

A Statistics Education Package Tong-Gramy for 5–8 Graders

Jung Jin Lee^a · Tae Rim Lee^b · Gunseog Kang^a · Sungsoo Kim^b · Heon Jin Park^c ·
Yoon-Dong Lee^d · Songyong Sim^{e,1}

^aDepartment of Statistics & Actuarial Science, Soongsil University;

^bDepartment of Information Statistics, KNOU; ^cDepartment of Statistics, Inha University;

^dBusiness School, Sogang University;

^eDepartment of Finance & Information Statistics, Hallym University

(Received March 11, 2014; Revised March 28, 2014; Accepted April 5, 2014)

Abstract

The elementary school curriculum includes some statistical concepts and many graphical methods. However, statistical concepts are difficult to understand; consequently, many of those graphs and numerical summaries are obtained by hand. We develop an intuitive statistics education package called Tong-Gramy focused on 5–8 graders to help students and teachers study statistics. This software covers numerical and graphical statistics that appear in 5–8 graders' textbooks. The graphs provided are dynamically linked to data and every graph is linked to every datum. The graphs of Tong-Gramy are dynamic graphs and morphing technology is used where applicable.

Keywords: Statistical education, statistical computing, JAVA FX, object oriented programming, K-Plot.

1. 서론 및 개발방향

통계는 많은 비전문가가 필요에 의해 사용하면서도 어려워하는 분야 중의 하나이다. 통계의 어려움을 동적그림(dynamic graphs)을 통해 해소하고자 한 노력 중에는 Kang과 Sim (2003)의 동적그림을 이용한 자바 애플릿(JAVA Applet)을 이용한 교육용 프로그램, Lee 등 (2012), Sim과 Choi (2013)의 웹에서 구현된 검정력 및 표본수 계산 알고리즘 등이 있으나 대부분 통계전공자 또는 일반대학생을 위한 프로그램들이며 Lee 등 (2002)의 연구를 포함하여 컴퓨터를 활용한 통계교육에 대한 많은 연구가 있어 왔으며, 최근에는 정보교류기술(Information and Communication Technologies; ICT)를 접목한 자기주도형 학습의 통계 교육에 대한 적용 방법들로 Lee (2009), Lee 등 (2010), Tan 등 (2011) 등의 방법들이 연구되어 왔다.

웹에서 바로 구현되는 통계 프로그램으로 Webstat (WebSTAT, 2014), Statlets (STATlets, 2014) 등이 있으나 WEbstat은 기본 버전이 아닌 경우 사용료를 받을 뿐 아니라 사용자 PC에 따로 프로그램을

This research was supported in part by 'Development of Statistical Package for 5-8 Graders' Program of Korea Statistics Promotion Institute.

¹Corresponding author: Department of Finance & Information Statistics, 1 Ockchun-dong, Chuncheon, Kangwon-do 200-702, Korea. E-mail: sysim@hallym.ac.kr

Table 1.1. Patial list of graphs used in textbooks of 5-8 graders

교과 및 학년	그래프의 종류	내용
사회 4-2	띠 그래프(세로)	연령별 인구 비중
사회 5-2	막대 그래프(세로)	요약 자료의 인구 변화
사회 6-2	막대 그래프(나란히 형)	개인정보 침해 건수 등
사회 중 1-3	도넛, GIS, 띠 그래프	다양한 자료에 대한 그래프
과학 3-2	막대와 꺾은선의 혼합	해양 오염 건수와 양
과학 5-2	꺾은선 그래프	물체의 상대 이동 등
수학 4-2	꺾은선 그래프	다양한 자료
수학 5-2	양면 줄기잎 그래프	수학 점수 및 제기차기 횟수

설치해야 하며 Statlets의 경우 Java 애플릿으로 구현되어 웹에서 바로 구현할 때 보안을 상당 부분 해제해야 하는 단점이 있다.

Minitab, SAS, SPSS, S-Link 등과 같은 범용 통계 패키지는 대부분의 비전공자들이 통계를 접하면서 사용하는 패키지이며 R-언어 (R Core Team, 2014)와 같이 고급사용자를 위한 패키지도 있다. 하지만 통계를 처음으로 접하는 초중학생을 위한 패키지는 알려진 것이 많지 않다.

초중등학생을 대상으로 하는 교육용 프로그램으로는 TinkerPlots (Keycurriculum, 2012)이 미국의 4-8학년 대상으로 개발되어 상용으로 판매되고 있다. 하지만 영어로 되어 있다는 문제가 있으며, 우리나라와 교육과정의 일치하지 않아 우리나라 학생들을 위한 프로그램으로서는 적절하지 않은 것으로 보인다. 이에 국내 초중등학생을 위한 교육용 패키지로 K-Plot이 개발되어 무료로 배포 중이다 (Lee 등, 2013).

본 연구에서는 K-plot을 더욱 발전시켜 다음 세대의 통계수요자나 개발자가 될 초중등학생을 위한 교육용 소프트웨어를 우리나라 교육과정을 반영하는 한편, 우리 학생의 정서와 문화 및 눈높이에 맞추어 개발하였다. 특히 초중학생의 호기심을 자극하고자 Java FX를 사용하여 Java FX의 구호 중의 하나인 ‘Beyond Beauty’를 구현하고자 하였다.

개발된 프로그램은 우리나라 학생들에 친근하면서도 의미를 전달하기 쉬운 ‘통그라미’로 명명하였으며 이 프로그램은 일반 통계 패키지에서는 지원되지 않으나 초중등 교과서에는 빈번하게 등장하는 그림을 추가하여 실제 수업에서도 활용 가능하도록 하였다. 이 프로그램은 한국통계진흥원이나 통계청을 통해 각 학교에 보급될 계획이며 현재 다음 사이트

<http://jupiter.hallym.ac.kr/kplot/>

에서 내려 받을 수 있다. 이 파일을 내려 받은 후 압축을 풀어서 생성되는 실행 파일인 `setup.exe`를 실행하면 설치가 완료된다.

통그라미는

- 자료를 편집할 수 있는 스프레드 시트 형태의 자료창 및 변수를 설정할 수 있는 변수창 제공
- 프로그램 내에서 간단한 보고서 작성이 가능하도록 문서 편집창 제공
- 일차 가공된 교차표 형태의 자료에 대한 그래프 지원
- 모든 자료를 동적 연결하여 각 그래프에서 역으로 자료를 찾을 수 있고, 자료에서 그래프의 해당영역을 찾을 수 있도록 설계
- Table 1.1에 열거한 것을 포함하여 초중등학교 교과에 등장하는 모든 종류의 그래프 지원

- 드래그 & 드롭(drag and drop) 형태의 사용자 인터페이스로 자료창에서 변수 이름을 그래프창에 끌어 오기만 해도 그래프가 작성되도록 설계
- 적용 가능한 경우 슬라이드 바 형태의 인터페이스를 제공하여 생성된 그래프에서 사용자가 슬라이드 바를 동작하여 그림을 즉각 바꿀 수 있는 동적그림 구현
- 색깔을 사용하여 $x-y$ 평면에 3개의 변수에 대한 그림이 가능하도록 설계
- 상자 그래프와 같이 초중등 교과서에 다루지 않는 그림도 구현
- 풍부한 예제 자료를 프로그램 내에 포함
- 설치 및 빨리 배우기, 사용설명서, 예제설명서를 도움말에 포함하여 쉽고 빠르게 사용법 익히기

등의 기능을 지원하며 Figure 2.1(a)는 아이콘이며 프로그램의 형태는 Figure 2.1(b)와 같다.

2. 자료창, 변수창 및 문서창

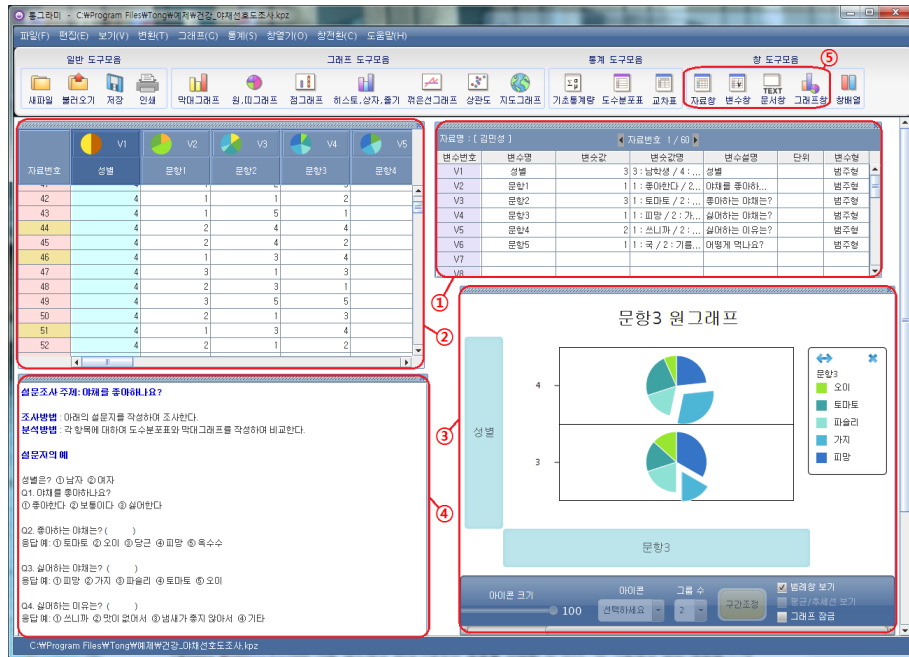
Figure 2.1(b)의 통그라미 실행화면 내에 네 개의 창이 있다. 이 네 개의 창과 도수분포표, 기초통계량 또는 교차표를 출력하는 문서창이 통그라미에서 제공하는 기본적인 창이며 자료창(②), 변수창(①), 그래프창(③) 및 문서창(④)은 필요한 만큼 추가로 만들 수 있으며 이 창을 만들려면 Figure 2.1(b)의 아이콘 메뉴(⑤)에서 각 창의 메뉴를 드래그하여 끌어내리면 된다. 각각의 창의 기능은 다음과 같다.

1. Figure 2.1(b)의 ②번 창은 자료를 보여주거나 입력하는 창이다. 자료창의 경우 직접 각 칸에 자료를 입력할 수 있으며, 엑셀이나 일반 텍스트 파일은 파일 ⇒ 외부 파일 불러오기 순서로 메뉴를 선택하여 다른 프로그램에서 작성한 파일도 바로 읽어들이 수 있다. 자료에 문자가 포함되면 자동으로 범주형 자료로 설정되며, 자료가 숫자인 경우에는 자료가 가지는 서로 다른 값의 개수를 프로그램 내부에서 조사하여 서로 다른 값의 개수가 9 이하이면 범주형 자료로 간주하며, 그외의 경우는 연속형으로 간주한다. 범주형 자료는 변수 이름 위에 원 그래프를 서로 다른 색으로 그려서 자료가 몇개의 다른 값으로 구성되었는지 알 수 있으며, 연속형인 경우 연속인 색을 사용하여 나타낸다. 시스템에서 자동으로 지정되는 색이 마음에 들지 않으면 사용자가 색을 설정할 수 있으며 변수값에 대한 색의 설정은 변수창에서 변수 이름을 더블 클릭하여 색깔을 설정한다.

또한 각 변수 이름을 드래그하여 그래프창에 가로축 또는 세로축의 변수이름에 해당하는 부분에 끌어 오면 해당변수에 대한 그래프로 실시간 변환되도록 설계하여 매번 메뉴를 찾아다니는 번거로움을 제거하고 초중등학생의 직관으로 프로그램이 실행되도록 하였다.

각 자료는 모두 각각의 객체(object)로 프로그램 내부에서 계속 추적하여 각 그래프에서

- 히스토그램의 특정 기둥과 같은 그래프의 일부 영역을 클릭하면 클릭한 영역에 해당하는 자료의 배경색을 바꾸어 어떤 자료가 클릭한 영역의 자료인지 알 수 있도록 하였다.
 - 역으로 그래프가 구현된 경우 특정 자료를 클릭하면 해당 자료가 포함되는 그래프의 영역을 Java FX로 구현한 모핑(morphing) 기법으로 그래프의 영역을 표시하였다.
 - 상관도나 점도표와 같이 점을 사용하는 경우 경우 그림의 영역이 점이므로, 그림에서 점을 클릭하면 자료창의 해당 자료의 배경색을 설정하고, 역으로 자료를 클릭하면 클릭한 자료에 해당하는 상관도의 점을 모핑 기법으로 강조하였다.
2. Figure 2.1(b)의 ①번 창은 변수창이며 변수의 이름, 측정 단위, 변수가 연속형인지 범주형인지의 설정, 변수 설명, 변수값 설명, 변수값에 사용한 색깔 등을 설정할 수 있도록 하였다. 변수값에 따른 색



(a) Icon

(b) Running screen of Tong-Gramy

Figure 2.1. Icon and graph menu of Tong-Gramy

의 설정이나 단위 설정은 대개의 통계 패키지에서 제공하지 않는 기능이다. 자료창이나 변수창에서 변수 이름을 더블 클릭하면 새 대화창이 만들어지며 이 대화창에서 변수의 설정을 좀더 쉽고 직관적으로 할 수 있도록 하였다.

- Figure 2.1(b)의 ④번 창은 문서창으로 초중등학생이 별도의 문서 편집을 하지 않고 통그라미 내에서 보고서를 작성할 수 있도록 간단한 문서 편집기능을 제공하였다.
- Figure 2.1(b)의 ③번 창은 그래프창으로 통그라미에서 제공하는 다양한 그림을 그릴 수 있다. 그래프창은 3절에서 자세히 다루기로 한다.

3. 그래프

통그라미에서 지원하는 그래프는 초중등학교 교과과정을 분석하여 교과서에서 사용한 모든 그래프를 포함하였다. 통그라미에 포함된 그래프는 점 그래프, 띠 그래프, 도넛 그래프, 원 그래프, GIS(지도) 그래프, 양면 및 단면 줄기잎 그래프, 막대 그래프, 히스토그램, 상자 그래프, 꺾은선 그래프, 꺾은선과 막대의 혼합 그래프, 인구 피라미드 등을 포함한다.

3.1. 점 그래프

점 그래프(dot plot)는 통그라미에서 제공하는 가장 간단한 그림 중의 하나이다. 점 그래프를 그리기 위해서는 그래프 ⇒ 점 그래프 순서로 메뉴를 선택하거나 ‘그래프 도구 모음’ 메뉴에서 점 그래프 항목을

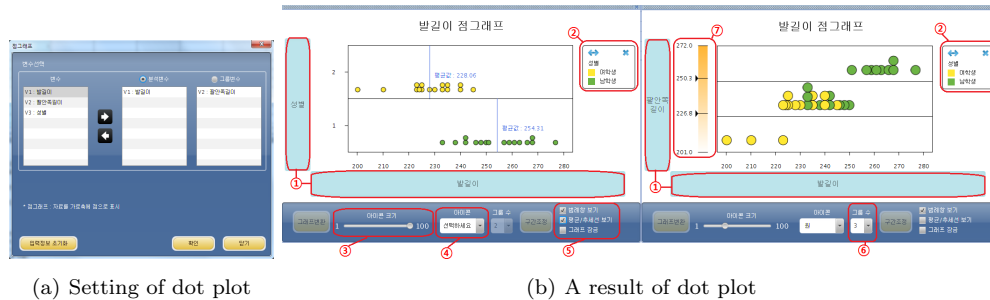


Figure 3.1. Setting of dot plot and its result

클릭하면 된다. 그래프창이 열려 있는 상태에서 ‘그래프 도구 모음’ 메뉴에서 점 그래프 항목을 선택하면 현재 자료창에서 선택된 변수의 점 그래프가 즉시 그려지며, 그래프 ⇒ 점 그래프 순서로 메뉴를 선택하면 Figure 3.1(a)와 같은 설정창이 만들어진다. 이 설정창에서 그룹변수는 그룹변수에 설정된 변수의 각 값에 따라 점 그래프를 그리게 된다.

Figure 3.1(b)의 출력은 파일 ⇒ 예제파일 불러오기 ⇒ 건강.발길이팔길이.kpz 파일을 사용하여 얻은 점 그래프이다. 점 그래프를 포함한 통그라미의 그래프는 동적그림을 지원하며 다음과 같은 기능이 숨어 있다.

- 그래프창이 열린 경우 변수창의 변수이름을 ①의 위치로 마우스 드래그를 하면 해당변수의 그래프로 즉시 변환된다.
- ②의 범례는 X 표시를 클릭하거나 ⑤의 범례창 보기를 체크 해제하여 닫을 수 있으며 ②의 범례에서 좌우 화살표를 클릭하여 범례의 위치를 변경할 수 있다.
- ③의 슬라이드 바를 움직여 점의 크기를 변경할 수 있다.
- ④의 아이콘을 바꾸어 다양한 형태의 점을 사용할 수 있다.
- ⑤의 ‘평균/추세선’을 체크하면 Figure 3.1과 같이 평균의 값과 위치를 확인할 수 있다.
- 만일 그룹변수가 연속이면 ⑦과 같이 그룹변수에 슬라이드 바를 만들게 되며 이 슬라이드 바를 움직여 그룹을 구분하는 값을 바꿀 수 있다.
- 연속인 그룹변수의 그룹의 수는 기본값은 2이며 둘 이상의 그룹을 사용하고자 할 때 ⑥에서 그룹의 수를 설정할 수 있다.
- ⑤의 ‘그래프 잠금’을 체크하면 ①의 변수 이름 끌어오기를 할 수 없도록 하여 그래프가 바뀌지 않도록 한다.
- 자료창에서 제3의 변수를 클릭하면 점의 색이 해당 변수의 색으로 변경되어 실질적으로 세 변수의 그래프를 구현한다.
- 자료창에서 특정한 자료를 클릭하면 그 자료에 해당하는 점은 모핑(morphing) 기법의 특수효과로 깜빡이게 되며 역으로 특정한 점을 클릭하면 그 점에 해당하는 자료창의 자료를 열린 하늘색으로 표시한다.

위의 기능은 점 그래프 뿐만 아니라 다른 그래프에서도 적용 가능한 경우에는 항상 적용된다.

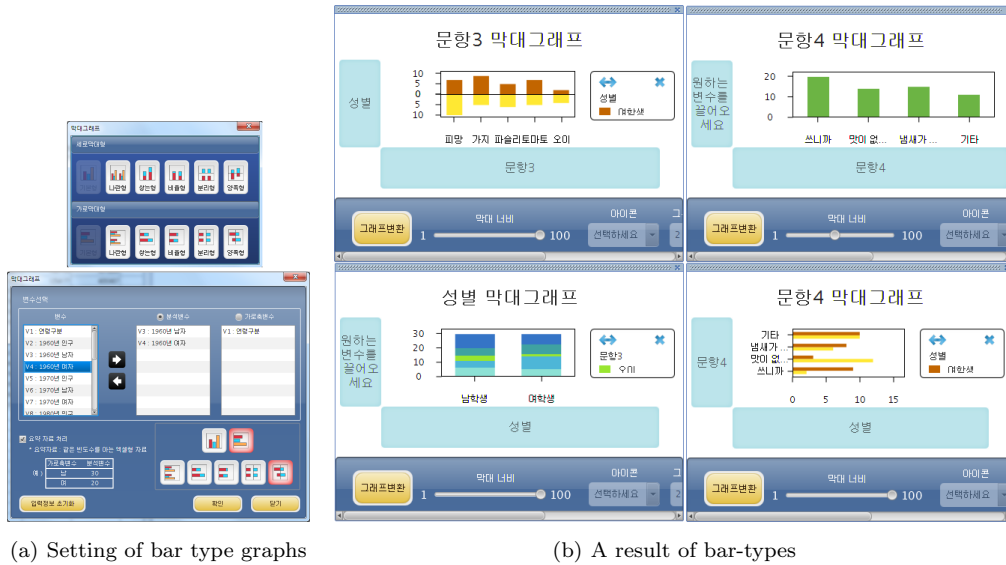


Figure 3.2. Setting of Bar-type graphs and its result

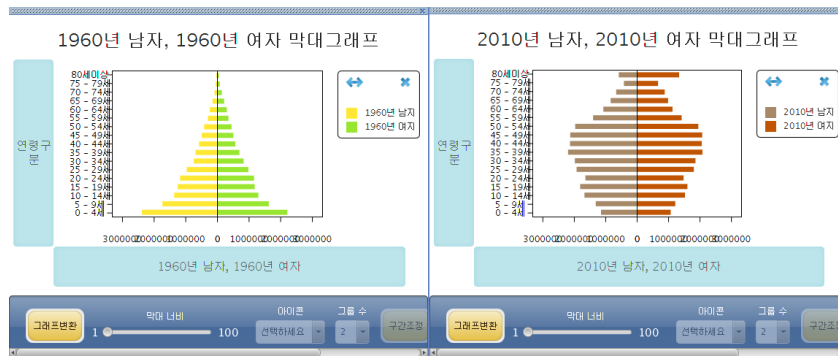


Figure 3.3. Population pyramid graphs

3.2. 막대 그래프

막대 그래프에는 크게 가로형 및 세로형으로 구분하며 Figure 2.1(b)의 막대 그래프를 클릭하거나 그래프 ⇒ 막대 그래프 순서로 메뉴를 선택하여 만들어진 Figure 3.2의 그림 메뉴에서 막대 그래프의 종류를 선택할 수 있다. 이 그림에서 보는 것처럼 12가지의 막대 그래프가 가능하며, 이 중 2가지는 한 변수에 대한 막대 그래프이며 나머지는 두 변수 이상의 혼합형 막대 그래프이다.

Figure 3.2(b)는 통그라미에 포함된 자료인 파일 ⇒ 예제파일 불러오기 ⇒ 건강_야채선호도조사.kpz를 사용하여 막대 그래프를 구현한 것이다.

막대 그래프 그림창에서

- 자료창에서 변수이름을 마우스로 끌어서 그래프창의 변수이름 영역에 끌어들이면 해당 변수의 막대 그래프가 생성된다.

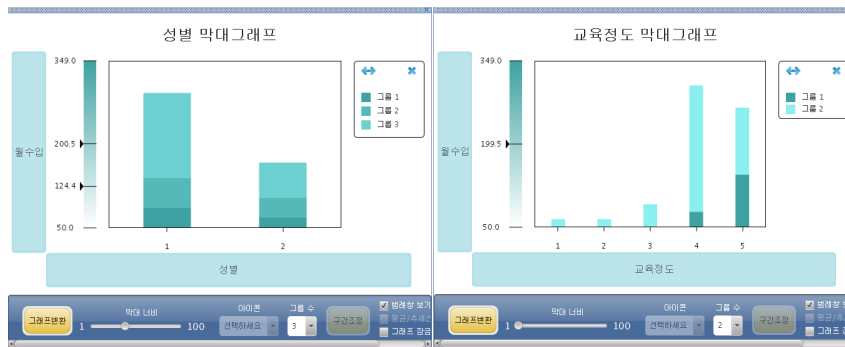


Figure 3.4. Dynamic graphs of bar graphs with slide bar for continuous variables

- 생성된 그래프에서 ‘그래프 변환’ 버튼이나 마우스 오른쪽 버튼으로 그래프 변환을 선택하면 그래프를 다른 형태로 변환할 수 있다.
- 그림창의 마우스 오른쪽 버튼으로 그래프 변환 뿐 아니라 인쇄, 클립보드 복사, 제목 및 축 설정 및 단기 기능이 가능하다.
- 그림의 아래 쪽에 제공되는 슬라이드로 막대의 너비를 설정할 수 있다.
- 막대 그래프는 점을 사용하지 않으므로 아이콘을 변경하는 등의 기능은 호리게 처리하였다.
- 각 막대를 클릭하면 클릭한 막대에 해당하는 자료가 자료창에서 선택되어 클릭한 막대에 해당하는 자료를 바로 확인할 수 있다.
- ‘그래프 잠금’을 체크하면 x 또는 y 축에 변수를 끌어와 그래프를 바꿀 수 없도록 한다.

를 설정할 수 있다. 위의 설정은 통그라미에서 제공하는 대부분의 그래픽 설정에서 제공되고, 각 그래프의 특성에 따라 약간씩 제공하는 설정의 종류가 달라진다.

사용자가 얻는 많은 자료가 일차 가공된 빈도표의 형태로 제공되는 경우가 많은데, 그 중 하나가 통계청에서 얻을 수 있는 연도별, 성별 인구자료이다. 이 자료는 파일 ⇒ 사회·연도별인구.kpz에서 얻을 수 있다. 이 자료를 Figure 3.2(a)의 아래쪽 메뉴와 같이 설정하면 Figure 3.3와 같은 인구 피라미드를 얻을 수 있다.

일반적으로 그룹을 표현하는 자료는 범주형이며, 범주형 그룹변수의 경우 각 그룹이 고정되어 있다. 통그라미에서는 그룹변수로 연속변수의 설정이 가능하며 이 경우 슬라이드 바와 그룹의 수를 설정할 수 있도록 하였다. 그룹수의 기본값은 2로 설정되어 있다. Figure 3.4의 경우 예제 파일 중 사회·여성조사.kpz의 자료를 막대 그래프로 표현한 것이며 왼쪽 그림은 성별에 따른 월수입, 오른쪽은 교육정도에 따른 월수입을 도시하였는데, 각 그림에서 세로축이 연속인 월수입이 사용되었으므로 그림과 같이 슬라이드 바가 자동 생성되고, 이 슬라이드바를 아래위로 움직여 각 범주별 수입을 동적으로 변환할 수 있도록 설계하였다. 또한 연속인 변수를 몇개의 그룹으로 나눌지를 그룹수 설정을 할 수 있도록 그래프창의 하단에 그룹수를 바꿀 수 있는 콤보 박스를 만들어 필요에 따라 그룹수 및 그룹의 간격을 조절할 수 있도록 하였다.

3.3. 원, 띠, 도넛 그래프

범주형 자료 중에서 특히 비율로 표시되는 자료를 그래프로 제시하기 위해 초중등학교 교과서에서는 원

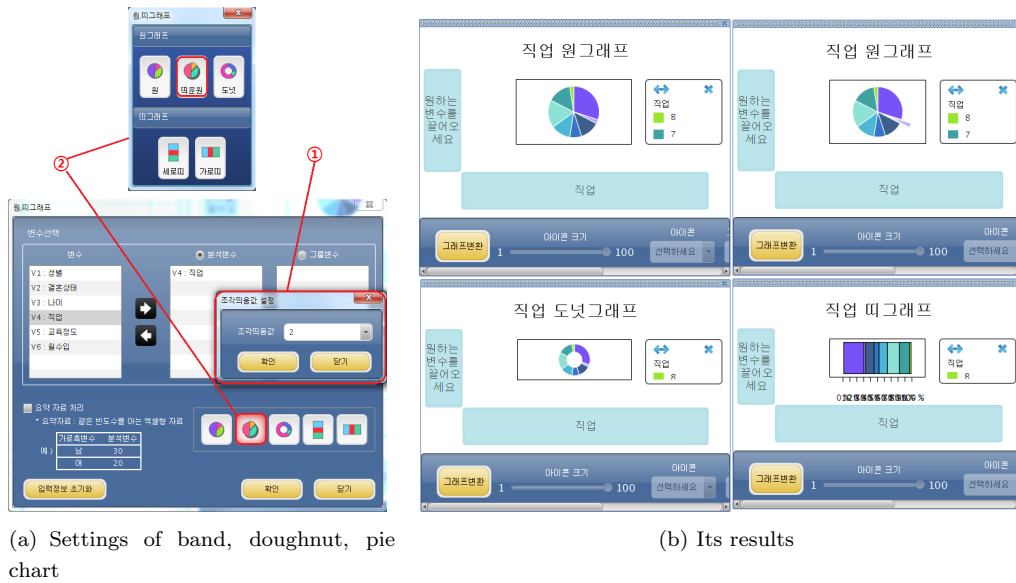


Figure 3.5. Setting of band, doughnut, pie chart and its result

그래프, 띠 그래프 및 도넛 그래프가 종종 사용된다. 통그라미에서는 이를 모두 구현하였으며 Figure 2.1(b)의 ‘그래프 도구 모음’에서 ‘원, 띠 그래프’ 항목을 클릭하거나 그래프 ⇒ 원, 띠 그래프 메뉴를 선택하여 만들어지는 Figure 3.5(a)의 위쪽 및 아래쪽의 화면에서 그래프의 종류 및 변수를 설정하도록 설계하였다.

Figure 3.5(a)의 위쪽 메뉴를 선택하면 아래쪽 대화창이 만들어지며 이 대화창에서 사용할 변수를 설정할 수 있도록 하였다. 원 그래프의 경우 특정한 슬라이스를 바깥으로 조금 튀어나오게 하려면(조각 띄움) Figure 3.5(a)의 ②의 ‘띄운 원’을 클릭한다. 이 때 몇 번째 슬라이스를 튀어 나오게 할지 설정하는 대화창이 ①과 같이 생성되며, 이 대화창에서 튀어 나올 슬라이스에 해당하는 변수값을 설정하면 Figure 3.5(b)의 첫줄 두 번째 그림처럼 슬라이스를 튀어 나오게 할 수 있다. Figure 3.5(b)의 두 번째 줄은 도넛 그래프 및 띠 그래프이며 띠 그래프는 세로로 만들 수도 있다.

또한 Figure 3.5(a)에서 그룹변수를 설정할 경우 설정된 변수의 값에 따라 각각의 원, 도넛, 띠 그래프가 만들어지며, 원, 도넛 그래프는 그룹변수의 값에 따라 구분하여 그림을 생성하며 띠 그래프의 경우 좌우 또는 상하로 비교할 수 있게 생성된다.

Figure 3.5(b)의 원, 도넛, 띠 그래프는 보기는 사회·여론조사.kpz를 사용한 것이며 이 예제 파일은 파일 ⇒ 예제파일 불러오기에서 찾을 수 있다.

원 그래프에서

- 마우스 오른쪽 버튼을 클릭하여 막대 그래프에서 본 다양한 메뉴를 사용할 수 있다.
- 각 원, 띠, 도넛의 슬라이스나 사각형을 클릭하면 클릭한 영역이 Java FX로 구현한 모핑 효과로 깜빡이며, 해당 영역에 속한 자료는 자료창에서 배경색이 옅은 하늘 색으로 변하게 하여 직접 자료를 확인할 수 있다.
- 역으로 자료창에서 자료를 클릭하면 그 자료가 원, 띠 또는 도넛 그래프의 어느 영역에 해당하는지 보

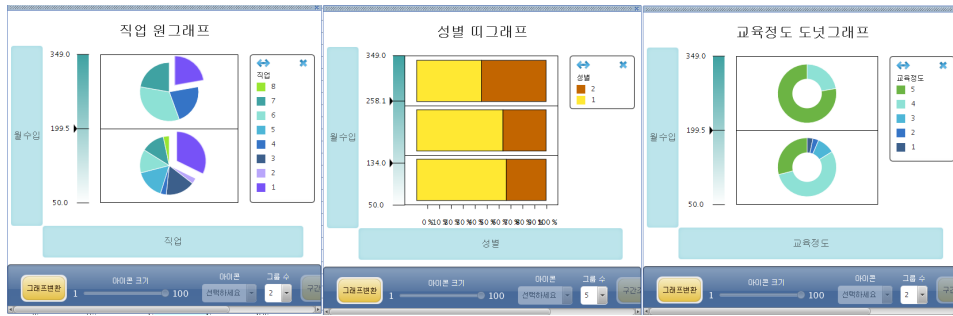
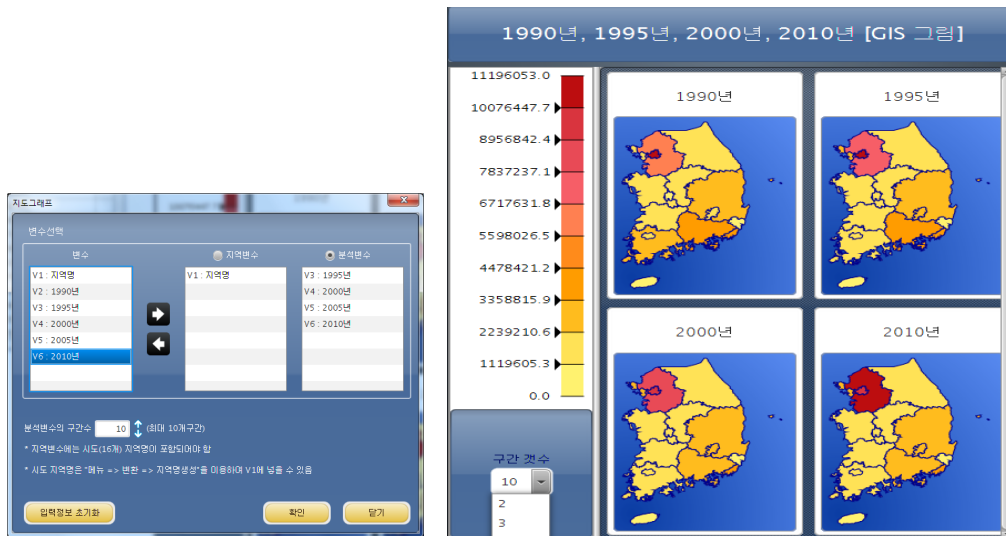


Figure 3.6. Dynamic graphs of pie graphs with slide bar for continuous variables



(a) Setting GIS graph

(b) Result of GIS graph

Figure 3.7. GIS graph settings and its results

여준다.

- ‘그래프 잠금’을 사용하면 x 또는 y 축에 변수를 끌어와 그래프를 바꿀 수 없도록 한다.

원, 띠, 도넛 그래프도 다른 그래프와 마찬가지로 그룹변수가 연속인 변수인 경우 슬라이드를 생성하고 이 슬라이드를 움직여 동적으로 그래프의 변화를 확인할 수 있다. Figure 3.6은 각각 직업, 성별, 교육 정도를 분석변수로 하고, 그룹변수는 월수입으로 설정한 후 얻은 (떠운) 원 그래프, 띠 그래프 및 도넛 그래프이다. 이 그림에서 각 슬라이드를 상하로 움직이면 월수입을 슬라이드로 설정된 값에 따라 그룹 변수로 만들어 각 그룹에 해당하는 원, 띠, 도넛 그래프를 동적으로 작성한다.

3.4. 지도 그래프

지도 그래프는 현재 광역시도까지만 지원하며, 광역시도에 따른 통계량을 지도 위에 표시하는 그림이다. 지도 그래프는 ‘그래프 도구 모음’에서 ‘지도 그래프’ 항목을 클릭하거나 그래프 ⇒ 지도 그래프 항목을

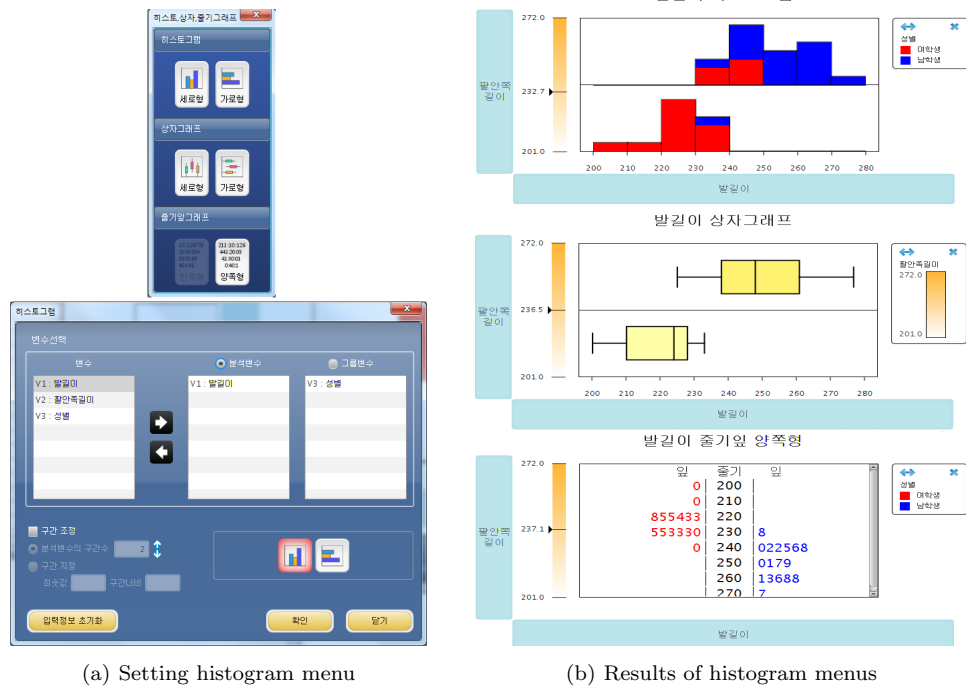


Figure 3.8. Histogram settings and its results

선택하여 그릴 수 있다.

Figure 3.7은 파일 ⇒ 예제파일 불러오기 ⇒ 사회_시도별인구.kpz의 보기에서 광역시도에 따른 연도별 인구를 지도에 서로 다른 색으로 표현한 보기이다. Figure 2.1(b)의 메뉴 중 ‘지도 그래프’ 항목을 선택하고 Figure 3.7(a)의 그림과 같이 지역변수와 지역에 해당하는 자료인 분석변수를 설정하면 Figure 3.7(b)와 같은 GIS 그림을 얻을 수 있다. 이 그림의 결과는 예제 파일 중 사회_시도별 인구.kpz에서 지역변수는 V1, 분석변수는 V3-V6를 설정하고, 분석변수의 값에 따라 구간을 10개로 설정하여 분석한 것이다.

지도 그래프에서도 동적그림이 지원되므로 Figure 3.7(b)의 왼쪽 슬라이드를 움직여서 서로 다른 색을 사용한 구간의 수를 사용자가 임의로 조절할 수 있으며, 지도에서 광역시도의 영역을 클릭하며 자료창에서 해당자료를 확인하고, 역으로 자료창에서 자료를 클릭하면 지도의 해당 영역이 표시된다. 또한 지도 위에 마우스를 올려 두면 툴팁(tooltip) 기능으로 해당 지역의 자료를 보여준다.

3.5. 히스토그램, 상자 그래프, 줄기잎 그래프

히스토그램, 상자 그래프 및 줄기잎 그래프는 연속형 자료에 적용되는 그래프로 모두 히스토그램 메뉴에 포함된다. 히스토그램, 상자 그래프, 줄기잎 그래프의 설정은 그래프 메뉴에서 각각 히스토그램, 상자 그래프, 및 줄기잎 그래프 항목을 선택하거나 ‘그래프 도구 모음’에서 ‘히스토그램’ 항목을 클릭하여 설정한다.

Figure 3.8은 파일 ⇒ 예제파일 불러오기에서 건강_발길이_팔길이의 자료를 사용하고 그룹변수에 ‘발안

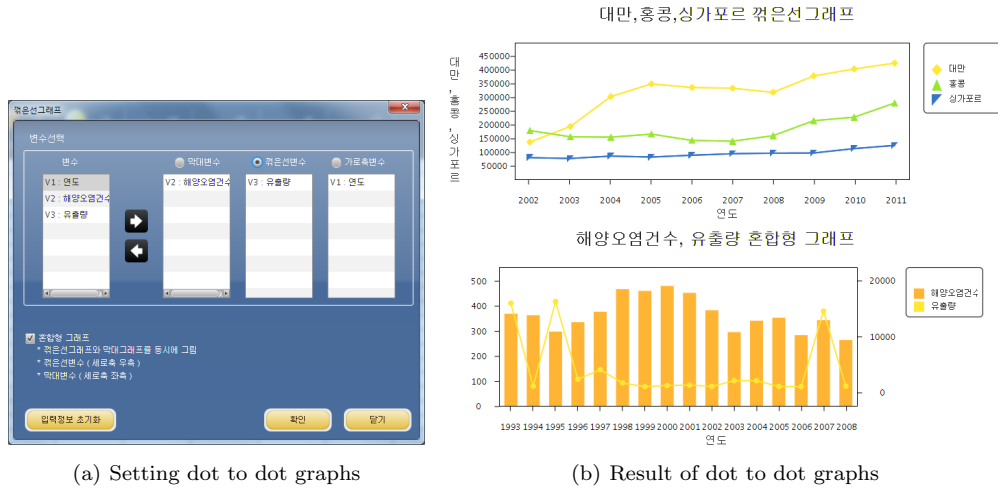


Figure 3.9. Dot to dot graph settings and its results

쪽길이'를 설정하여 얻은 결과이다.

히스토그램에서 그룹변수가 연속인 경우 시스템에서 자동으로 두 개의 그룹으로 분할해서 각 그룹별로 히스토그램을 생성한다. 연속인 그룹변수의 설정은 히스토그램 메뉴에 포함된 상자 그래프 및 줄기있 그래프에도 적용된다.

연속인 그룹변수에서 분할할 그룹의 수는 사용자가 설정하여 두 개이상의 그룹을 설정할 수 있다. 연속인 그룹변수가 설정된 경우 Figure 3.8(b)의 그림과 같이 그룹변수에 슬라이드 바가 생성되며 이 슬라이드 바를 움직여 그룹 설정을 동적으로 바꿀 수 있다. Figure 3.9(b)의 첫 번째 그림은 '팔안쪽 길이'를 그룹변수로 설정하고 변수창에서 '성별' 변수를 클릭하여 각 기둥에 성별에 따른 구분이 포함되도록 하여 실질적으로 세 변수의 상자 그래프를 얻은 것이다.

3.6. 꺾은선 그래프

꺾은선 그래프는 가로축이 시간인 경우가 많고, 주로 사회교과목에서 많이 사용한다. 이 그래프는 그래프 메뉴에서 꺾은선 그래프를 선택하거나 '그래프 도구 모음'에서 '꺾은선 그래프' 아이콘을 클릭하여 만들어지는 Figure 3.9(a)와 같은 설정화면에서 그래프를 설정한다.

Figure 3.9(a)는 꺾은선 그래프와 막대 그래프의 혼합형 그래프를 그릴 때의 설정화면이며 막대에 사용할 변수와 꺾은선에 사용할 변수를 따로 설정하도록 설계하였다. 그림의 설정화면 아래쪽의 '혼합형 그래프'가 체크되지 않으면 막대변수 설정란은 보이지 않는다.

Figure 3.9(b)는 위쪽 출력은 파일 ⇒ 예제파일 불러오기에서 경제_해외입국자수의 자료에서 대만, 홍콩, 싱가포르에 대해 다중 꺾은선 그래프를 그린 것이며, 아래쪽 출력은 예제 파일 중에서 사회_해양오염-혼합형의 자료를 사용하여 Figure 3.9(a)의 설정으로 만든 혼합형 꺾은선 그래프와 막대 그래프의 혼합형 그림이다.

3.7. 상관도 그래프

상관도는 산점도라고도 하며 '그래프 도구 모음'에서 '상관도'를 클릭하거나 그래프 ⇒ 상관도 순서로

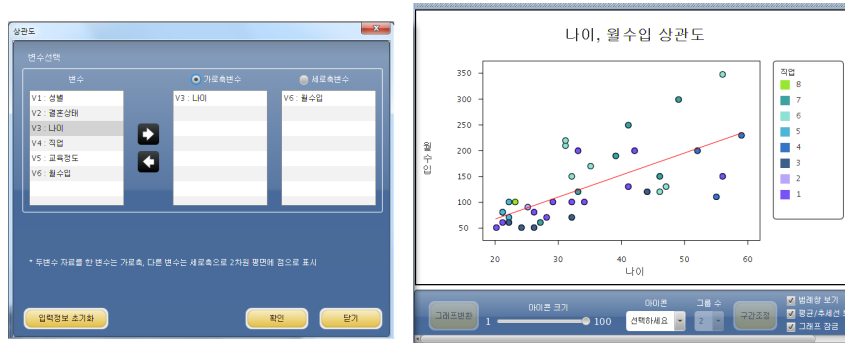


Figure 3.10. Dot to dot graph settings and its results

메뉴를 선택하여도 된다. 이 때 만들어지는 Figure 3.10의 왼쪽 설정창에 가로축 및 세로축에 사용할 변수를 설정하면 상관도를 얻을 수 있다.

상관도는 점을 사용하므로 앞에서 설명된 것과 같이 점의 크기나 형태를 바꿀 수 있으며 점을 클릭하면 점에 해당하는 자료창의 자료를 확인할 수 있고 자료를 클릭하면 해당 자료에 해당되는 점을 모핑효과로 상관도에 표시한다.

상관도의 경우 다음의 추가 기능을 사용할 수 있다.

- 제3의 변수인 직업을 자료창의 변수 이름을 클릭하여 실질적 3차원 그래프를 얻을 수 있다. Figure 3.10의 오른쪽 그림의 경우 통그라미에 포함된 예제 중 사회_어른조사.kpz에서 나이와 월수입의 상관도이며, 변수창의 변수 중 직업을 클릭하여 각각의 점의 색이 서로 다른 직업을 표시한다.
- 범례창 보기를 체크하면 서로 다른 점의 색에 대한 범례창을 만든다.
- 추세선을 클릭하면 최소제곱법에 의한 추세선을 상관도에 추가한다.

4. 통계량과 도수분포표

통그라미의 아이콘 메뉴에서 기초통계량, 도수분포표, 교차표를 선택하거나 통계 메뉴에서 해당 항목을 선택하면 통계치, 도수분포표, 교차표를 만들 수 있다. 아이콘 메뉴를 선택하여 통계량이나 도수분포표를 얻고자 하면 현재 그래프창에서 사용 중인 변수에 대한 통계량이나 도수분포표 또는 교차표가 자동으로 생성되며 통계 메뉴에서 이를 얻고자 하는 경우 변수를 설정할 수 있는 창이 만들어진다.

통계량은 자료수, 결측값수, 평균, 중앙값, 최대 및 최소, 제1 및 제3사분위수, 분산, 표준편차가 제공된다. 분산과 표준편차의 경우 고등학교까지는 n 으로 나눈 값을 사용하므로 n 및 $(n - 1)$ 로 나눈 두 가지의 값을 모두 제공한다.

도수분포표 및 교차표는 분석변수 및 그룹변수, 행에 사용할 변수, 열에 사용할 변수 등을 설정하도록 사용자 인터페이스가 제공되며 각 칸의 빈도에 대한 행, 열, 전체에 대한 백분율을 제공한다.

5. 결론 및 추가 연구

통그라미는 다른 통계 프로그램에서 보기 힘든 동적그림을 초중등학교 교과과정을 망라하여 제공한다. 이 프로그램을 실제로 초중등학교에서 사용하고, 이를 통해 미래 세대가 통계에 대해 친근하게 느끼게

하려면 초중등학교 교육의 주체인 교사들이 먼저 이 프로그램을 알아야 한다. 이를 위해 교사연수 프로그램에 이 프로그램을 사용할 수 있도록 해야 할 것이다.

통그라미는 현재 단순한 가설검정이나 신뢰구간 등 추론이 전혀 포함되어 있지 않다. 통그라미가 보급되고 이를 초중등학교에서 사용한 사용자가 고등학교나 대학에 진학할 때는 이에 대한 요구가 있을 것으로 판단되므로 이 부분을 추가하는 것을 고려하고 있다.

모바일 시대에 맞추어 통그라미의 모바일 버전을 고려하지 않을 수 없다. 스마트폰의 경우 하드웨어가 점점 좋아지고 있어서 통그라미의 전체 버전이 아니더라도 모바일 버전의 개발을 고려해야 한다.

References

- Kang, H. and Sim, S. (2003). Regression and correlation analysis via dynamic graphs, *Communications of the Korean Statistical Society*, **10**, 695–705.
- Keycurriculum(2012). A McGraw-Hill Company, <http://www.keycurriculum.com/>
- Lee, C., Kang, H. and Sim, S. (2012). An implementation of the sample size and the power for testing mean and proportions, *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **23**, 53–61.
- Lee, J. J., Kang, G. and Han, K. S. (2002). Computer aided teaching for statistics in internet age, *Computational Statistics*, **17**, 355–365.
- Lee, J. J., Lee, T. R., Kang, G., Kim, S., Park, H. J., Lee, Y. D. and Sim, S. (2013). A development of object-oriented, dynamically linked statistical package for 5–8 graders, *The Korean Journal of Applied Statistics*, **26**, 421–429.
- Lee, T. R. (2009). e-Library Correlation and Regression, United Nations Statistical Institute for Asia and the Pacific(UNSIAP), ISBN 978-89-20-92968-7.
- Lee, T. R. et al. (2010). ICT Transforming Education: A Regional Guide, M-learning for distance education 2010, UNESCO Bangkok, ISBN 978-92-9223-325-9.
- R Core Team (2014). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org/>
- Sim, S. and Choi, K. (2013). An implementation of sample size and power calculations in testing differences in normal means, *Journal of the Korean Data & Information Science Society*, **24**, 477–485.
- STATlets (2014). <http://mnstats.morris.umn.edu/statlets/statlets.htm>
- Tan, L. C., Mujumdar S., Xin, C., Lee, T. R., Burnett, B., Tan, D. T. H., Yuen, A. and Chaudhuri, A. (2011). ICT for Higher Education: case studies in Asia and Pacific, UNESCO Bangkok 2011, ISBN: 978-92-9223-384-6.
- WebSTAT (2014). <http://www.webstat.com/>

초중등학생 교육용 통계패키지 통그라미 개발

이정진^a · 이태림^b · 강근석^a · 김성수^b · 박헌진^c · 이윤동^d · 심송용^{e,1}

^a송실대학교 정보통계·보험수리학과, ^b한국방송통신대학교 정보통계학과, ^c인하대학교 통계학과,
^d서강대학교 경영학부, ^e한림대학교 금융정보통계학과

(2014년 3월 11일 접수, 2014년 3월 28일 수정, 2014년 4월 5일 채택)

요약

초중등 교과과정에 기본적인 통계 개념과 다양한 그래프가 사용된다. 하지만 통계적 개념은 이해하기 쉽지 않으며 사용된 그래프는 손으로 구현하는 경우가 많다. 본 연구에서는 그래프 및 수치요약을 직관적으로 할 수 있는 교육용 통계 패키지 '통그라미'를 개발하여 학생 및 교사에 도움이 되고자 하였다. 통그라미는 초중등학교 교과서에 나오는 그래프 및 수치요약을 포함하였다. 그래프는 동적 연결을 통하여 원자료와 연결되었으며, 원자료도 그래프에 연동하였다. 통그라미의 모든 그래프는 동적 그래프이며, 적용 가능한 경우 모핑 기법을 사용하였다.

주요어: 통계교육, 통계계산, 자바 FX, 객체지향프로그래밍, K-Plot.

본 연구는 2013년도 (재)한국통계진흥원 통계보급용역 '초중용 통계패키지 개발'에 의해 일부 지원되었음.

¹교신저자: (200-702) 강원도 춘천시 옥천동 1번지, 한림대학교 금융정보통계학과. E-mail: sysim@hallym.ac.kr