통계학 과목 교수 시 수학패키지의 활용에 대한 小考

장대홍[1)]

통계학 과목 교수 시 보조 수단으로 자주 사용하는 것이 통계패키지이다. 이러한 통계패키지 외에 수학패키지를 통계학 과목 수업에 활용하면 학습효과를 높이는 데 효과적일 것이다.

주요용어 : 통계패키지, 수학패키지, MAPLE, MATHEMATICA, Symbolic Computation, Animation

1. 서론

통계학 과목 교수 시 우리는 SAS, Minitab, S-Plus, SPSS 등과 같은 통계패키지를 자주 활용한다. 학습효과를 높이기 위하여 이러한 통계패키지 외에 수학패키지를 수업에 활용하는 방안을 우리는 고려하여 볼 수 있다. 대표적이고 대중화된 수학패키지로서 MAPLE과 MATHEMATICA를 들 수 있다. MAPLE은 캐나다 워털루대학교의 symbolic computation group을 중심으로 개발이 된 수학패키지로서 주로 캐나다 및 유럽 대학교들이 파트너로서 활동하고 있다. 웹페이지 www.maplesoft.com으로 가면 많은 정보를 얻을 수 있다. 최근 버전으로 Maple 8이 있다. 이 패키지는 공학계열에서 많이 활용하는 Matlab이라는 패키지와 호환이 된다. MATHEMATICA는 Walfram이라는 물리학자가 개발한 수학패키지로서 미국을 중심으로 활동영역을 넓히고 있다. 웹페이지 www.wolfram.com으로 가면 많은 정보를 얻을 수 있다. 최근 버전으로 Mathematica 4.2가 있다. 수학패키지가 다루는 분야는 algbra, calculus, differential equations, discrete mathematics, geometry, group theory, linear algebra, number theory, finantial functions, statistics, numerical computation 등으로 수학분야 뿐 만 아니라 수학분야에서는 응용수학이라 할 수 있는 통계학, 수치해석, 수리재정학 등이 포함되어 있다. 최근에 수학패키지를 사용하는 논문들이 미분방정식을 중심으로 폭발적으로 늘고 있으나, 통계학 분야에서는 아직 활성화되어 있지 못하다. Childs와 Balakrishnan(2002)는 순서통계량의 적률에 대한 급수전개에 대하여 MAPLE을 활용한 연구를 행하였다. 최근에 미분방정식, 미분적분학, 선형대수 등을 중심으로 많은 수학패키지활용 교재들이 발간되고 있고 양자역학, 컴퓨터그래픽스, 파생상품, OR, 혼돈, 신경망, wavelet 등으로 영역을 계속 넓혀 가고 있다. 또한, 최근에 수학패키지를 활용한 통계학 교재들이 기초통계학, 확률론 및 수리통계학을 중심으로 나타나고 있는 데 Abell외 2인(1998), Denker외 2인(1998), Karian과 Tanis(1999), Hastings(2000), Tanis와 Hogg(2000), Cyganowski외 2인(2002), Rafter외 2인(2002년 11월 발간 예정), Rose와 Smith(2002) 등이 있다. 통계패키지에 비하여 수학패키지의 가장 큰 특징들을 살펴 보면 다음과 같다.

1) 부경대학교 자연과학대학 수리과학부 교수, 부산광역시 남구 대연3동 599-1 대연캠퍼스, e-mail: dhjang@pknu.ac.kr

1. 수학패키지는 symbolic computation을 행할 수 있다. 이러한 기능은 통계패키지에는 없다.
2. 수학패키지는 강력한 그래픽스 기능을 갖고 있다. 물론 통계패키지도 그래픽스 기능이 있으나 통계기법을 중심으로 전개되나 수학패키지는 수학함수를 중심으로 전개되어 있고, 간단한 명령어로 animation 기능을 행할 수 있다.
3. 수학패키지는 C, FORTRAN, BASIC, Pascal 등과 같은 컴퓨터 프로그래밍언어들처럼 programming을 행할 수 있다. 이 programming 기능이 수학패키지의 확장성을 용이하게 한다.

이러한 특징을 살려 통계학 과목 교수 시 통계패키지와 함께 수학패키지를 잘 활용하면 학습효과의 극대화를 이룰 수 있다.

2. 수학패키지의 활용

본 절에서는 3가지 예들을 통하여 통계학 과목 교수 시 수학패키지를 어떻게 활용할 수 있는 지를 수학패키지 MAPLE을 중심으로 간단히 보이고자 한다. 이 예들은 programming 기법(procedure, module)을 이용하지 않고 단순히 수학패키지 상의 명령어들을 사용하는 가장 원시적이고 간단한 예들이다. 이러한 예들을 통해서도 우리는 수학패키지의 효용성을 평가할 수 있다. programming 기법을 사용하는 좀 더 복잡한 예들은 웹페이지 www.mapleapps.com 상의 통계부문을 보면 많이 나타나 있다. 대표적인 예로 Tanis(1998)가 미국 joint statistical meeting에서 발표한 논문 'MAPLE integrated into the instruction of probability and statistics'이 있는 데 웹페이지 www.math.hope.edu/~tanis/dallas/menu.html을 보면 알 수 있다. MATHEMATICA에서는 웹페이지 www.wolfram.com/solutions 상의 통계부문을 보면 된다. 수학패키지 상의 통계관련 명령어들로 수학패키지들을 평가하여 본다면 MATHEMATICA는 기초통계학 수준을 넘는 매우 다양한 명령어들을 갖고 있고 더 발전하여 Rose와 Smith(2002)는 수리통계학에서 필요한 다양한 명령어들을 새로 개발하였다. 반면 MAPLE은 MATHEMATICA에 비해서는 상대적으로 적은 명령어들로 구성되어 있다.

예 1. 일변량 연속분포로서 정규분포 $N(\mu, \sigma^2)$은 매우 중요한 분포이다. 간단한 MAPLE 명령어들을 사용하여 다음과 같은 사실들을 보일 수 있다.

1. μ나 σ^2이 변할 때의 확률밀도함수의 동적 변화
2. 확률밀도함수와 누적분포함수와의 관계
3. 확률밀도함수와 누적분포함수에서 변곡점의 위치
4. 적률모함수
5. 표준정규분포와 t분포와의 관계

예 2. 상관계수를 언급할 때 이변량 정규분포가 자주 등장한다. 이러한 이변량 정규분포에 대하여 간단한 MAPLE 명령어들을 사용하여 다음과 같은 사실들을 보일 수 있다.

1. 상관계수가 변할 때의 결합확률밀도함수의 동적 변화

2. 상관계수가 변할 때의 결합누적분포함수의 동적 변화
3. 주변확률밀도함수 및 조건부확률밀도함수
4. 조건부기대값

예 3. 실험계획에서 교호작용의 의미와 반응표면실험계획에서 회전성(rotatability)의 의미를 가르치는 것은 중요한 작업이다. 이러한 개념들에 대하여 간단한 MAPLE 명령어들을 사용하여 다음과 같은 사실들을 보일 수 있다.

1. 2^2 실험계획(두 개의 인자가 모두 계량형 인자인 경우)에서 교호작용효과의 크기 변화에 따른 반응표면의 동적 변화
2. 중심합성계획에서 원점 증가에 따른 적률행렬(moment matrix)/정밀도행렬(precision matrix)의 변화 및 α의 변화에 따른 회전성의 동적 변화
3. 구형영역(spherical region)과 입방형영역(cuboidal region)의 차이
4. 알파벳 최적화(alphabetic optimality)

3. 결론

통계학 과목 교수 시 우리는 통계패키지 외에 수학패키지를 수업에 활용하면 학습효과를 높일 수 있다.

참고문헌

Abell, M. L., Braselton, J. P., and Rafter, J. A.(1998). *Statistics with Mathematica*, Academic Press.

Childs, A. and Balakrishnan, N.(2002). Series approximations for moments of order statistics using MAPLE, *Computational Statistics and Data Analysis*, Vol. 38, 331-347.

Cyganowski, S., Ombach, J., and Kloeden, P. E.(2002). *From Elementary Probability to Stochastic Differential Equations with Maple*, Springer Verlag.

Denker, M. and Woyczynski, W. A.(1998). *Introductory Statistics and Random Phenomena: Uncertainty, Complexity and Chaotic Behavior in Engineering and Science*, Springer Verlag.

Hastings, K. J.(2000). *Introduction to Probability with Mathematica*, Lewis Publishers, Inc.

Karian, Z. A. and Tanis, E. A.(1999). *Probability and Statistics: Exploration with Maple*, Prentice Hall.

Rafter, J. A., Braselton, J. P., and Abell, M. L.(2002). *Statistics with Maple*, Academic Press.

Rose, C. and Smith, M. D.(2002). *Mathematical Statistics with Mathematica*, Springer Verlag.

Tanis, E. A.(1998). MAPLE integrated into the instruction of probability and statistics, *Joint Statistical Meeting*, Dallas, Texas.

Tanis, E. A. and Hogg, R. V.(2000). *Probability and Statistical Inference*, 6th ed., Prentice Hall.