

인터넷을 이용한 통계 교육과 컨설팅의 현황¹⁾

안 기 수²⁾, 허 문 열³⁾

요 약

최근에 인터넷의 이용이 확대되면서 통계학 관련분야에서도 많은 변화가 나타나고 있다. 통계관련 분야에서는 교육과 컨설팅 분야에서 인터넷의 이용이 매우 활발하게 움직이고 있다. 본 논문에서는 이러한 분야에서 현재까지 개발된 내용의 현황을 살펴보고, 사용 목적과 구현 방법에 따라 분류하고자 한다.

1. 통계 서버 개요

편리상 인터넷을 이용하여 통계와 관련된 자료를 지원하는 서버를 '통계 서버'라고 부르기로 한다. 통계 서버는 목적에 따라 통계 교육과 통계 컨설팅으로 구분할 수 있다.

1.1 교육용 통계 서버

초기의 교육용 통계 서버는 교과서적인 지식을 워드프로세서 형식인 HTML로 만들어 놓고 이를 서버에 설치해 놓으면 학습자는 인터넷 상에서 넷스케이프와 같은 브라우저를 이용하여 내용 중에서 자기가 관심 있는 부분을 취사 선택하여 학습을 하는 것이었다. 이러한 형식은 단방향 교육이라고 부를 수 있다. 이러한 형식이 점차 발달하여 이제는 학습자에게 다양한 선택권이 주어짐으로서 통계 서버와 학습자의 상호 작용에 의해 교육이 이루어지고 있다. 즉, 양방향 교육이 이루어지고 있다.

양방향 교육 시스템이라고 하면 학습자가 제시한 질문이나 의견을 통계 서버가 받아들이고 이를 해석하여 처리하고 그 결과를 바로 해당 학습자에게 돌려보내 주는 것을 의미한다. 이 시스템이 이루어지기 위해서는 우선 통계 서버에 통계 교육 전문가 시스템이 구현이 되어있어야 하며 각종 그래픽을 인터넷 상에서 전송할 수 있어야 한다. 따라서 완벽한 교육용 통계 서버는 당분간 어려울 것 같다.

교육을 위한 통계 서버에서 현재까지 이루어진 연구 내용을 살펴보면 목차 표시, 용어에 대한 참조, 그리고 주제별 검색 도구들이 활용되고 있다. 그리고 교과서 중심의 학습을 진행할 것인지,

1) 본 논문에 나타나있는 통계서버들은 <http://myhuh.skku.ac.kr/links/StatServer.html>에서 찾아볼 수 있다.
2) (440-714) 수원시 장안구 정자동 695-1, 동남보건전문대학 사무자동화과 전임강사
3) (110-745) 서울시 종로구 명륜동 3가 53번지, 성균관대학교 통계학과 교수

구체적인 분석 사례를 중심으로 할 것인지, 아니면 주제별 관련 논문을 검색할 것인지를 학습자의 수준에 따라 스스로 선택하여 진행할 수 있도록 내용 선택의 폭이 넓어지고 있다. 최근에는 학습 내용의 이해를 측정하기 위해 시험 문제를 제공하며, 바로 채점하거나 해설을 첨부하는 방법이 사용되고 있다. 특히, 시험 문제의 출제에 있어 학습자가 접속할 때마다 항상 고정된 문제가 출제되지 않도록 문제 데이터베이스로부터 서버가 임의로 선택하여 출제하는 방식을 활용하기도 한다. 통계 이론의 이해를 돕기 위해 제시되는 시뮬레이션과 그래픽에 있어서도 학습자의 선택을 반영하는 예를 많이 찾아 볼 수 있으며, 결과만 일방적으로 제시되는 정적인 상태로부터 과정을 보여 주거나, 학습자의 선택을 반영한 결과를 바로 받아 볼 수 있는 상태를 지원하는 서버들이 있다. 수식 혹은 공식 표현에 있어서 복잡한 형태를 그대로 표시하기보다는 이해하기 쉬운 형태를 제공하기도 한다. 즉, 교사가 칠판을 통해 교과서에 나타난 복잡한 공식을 예를 들어 설명해 가는 과정을 애니메이션 화하여 반복적으로 제공하기도 한다.

순수한 학습 이외에 학습에 필요한 보조 자료를 제공하는 서버들이 있다. 이들 서버들은 주제별 참고 문헌, 용어 사전, 사례별 연구, 교육 방법, 논문집, 학회지, 그리고 통계 논문 작성을 위한 방법 등을 제공하고 있다.

1.2 컨설팅을 위한 통계 서버

통계 교육과 달리 통계 컨설팅을 인터넷 상에서 처리하는 데는 많은 어려움이 있다. 컨설팅을 위한 통계 서버라고 하면 기본적으로 서버와 사용자가 상호 작용에 의해 주어진 문제를 해결해 나갈 수 있는 기능을 갖추고 있어야 한다. 따라서 컨설팅을 위한 통계 서버를 구축한다는 것은 교육용 통계 서버에서 언급한 바와 마찬가지로 매우 어려운 문제가 대두되고 있다.

컨설팅을 위한 통계 서버에서 기본적으로 갖추어야 할 내용은 문제를 해결할 수 있는 통계소프트웨어가 어디서 운용되는가 하는 것이다. 예를 들어 사용자가 분산분석을 수행하고자 하는 데 이를 위한 프로그램이 어디서 수행되는가 하는 것이다. 만약 분산분석이 서버에서 수행이 된다고 하면 지구상의 어떤 사람이라도 서버에 있는 소프트웨어에 접속하여 필요한 작업을 수행할 수 있게 된다. 이 경우 사용자가 제공하는 명령에 따라 여기에 맞는 서버 프로그램이 작동된다. 따라서 저작권 문제가 발생할 수 있으며, 이외에도 여러 가지 문제가 발생한다. 즉, 사용자 중에는 자의든 타의든 서버에게 치명적인 영향을 가할 수 있는 내용을 전달하는 사건이 발생하게 된다. 다시 말하여 서버의 시스템을 혼란스럽게 하는 상황이 발생할 수 있다. 또 이 통계 서버가 매우 인기가 좋아 지구상의 각국에 있는 10만명의 사용자가 동시에 이 서버를 통해 분산분석 문제를 해결하고자 한다고 생각해 보자. 이 경우 서버에 밀려오는 부담은 대단하다.

통계 소프트웨어가 사용자(클라이언트)의 컴퓨터에서 수행되도록 시스템을 구성하였다고 하자. 이 경우 전형적인 방법은 사용자가 본인이 원하는 내용을 서버에게 전달하면 서버는 이를 해석하고 해결할 수 있는 코드를 만들어 사용자의 컴퓨터에 전달한다. 이 코드에는 사용자가 가지고 있는 해당 통계 소프트웨어를 작동시킬 수 있는 내용이 포함되어있다. 이 명령에 의해 사용자의 화면에서 해당 소프트웨어가 구동이 되며, 관련 작업이 수행되고 결과가 사용자의 화면에 나타나게 된다. 이 경우 사용자의 화면에서 이루어지는 모든 내용에 대해서는 사용자가 책임을 지게 된다. 물론 이 경우 해당 문제를 해결할 수 있는 통계 소프트웨어는 사용자의 컴퓨터에서 작동이 될 수 있도록 미리 설치되어있어야 한다. 따라서 이러한 통계 서버는 엄밀한 의미에서 통계 컨설팅을 위한 통계 서버라고 할 수 없다.

현재 인터넷에서 통계 컨설팅을 지원하는 서버들은 대부분 대화나 해석 없이 분석 계산을 위한 소프트웨어만을 제공하고 있다. 몇몇 대학과 연구소를 중심으로 분석이나 결과 해석에 있어 고객과 상담자 서로의 의견을 인터넷을 통해 주고받을 수 있는 환경을 제공하기도 하지만 이들은 유료로 운영되고 있으며 E-mail을 통해 이루어지고 있다.

사용자에게 친밀한 통계 서버가 되기 위해서는 멀티미디어 기법을 최대한 활용하는 것이 바람직하다. 그러나 아직은 통계적 분석결과를 그래픽으로 보여주는 정도가 활용되고 있으며 이러한 작업도 구현하는 것이 매우 어렵다. 왜냐하면 통계 그래픽이 미리 정해져 있는 것이 아니고 그때 그때 사용자가 요구하는 문제에 따라 새로 생성되기 때문이다. 예를 들어 막대그래프를 S-Plus로 그리는 경우 PC에서는 BMP 혹은 WMF 형식으로 만들고 UNIX의 경우 PS형식으로 만든다. 그러나 인터넷 상에서 전송하려면 압축 형식인 JPEG이나 GIF 형식으로 변환하여야 한다. 이러한 변환 작업이 경우에 따라 매우 복잡할 수 있으며 시스템에 따라 불가능한 경우가 있다.(SAS는 버전 6.11 부터 그래픽을 GIF로 저장하는 옵션이 있다.)

2. 목적 별, 구현 방법에 따른 통계 서버의 현황

97년 3월 현재 인터넷에서 학습 혹은 컨설팅을 지원하는 통계 서버로 조사된 사이트들은 통계 서버 목록에 표시하였다. 조사 대상으로는 대학과 연구소에서 지원하는 서버들을 중심으로 하였으며, 사용자가 접속하였을 때 비교적 도움을 받을 수 있을 만한 서버들을 선정하였다. 이들 서버의 목적, 통계 패키지 사용 여부, 통계 계산 도구의 수행 장소, 그리고 통계 그래픽스 제공 형태에 대해서만 분류해 보았다.

학습을 지원하는 대부분의 서버들은 <표 1>에서 보는 바와 같이 정적인 그래픽스를 제공하며, 몇몇 서버들은 시뮬레이션과 탐색적 자료 분석의 예를 설명하기 위해 동적 그래픽스를 활용하고 있다. 현재, 동적 그래픽스는 서버에 있는 도구로는 지원할 수 없으므로, 브라우저에서 helper application 방법으로 XLISP-STAT을 연결하여 사용하거나, Applet을 작성하여 처리하고 있다.

<표 1> 통계 서버의 현황: 서버의 목적과 통계 그래픽스의 기능에 따른 구분(*는 추천 사이트)

목적	학습	컨설팅
정적그래픽 제공	A1* A2 A3* A4* A5 A6 A7* A8* A9 A10* A11 A12 A13 A15 A17~A28 B1* B2 B3* B4~B11 C1 C2 C4* C6~C11 D1* D2 D3 E1* E7* F1~F8 F9* F10 F11* F12~F15 G1* H1* H2* I1* I2* I3* I5* M1* N4* N5*	B7, F10* J1* J2* J3* J4 J5* J6* J8* J9 J10* J12* K14*
동적그래픽 제공	A3* A4* A7* A8* A14* A16* C3 C4* C5* K1* K2* K3 K4 K5* K6~K8 K10* K13* L1*	A18*, J10* J11* J12* K9

<표 2> 컨설팅을 위한 통계 서버에서 통계계산에 사용되는 도구와 이 계산이 수행되는 장소

수행 장소 패키지의 활용	클라이언트	서버
활용하지 않음	J12(VRML) J10 J11 (Applet) K14 (JavaScript)	J6 J7 J8 J9 (C program)
활용함	A18 J5 L1(XLISP-STAT) J1(SAS)	J1(SAS) J2(S-Plus, 완전하지 않음) J3(ADE-4) B7 J4 J6(XLISP-STAT)

컨설팅을 위한 통계 서버의 경우 <표 2>와 같이 패키지 활용과 수행 장소에 따라 구분하였다. 패키지의 활용이라고 하면 통계 서버가 통계계산을 위해 패키지를 활용하는 것을 의미한다. 통계 서버가 통계계산을 위해 활용하는 패키지는 기존의 통계 패키지를 활용하는 방법과 프로그램 언어를 이용하는 방법으로 구별된다. 패키지로는 S-Plus, SAS, XLISP-STAT 그리고 기타 여러 가지의 분석용 소프트웨어들이 활용되고 있으며, 프로그램 언어로는 C, Applet, Java Script 등을 이용하고 있다. 클라이언트에서 통계 패키지를 이용하는 경우에는 브라우저에서 MIME 타입을 선언 하므로써 쉽게 처리할 수 있다.

3. 결론

교육 및 학습에 있어서 독립형(stand alone) 컴퓨터나 LAN상에서 이루어지던 종래의 방법과 인터넷을 이용한 방법의 가장 큰 차이는 참가자의 규모, 학습 자원의 개방 그리고 공유에 있다고 볼 수 있다. 따라서 인터넷을 이용한 방법은 기존의 장점을 그대로 유지하면서 일반 대중에게까지 확대될 수 있는 보편성을 지닌다고 할 수 있다. 그러나 인터넷의 이용에 있어서 통신 속도와 더불어 네트워크 사용에 따르는 비용 문제가 발생될 수 있다. 통신 속도의 경우는 현재 국가적인 개선 노력에 의해 향후 좋아질 것으로 기대하고 있으며, 네트워크는 교육망과 연구망의 확충으로 대중화가 이루어 질 것으로 보인다.

통계 교육과 컨설팅을 위한 통계 서버는 분류 기간 중에도 새로운 서버가 계속해서 만들어지고 있어, 이 분야에 대한 개발이 많이 요구되고 있음을 실감하였다. 그러나 현재 컨설팅을 위한 통계 서버의 구현에 있어서 통계 소프트웨어에 대한 저작권, 컨설팅을 위한 전문가 시스템 구현의 한계, 컨설팅 비용의 청구 그리고 서버 이용에 따르는 보안 문제 등은 앞으로 해결해야될 중요한 과제라고 생각한다.

참고 문헌의 통계 서버 목록에 나타나 있는 통계 서버들은 EDU2: Mathematics⁴⁾, Mathematics Archives⁵⁾, Statistics and Statistical Graphics Resources⁶⁾, A few Links related to Statistics

4) <http://www.wco.com/~qjia/EDU/math1.htm>

5) <http://archives.math.utk.edu/tutorials.html>

Education⁷⁾, Statistics on the Web⁸⁾과 Statistical Tools Online⁹⁾ 등을 참고하였고, 웹 서치 엔진을 활용하여 추가하였다. 참고한 이들 사이트들은 통계 서버를 나름대로의 방법으로 분류해 놓았으나, 애매하거나 잘못 분류된 것들이 상당수 있어 저자가 거의 모든 서버들을 확인하여 다시 분류해 놓았다. (* 표시는 추천 사이트임)

참 고 문 헌

- [1] 정남철 (1996). 인터넷에서 통계학습시스템 설계 및 구현, 박사학위 논문, 성균관대학교, 1996
- [2] Dwight, J. and Erwin, M. (1996). *Using CGI*, QUE.
- [3] Galmacci, G. (1996). Statistics and Computer Networks, SISC-96, 1996, July, 59
- [4] Gosling, J. & Arnold, K. (1995). *The Java Programming Language*, Addison Wesley.
- [5] Renaud, Paul E. (1996). *Introduction to Client/Server Systems - A Practical Guide for Systems Professional*, Wiley.
- [6] Rossini, A. J. (1994). Teaching Statistics and Computing via Multimedia through the World Wide Web, *Statistical Computing and Graphical Newsletter*, Vol 5, No. 3.

통계 서버 목록

I. 교육을 위한 통계 서버

1. 통계학 개론

- A1*. *Online Statistics Textbook* at UCLA : The Study of Stability in Variation by Jan de Leeuw (유료 컨설팅 운영)
<http://www.stat.ucla.edu/textbook/index.html>
- A2. *Introductory Statistics* at Southwest Missouri State University : Concepts, Models, and Applications by David stockburger
<http://www.psychstat.smsu.edu/introbook/sbk00.htm>
- A3*. *SurfStat* Australia by Keith Dear at U of Newcastle (용어에 대한 탐색 엔진, 수식 정교)
<http://frey.newcastle.edu.au/Stats/surfstat/Welcome.html>
<http://frey.newcastle.edu.au/Stats/stat101/>
- A4*. *HyperStat* : Welcome to HyperStat Online WWW version by David M. Lane at Rice U

6) <http://pascal.math.yorku.ca/SCS/StatResource.html>

7) <http://www.helsinki.fi/~jpuranen/links.html>

8) <http://www.execpc.com/~helberg/statistics.html>

9) <http://math.uc.edu/~brycw/classes/147/tools.htm>

- (LAN version을 WEB version으로 운영)
<http://www.ruf.rice.edu/~lane/hyperstat/contents.html>
http://www.ruf.rice.edu/~lane/stat_sim/index.html
- A5. *Introduction to Quantitative Method* by Gene Glass at Arizona State U
<http://olam.ed.asu.edu/%7eglass/502/home.html>
- A6. *Hyperstat* online textbook at U of Freiburg
<http://www.psychologie.uni-freiburg.de/hyperstat/hyperstat.html>
- A7*. *Introductory Statistics Demonstrations* at Ohio U (수식에 animation기법 응용)
<http://ouvaxa.cats.ohiou.edu/~wallace/class/demon2.html>
- A8*. *STAT 100 Some Experimental Interactive Statistics Pages* at U of Illinois, Urbana Champaign (Applet 이용)
<http://neyman.stat.uiuc.edu/~stat100/wwwpop.html>
- A9. *ECO 131 : Econometric Reasoning Using Statistics* at Illinois State U (MINITAB 결과인용)
http://138.87.168.39/Jack_Chizmar/ECO131/DescStat.html
- A10*. *Online course in Statistics* by Erik Blomme (많은 예제 제공, JAVA Script)
<http://www.katho.be/statist/>
- A11. *STA 541 : Applied Statistics for Engineers & Scientists* by James M. Davenport at Virginia Commonwealth U (강의 노트를 PS파일로 제공)
<http://saturn.vcu.edu/~jdavenpo/index.html>
- A12. *MS213 : Introductory Data Analysis* by Phil Pollett at U of Queensland
<http://www.maths.uq.oz.au:80/~pkp/student.html>
- A13. *Statistics Glossary* by Valerie J. Easton at Lancaster U
http://www.cas.lancs.ac.uk/glossary_v1.1/car.html
- A14*. *Introductory Statistics Dictionary* at West Virginia U (XLISP-STAT 프로그램 제공, helper application 이용)
<http://srs.cs.wvu.edu/SRS/IntroStat/Dictionary.html>
- A15. *Web Interface for Statistical Educations* at Claremont College (통계 교육)
<http://ww.grad.cgs.edu/>
- A16*. *JAVA Applets for Statistics* at U of South California (Applet을 이용한 통계 그래픽)
<http://www.stat.sc.edu/~west/java.html>
- A17. *A Glossary of Statistics* at Rockefeller U by Norman Marsh (용어 해설, 그래픽 없음)
<http://linkage.rockefeller.edu/wli/glossary/stat.html>
- A18*. *Teach Modules - Teaching Statistical Concepts to Undergraduate Students* by Taesung Shin at Iowa State U
<http://www.public.iastate.edu/~sts/lesson/head/head.html>
- A19. *Principles of Learning Statistics* by Snell at U of Minesota
http://www.geom.umn.edu/docs/snell/teaching_aids/isi/section3_7.html
- A20. *SFU Statistics* at Simon Fraser U
<http://www.math.sfu.ca/stats/Innovation/index.html>

- A21. *Stat 421 : Applied Statistics and Experimental Design* by Charles Kooperberg at U of Washington
<http://www.stat.washington.edu/clk/s421/>
- A22. *AIC :Statistics Tutorial*
http://gasbone.herston.uq.edu.au/teach/stats/stats_02.html
- A23. *Statistical Procedures* by Phillip Ingram at Macquarie U (분석용 소프트웨어 제공)
<http://atlas.es.mq.edu.au/users/pingram/stats.html>
- A24. *Introductory guide to Statistics* by Allan Palmer at U of Queensland
<http://gasbone.herston.uq.edu.au/teach/stats/home.html>
- A25. *Statistical Procedures* by Phillip Ingram at Macquarie U
<http://atlas.es.mq.edu.au/users/pingram/stats.html>
- A26. *Introductory guide to Statistics* by Allan Palmer at U of Queensland
<http://gasbone.herston.uq.edu.au/teach/stats/home.html>
- A27. *Textbooks : AP Statistics On The Web*
<http://www.mindspring.com/~waus2/apstat/aptext.html>
- A28. *The Hypertext homepage method of exploring quantitative methods* at U of Arkansas
<http://www.uark.edu/plscinfo/pub/methods/univ.htm>

2. 회귀분석

- B1*. *Regression Graphics Home page* by Bret Musser at U of Minnesota
<http://www.stat.umn.edu/~bjm/rcode/master.html>
- B2. *Applied Regression Analysis for MS Students* by Weisberg at U of Minnesota
<http://www.stat.umn.edu/~rcode/classes/5161-Fall94/5302.html>
<http://www.stat.umn.edu/~rcode/classes/5161-Fall96/5161.html>
- B3*. *Stat 423 : Applied Regression and ANOVA in S+, Generalized Linear Model* by Charles Kooperberg at U of Washington (강의 노트 제공)
<http://www.stat.washington.edu/clk/s423/>
- B4. *Multiple Regression with Ren & Stimpy* at New Mexico State U (대학원 학생들이 운영)
<http://www-psych.nmsu.edu/~rlink/regression/home.html>
- B5. *FR 5218 Regression Refresher* at U of Minnesota
http://dendron.fr.umn.edu/fr5218/reg_refresh/index.html
- B6. *Linear Models* by Charles T. Mosier at Clarkson University
<http://www.som.clarkson.edu/~cmosier/mba/glm/index.html>
- B7. *STAT 390: Simple Linear Regression* at U of Washington
<http://bayes.stat.washington.edu/stat390/REG/>
- B9. *STA 6208 : Regression Analysis* at U of Florida
<http://www.stat.ufl.edu/%7Eepresnell/sta6208/>
- B10. *Time Series Analysis* at U of Bristol
<http://www.stats.bris.ac.uk/pub/courses/timeseries/timeseries.html>

B11. *ARIMA Models*

<http://www.geocities.com/Colosseum/5585/mprev.html>

3. 확률과 추론

C1. *Advanced Statistical Inference* by Dr. Rossini at U of South Carolina

<http://www.stat.sc.edu/~rossini/courses/stat722/>

C2. *Mathematical Sciences 403* by Calvin L. Williams at Clemson U

<http://www.math.clemson.edu/~calvinw/>

C3. *Resampling Stats* : use Monte Carlo simulation at U of Maryland

http://www.inform.umd.edu/EdRes/Topic/Statistics/Resampling_Statistics/

C4*. *Math Forum* : Probability & Statistics at Swarthmore College

<http://forum.swarthmore.edu/probstat/probstat.html>

C5*. *The Probability WEB* at U of Queensland

<http://www.maths.uq.oz.au/~pkp/probweb/probweb.html>

C6. *Newsletter of the International Study Group for Research on Learning Probability and Statistics* at NC State U

<http://www2.ncsu.edu/ncsu/pams/stat/info/isg.html>

C7*. *DIANA* : Probability Module at U of Washington (확률과 관련된 시험 문제)

<http://bayes.stat.washington.edu/diagnoser/diagnoser.html>

C8. *Probability Theory - The Logic of Science* at Washington U

<http://www.math.albany.edu:8008/JaynesBook.html>

C9. *Resampling Stats Home Page* : related to bootstrapping and jackknife

<http://www.statistics.com/>

C10. *Introduction to Monte Carlo Methods*

<http://csep1.phy.ornl.gov/mc/mc.html>

C11. *Monte Carlo Methods*

http://csep1.phy.ornl.gov/guidry/phys594/lectures/monte_carlo/mc.html

4. 비모수 통계

D1*. *Introduction to Nonparametric Methods* by Dr. Rossini at U of South Carolina

<http://www.stat.sc.edu/~rossini/courses/stat518/>

D2. *Nonparametric Statistical Testing* at U of Utah

<http://home.utah-inter.net/rmay/npstat.html>

D3. *Welcome to Business Statistics II* by Don Gren at Salt Lake Community College :
Chapter 16 Chi-Square and Other Nonparametric Statistics

(MINITAB을 이용한 문제, 해답)

<http://www.slcc.edu/~wgrendo/230pub/230inst/230ch16inst/230ch16.htm>

5. 다변량 분석

- E1*. *Multivariate course* for ed. Psych by Bob Hale at Penn State U
<http://lepidus.ed.psu.edu/espse/FACULTY/HALE/507Mat/507Syllabus.html>
- E2. *Introduction to Factor Analysis* at Duke U
<http://www.chem.duke.edu/~reese/tutor1/factucmp.html>
- E3. *Statistics 407 : Methods of Multivariate Analysis* : A course in multivariate data analysis with lots of graphics (Splus, Xgobi) by Dianne Cook at Iowa State
<http://www.public.iastate.edu/~dicook/>
- E4. *Density Estimation* with XLISP-STAT
<http://libiya.upf.es/kde.html>
- E5. *Interactive Kernel Estimation* at Penn State U
<http://euler.bd.psu.edu/lispstat/template.txt>
- E6. *Psychology 6140: Multivariate Data Analysis with sas* at York U
<http://www.yorku.ca/dept/psych/lab/psy6140/index.htm>
- E7*. *Multivariate Statistics* : A Practical Guide at U of Waterloo
<http://glenn.uwaterloo.ca:80/~mwulder/gg616/>

6. 통계 계산 및 통계 그래픽스

- F1. *Random Number Generators*
<http://csepl.phy.ornl.gov/rn/rn.html>
- F2. *Statistical Graphics in Screen Design*
http://gsusgi2.gsu.edu/~matjmm/statgraphics/stgr_toc.html
- F3. *Making Multimedia Work* by Dr. Adrian Mallon
<http://www.iscm.ulst.ac.uk/~adrian/>
- F4. *Computational Statistics* by Prof. Gentle at Carnegie Mellon U
<http://science.cmu.edu/csi771/syllabi.html>
- F5. *Statistical and Scientific Computing* at U of Washington by Stuezle and Bruce
<http://www.ms.washington.edu/~s534/>
- F6. *STA 376 : Advanced Modelling and Scientific Computing* at Duke U
<http://www.stat.duke.edu/courses/sta376/sta376.html>
- F7. *The WWW virtual Library* : Random Number and Monte Carlo Methods
<http://random.mat.sbg.ac.at/others/>
- F8. *A Guide to Statistical Computing Resources* on the Internet at U of Michigan
http://asa.ugl.lib.umich.edu/chdocs/statistics/stat_guide_home.html
- F9*. *Gallery of Data Visualization* by Michael Friendly at York U (그래픽 예들 비교)
<http://www.math.yorku.ca/SCS/Gallery/>
- F10*. *Graphical Methods for Categorical Data* by Michael Friendly at York U
 (범주형 자료를 위한 다양한 그래픽 방법과 SAS module, 유료 컨설팅 운영)

- <http://www.math.yorku.ca/SCS/friendly.html> (S+를 이용한 그래프스)
- F11*. *Graphical Data Analysis*, Stat 438 by Banfield at Montana U
<http://math.montana.edu/~umsfjban/STAT438/Stat438.html>
- F12. *Resources for learning more about data analysis* at Arizona State U
http://seamonkey.ed.asu.edu/~behrens/general/general_home.html
- F13. *ITD-Statistical Computing* at U of Michigan
http://www.itd.umich.edu/ITD/UMCE_Prod_serv/Stat-Comp/
- F14. *STAT 328 : Statistical Computing* at U of Illinois ,Urbana Champaign
http://www.uiuc.edu/admin_manual/Course/C_D/STAT328.html
- F15. *PSYCH285 : Computational Statistics and Statistical Visualization* by Forrest at U of North Carolina
<http://forrest.psych.unc.edu/teaching/p285.html>

7. 용어 사전

- G1*. *Online Encyclopedia of Mathematics* by Eric Weisstein at Caltech
<http://www.gps.caltech.edu/~eww/math/math.html>
- G2. *PROPHET StatGuide*
<http://www-prophet.bbn.com/statguide/sghome.html>
- G3. *Butterfly Statistics*
<http://www.inmind.com:80/schools/lessons/butter/butterfly.html>

8. 시험 및 문제 풀이

- H1*. *Exercises for Elementary Statistics* by W. Bryc at U of Cincinnati
<http://math.uc.edu/~brycw/classes/147/topics.htm>
- H2*. *A DataBase of Sample Statistics Quiz Question* for DSc310 at Georgia State U
<http://www.gsu.edu/~dscbms/ibs/ibsd.html>
- H3. *Secondary Mathematics Assessment Database : statistical problems*
<http://cq-pan.cqu.edu.au/schools/smad/smad.html>
- H4. *Statistics question bank page* at U of Calgary
<http://www.ucalgary.ca/~linton/question.html>
- H5. *Workshop Statistics Sample Exams* at Dickinson College
<http://stats.dickinson.edu/math/Rossman/wssampleexams.html>
- H6. *AP Statistics On The Web*
<http://www.mindspring.com/~waus2/apstat/>
- H7. *Online Exercises* by Wlodzimierz Bryc and Stephan Pelikan at U of Cincinnati
<http://math.uc.edu/WWW-test/demo/demo.html>
- H8. *The Automated System for Quizzes*
<http://shazam.econ.ubc.ca/asq/>

9. 분석 예제 및 사례 연구

- I1*. *The Data and Story Library (DASL) for Teacher* : Online library of data and stories at Carnegie Mellon U
<http://lib.stat.cmu.edu/DASL/>
- I2*. *Electronic Encyclopedia of Statistical Exercises and Examples (EESSEE)* at Ohio State U
<http://stat.mps.ohio-state.edu/projects/eesee/index.html>
- I3*. *CHANCE Database* in teaching of Statistics at U of Minesota
<http://www.geom.umn.edu/docs/snell/chance/welcome.html>
- I4. *Research Methods Resources* at Arizona State U
<http://seamonkey.ed.asu.edu/~behrens/home.html>
- I5*. *UCLA Case Studies* by David Draper and George Michailides at UCLA
<http://www.stat.ucla.edu/practice/case-studies/index.html>
- I6. *Workshop Statistics* : Discovery with Data at Dickinson College
<http://stats.dickinson.edu/math/Rossman/wshome.html>
- I7. *Case Studies* in Data Analysis at Queens U
<http://mast.queensu.ca/~ssc/en/casstde.html>
- I8. *Pitfalls of Data Analysis* by Clay Helberg at U of Wisconsin
<http://www.rdsu.wisc.edu/pitfalls/>

II. 컨설팅을 위한 통계 서버

1. 통계 패키지 이용

- J1*. *Running SAS on the Web* at York U. by Michael Friendly (SAS 패키지, 모듈 제공)
<http://www.math.yorku.ca/SCS/Online/>
- J2*. *Globally Accessible Statistical Procedure* at U of South Carolina
 (S+ 이용, 완전하지 않음)
<http://www.stat.scarolina.edu/rsrch/gasp/>
- J3*. *NetMul* (ADE-4 : 다변량 분석 소프트웨어 사용)
<http://biomserv.univ-lyon1.fr/base.html>
- J4*. *Regression Claculator* at UCLA (XLISP-STAT 사용)
<http://www.stat.ucla.edu/cgi-bin/textbook/regres-comp.cgi> (Regression Claculator)
<http://www.stat.ucla.edu/cgi-bin/Xlisp-Stat.cgi> (Submit Xlisp-Stat Code)
- J5*. *StatLib* : Xlisp-Stat Archive by Mike Meyer at Carnegie Mellon U
 (다양한 XLISP-STAT program제공, helper application 이용)
<http://lib.stat.cmu.edu/xlispstat/>

2. C program 이용

- J6*. *Statistical Calculators, Statistical Tables, and Correlation* at UCLA
<http://www.stat.ucla.edu/calculators/>
http://www.stat.ucla.edu/textbook/singles/describe_single/probmodels/calc.html
<http://www.stat.ucla.edu/cgi-bin/textbook/corr-comp.cgi>
- J7. *Basic Descriptive Statistics* at Arizona State U(기술통계, 신뢰구간, t 검정)
<http://seamonkey.ed.asu.edu/~gene/basic.html>
<http://seamonkey.ed.asu.edu/~gene/pciform.html>
<http://seamonkey.ed.asu.edu/~behrens/rci.html>
<http://seamonkey.ed.asu.edu/~gene/ttest.html>
- J8*. *IFA Service* : Statistical Test at U of Amsterdam
<http://fonsg3.let.uva.nl:8001/Service/Statistics.html>
- J9. *Hypotheses testing* at Arizona State U
<http://tikkun.ed.asu.edu/ptest.html>

3. Applet을 이용

- J10*. *Distributed Open Resources for Understanding Statistics (DORUS)* at U of Washington
(Applet을 이용한 자료 처리)
<http://www.stat.washington.edu/greg/DORUS/>
- J11*. *Statiscope*
(Applet을 이용한 탐색적 자료 분석, 그래픽)
<http://www.df.lth.se/~mikaalb/statiscope/statiscope-enu.shtml>

4. VRML을 이용

- J12*. *Spin Plot* : Statistical Calculators at UCLA
<http://www.stat.ucla.edu/calculators/>

5. Applets이나 Java Script을 이용한 통계 계산

- K1*. *Java Applets for Statistics* at Duke U
<http://www.stat.duke.edu/sites/java.html>
- K2*. *Demos for Learning Statistics* at North Carolina State U
<http://www2.ncsu.edu/ncsu/pams/stat/sicl/sicldemo.htm>
- K3. *Java Applets for teaching* at U of South California
<http://www.stat.sc.edu/~west/javahtml/>
- K4. *Berries STATISTICAL PAGE*
<http://huizen.dds.nl/~berrie/>

- K5*. *Mathematics Archives JAVA and Other Interactive WWW Pages* -
 (수학과 관련된 학습과 다양한 Applet)
<http://archives.math.utk.edu/cgi-bin/interactive.html>
- K6. *Interactive Great Lakes Water Level Plots* by U.S. Army Corps
<http://hank.ncb.usace.army.mil/GreatLakes/plots.html>
- K8. *Introduction to Sampling* at U of Oregon
<http://zebu.uoregon.edu/1996/es202/11.html>
- K9. *Buffons Needle* : An Analysis and Simulation by Geoge Reese at U of Illinois, Urbana
 Champaign
<http://www.mste.uiuc.edu/reese/buffon/buffon.html>
- K10*. *A Java Glyph graph* : Fisher Iris data at U of Kansas
 (Fisher의 분꽃자료에 대한 4차원 glyph plot)
<http://www.ukans.edu/cwis/units/IPPBR/java/iris/irisglyph.html>
- K11, *Sampling from Probability Distributions* by Michael D'Zmura at U of California, Irvine
 (Normal, Triagle, Beta, Uniform,...)
<http://www.socsci.uci.edu/cogsci/personnel/dzmura/dist.html>
- K12. *Java Applet* (Applet을 이용한 계산)
<http://www.df.lth.se/~mikaalb/java.shtml>
- K13*. *Plotting, Graphing & Drawing* in Gamemlan
<http://www.gamelan.com/pages/Gamelan.educational.math.graphing.html>
- K14*. *StatPak* : JavaScript Statistical Package
<http://ourworld.compuserve.com/homepages/burgemarkh/statpck.htm>

III. 그외의 보조 자원 제공 통계 서버

1. 통계 데이터

- L1*. *CMU StatLib* at Carnegie Mellon U
<http://lib.stat.cmu.edu>
- L2. *Data Surfing on the World Wide Web*
<http://it.stlawu.edu/~rlock/datasurf.html>
<http://lib.stat.cmu.edu/jasadata/> (JASA data)
- L4. *Resources for Teaching Statistics* : Wide World of Web Data by John Behrens
<http://seamonkey.ed.asu.edu/~behrens/teach/teach.stat.home.html>
- L5. *Statistics in Sports* at Duke U
<http://www.isds.duke.edu/~box/sis/>
- L6. *Datasets from Ser/Srivastavas* : Regression Analysis at U of Michigan
<http://www.stat.lsa.umich.edu/~jphard/courses.html>

- L7. *Knowledge Discover Mine*
<http://info.gte.com/~kdd/>
- L8. *Schoenfield's List of Data Archives*
<http://www.stats.ox.ac.uk/schoenfield.html>
- L9. *Data Sources*
<http://www.scs.unr.edu/~cbmr/research/data.html>
- L10. *The Data Archive home page* at U of Essex
<http://dawww.essex.ac.uk/>
- L11. *A Casebook for a first Course in Statistics and Data Analysis* by Chatterjee, Handcock and Simonoff, Data files at NY U
<http://equity.stern.nyu.edu/SOR/Casebook/>
- L12. *Data Sources page* : maintained at the University of Nevada by David B. Rosen of New York Medical College.
<http://www.scs.unr.edu/~cbmr/research/data.html>
- L13. *PUBLIC RELEASES FROM GALLUP POLL RESULTS*
<http://www.gallup.com/news/>
- L14. *Dr. B's Wide World of Web Data*
http://seamonkey.ed.asu.edu/~behrens/teach/WWW_data.html

2. 통계 교육을 위한 정보

- M1. *Teaching Tibs* at UC berkeley
<http://infocal.berkeley.edu/11/.p/otherdepts/ttips/GD>
- M2. *The Introductory Statistics Course: A New Approach* by Don Macnaughton
<http://www.hookup.net/~donmac>
- M3. *Web Interface for Statistical Education* at Claremont Colledge
<http://www.grad.cgs.edu/wise/>
- M4*. *Teaching Statistics with Excel 5.0* by Neville Hunt : CTI Centre
http://www.stats.gla.c.uk/cti/activities/reviews/96_05/excel.html
http://www.stats.gla.c.uk/cti/activities/reviews/96_11/excel/xlstat.html
http://www.stats.gla.c.uk/cti/activities/reviews/96_11/excel/intro.html
- M5.* *Journal of Statistics Education Home Page* at North Carolina State U
<http://www2.ncsu.edu/ncsu/pams/stat/info/jse/homepage.html>
- M6. *Annotated Bibliography of Articles for the Statistics User* at York U
<http://www.math.yorku.ca/SCS/biblio.html>

3. 온라인 저널 및 출판

- N1. *Journal of Statistics Education* at North Carolina State U
<http://www2.ncsu.edu/ncsu/pams/stat/info/jse/homepage.html>

- N2. *Journal of Approximation Theory* at Ohio State U
<http://math.ohio-state.edu:80/Groups/JAT>
- N3. *Journal of Statistical Software*
<http://www.stat.ucla.edu/journals/jss/>
- N4. *Journal of Mathematical Systems, Estimation, and Control*
<http://borg.lib.vt.edu:80/ejournals/JMSEC/jmsec.html>
- N5. *New York Journal of Mathematics*
<http://nyjm.albany.edu:8000/nyjm.html>
- N6. *Probability Abstract Service* at U of Washington
<http://math.washington.edu/~prob/>
- N7. *InterStat* : Papers are available in Adobe .pdf format and in PostScript.
<http://InterStat.stat.vt.edu/InterStat/>
- N8. *CTI Statistics* (Part of the CTI project to encourage use of learning technology in the UK)
<http://www.stats.gla.ac.uk/cti/>
- N9. *ACM Transactions on Mathematical Softwarer*
<http://gams.nist.gov/toms/>
- N10. *BIT* - Numerical Mathematics
<http://math.liu.se/BIT/>
- N11. *Electronic Journal of Analytic Philosophy*
<http://phil.indiana.edu/ejap/ejap.html>
- N12. *Electronic Journal of Combinatorics*
<http://ejc.math.gatech.edu:8080/Journal/journalhome.html>
- N13. *Electronic Journal of Differential Equations*
<http://ejde.math.swt.edu/>
- N14. *Electronic Transactions on Numerical Analysis*
<http://etna.mcs.kent.edu/>
- N15. *Electronic Journal of Probability & Electronic Communications* in Probability
<http://www.math.washington.edu/~ejpecp/>
- N16. *Mathematics On-Line Bookshelf* : Publishers information on mathematics books.
<http://mathbookshelf.fullerton.edu>
- N17. *Books, Journals, Preprints, Abstracts* from McGill
<http://www.math.mcgill.ca/journals/preprints.htm>
- N18. *Springer* - List of Products
<http://www.springer-ny.com/catalog/cat2.html>
- N19. *John Wiley & Sons Publishers*
<http://www.wiley.com/>

4. 조직 및 단체

- O1. *Royal Statistical Society*
<http://www.maths.ntu.ac.uk/rss/>
- O2. *American Statistical Association (ASA)*
<http://www.amstat.org/>
- O3. *INTERNATIONAL STATISTICAL INSTITUTE (ISI)*
<http://www.cbs.nl/isi/>
- O4. *International Association for Statistical Education*
<http://www2.ncsu.edu/ncsu/pams/stat/info/iase/homepage.html>
- O5. *Statistical Computing and Graphics Newsletters*
<http://netlib.att.com/cm/ms/who/cocteau/newsletter/index.html>
- O6. *SIAM World Wide Web Server*
<http://www.siam.org/>
- O7. *International Association for Statistical Computing (IASC)*
<http://www.stat.unipg.it/iasc/>
- O8. *Bernoulli Society for Mathematical Statistics and Probability*
<http://www.math.ruu.nl/bernoulli/>
- O9. *Biomathematics and Statistics Scotland (BioSS)*
<http://www.bioss.sari.ac.uk/>
- O10. *Center for Statistical Consultation and Research*
<http://www.umich.edu/~csar>
- O11. *Statistical and Mathematical Computing*
<http://www.indiana.edu/~statmath/>
- O12. *ENAR Eastern North American Region of the International Biometric Society*
<http://www.stat.sc.edu/~piegorsc/enar.html>
- O13. *Institute of Mathematical Statistics*
<http://www.stat.ucla.edu/ims/>
- O14. *International Association For Statistical Computing* : maintained at the Department of Statistics, University of Perugia, Italy.
<http://www.stat.unipg.it/iasc/>
- O15. *Statistical Research at AT&T Bell Laboratories (Murray Hill)*
<ftp://netlib.att.com/netlib/att/stat/info/home.html>
- O16. *The AI-GEOSTATS mailing list site*(GIS, geostatistics, spatial statistics, sampling,...)
<http://java.ei.jrc.it/rem/gregoire/>
- O17. *L'Association des Statisticiennes et Statisticiens du Quebec (ASSQ)*
<http://www.dmi.usherb.ca/assq/>
- O18. *A Guide to Statistical Computing Resources on the Internet Mailing Lists and UsenetGroups*
http://asa.ugl.lib.umich.edu/chdocs/statistics/index_all_type.html#Mailing

O19. *MeaNs* : Matching Education, Assessment and Employment Needs in Statistics

<http://www.maths.ntu.ac.uk/rss/rsscentre/discipline.html>

O20. *AERA Educational Statisticians* SIG

<http://seamonkey.ed.asu.edu/~behrens/edstat/edstat.sig.home.html>

O21. *Computer-based learning in Statistics*: a developers' forum

<http://www.stats.gla.ac.uk/cti/activities/cbl/>

O22. *Statistical Society of Canada*

<http://mast.queensu.ca/~ssc/>

O23. *Statistical Society of Australia*

http://www.mathstat.flinders.edu.au/stats/stat_soc.html

O24. *Classification Society of North America*

<http://www.pitt.edu/~csna/>