어 있다. 난이도 별로 기본, 보통, 심화문제로 이루어져 답을 입력하고 확인키를 누르면 정·오답여부가 피드백 된다. 문제를 모두 맞으면 상단의 세 번호 모두 초록이 되어

완료했음을 보여 준다

5. 결론 및 제언

본 연구에서는 확률과 통계학습에서 특히 컴퓨터의 활용이 필요한 수학적 개념에 대해 웹을 기반으로 한 시뮬레이션 중심 전개에 초점이 맞추어져 구현되었다.

교육 콘텐츠 유형에서 흔히 보여지는 수업의 도입에서 전개, 학습, 정리, 평가 등의 수업체제의 전체영역에 걸쳐서 활용하는 '완성형 콘텐츠'가 아니다. 수학과목의 특성상 지필수업과 ICT활용은 적절히 배합되어 질 때 더욱 효과적일 것이다. 본 논문의 의의는 수학의 개념학습에서 '실제적인 수학실험이나 시뮬레이션을 중심으로 한 학습설계로 학습자의 직접적인 학습활동을 유도하며 스스로 해결의 중심에서 생각하고 추측할 수 있도록 함으로서 학습자의 내적 동기유발, 고차원적 수학적사고력에 도움을 주고자 하는 것이다.

본 연구결과와 효과는 통계적 추론을 위해 컴퓨터의 활용이 요구되는 수학적 개념 원리의 전개과정에서 형성평가와 함께 활용될 수 있다. 웹 기반 학습의 장점을 살려 학습자 수준별로 효과적인 개별학습이 가능하며 탐구 중심의 조별 협력학습을 지원할 수 있다.

향후 연구과제로는 본 논문에서 구현한 웹 프로그램의 운용과 수업활용을 통해 얻을 수 있는 효과성 검증에 대한 연구가 필요하다. 또한 웹 코스웨어에서의 실험결과를 저장할 수 없는 한계점이 있다. 이러한 문제점은 플래시와 데이터베이스와의 연동을 통하여 저장이 가능하므로 추가적인 후속 연구를 필요로 한다.

참고문헌

- [1]교육부, 수학과 교육과정(제7차),1997,교육부
- [2]조미현, 김민경외, E-learning 콘텐츠 설계,2004, 교육과학사
- [3]Alessi,StephenM, 멀티미디어와 학습:설계 및 개발,2003, 피어슨에듀케이션 코리아
- [4]교육학술정보원, 교육정보화 백서, 2003
- [5]우정호, 수학학습의 지도원리와 방법,2000,서울대학교 출판부.
- [6]신동선, 류희찬, 수학교육과 컴퓨터,2000, 경문사
- [7]조성운, Fathom을 활용한 고등학교 확률과 통계 학습자료개발 및 효과분석,2004,한국기술교육대학원 석사학위논문.
- [8]박선희, 고등학교 확률통계 수업을 위한 CAI프로그램의 설계와 개발,1991,이화여자대학교 교육대학원 석사학위논문
- [9]이민영, 확률 통계의 활동 중심 수업에 관한 연구, 2001, 연세대학교 교육대학원 석사학위 논문
- [10]심호성, 우리나라 확률, 통계분야 연구에 대한 수학 교육적 고찰,2002, 이화여자대학교 대학원 석사학위논문.
- [11]교육학술정보원, 자율학습용 콘텐츠 개발방법 연구, 연구보고 CR 2005-2