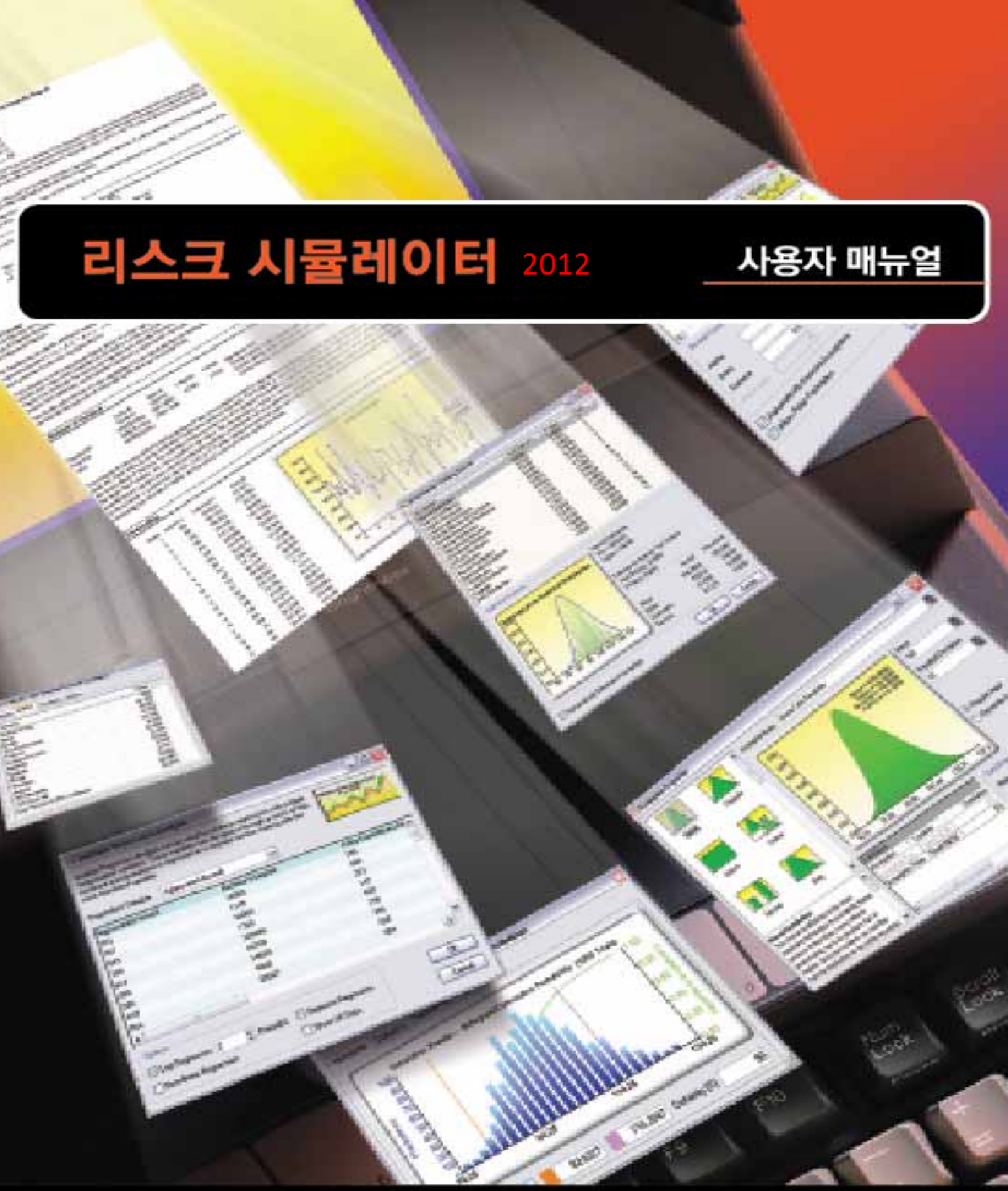
리스크 시뮬레이터 2012

사용자 매뉴얼



MICROPOLIS

Real Options Valuation

(주)마이크로폴리스 서울특별시 강남구 대치동 1000-3 서경빌딩 3층 TEL. 02.563.8884 FAX. 02. 563.7759 E-mail : rov@micropolis.co.kr www.micropolis.co.kr

본서는 Risk Simulator 2012 의 사용에 대한 이해를 돕기 위하여 구성되어 있습니다. 본서에 기재된 화면은 실제 화면과 다를 수 있으며, 본서 및 본서 내에 기재되어 있는 소프트웨어는、Real Options Valuation 주식회사의 한국 총판인 ㈜ 마이크로폴리스가 Real Options Valuation 주식회사로부터 사용 허가 계약을 기반으로 제공되고、사용 승낙 계약 조항에 따라서 사용 혹은 복사하는 것이 가능합니다。본서에 기재된 내용은 정보의 제공만을 목적으로 하고 있어、예고없이 변경 될 수 있습니다。㈜ 마이크로폴리스와 Real Options Valuation 주식회사는、본서의 내용에 대하여 어떠한 책임도 지지않습니다。
사용 승낙 계약 조항에서 허가되어 있는 경우를 제외하고、본서의 일부 혹은 전부를 ㈜마이크로폴리스와 Real Options Valuation 주식회사의 사전의 서면에 의하여 허락없이、전자적、 기계적、녹음을 포함한 어떠한 수단 및 형식에 의하여도、복제、검색 시스템에의 보존、또는 전송하는 것은 금지되어 있습니다。

본서는 Real Options Valuation 주식회사의 창업자 겸 CEO인 조나단 문에 의한 저작의 사용 승락 계약에 기초합니다。

저작、디자인 및 인쇄 : 미국

목차

1. 머리말

리스크 시뮬레이터 소프트웨어란?

리스크 시뮬레이터 (RiskSim)의 1.1 버전은 몬테카를로・시뮬레이션을 사용한、예측 및 최적화를 위한 소프트웨어입니다。이 소프트웨어는 Microsoft .NET C#으로 구성되어 있어、Add-on 된 Excel 과 함께 사용합니다。이 소프트 웨어는 호환성이 있음으로、Real Options Valuation, Inc.의 소프트웨어 Real Options Super Lattice Solver (SLS)및、Employee Stock Options Valuation Toolkit (ESOV)과도 사용이 가능합니다。
이 매뉴얼은 사용자에게 도움이 되는 충분한 정보를 기재하기 위하여 노력하였으나、소프트웨어의 개발자 (예를 들어、 조나단 문 저작의 리얼 옵션 분석、제 2 판、Wiley Finance 2005；리스크 모델화*: 몬테카를로・시뮬레이션의 적용、리얼 옵션 분석、예측、그리고、최적화、제 2 판*、*Wiley* 2006； 그리고、종업원 주식 구입 선택권의 평가 *(2004 FAS 123R), Wiley Finance*2004 의 트레이닝 DVD、라이브 트레이닝 및 본서등의 대용이 되지 않는 것의 양해를 바랍니다。이 상품에 대하여 상세 정보는 홈페이지를 참고하십시요。
www.micropolis.co.kr (South Korea) www.realoptionsvaluation.com (USA) 。

리스크・시뮬레이터의 소프트웨어에는 다음의 모듈이 있습니다。

- 몬테카를로・시뮬레이션 (Parametric및 Nonparametric 시뮤레이션으로 42개의 분포 확률과 동시에 여러 가지 시뮬레이션 프로필의 실행。혹은 절단、상관 시뮬레이션、커스터마이즈 시뮬레이션、정확함과 에러를 콘트롤하는 시뮬레이션、기타、알고리즘을 사용한 시뮬레이션 등의 실행）。
- 예측 방법 (Box-Jenkins ARIMA、중회귀 분석、비선형 외압법, 확률 과정、그리고 시계열 분석의 실행）。
- 불확정 상황에서의 최적화 (시뮬레이션의 실행、무실행과는 무관계로 포토폴리오 및 프로젝트의 최적화를 위하여 이산 정수 및 연속 변수를 사용하는 최적화를 실행）。
- 모델화와 분석 툴 (Boot Strap・Simulation、가설 실험、분포 적합등과 같이 토네이드、스파이더 및 감도 분석의 실행）。

Real Options SLS 의 소프트웨어는 단일、혹은 복합적 옵션을 컴퓨터에 측정하는 이외에、사용자의 니즈에 대응하여 조절 가능한 옵션 모델을 사용하는 것이 가능합니다。이 소프트웨어에는、다음과 같은 모듈이 있습니다。

- 단일 자산 SLS (커스터마이즈 옵션 해결과 같이、포기、선택자 、단축、연기 및 확장의 옵션등의 해결）。
- 복합 자산과 복합 변화 SLS (지속적인 복합 변수의 해결、근본적인 자산 및 다단계의 해결 옵션、포기、선택자 단축、연기 및 확장등과 지속적인 다단계의 결합、그리고 변환의 옵션。즉 커스터마이즈 옵션의 해결도 사용할 수 있습니다）。

- 다항의SLS (삼항식 (평균-회귀) 옵션、사항식 (jump-diffusion) 옵션 그리고、5항식 (레인보우) 옵션의 해결) 。
- Excel Add-on기능 (모든 전례의 옵션의 해결의 다른 페형식 모델이 더해진 해결 및、 Excel에 기초한 환경내에서의 커스터마이즈 옵션의 해결) 。

소프트웨어의 인스톨

이 소프트웨어를 인스톨하기 위하여는、화면상의 가이드를 따라 주십시요。즉 최소한의 요구 시스템이 준비되지 않으면 인스톨이 되지 않는 것을 알아 주시기 바랍니다。

- Pentium IV 프로세서 및 이상
- Windows XP 또는、Vista, Windows 7
- Microsoft Excel XP, 2003, 2007, 2010 및 이상
- Microsoft .NET Framework 2.0/3.0.
- 500MB 의 공간 확보
- 2GB RAM 를 추천
- 소프트 웨어·인스톨의 관리자 권한

새로운 컴퓨터의 대부분은 Microsoft .NET Framework 이 이미 Pre-Install 되어 있습니다。리스크·시뮬레이터의 인스톨을 실행하기 위하여 .NET Framework 의 인스톨이 필요하다는 에러 메시지가 표시되는 경우에는、인스톨을 중단하고、인스콜 CD 에서 적절한 .NET Framework 을 인스톨하여 주십시요 (언어 선택을 잊지 마십시요) 。.NET Framework 의 인스톨이 끝나고、컴퓨터를 재부팅한 후에、리스크 시뮬레이터 S/W 의 인스톨을 다시 실행하여 주십시요。.NET Framework 2.0 / 3.0 의 어떤 버전에서도 컴퓨터에 이미 인스톨되어 있지 않은 리스크 시뮬레이터가 실행되지 않는 것을 이해 바랍니다。

30 일간의 Trial 무료 라이센스의 파일이 소프트웨어에 부속되어 있습니다。
이후、정규판을 구입하는 경우에는、Real Options Valuation 주식회사의 한국 총판인 ㈜ 마이크로폴리스의 메일 rov@micropolis.co.kr 사이트, www.micropolis.co.kr、
혹은 02) 563-8884 의 전화번호로 연락을 주십시요。www.realoptionsvaluation.com (USA) 당사의 Web 사이트에서는、
최신의 소프트웨어의 다운로드가 가능합니다。또한、FAQ 링크에서는 라이센스에 관한 최신 업 데이트 정보 및、인스톨 시에 일어나는 문제에 대하여 해결 방법을 제공할 수 있습니다。

라이센스

소프트웨어의 정규판을 구입하는 경우에는、고객의 라이센스 파일을 작성하기 위하여、하드 웨어의 ID 를 본사에 메일로 보내주시기 바랍니다. 다음의 항목에 따라 주시기 바랍니다。

Windows XP 시스템에서、Excel XP/2003/2007/2010 를 사용하는 경우:

- 머리말、Excel 에서 **리스크 시뮬레이터 (*Risk Simulator*) | 라이선스 (*License*)** 를 클릭하고、화면에 표시 된 1 1-20 자리의 코드와 영수학의 하드웨어 ID 를 카피하여 、rov@micropolis.co.kr 앞으로 메일을 보내주시기 바랍니다。(하드웨어 ID 를 선택하여 우클릭하여 복사하거나、e-mail 하드웨어 ID 링크를 클릭하여 주십시요。) 나중에、본사에서 구입하신 소프트웨어의 영구 라이센스 ID 를 고객에게 메일로 송부합니다。이 영구 라이센스 ID 의 파일은 고객의 컴퓨터 하드 드라이브에 보존하여 주십시요。그리고 Excel 을 실행한 후에、**리스크 시뮬레이터 (*Risk Simulator*) | 라이센스 (*License*)** 를 클릭하여、***Install License (라이센스의 인스톨)*** 을 클릭하여、영구 라이센스 ID 의 파일을 선택하면 완료됩니다。이것으로、고객은 걱정없이 정규판의 소프트 웨어를 실행하는 것이 가능합니다。이 프로세스에 걸리는 시간은 1 분 이내입니다。

Windows Vista/Windows 7 시스템에서、 Excel XP/2003/2007/2010 을 사용하는 경우:

- 처음에、Excel 2007/2010 을 Windows Vista/Windows 7 내에서 실행하여 주십시요。리스크·시뮬레이터의 메뉴바에서 라이센스 아이콘을 클릭하거나、**리스크 시뮬레이터 (*Risk Simulator*) | 라이센스 (*License*)** 를 클릭하여、화면에 표시되는 1 1-20 자리의 코드와 영·수 문자의 하드웨어 ID 를 카피하여、rov@micropolis.co.kr 앞으로 메일을 하여 주십시요。(하드웨어 ID 를 선택하여 우클릭하고 카피하거나、e-mail 하드웨어 ID 링크를 클릭하여 주십시요。) 이후에、본사에서 구입하신 소프트웨어의 영구 라이센스 ID 가 고객에게 메일로 송부됩니다。이 영구 라이센스 ID 의 파일은 고객의 컴퓨터의 하드 드라이브에 보존하여 주십시요。그 후에、다음 스텝을 행하여 주십시요。Excel 을 실행하여、**리스크 시뮬레이터 (*Risk Simulator*) | 라이센스 (*License*)** 또는、 라이센스 아이콘을 클릭하여、***Install License (라이센스의 인스톨)*** 을 클릭하고、 영구 라이센스 ID 의 파일을 선택하여 주십시요。그리고、Excel 을 재실행하면 완료됩니다。이것으로、고객은 걱정 없이 정규 소프트웨어를 실행하는 것이 가능합니다。이 프로세스에 걸리는 시간은 1 분 이내입니다。

인스톨 완료 후、Microsoft Excel 을 재실행하여 주십시요。인스톨 프로세스가 완료한 경우에는 Excel XP/2003 의 메뉴바에 추가의 리스크·시뮬레이터가 표시됩니다。
또한、Excel 2007/2010 의 경우는 Add In 그룹내에 표시되어、새로운 아이콘 바가 Excel 에 표시됩니다。 (Figure1.1 를 참조하여 주십시요。)

또한、스프래쉬 스크린이 표시되어、소프트웨어가 Excel 내에서 기능하고 있는 증거입니다。 (Figure1.2) Figure1.3 은 리스크 시뮬레이터의 툴 바입니다。전열의 아이템이 Excel 에 표시되어 있으면、소프트웨어를 바로 실행 할 수 있습니다。다음 장에서는 소프트웨어의 사용법이 자세히 기재되어 있습니다。

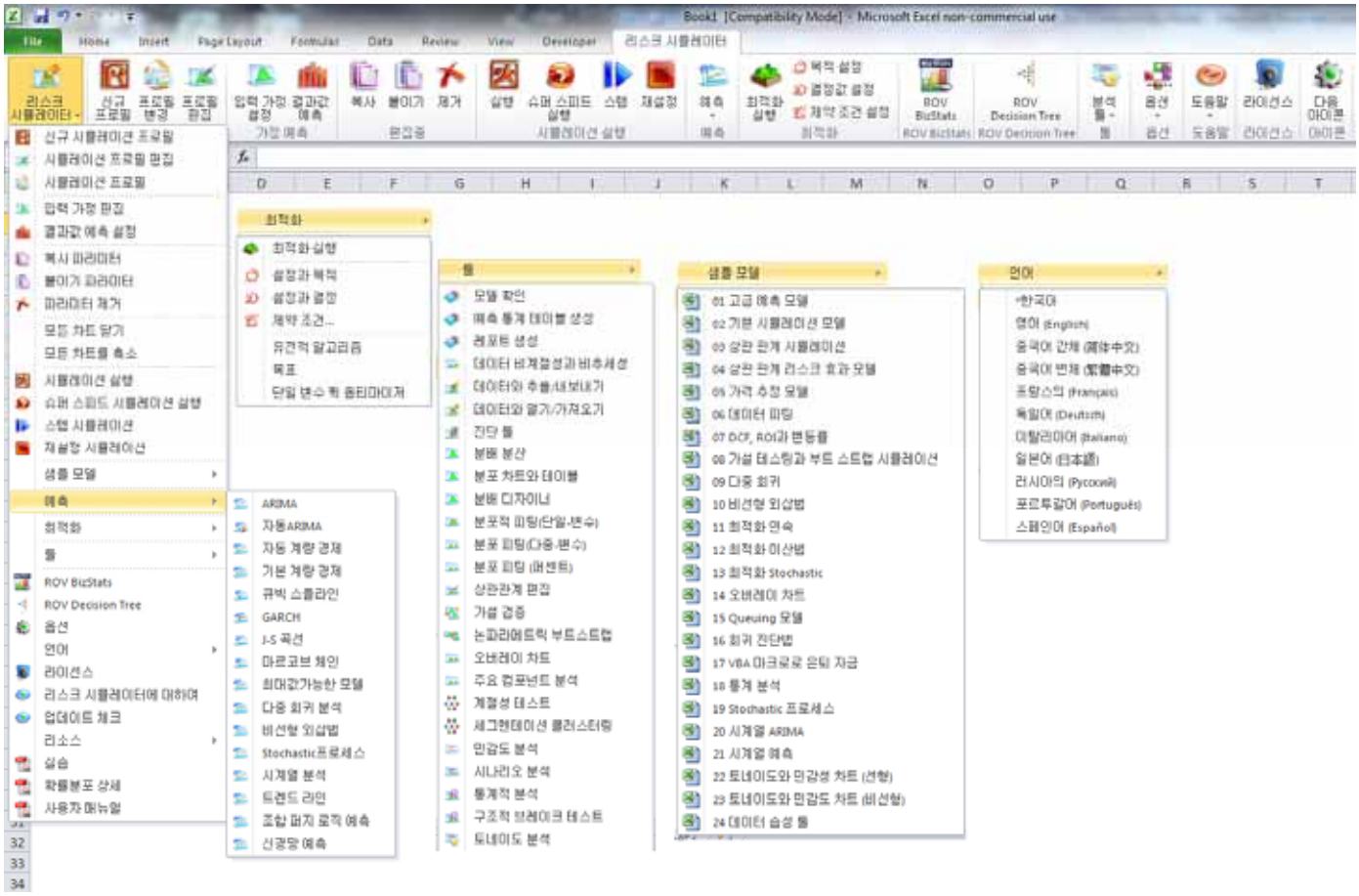


Figure 1.1 – Excel 2007/2010 의 리스크 시뮬레이션 메뉴와 아이콘 바

Figure 1.2 – 리스크·시뮬레이터 스프래쉬 스크린

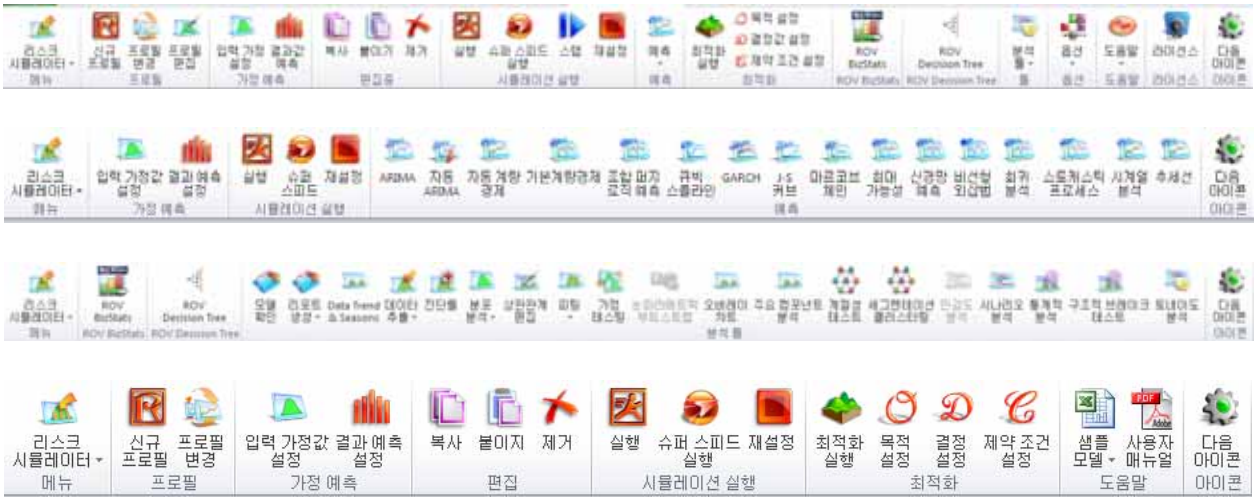


Figure 1.3 – Excel 2007/2010 의 리스크 시뮬레이터 툴바의 아이콘

2011/2012 버전의 새로운 기능 Risk Simulator 기능의 종합 목록

다음은 Risk Simulator 의 주요 기능들이며, 하이라이트된 것은 버전 2011/2012 에 최신으로 주가된 기능이다.

일반 기능

1. 11 개국 언어 지원—영어, 불어, 독일어, 이태리어, 일본어, 한국어, 폴투칼어, 스페인어, 러시아, 중국어 간체, 중국어 번체.
2. ROV 결정 트리는 결정 트리 모델을 만들고 가치를 평가하기 위해 사용됩니다. 다음과 같은 고급 방법론 및 분석기법들이 추가로 포함되어 있습니다.
   - 결정 트리 모델
   - 몬테카를로 리스크 시뮬레이션
   - 민감도 분석
   - 시나리오 분석
   - 베이지안 방법 (결합 및 사후 확률 갱신)
   - 정보에 대한 기대 값
   - MINIMAX
   - MAXIMIN
   - 리스크 프로파일
3. 서적—10 권의 분석적 이론, 적용, 케이스 스터디
4. 셀의 주석—셀의 주석을 ON/OFF 할수 있고, 모든 입력가정, 출력예측 결정변수에 대하여 셀의 주석을 원하는지 정할 수 있다.
5. 상세한 연습 모델—Risk Simulator 에서 24 개의 연습 모델 및 모델링 툴키트에서 300 개 이상의 모델
6. 상세한 리포트—모든 분셕에 대한 상세한 리포트
7. 상세한 사용자 매뉴얼—단계적 사용자 매뉴얼
8. 다양한 라이센스 옵션—위험 분석을 사용자에 맞게 기능을 ON/OFF 함. 예를 들어 Risk Simulator 에서 예측 도구만 필요하면 다른 모듈은 작동이 않되고 예측 도구만 작동되는 특별 라이센스을 구매할 수 있다. 이것은 소프트웨어의 구매에 있어 경제적이다.
9. 다양한 환경 조건—Window 7, Vista, XP 지원; 엑셀 2010, 2007, 2003 과의 통합 지원; virtual machine 하에서의 MAC OS 지원
10. 완전한 사용자 정의의 색상 및 차트—틸트, 3D, 색상, 차트 타입 등등

11. 간편한 연습—결과물 해설을 포함한 Risk Simulator 실행에 있어서 상세한 단계적 가이드
12. 다수의 셀의 총괄 복사/붙이기—가정, 결정변수, 예측의복사/붙이기
13. 프로파일— 한 개의 모델에서 다수의 프로파일 생성 (한개의 모델에서 다른 시뮬레이션 모델의 시나리오가 생성, 복제, 수정, 실행될 수 있다)
14. 엑셀 2007/2010 에서의 개정된 아이콘—더 직감적이고 사용이 편리하게 완전히 개정된 아이콘 툴 바. 대부분의 해상도에 적합한 네 가지의 아이콘 세트(1280 x 760 이상).
15. 우측-클릭을 통한 단축키—우측 마우스 클릭을 사용하여 Risk Simulator 의 모든 툴 및 메뉴 사용

16. ROV 소프트웨어와의 통함—Real Options SLS, Modeling Toolkit, Basel Toolkit, ROV Compiler, ROV Extractor and Evaluator, ROV Modeler, ROV Valuator, ROV Optimizer, ROV Dashboard, ESO Valuation Toolkit 등등의 다른 ROV 소프트웨어의 호환성
17. 엑셀 에서의 RS 기능—가정 및 예측의 설정에 RS 기능을 삽입 및 엑셀에서의 우측 마우스 클릭 지원.
18. 트러블슈터: 이 툴은 소프트웨어를 재작동 시키며, 시스템 요건을 체크하며, 하드웨어 ID 를 구하는 등등에 사용
19. 터보 스피드 분석: 이 새로운 기능은 예측과 기타 분석 툴을 초고속 스피드로 실행한다 (버젼 5.2). 분석과 결과물은 동일하나 계산 및 리포트 생성이 훨씬 빠르다).
20. 웹 자료, 케이스 스터디, 비디오—모델, 교육 시작 비디오, 케이스 스터디, 백서 등등의 자료를 웹사이트에서 무료 다운로드

Simulation Module 시뮬레이션 모듈

21. 6 가지의 난수생성기—ROV Advanced Subtractive Generator, Subtractive Random Shuffle Generator, Long Period Shuffle Generator, Portable Random Shuffle Generator, Quick IEEE Hex Generator, Basic Minimal Portable Generator
22. 2 가지의 샘플링 방법—Monte Carlo 와 Latin Hypercube.
23. 3 가지의 Correlation Copulas—상관 시뮬레이션에서 Normal Copula, T Copula, and Quasi-Normal Copula 의 적용.
24. 42 가지의 확률분포—Arcsine, Bernoulli, Beta, Beta 3, Beta 4, Binomial, Cauchy, Chi-Square, Cosine, Custom, Discrete Uniform, Double Log, Erlang, Exponential, Exponential 2, F Distribution, Gamma, Geometric, Gumbel Max, Gumbel Min, Hypergeometric, Laplace, Logistic, Lognormal (Arithmetic) and Lognormal (Log),

Lognormal 3 (Arithmetic) and Lognormal 3 (Log), Negative Binomial, Normal, Parabolic, Pareto, Pascal, Pearson V, Pearson VI, PERT, Poisson, Power, Power 3, Rayleigh, T and T2, Triangular, Uniform, Weibull, Weibull 3.

25. 대체 파라미터—파라미터 입력에서 대체 방법으로 백분위수를 사용.
26. 사용자 비모수적 분포--역사적 시뮬레이션을 실행하고 델피 방법을 적용하여 자신이 직접 분포를 만든다
27. 분포의 절단—데이터의 경계 설정
28. 엑셀 기능—엑셀 내에서의 기능을 사용하여 가정 및 예측을 설정
29. 다양한 시뮬레이션— 비확실한 입력 파라미터의 시뮬레이션
30. 정확도 조종—충분한 수의 시뮬레이션의 시험이 실행되었는지의 여부를 결정
31. 초고속의 시뮬레이션—100,000 의 시험을 수초 내에 실행

예측 모듈

32. ARIMA--자동회귀 누적이동평균 모델 ARIMA (P,D,Q).
33. 자동 ARIMA—가장 적합한 모델을 찾기 위하여 가장 일반적 조합의 ARIMA 를 실행.
34. 자동 경제측정—기존 데이터에 가장 적합한 모델을 구하기 위하여 수천번의 모델 조합과 순열을 실행함 (linear, nonlinear, interacting, lag, leads, rate, difference).
35. 기본 경제측정—경제측정, 선형/비선형, 상호작용의 회귀 모델
36. 큐빅 스플라인—비선형 보간법과 보외법
37. GARCH—일반화된 자동회귀 조건부 이분산 모델을 사용한 volatility projection: GARCH, GARCH-M, TGARCH, TGARCH-M, EGARCH, EGARCH-T, GJR-GARCH, GJR-TGARCH
38. J-곡선—기하급수적 J 곡선
39. 제한적 종속변수—Logit, Probit, Tobit
40. 마르코프 체인—시간과 시장 점유율 예측에 대한 두개의 경쟁 요소
41. 다중회귀—단계적 방법론적인 일반적 선형 및 비선형 회귀 (forward, backward, correlation, forward-backward).
42. 비선형 외삽법—비선형 시계열 예측
43. S 곡선—로지스틱 S 곡선
44. 시계열 분석—레벨, 동향, 계절성을 예측하는 8 가지의 시계열 분해법 모델
45. Trendlines—적합도와 함께 linear, nonlinear polynomial, power, logarithmic, exponential, moving average 을 사용한 예측 및 적합성.
46. 신경망 예측 (선형, 논리학, 쌍곡선 접선, 쌍곡선 접선과 코사인)
47. 조합 퍼지 로직 예측

최적화 모듈

48. 선형 최적화—다단계 최적화 및 일반적 선형 최적화
49. 비선형 최적화— Hessian matrices, LaGrange function 등등을 포함한 상세한 결과
50. 정태적 최적화—지속적인 정수 및 이진법 최적화의 빠른 실행
51. 동적 최적화—최적화의 시뮬레이션
52. 확률적 최적화—이차, 탄젠트, 중심, 앞, 수렴 기준
53. 효율 경계선—다변수 효율 경계선에 대한 동적 및 확률적 최적화
54. 유전 알고리즘—다양한 최적화 문제에 사용
55. 다단계 최적화—최적화가 실행되는 방법에 대하여 더 나은 통제를 위하여 로컬 및 글로벌 최적화의 테스트와 결과의 정확도와 의존도를 증진시킨다.
56. 백분위수 및 조건부평균—위험 측정에서 조건부 값을 계산하는데에 대단히 중요한 백분위수 및 조건부평균을 포함한 확률적 최적화에 대한 추가적인 통계
57. 검색 알고리즘—기본 단일 결정 변수 및 목표 검색 적용에 사용되는 단순하고, 빠르고, 효과적인 검색 알고리즘
58. 동적 확률적 최적화에서의 초고속 시뮬레이션—시뮬레이션을 최적화 시켜 초고속으로 실행

분석 툴 모듈

59. Check Model—모델에서 가장 일반적인 실수를 테스트
60. Correlation Editor—큰 상관 매트릭스를 직접 입력 또는 수정
61. Create Report—모델에서 가정 및 예측에 대한 리포트 생성의 자동화
62. Create Statistics Report—모든 예측 통계에 대한 비교 리포트 생성
63. Data Diagnostics— heteroskedasticity, micronumerosity, outliers, nonlinearity, autocorrelation, normality, sphericity, nonstationarity, multicollinearity, correlations 에 대한 테스트 실행
64. Data Extraction and Export—데이터를 엑셀, 순수 텍스트 파일, Risk Sim 파일로 추출, 통계 리포트 및 예측 결과 리포트 실행
65. Data Open and Import—이전 시뮬레이션 실행 결과 검색
66. Deseasonalization and Detrending—데이터를 deasonalize 및 detrend
67. Distributional Analysis—42 가지 모든 분포의 정확한 PDF, CDF, ICDF 를 산출하고 확률 테이블을 생성
68. Distributional Designer—사용자 분포를 직접 생성

69. Distributional Fitting (Multiple)—다수의 변수를 동시에 실행, 상관 및 상관 중요도의 설명
70. Distributional Fitting (Single)—지속적 분포에 대한 Kolmogorov-Smirnov 및 Chi-Square 테스트, 리포트 및 분포적 가정의 완성
71. Hypothesis Testing—두개의 예측이 통계학적으로 유사한가 또는 상이한가를 판별
72. Nonparametric Bootstrap—결과의 정확도를 얻기 위한 통계의 시뮬레이션
73. Overlay Charts—가정과 예측에 대한 완전한 사용자 맞춤 오버레이 차트 (CDF, PDF, 2D/3D 차트 타입).
74. Principal Component Analysis—최적합 예측 변수 테스트 및 데이터 어레이의 감소 방법
75. Scenario Analysis—수백 수천개의 정태적 이차적 시나리오
76. Seasonality Test—다양한 계절성의 뒤처짐을 테스트
77. Segmentation Clustering—데이터의 분할을 위하여 통계적 클러스터로 데이터를 모음
78. Sensitivity Analysis—동적 민감도 (동시 분석)
79. Structural Break Test—시계열 데이터가 통계학적 구조적 단절이 있는지 테스트
80. Tornado Analysis—민감성의 정태적 변화, spider 및 tornado 분석, 시나리오 테이블

통계 및 BizStats 모듈

81. Percentile Distributional Fitting—최적합 분포를 찾기위하여 백분위수 및 최적화를 사용
82. Probability Distributions' Charts and Tables—45 개의 확률 분포, 그것의 네 가지 moment, CDF, ICDF, PDF, 차트, 오버레이 다수 분포 차트를 실행하고, 확률 분포 테이블 생성.
83. Statistical Analysis—서술적 통계, 분포적 적합, 막대 그래프, 차트, 비선형 보외법, 정상 테스트, 확률적 파라미터 추산, 시계열 예측, 추세 프로젝션 등등
84. ROV BIZSTATS—130 개 이상의 비즈니스 통계 및 분석 모델들:

Absolute Values, ANOVA: Randomized Blocks Multiple Treatments, ANOVA: Single Factor Multiple Treatments, ANOVA: Two Way Analysis, ARIMA, Auto ARIMA, Autocorrelation and Partial Autocorrelation, Autoeconometrics (Detailed), Autoeconometrics (Quick), Average, Combinatorial Fuzzy Logic Forecasting, Control Chart: C, Control Chart: NP, Control Chart: P, Control Chart: R, Control Chart: U, Control Chart: X, Control Chart: XMR, Correlation, Correlation (Linear, Nonlinear), Count, Covariance, Cubic Spline, Custom Econometric Model, Data Descriptive Statistics, Deseasonalize, Difference, Distributional Fitting, Exponential J

Curve, GARCH, Heteroskedasticity, Lag, Lead, Limited Dependent Variables (Logit), Limited Dependent Variables (Probit), Limited Dependent Variables (Tobit), Linear Interpolation, Linear Regression, LN, Log, Logistic S Curve, Markov Chain, Max, Median, Min, Mode, Neural Network, Nonlinear Regression, Nonparametric: Chi-Square Goodness of Fit, Nonparametric: Chi-Square Independence, Nonparametric: Chi-Square Population Variance, Nonparametric: Friedman's Test, Nonparametric: Kruskal-Wallis Test, Nonparametric: Lilliefors Test, Nonparametric: Runs Test, Nonparametric: Wilcoxon Signed-Rank (One Var), Nonparametric: Wilcoxon Signed-Rank (Two Var) , Parametric: One Variable (T) Mean , Parametric: One Variable (Z) Mean , Parametric: One Variable (Z) Proportion , Parametric: Two Variable (F) Variances , Parametric: Two Variable (T) Dependent Means , Parametric: Two Variable (T) Independent Equal Variance , Parametric: Two Variable (T) Independent Unequal Variance , Parametric: Two Variable (Z) Independent Means , Parametric: Two Variable (Z) Independent Proportions , Power, Principal Component Analysis, Rank Ascending, Rank Descending, Relative LN Returns, Relative Returns, Seasonality, Segmentation Clustering, Semi-Standard Deviation (Lower), Semi-Standard Deviation (Upper), Standard 2D Area, Standard 2D Bar, Standard 2D Line, Standard 2D Point, Standard 2D Scatter, Standard 3D Area, Standard 3D Bar, Standard 3D Line, Standard 3D Point, Standard 3D Scatter, Standard Deviation (Population), Standard Deviation (Sample), Stepwise Regression (Backward), Stepwise Regression (Correlation), Stepwise Regression (Forward), Stepwise Regression (Forward-Backward), Stochastic Processes (Exponential Brownian Motion), Stochastic Processes (Geometric Brownian Motion), Stochastic Processes (Jump Diffusion), Stochastic Processes (Mean Reversion with Jump Diffusion), Stochastic Processes (Mean Reversion), Structural Break, Sum, Time-Series Analysis (Auto), Time-Series Analysis (Double Exponential Smoothing), Time-Series Analysis (Double Moving Average), Time-Series Analysis (Holt-Winter's Additive), Time-Series Analysis (Holt-Winter's Multiplicative), Time-Series Analysis (Seasonal Additive), Time-Series Analysis (Seasonal Multiplicative), Time-Series Analysis (Single Exponential Smoothing), Time-Series Analysis (Single Moving Average), Trend Line (Difference Detrended), Trend Line (Exponential Detrended), Trend Line (Exponential), Trend Line (Linear Detrended), Trend Line (Linear), Trend Line (Logarithmic Detrended), Trend Line (Logarithmic), Trend Line (Moving Average Detrended), Trend Line (Moving Average), Trend Line (Polynomial Detrended), Trend Line (Polynomial), Trend Line (Power Detrended), Trend Line (Power), Trend Line (Rate Detrended), Trend Line (Static Mean Detrended), Trend Line (Static Median Detrended), Variance (Population), Variance (Sample), Volatility: EGARCH, Volatility: EGARCH-T, Volatility: GARCH, Volatility: GARCH-M, Volatility: GJR GARCH, Volatility: GJR TGARCH, Volatility: Log Returns Approach, Volatility: TGARCH, Volatility: TGARCH-M, Yield Curve (Bliss), and Yield Curve (Nelson-Siegel).

2. 몬테카를로 ・시뮬레이션

몬테카를로・시뮬레이션이란、모나코의 유명한 도박 도시의 이름에서 나온、매우 유력한 방법론으로 알려져 있습니다。실무가로서、시뮬레이션은 현실에서 일어난 복잡하고 곤란한 문제를 해결로 이끌어 줍니다。몬테카를로는 수 천、혹은 수백만의 확률 샘플 경로에 기초하여 인공적인 미래의 예상도를 그려 내어 줍니다。회사에서의 분석은 、대학원의 고등수학을 수강하는 것만으로 이론적이지도 실천적이지도 않습니다。우수한 애널리스트는、자유롭게 모든 수법을 사용하여、가능한한 무엇보다도 용이하고 또 실천적인 방법으로 같은 결과를 얻는 사람들을 말합니다。어떠한 케이스에서도、그 모델이 정확한 경우、몬테카를로 시뮬레이션은 유의한 답변에 무엇보다도 수학적인 방법을 부여합니다。그러면 무엇보다 자세한 몬테카를로 시뮬레이션에 대하여、그리고 어떠한 상황에서 사용할 것인지 봅시다。

몬테카를로 시뮬레이션이란?

몬테카를로・시뮬레이션이란、예측、추정、리스크의 분석 등에 도움이 되는 난수를 이용하는 무엇보다도 단순한 시뮬레이션법입니다。시뮬레이션은、불확정 변수에 대하여 사용자가 사전에 정한 확률 분포에서 값을 반복적으로 채취하거나、모델의 값을 사용하여 모델의 몇 개인가를 계산합니다。전체적으로、각 시나리오가 각각의 예측값을 사용하여 얻을 수 있도록 모델로서、이것들의 시나리오는 관련될 결과를 만들어 내고 있습니다。
예측이란、사용자가 모델의 중요한 산출로서 정의한(대부분、공식 및 관수를 사용하여)사상으로、총 수입、순이익、지출 총액 등을 포함합니다。

골프 볼을 커다란 바구니에서 교대로 몇 번이고 꺼내는 상황을 생각 해 주시기 바랍니다。먼저、바구니의 형태와 사이즈에 의하여 분포의 입력 가정 *input assumption* (평균１００및 표준편차１０의 정규 분포와 ｖｓ 동일 분포 혹은、삼각 분포) 가 결정됩니다。즉、바구니에 따라서는 보다 바닥이 깊은 것보다 대칭적인 것이 있어、그 가정에 의하여 어떠한 정도의 빈도로 다른 것보다 확실히 볼을 꺼낼 수 있는 것이 가능하게 됩니다。

반복적으로 꺼내지는 볼의 수는、시뮬레이션한 회수 (*trials*) 에 의하여 다르게 됩니다。복수의 관련된 가정을 가진 규모의 커다란 모델의 경우는、커다란 바구니중에 작은 바구니가 몇 개 들어 있어、이것의 작은 바구니는 각각에 골프볼의 세트가 있어 여기 저기 날고 있는 상황을 생각하여 주십시요。예를 들어 변수의 사이에 상관 관계가 있다고 하면 그것의 바구니를 손에 들어 맞추는 것에 의하여、다른 바구니의 골프 볼과는 다르게、상호 관련된 바구니의 골프 볼은 종렬로 서서 날아가는 것이 됩니다。이 상호 작용에서 픽업 된 볼 하나 하나는 시뮬레이션의 예측 결과 (*forecast output*) 로서 기록되고 、표에 기록 됩니다。

리스크 ・시뮬레이터를 사용하는 것에 있어서

소프트 웨어의 고도의 전략

리스크･시뮬레이션 소프트웨어에서는 몬테카를로･시뮬레이션、예측、최적화등의 여러 가지 어플리케이션이 포함되어 있습니다。

- 이 시뮬레이션 어플리케이션은 Excel 에 기초한 모델、예측의 시뮬레이션（분포 결과）、적합 분포의 표시（무엇보다 적합한 통계적 분포를 자동적으로 보여 주고 있습니다）、상관의 컴퓨터화（변수의 사이에서의 관계 유지）、감도의 구분（토네이도、감도표 작성）등을 커스터마이즈 및 Non Parameter 시뮬레이션과 같이（분포의 상세와 그것의 파라미터를 제외한 이력 데이터를 사용한 시뮬레이션）실행합니다。
- 예측 어플리케이션에서는、계략 경제 예측 Box-Jenkins ARIMA、자동 시계열 예측（계절성과 트렌드와 같이）다변량 회괴（선형、비선형 회귀）、비선형 외압법（곡선 적합）그래서、확률 과정（램덤 워크、평균 회귀、jump-diffusion 과정）을 만들어 내는데 사용됩니다。
- 최적화 어플리케이션은、목적치를 최대、최소로 하는 제약 하에、중이산적 정수、연속、혼합 결정 변수의 최적화 및 、몬테카를로･시뮬레이션과 함께 정지･동적･확률 최적화 등의 실행、그리고 선형、비선형의 최적화에도 사용할 수 있습니다。Real Options Super Lattice Solver 는 Stand Alone S/W 로 리스크 시뮬레이터를 보완하여、단순 혹은 복잡한 리얼 옵션의 문제를 해결하여 줍니다。

몬테카를로 시뮬레이션의 실행에 대하여

통상、Excel 모델에서 시뮬레이션을 실행할 때에、다음의 순서를 행하여 주십시요。

1. 신규 시뮬레이션 프로필을 작성하거나、미리 보존하고 있는 프로필을 열어 주십시요。
2. 입력 과정의 설정을 적용한 셀에서 행하여 주십시요。
3. 예측 결과의 설정을 적용한 셀에서 행하여 주십시요。
4. 시뮬레이션을 실행하여 주십시요。
5. 결과를 해석하여 주십시요。

예：시뮬레이션의 실행 사례를 시험하기 위하여 *Basic Simulation Model* 이라는 파일을 열어 주십시요。이 파일은 스타트 메뉴에서도 여는 것이 가능합니다。다음의 순서에서 파일을 클릭하여 주십시요。*Start | Real Options Valuation | Risk Simulator | Examples* 또는 *Risk Simulator | Example Models* 에 직접 들어가 주십시요。

1. 신규 시뮬레이션 프로필의 작성에 대하여

신규 시뮬레이션을 실행하는 것은 먼저、신규 시뮬레이션 프로필의 작성이 필요합니다。시뮬레이션 프로필은 시뮬레이션을 실행하기 위하여 필요한 (가정、예측、실행의 환경 설정 등) 순서의 모든 설정이 표시됩니다。프로필을 작성하는 복수의 시뮬레이션 시나리오를 설정 할 수 있습니다。이것은 복수의 사용자가 같은 모델 (개인적인 설정을 지정하고) 을 사용할 수 있다는 것입니다。또는、한 사람의 사용자가 같은 모델에서 몇 개의 시나리오 예측을 다른 분포 가정등에서 검색하는 것도 할 수 있습니다。

- Excel 을 열고、신규、또는 이미 보존하고 있는 모델을 열어 주십시요。(예증의 경우는、모범 모델의 기초 시뮬레이션을 열어 주십시요)。
- *Risk Simulator* 를 클릭하고、*New Simulation Profile* 을 선택하여 주십시요。
- 시뮬레이션에 적절한 타이틀명을 기입하여 주십시요。(Figure 2.1 참조)

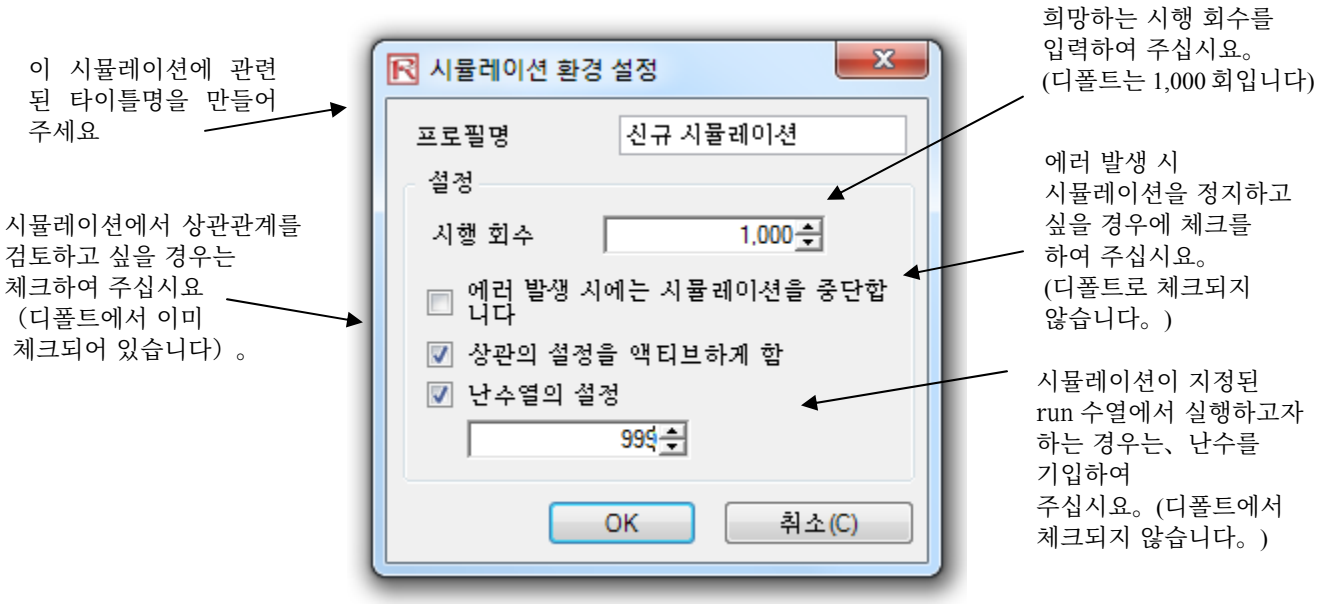


Figure 2.1 – 신규 시뮬레이션 프로필

ⓘ **타이틀** : 시뮬레이션 타이틀을 지정하는 것으로、하나의 Excel 모델에 몇 개의 시뮬레이션 프로필을 작성하는 것이 가능합니다。즉、하나의 모델에서 몇 개의 시뮬레이션 시나리오를 보존하는 것이、전 회에 사용한 가정 및 신규 시나리오의 편집을 행할 필요가 없이 가능합니다。언제라도 프로필 명칭을 리스크 시뮬레이터 *(Risk Simulator) | 프로필의 편집 (Edit Profile)* 을 선택한 후에 편집하는 것이 가능합니다。

ⓘ 시행수 : 시뮬레이션이 시행된 회수의 지정을 행할 때에 표시됩니다。즉、1,000 시행은 입력 가정에 기초한 1,000 의 다른 출력 결과가 생성된다는 것입니다。시행 회수는 사용자의 희망으로 자유롭게 편집하는 것이 가능합니다만、입력 시에 제대로 된 정수가 아니면 않되는 것을 잊지

마십시요。디폴트에서 이미 1,000 회로 표시됩니다。또는、정도 와 에러 콘트롤을 사용하는 것 하면 자동적으로 시뮬레이션에 맞는 필요한 시행의 횟수가 결정됩니다。 (상세는 정도와 에러 콘트롤의 셀렉션을 보시기 바랍니다) 。

- 시뮬레이션 에러 시에 일시 정지 : 선택을 하면 Excel 모델에서 에러가 발생하는 때에 항상 시뮬레이션을 정지합니다。예를 들어、모델에 에러가 생길 경우 (시뮬레이션 시행으로 생성된 입력 값은、어느쪽인가의 분산 시트 셀에서 에러로서 제로로 나누기가 되어 있어야 합니다) 는 시뮬레이션이 정지됩니다。이것은 Excel 모델상에서 컴퓨터 에러가 없는가를 확인하기 위하여 필요한 항목입니다。따라서、모델의 구성에 문제가 없으면 미리 알고 있을 때에 이 툴을 사용할 필요는 없습니다。
- 상관의 체크 : 체크하면 짝이 되어 있는 input 가정의 상관이 계산됩니다。그렇지 않으면、상관은 모두 제로로 설정되고、시뮬레이션의 실행 시、상관과 입력 과정 사이의 값은 계산되지 않습니다。예를 들어、정말 상관 관계가 존재한다고 하면、상관과 입력 가정의 계산을 행하는 것으로 더욱 확실한 결과가 나옵니다、그리고 마이너스의 상관이 있다고 하면、낮은 신뢰도의 예측이 나타날 경향이 보여 집니다。이 설정에서 상관의 박스를 체크한 후、생성된 각 가정의 상관 계수의 설정이 됩니다 (상세는 상관에 대한 장을 보시기 바랍니다) 。
- 난수열의 지정 : 난수열을 지정한 시뮬레이션은 매회 미묘하게 다른 결과를 보여 줍니다。이것은 몬테카를로·시뮬레이션의 난수 생성열의 기능에 의하여、모든 난수 생성열에서는、이론상의 사실입니다。그러나、프레젠테이션을 할 때에는 이미 인쇄 된、또는 표시된 결과와 같은 결과를 표시하지 않으면 않됩니다。그 때에는 이 항목을 체크하고、초기 시트 수를 입력하여 주십시요。시트 수는 플러스 정수를 사용하여 주십시요。같은 초기 시트 수、같은 시행 수、그리고 같은 입력 가정을 기입하는 시뮬레이션은 이미 같은 난수열을 선택하고、같은 결과가 나오는 것을 보증합니다。

시뮬레이션 프로필이 한번 생성된 후에도、이 속성을 편집할 수 있는 것을 잊지 마십시요。이것을 실행하기 위하여는 먼저、열려 있는 프로필이 편집하고자 하는 프로필인가를 확인하십시요。또는、**리스크 시뮬레이터 (*Risk Simulator*) | *시뮬레이션 프로필의 편집 (Change Simulation Profile)*** 를 클릭하고、편집하고자 하는 프로필을 선택하여、***OK*** 를 클릭하여 주십시요。 (Figure 2.2 에서는 복수의 프로필 중에서 편집하고자 하는 프로필의 선택 화면을 참조하고 있습니다) 。덧붙여 프로필리 카피, 명칭 변경도 가능합니다。

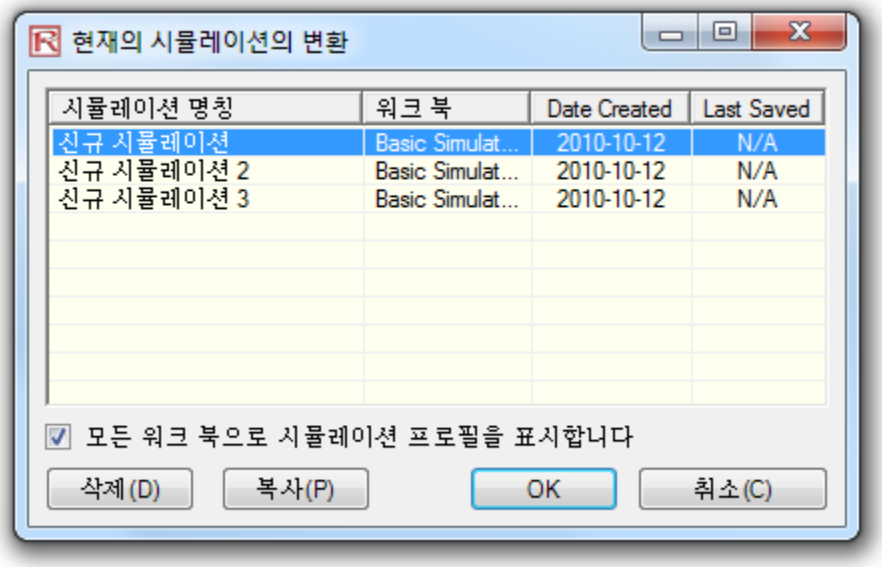


Figure 2.2 – 현재 액티브한 시뮬레이션의 변경

2. *입력 가정의 지정*

다음의 단계는 모델의 입력 가정의 설정입니다。가정은 셀에 방정식 및 관수를 제외한값을 기입하여 주십시요。예：모델의 입력 셀에는 수치를、결과 셀에는 방정식 및 관수를 기입하여 주십시요。이것의 가정과 예측의 호출은、이미 시뮬레이션 프로필이 존재하지 않으면 않됩니다。모델에 입력 가정의 기입을 행하는 것은 다음의 순서를 행하여 주십시요。

- 시뮬레이션 프로필이 있는 것을 확인하여 주십시요。또는 신규 프로필을 작성하거나（리스크 시뮬레이터 (*Risk Simulator*) | *신규 시뮬레이션 프로필 작성 (New Simulation Profile)*、이미 보존 되어 있는 프로필을 열어 주십시요。
- 가정을 기입하고자 하는 셀을 선택하여 주십시요（예：기초 시뮬레이션 모델의 셀 G8 을 참조 하십시요）。
- *리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) |입력 가정의 설정 (Set Input Assumption)* 을 클릭하거나、또는 리스크 시뮬레이터의 툴의 세개의 아이콘을 클릭하여 주십시요。
- 관련이 있는 분포법을 선택하고、분포의 파라미터를 입력한 후에、모델의 입력 가정을 지정하기 위하여 *OK* 를 클릭하여 주십시요。 (Figure 2.3 참조)

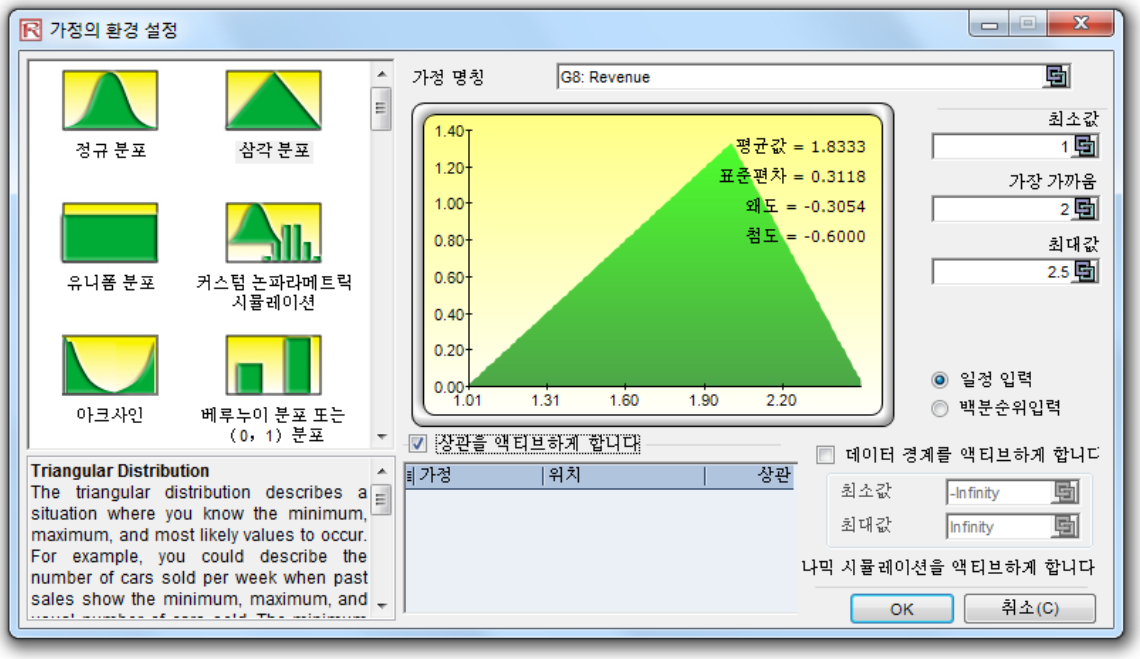


Figure 2.3 – 입력 가정의 설정

가정의 환경 설정에는 시뮬레이션에 몇 개의 중요한 항목이 있습니다。Figure 2.4 는 그러한 항목이 표시되어 있습니다。

- **가정 명칭**：기입된 가정의 구별이 되도록、각 가정의 명칭을 붙이고 있습니다。짧고 알기 쉽게 명칭을 붙이는 것이 가장 적절하겠습니다。
- **분포 갤러리**：좌측에는 소프트웨어에 내장되어 있는 여러 가지 분포법이 표시되어 있습니다。분포의 화면 표시를 변경하는 것은 분포 갤러리를 열거 커다란 아이콘 및 작은 아이콘을 우클릭하여 보시기 바랍니다。42 개의 분포법이 표시됩니다。
- **입력 파라미터**：분포법의 선택에 의하여、관련되는 파라미터가 표시됩니다。덧붙여 파라미터는 직접 입력이 됩니다、워크 시트의 특유의 셀에 파라미터를 링크시키는 것도 가능합니다。가정 파라미터가 변동 하지 않고 알수 있을 때 이 툴을 사용하면 편리합니다。파라미터를 보이게 표시하고자 할 때에、또는 실행중에 파라미터를 변동하고자 할 때에 워크 시트의 셀에 링크 시키면 사용이 보다 충실합니다。 (의 아이콘을 링크시켜 입력 파라미터를 워크 시트 셀에 링크 시키시기 바랍니다。)
- **가능한 데이터 환경**：이 툴은 대부분 평균적인 분석자가 사용하지는 않습니다만、분포 가정을 구분하는 것에 사용합니다。예를 들어、정규 분포를 선택했다고 하면、이론상、경계는 마이너스 무한과 플러스 무한의 사이에 있다고 합니다。그러나、실천에서는 시뮬레이션 된 변수는 좁은 범위내에서 존재하고、이 범위는 적절한 분포를 구분하기 위하여 기입됩니다。
- **상관**： Pair 의 관계에 있는 상관은 입력 가정으로 지정하는 것이 가능합니다。가정이 필요한 경우、상관의 체크 박스를 클릭하는 것을 잊지 마십시요。이 옵션은*리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator)* | 시뮬레이션

프로필의 편집 (*Edit Simulation Profile*) 을 클릭하면 표시됩니다。상관의 지정과 상관이 불러오는 모델에의 효과 상세는、이 장의 최후에 있는 상관에 대하여 이론을 참조 하시기 바랍니다。또、분포의 구분 및、또는 다른 가정에 분포를 관련 시키는 것이 가능합니다만、양방이 동시에 실행되지 않는 것에 주의하시기 바랍니다。

ⓘ **간단한 기술**：갤러리의 각 분포의 기술이 표시되어 있습니다。필요한 입력 파라미터와 선택된 분포의 최적의 사용법 및 케이스가 기술됩니다。소프트웨어에 내장되어 있는 각 분포의 상세는 몬테카를로・시뮬레이션을 위한 확률 분포의 장을 참조 하십시요。

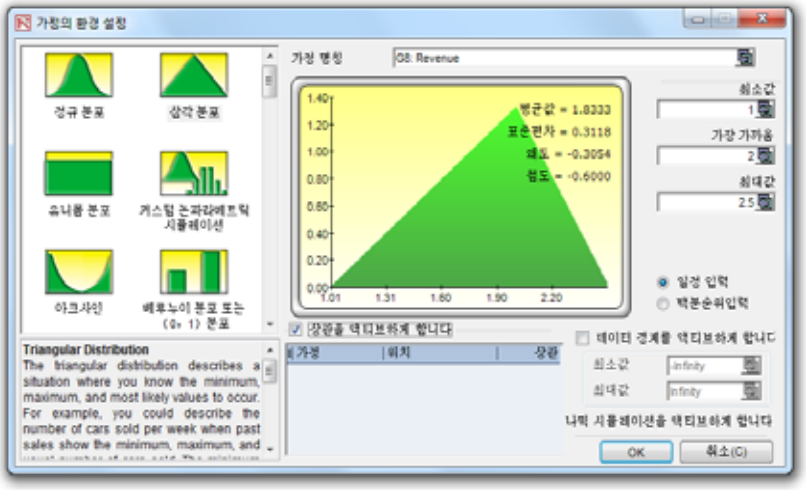


Figure 2.4 – 가정의 환경 설정

메모：예증을 시행할 경우에 다른 가정의 설정을 G9 에서 행하여 주십시요。이 때에 정규 분포를 선택하고、최소값은 0.9, 최고값은 1.1 을 기입하여 주십시요。그 후에、예측 결과의 설정을 다음 스텝과 같이 행하여 주십시요。

3. 예측 결과의 설정

다음 단계로서 모델의 예측 결과를 설정하십시요。출력 셀은 방정식에 관수를 입력하십시요。예측 결과의 설정 프로세스는 다음과 같습니다。

- 가정을 설정한 셀을 선택하여 주십시요（예를 들어、기초 시뮬레이션 모델 예에서는、셀 G10）。
- *리스크・시뮬레이터 (Risk Simulator)* 를 선택하고、예측 결과의 설정 *(Set Output Forecast)* 를 클릭하여 주십시요。또는 리스크 시뮬레이터의 툴바의 네 번째의 아이콘을 클릭하여 주십시요（Figure 1.3 참조）。
- 필요한 정보를 기입하고、*OK* 를 클릭하여 주십시요。

Figure 2.5 는 예측 결과의 환경 설정을 표시하고 있습니다。

ⓘ **예측 결과의 명칭**：예측 결과의 셀 명칭。커다란 규모의 모델에서 복수의 예측 결과 셀을 설정할 때에 명칭을 구별하는 것으로、보다 보기 쉽게、보다 빠르게 결과를 구하는 것이 가능합니다。이 단순한 스텝의 중요성을 잊지 마십시요。짧고 알기 쉽게 명칭을 붙이는 것이 가장 적절합니다。

- **예측의 정도**： 시뮬레이션으로 어느 정도의 시행 수가 필요한가 감으로 맞추는 대신에、정도와 에러 콘트롤의 설정을 사용하여 나누는 것이 가능합니다。시뮬레이션 시행 회수를 자동 과정으로 하는 것으로、에러와 정도의 조합의 시뮬레이션이 계산적으로 필요 시행 회수를 달성하면、、시뮬레이션은 정지하고、필요한 정도의 달성을 연결하는 것으로、필요한 시뮬레이션 회수를 사정에 추측할 필요가 없습니다。상세는 에러 콘트롤과 정도의 장을 참조하십시요。
- **예측 결과의 화면의 표시**：사용자의 희망으로 특정의 예측 화면의 표시、비표시가 설정됩니다。디폴트로、항상 예측 차트가 표시되고 있습니다。

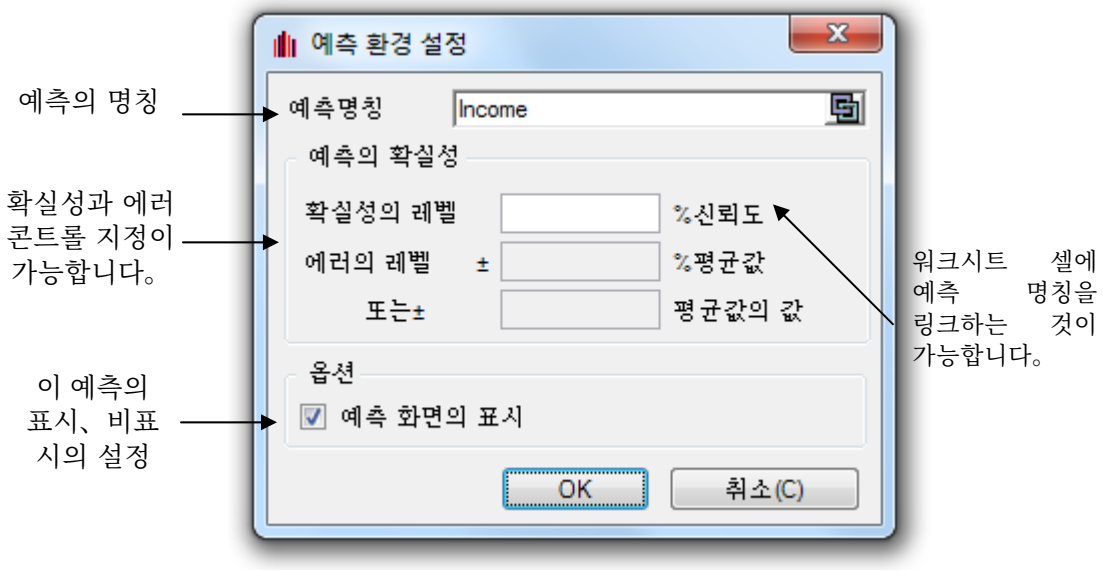


Figure 2.5 – 예측 결과의 설정

4. 시뮬레이션 실행

리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) |시뮬레이션의 실행 (Run Simulation) 을 클릭하거나*실행 (Run)* 아이콘을 클릭하면 (리스크 시뮬레이터 툴의 여덟개째의 아이콘) 시뮬레이션을 실행합니다。재실행하는 경우、또는 실행을 중단하는 경우는、시뮬레이션을 초기화하는 것을 잊지 마십시요。이를 위하여 *리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) |시뮬레이터의 초기화 (Reset Simulation)* 를 클릭하고 시뮬레이션 툴 바의 10 번째의 아이콘을 클릭하여 주십시요. 즉 스텝 기능 (*리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) |스텝 시뮬레이션 (Step Simulation)* 또는 툴 바의 아홉번째의 아이콘) 은 한번에 한번 시행하는 것이 가능합니다。시뮬레이션의 교재로서 사용하면 적합할 것입니다。 (각 시행에서 셀에 표시되 가정값이 매회 변화해 가면、모델의 계산이 매회 행하여 지는 것이 증명됩니다ㅅ) 。

5. 예측 결과의 해석

몬테카를로·시뮬레이션의 최후 단계로서 예측 결과의 차트의 해석이 있습니다。Figures 2.6 에서 13 까지 예측 결과 차트와 시뮬레이션 실행 후에 생성된 통계가 표시

됩니다。통상、다음의 제 항목은 시뮬레이션의 예측 결과의 해석에 필요하다고 합니다。

- **예측 차트**：Figure 2.6 에서 참조 된 예측 차트는 시뮬레이션의 총 시행수에서 일어나 값의 도수의 확률 히스토그램입니다。세로축은 총 시행수에서 벗어나 일어난 특정의 X 값의 도수를 표시하고、한편、누적 도수(Smooth 한 라인)은 예측의 실행에서 일어난 총확률의 모든 값、그리고 X 값보다 밑의 값도 표시됩니다。
- **예측 통계**：Figure 2.7 의 참조는 예측값의 분포를 4 개의 분포 단계로 정리하고 있습니다。이것의 통계 평균값의 상세는 예측 통계 이해의 장을 참조하시기 바랍니다。스페이스 바를 사용하면 통계도와 히스토그램의 표가 교대로 표시됩니다。

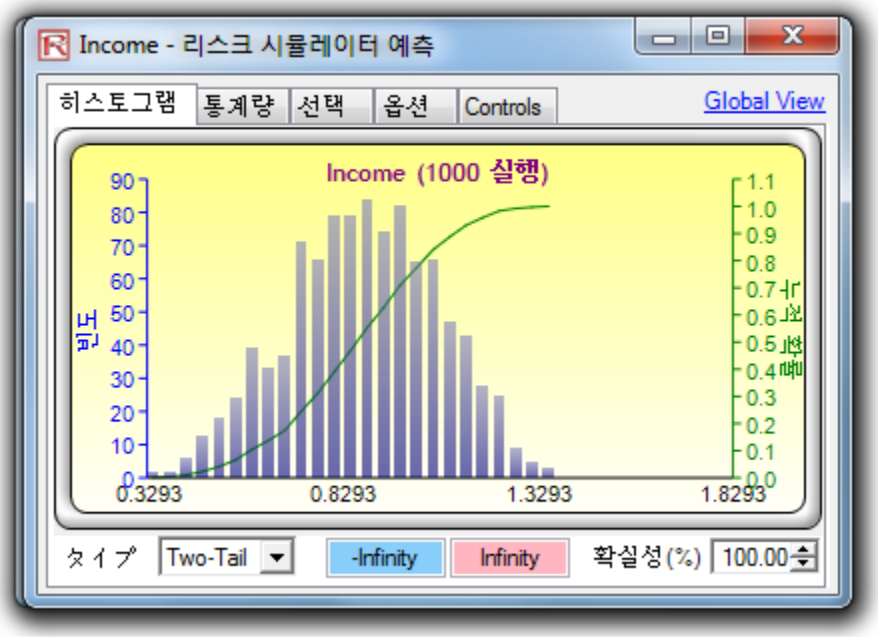


Figure 2.6 – 예측 차트

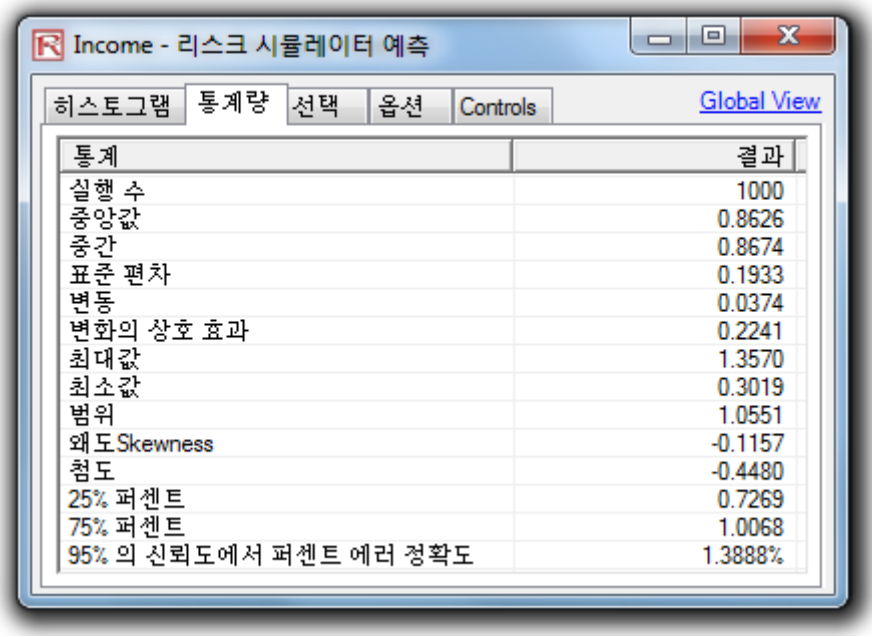


Figure 2.7 – 예측 통계

- **환경 설정 : 예측 차트의 환경 설정은 차트의 표시를 바꾸어 줍니다。예를 들어、항상 앞에 두는** *(Always On Top)* 선택
- 을 선택하면 예측 차트와 다른 프로그램을 사용하고 있어도 관계없이 항상 표시됩니다。히스토그램 해결은 히스토그램의 bins 값을 5 bins 에서 100 bins 까지 변경하는 것이 가능합니다。즉 *데이터 업데이트 옵션 (Data Update)* 은 시뮬레이션의 실행의 속도 vs 어느 정도의 기간에서 예측 차트가 업데이트하는 가를 설정할 수 있습니다。즉、각 시행에서의 예측 차트의 업데이트를 희망하면、시뮬레이션의 실행 속도가 떨어집니다。단、이것은 사용자의 희망으로 설정하는 옵션으로、시뮬레이션의 결과 (실행의 속도 이외) 에는 영향이 없습니다。시뮬레이션의 실행 속도의 효율을 높이기 위하여、시뮬레이션 실행중、Excel 의 화면을 축소하는 것이 가능합니다。화면을 표시하기 위하여 메모리가 사용되지 않게 하기 위하여、시뮬레이션의 실행 속도가 올라간다는 것입니다。*모든 것을 삭제 (Clear All)* 와 *모든 축소 (Minimize All)* 는 열려 있는 모든 예측 차트를 콘트롤합니다。

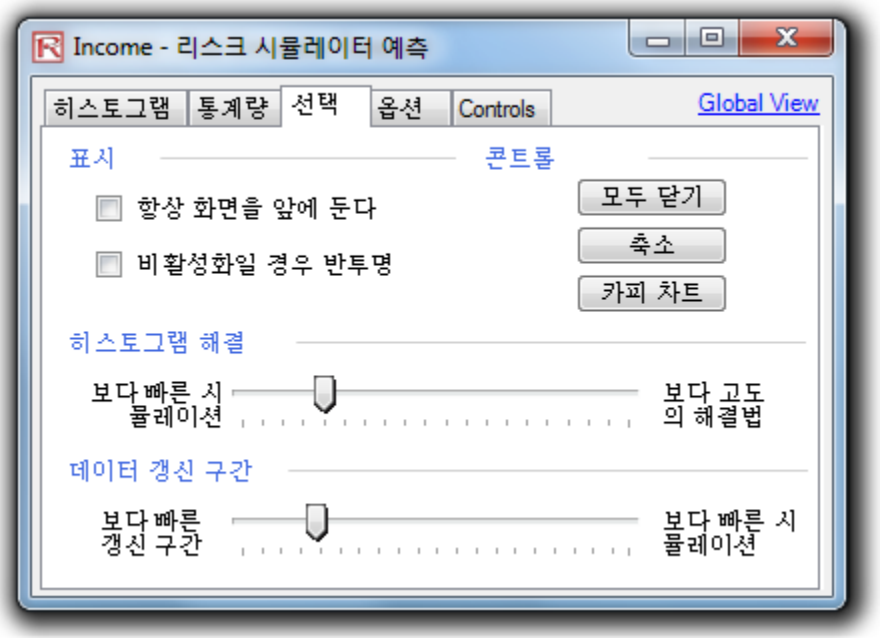
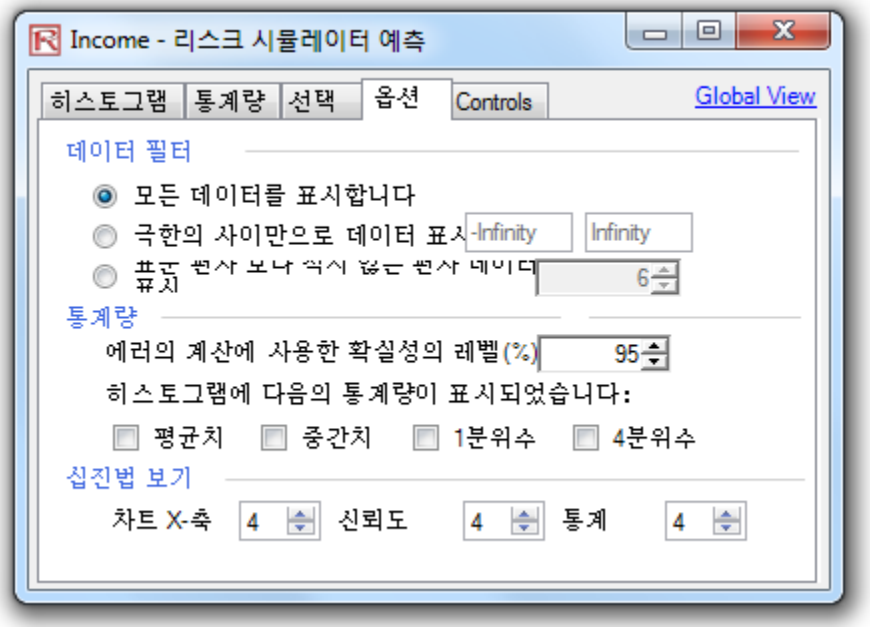


Figure 2.8 – 예측 차트의 환경 설정

ⓘ **옵션** : 이 예측 차트 옵션은 모든 예측 데이터를 표시하기 위하여, 또는 지정된 구단, 표준 편차에 해당 하는 입력·출력값을 필터링하기 위함입니다. 즉 정도 레벨을 여기에 지정하여, 통계표에 에러 레벨을 산출하는 것도 가능합니다. 상세한 정도와 에러 콘트롤이 장을 보시기 바랍니다. 다음의 통계를 표시하는 (*Show the Following Statistics*) *사용자의 자유로운 환경설정에 있어* 평균값, 중간값, 최초의 4 분위수와 네번째 4 분위수계열(25 번째와 75 번째 percentiles(백분 순위))가 예측 차트에 표시되지 않으면 않됩니다.



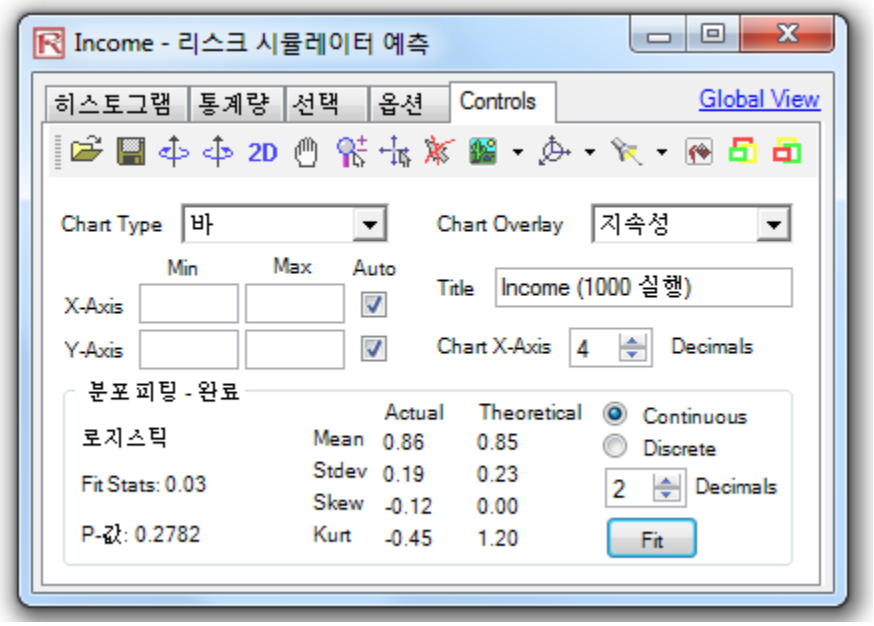


Figure 2.9 – 예측 차트 옵션

예측 차트와 신뢰 구간의 사용에 대하여 예측 차트에서는 신뢰 구간이라 불리우는 발생 확률을 지정할 수 있습니다. 즉, 두개의 값이 부여된 경우에, 어느 정도의 확률에서 결과값이 이 두 값의 사이에서 발생하는가 하는 것이 문제입니다. Figure 2.10 에서는 90%의 확률로 최종 결과 (이 케이스에서는 수입 레벨) 은$0.5307 과 $1.1739 의 구간에서 받아들여 지도록 표시하고 있습니다. 양측 신뢰 구간은 먼저, 양측 타입을 선택하고, 필요한 정도값을 기입하고 (예를 들어 : 90) TAB 키를 입력하여 주십시요. 정도값에 적합한 두 개의 값이 표시됩니다. 예증에서는 5%의 확률로 수입이$0.5307 을 밑 돌고, 5%의 확률로 수입이$1.1739 를 상회하도록 표시되고 있습니다. 이것은 양측 신뢰 구간이 대칭적으로 중간 구간인가, 50 번째의 percentile (백분순위)값입니다. 어느 쪽이든, 양방은 같은 확률을 가지고 있습니다.

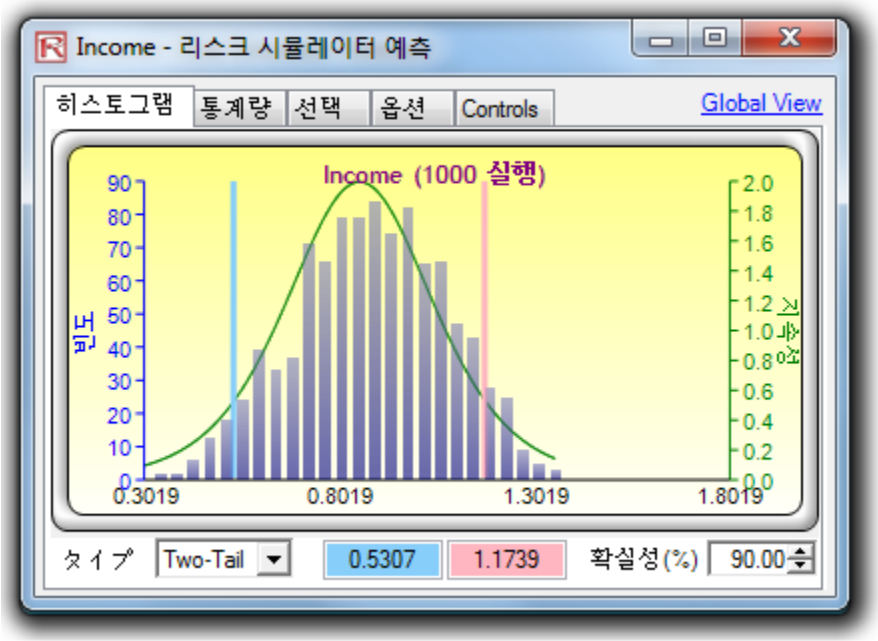


Figure 2.10 – 양측 신뢰 구간의 예측 차트

대신에 평균 확률의 계산이 가능합니다。Figure 2.11 에서는 좌측 셀렉션을 95%의 신뢰도 (예 : 좌측을 선택하고、정도의 레벨에 95 로 기입하고、TAB 키를 입력하도록 주시기 바랍니다。) 합시다。이것은 95%의 확률로 수입이$1.1739 를 밑돌거나、5%의 확률로 수입이$1.1739 를 상회한다는 것을 표시합니다。이것은 Figure 2.10.로 표시되고 있는 결과에 정확히 기초한 수치입니다。

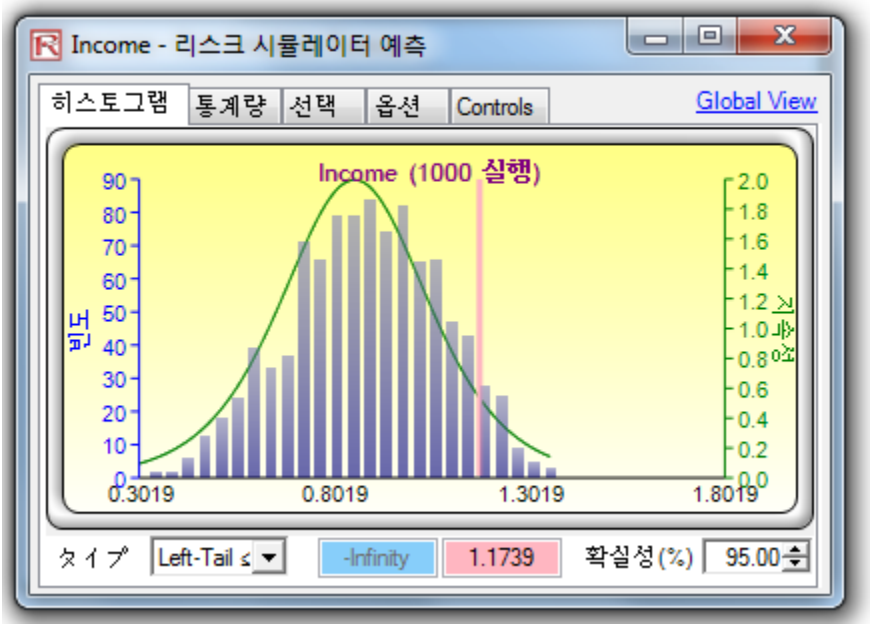


Figure 2.11 – 편측 신뢰 구간의 예측 차트

신뢰 구간에 대하여도 조금 덧붙이면 (정도 레벨을 부여하여 주고、중요한 수입값을 보여 줍니다) 부여된 수입값의 정도도 계산할 수 있습니다。예를 들어、어느 정도의

확률로、수입이$1 를 밑도는 것일까가 문제입니다。 이것을 해결하는 것은 좌측의 확률 타입을 선택하고、1 의 수치를 기입하고、TAB 키를 클릭하면、적합한 확률값이 표시됩니다。(이 경우에는 74.30%의 확률로 수입이 $1 를 밑도는 결과가 나옵니다)。

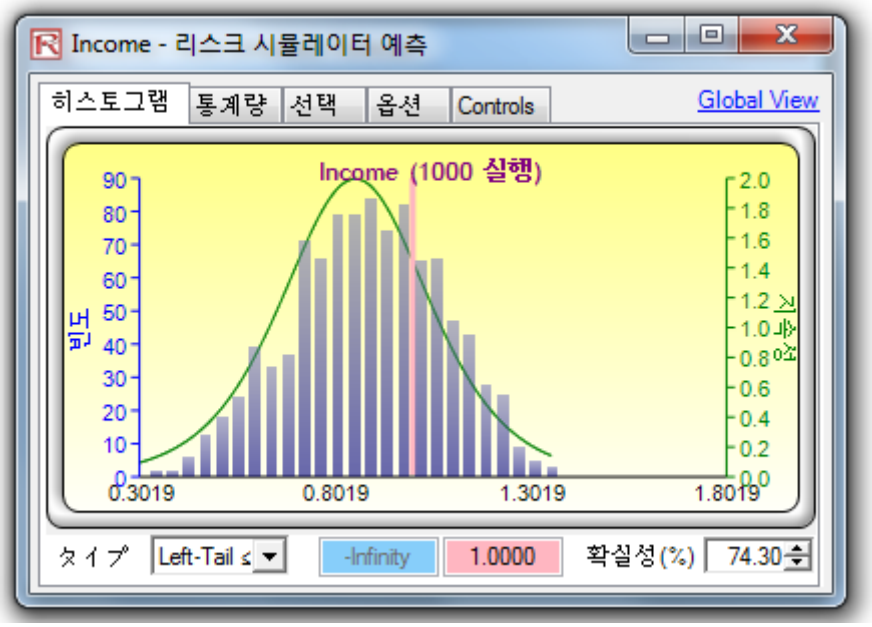


Figure 2.12 – 예측 차트 확률 평가

즉、좌측의 확률 타입을 선택하고、1 의 값을 입력 박스에 기입하고、TAB 키를 클릭하여 주십시요。좌측의 확률은 값 1 을 넘는 것을 표시합니다。즉、수입이$1 를 넘을 확률입니다 (이 케이스에서는 25.70%의 확률로 수입이$1 를 넘는 것을 알 수 있습니다)。

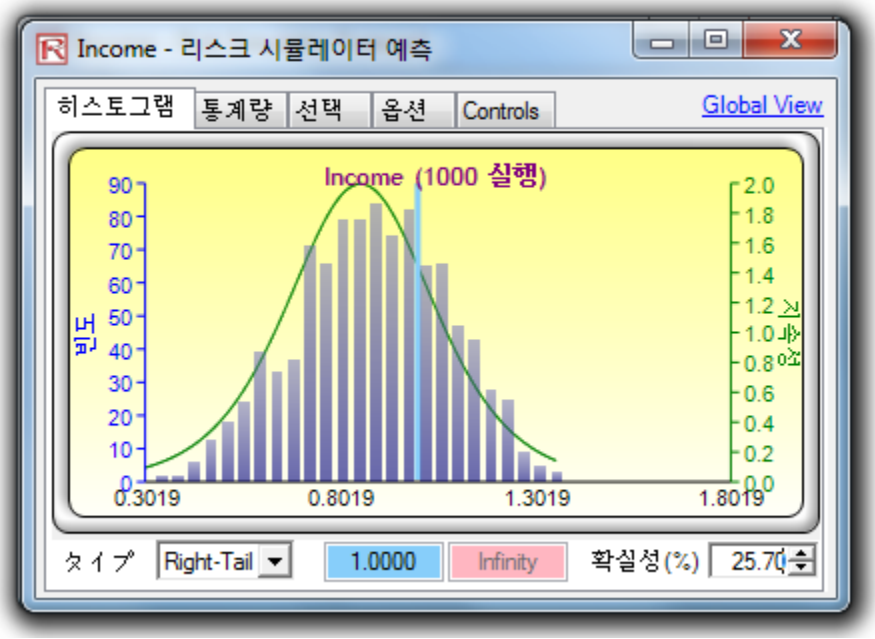


Figure 2.13 – 예측 차트의 확률 평가

어드바이스 : 예측 화면의 우측 끝을 클릭하여、드랙하는 것으로 사이즈 변환이 가능합니다。최후에 시뮬레이션을 재실행하기 전에 매회 Reset 하는 것을 추천합니다。

Reset 에서는 다음의 메뉴를 클릭하여 주십시요 (*리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) |시뮬레이션의 Reset (Reset Simulation)* 。확실한 값 및 좌우에 값을 기입할 때에는、차트와 결과를 업데이트 하는 것에 TAB 키를 누르는 것을 잊지 마십시요。

상관과 에러 콘트롤

상관의 기초

두개의 변수 사이의 관계의 강함과 방향은 상관 계수의 측정으로、-1.0 과 +1.0 의 사이의 값에 해당됩니다。즉、상관 관계 부호 (두 개의 변수 사이의 관계가 플러스인가、마이너스 인가) 와、관계의 크기와 강도 (높이는 상관 계수의 절대값、강도와 관계) 에 의하여 분해됩니다。상관 계수는 여러 가지 방법으로 계산 할 수 있습니다。처음에、두 개의 변수 *x* 와 *y* 를 사용한 상관 *r* 을 수동으로 계산합니다。

$$r_{x,y} = \frac{n\sum x_i y_i - \sum x_i \sum y_i}{\sqrt{n\sum x_i^2 - \left(\sum x_i\right)^2}\sqrt{n\sum y_i^2 - \left(\sum y_i\right)^2}}$$

2 번째의 방법으로、Excel 의 CORREL 기능을 사용하는 것입니다。예를 들어、*x* 와 *y* 의데이터 포인트가 A1:B10 의 셀에 기입되는 경우에、*CORREL (A1:A10, B1:B10)*을 표시합니다。

3 번째의 방법으로서、리스크 ・시뮬레이터의 멀티 ・핏 툴 (*Multi-Fit Tool)* 을 실행하면、결과로서 일어난 상관 매트릭스가 계산되고 표시됩니다。

상관관계는 인과 관계를 의미하지 않는 것에 주목하여 주십시요。두 개의 무관계의 확률 변수는、어떤 상관 관계를 지정하지 않으면 않됩니다、원인은 합의되지 않았습니다 (예를 들어、태양의 흑점의 활동 주식 시장에 있어서 이벤트는 상관되어 있습니다만、2 개의 사이에、인과 관계가 전혀 없습니다) 。

2 개의 일반적 타입의 상관이 있습니다 : 파라매크릭과 논 파라매트릭 상관입니다。피아슨 상관관계법은、무엇보다도 일반적인 상관 측정법이 있어、통상、간단히 상관관계로서 표시하고 있습니다。그러나、피아손 상관법은 파라매트릭법이 있는 것에서、상관관계에 있는 서로의 변수는 기본적으로 정규 분포에서、변수 사이의 관계는 선형이 되지 않으면 않되는 것을 표시하고 있습니다。몬테카를로 시뮬레이션에서 잘 볼 수 있는、이것의 조건이 만족되지 않는 케이스에서는、논 파라매트릭의 대응 측이 무엇보다도 중요합니다。스피아만의 순위 상관과 겐틀의 다우의 2 개가 대책안입니다。

스피아맨 상관은 무엇보다도 일반적으로 사용되고、몬테카를로 ・시뮬레이션의 환경에 적용하는 것이 무엇보다도 적절합니다。선형성 혹은 정규 분포상에 의존하지 않기 위하여、다른 분포를 가지고 있는 변수간의 상관이 적용되는 것을

표시합니다。스피아맨의 상관을 계산하기 위하여는、먼저、모든 x 와 y 의 변수를 순위별로 랭크시키고 피아슨 상관의 계산을 행합니다。

리스크 시뮬레이터의 경우、사용된 상관은、보다 완강한 논파라매트릭스 스피아맨의 랭크 상관입니다。단、시뮬레이션의 과정을 간소화하여、Excel 의 상관 기능과 일성관을 가지기 위하여는、필요되는 상관의 입력은、피아손의 상관계수입니다。그 후에、리스크 시뮬레이터는、독특한 알고리즘을 적용하고、과정의 간소화에 의하여、이것을 스피아맨의 랭크를 교환합니다。단、사용자 인터페이스를 간소화하는 것은、보다 일반적인 피아슨의 적율 상관의 추가 입력을 가능하게 합니다 (예、EXCEL 의 CORREL 기능을 사용한 계산) 。한편、수학적인 코드에서는、이것의 심플한 상관을 분포 시뮬레이션을 위하여 기초인 스피아맨의 순위 상관으로 교환합니다.

리스크 시뮬레이션에서 상관을 적용하는 것에 대하여

상관은 리스크 시뮬레이터에 여러 가지 방법으로 적용할 수 있습니다:

- 가정을 정의 할 때(***Risk Simulator)*** | 입력 가정의 설정(*Set Input Assumption*))、분포 갤러리에서 상관 매트릭스 격자내에 상관을 기입하여 주십시요。
- 데이터의 존재가 있을 경우、멀티 · 적합 툴에서(리스크 시뮬레이터(***Risk Simulator)*** | 툴(*Tools)* | **분포 적합(*Distributional Fitting)* | 복수의 변수(*Multiple Variables)***)、분포 적합을 표시하고、페어 와이즈 변수 사이의 상관 매트릭스를 얻기 위하여 실행합니다。만약、시뮬레이션 프로필이 존재한다면、적합한 가정은 자동적으로 관련이 있는 유상관 값을 포함하고 있는 것으로 생각됩니다。
- 데이터의 존재가 있을 때、리스크 시뮬레이터(***Risk Simulator)*** | 상관의 편집(*Edit Correlations)*을 클릭하고 、한 사람의 사용자 인터페이스내의 모든 사정의 페어 와이즈 상관의 기입을 행합니다。

상관 매트릭스가 플러스 직행렬이 아니면 않되는 것에 주목하시기 바랍니다. 이것은、상관은 수학적으로 유효하지 않으면 않되는 것을 표시하고 있습니다。예를 들어、세 개 변수의 상관을 계산하고자 하고 있습니다。어떤 특정의 년도의 대학원생 학년、그들이 주에 소비하는 맥주의 수와、그들이 주에 공부하는 시간 수。다음과 같은 상관 관계의 존재가 가정됩니다。

학생과 맥주: -맥주의 소비가 높을수록、학년이 낮고 (시험에 결석)

학생과 공부 시간: + 공부 시간이 많을수록 、고학년이다。

맥주와 공부시간: - 맥주의 소비량이 높을수록、공부 시간이 적고 (항상 놀고、마시기)

단、학년과 공부 사이의 상관 관계를 입력하고、상관 계수가 높은 경우、상관 매트릭스는 마이너스 직행렬이 되게 됩니다。이것은、이론에、상관의 필요조건에、그리고 수학적인 행렬에 대립하는 것이 됩니다。단、작은 상관은 때에 따라、이론이 불충분한 경우에도 의연하게 기능합니다。마이너스 직행력의、또는 틀린

상관 행렬을 기입하였을 경우에는、리스크 시뮬레이터는 자동적으로 표시되고、상관 관계 (동일의 상대적 강함과 동일의 부호) 의 전체적인 구성을 유지하면서도、이것의 상관을 마이너스 직행력 근접하게 하기 위하여 조절합니다。

몬테카를로·시뮬레이션에서의 상관의 영향

시뮬레이션에서의 변수의 상관에 필요하다고 생각되는 계산은 복잡해도、결과로서 표시되는 영향이 꽤 명확합니다。Figure 2.14 는、단순 상관 모델을 예증 폴더 내의 상관 영향 모델)을 표시합니다。수입을 위한 계산은、단순히 가격을 양에 곱한 것입니다。가격과 양의 상이의 제로 상관、플러스 상관(+0.8)과 마이너스 상관(-0.8)에 같은 모델이 복사되어 있습니다。

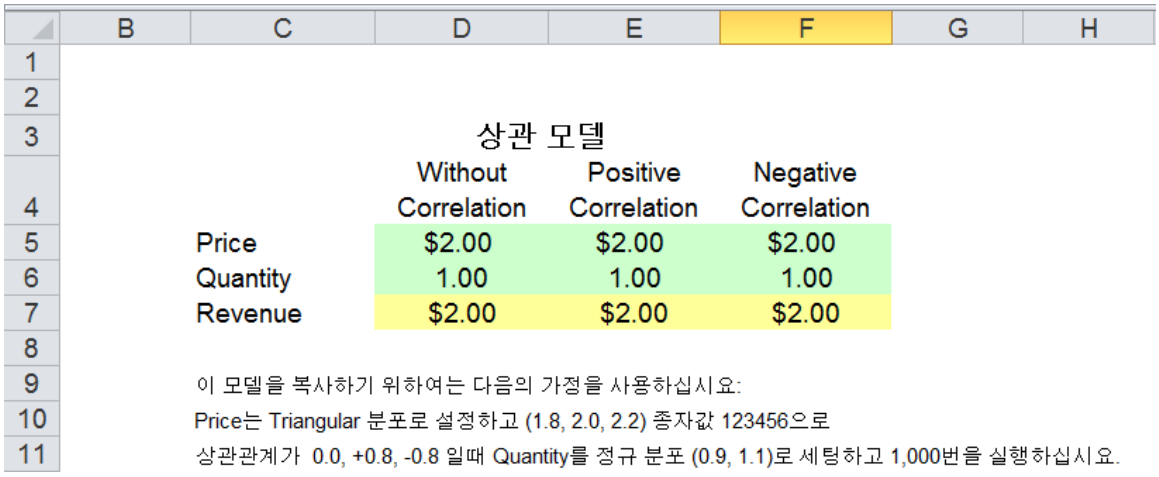


Figure 2.14 – 단일 상관 모델

결과로서의 통계는、Figure 2.15 에 표시되어 있습니다。상관이 포함되지 않은 모델의 표준 편차는、0.1876 의 플러스의 상관과 0.0706 의 마이너스의 상관에 비교하면 0.1450 에 있는 것을 주목하여 주십시요。이것은、심플한 모델에서는、마이너스의 상관은 분포의 평균적 분포를 감소하는 경향을 보여、보다 크게 평균적 분포를 가진 플러스의 상관에 비교하여、밀접하게 집중된 예측 분포를 작성하는 경향이 있습니다。단、평균값은 비교적 안정되게 남습니다。이것은、상관은 프로젝트의 기대치를 거의 변화시키지 않으나、프로젝트의 리스크를 감소시키거나、증가시키거나 하는 것을 의미합니다。

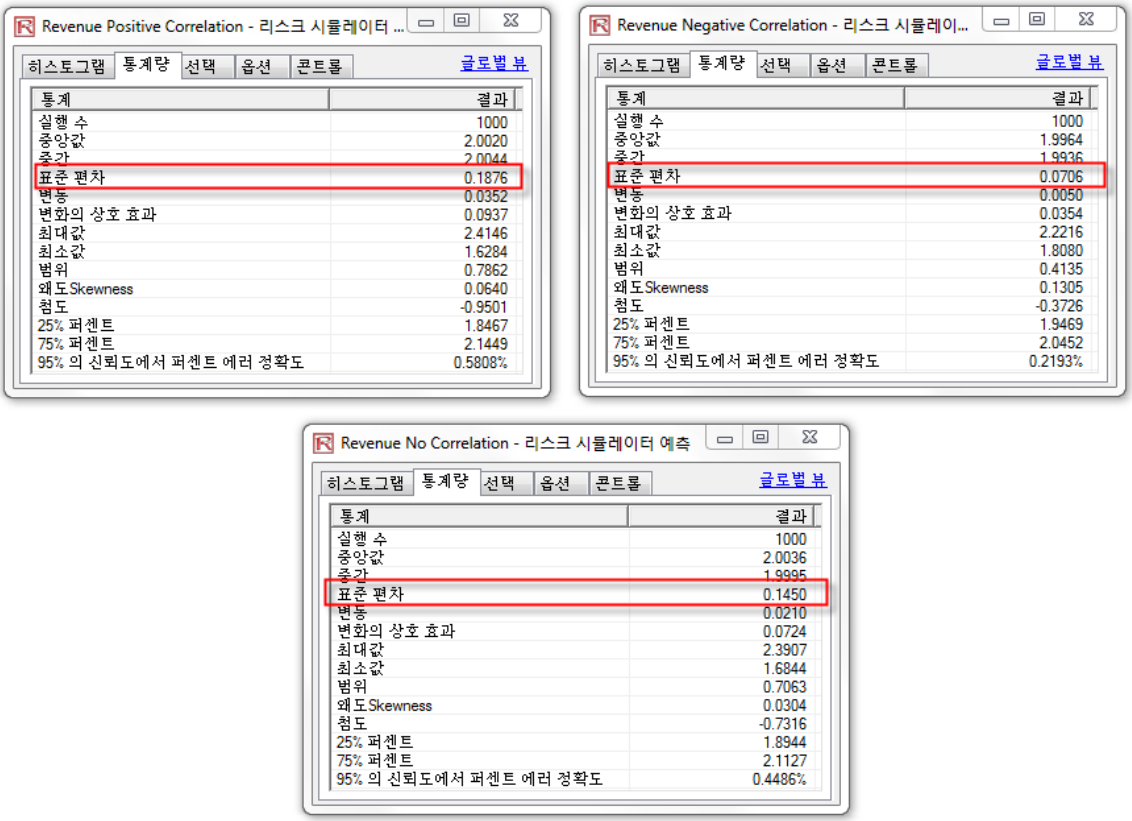


Figure 2.15 –상관의 결과

Figure 2.16 은、시뮬레이션의 실행 후에 표시되는 결과로서、가정의 미가공 데이터를 추출하고、변수 사이의 상관을 계산합니다。표는、입력 가정이 시뮬레이션으로 재현되는 것을 표시합니다。즉、자신이+0.9 과–0.9 의 | 상관을 기입하면、결과로서 표시된 시뮬레이션의 값은 상관과 같게 됩니다。

이하는 시뮬레이션에서 추출된 Raw values 입니다. 이것들은 실제로 가정에 입력되는 상관을 분석하기 위하여 상관되고, 실제로 모델화 되는 상관이 됩니다.
피어슨 상관은 선형 파라메트 상관관계의 상호 효과이며, 결과는 입력된 상관(+0.80 과 -0.80)을 지시하는 것이
실제로 변수값사이의 상관입니다.
자세한 사항은 Dr. Johnathan Mun 의 "Modeling Risk, Second Edition" (Wiley 2010) 참조.

Price Positive Correlation	Quantity Positive Correlation			Price Negative Correlation	Quantity Negative Correlation		
1.95	0.91			1.89	1.06		
1.92	0.95			1.98	1.05		
2.02	1.04	Pearson's Correlation:		1.89	1.09	Pearson's Correlation:	
2.04	1.03			1.88	1.04		
1.89	0.91		**0.80**	1.96	0.93		**-0.80**
1.98	1.05			2.02	0.93		
2.05	1.03			2.00	1.02		

Figure 2.16 –상관 재현

정밀도와 에러 콘트롤

몬테카를로 시뮬레이션의 기능 중 강력한 기능은 정밀도 콘트롤입니다。예를 들어、복잡한 모델에서 실행하는 것으로 어느 정도의 시행수가 충분합니까。정밀도 콘트롤은 미리 설정한 정밀도 수준에 도달하는 경우 시뮬레이션을 정지시키는 것이 가능한 것으로 적절한 시행 수의 추정이라는 것으로、적절한 시행수의 추정이라는 작업을 제거하고 있습니다。

정밀도의 콘트롤의 기능은、예측을 어느 정도 확실히 하고싶은가에 대하여 스스로의 설정을 가능하게 해 줍니다。일반적으로、시행수가 많을수록、신뢰 구간이 좁게 되어、통계는 보다 확실하게 됩니다。리스크 시뮬레이터에서 적용되고 있느 정밀도 콘트롤은、신뢰 구간의 특성을 사용하고、언제 통계가 있는 특정의 정밀도가 달성되는가를 보여 주고 있습니다。각 예측의 확률 정밀도의 레벨에 특정의 신뢰 구간을 지정할 수 있습니다。

세개의 다른 언어를 혼동하지 않도록 주의하십시요: 에러、정밀도와 신뢰입니다。이것들이 비슷한 것 같지만、각각 가지고 있는 컨셉은 확실히 다릅니다。이것의 샘플은 다음에 표시되어 있습니다。예를 들어、타코스 (타코스의 껍질) 제조업자라면、100 의 조가비가 들어 있는 상자 안에서 평균 어느 정도의 쉘이 깨져 있는가를 알고 싶어합니다。하나의 방법으로서는、100 의 쉘이 들어가 있는 Prepackage 된 상자의 샘플을 주문하여、열고、어느 정도의 쉘이 불량인가를 세어봅니다。

하루에 1,000,000 상자 (이것이 모집단이 됩니다) 를 제조하고、램덤으로 그 중에서 10 상자를 열어 봅니다 (이것이 샘플 사이즈가 되어、시뮬레이션의 시행 수로도 생각되고 있습니다) 。열어 본 상자의 안에서 불량 쉘의 수는 다음과 같습니다 : 24, 22, 4, 15, 33, 32, 4, 1, 45, 와 2。계산된 불량품의 쉘의 평균수는 18.2 입니다。이것의 샘플、또는 10 의 시행 회수에 기초한 평균값은 18.2Unit 인 것에 대하여、샘플에 기초한 80%의 신뢰 구간은 2 에서 33 Unit 이 됩니다 (이것은、실행되는 시행 회수、또는 샘플 사이즈에 기초한 80%에 대하여、결과로서 불량품의 수는 2 에서 33Unit 의 중에서 해당되는 것입니다) 。단、어떤식으로 하여 18.2 이 바른 평균값인가를 정할 수 있겠습니까? 10 의 시행 회수는、결과의 정도를 정하는데 충분합니까 ? 2 에서 33 의 사이의 신뢰 구간에서、지나치게 넓음、변동적이라고 할 수 있습니다。예를 들어 90%의 빈도 데이터 쉘의 에러의 도수가 ±2 라고 하는 한층 정확한 평균값이 필요한 경우를 가정하면、이것은、하루에 제조된 모든 1,000,000 상자를 열면、이것중 900,000 상자에는、특정의 평균값에서 평균±2 의 개수의 범위의 불량의 쉘이 들어 있다는 것을 의미합니다。이 정도의 정밀도를 가진 결과를 얻기 위하여는 어느 정도의 시행 회수、또는 샘플 사이즈가 필요하겠습니까 ? 여기에서는、두 개의 타코스가 에러 레벨을 표시하고、90%의 정밀도를 표시하고 있습니다。충분한 시행회수가 실행되는 경우、90%의 신뢰 구간은、90%의 정밀도 레벨과 같게 되어、90%의 빈도、에러 (오차) 、또는 신뢰도가±2 와 같이 한층 정확한 평균의 척도를 얻을 수 있습니다。예증과 같이、평균값이 20Unit 라면、90%의 신뢰 구간은 18 에서 22Unit 사이에 있다고 합시다。그리고 그 신뢰도 90%의 정밀도를 가지고、1,000,000 상자를 열은 경우、그 안의 900,000 상자에는 18 에서 22Unit 의 불량한 타코스 쉘이 들어 있는 것이 됩니다。이 정도는 충분한 시행 회수를 얻는 것에는、다음의 샘플링 에러의 방식 $\bar{x} \pm Z\frac{s}{\sqrt{n}}$ 에 기초하지 않으면 않됩니다。$Z\frac{s}{\sqrt{n}}$ 는 타코스 2 개의 에러의 도수를 표시하고、$\bar{x}$ 는、샘플의 평균값、Z 는、90%의 정도

레벨의 표준 정규 Z-스코아가 됩니다。또한 *s* 는、표준 편차를 표시하고、 *n* 은、지정된 정도에 대비한 에러의 레벨을 얻기 위하여 필요한 시행 회수가 됩니다。Figures 2.17 과 2.18 는、리스크 시뮬레이터로、정밀도 콘트롤이 어떤 식으로 하여、복수의 예측에 적용할 수 있는가를 표시합니다。이것은、사용자가 시뮬레이션을 실행하는 것이 어느 정도의 시행 회수가 필요한 가를 정하는 과정을 심플하게 하고 있습니다。

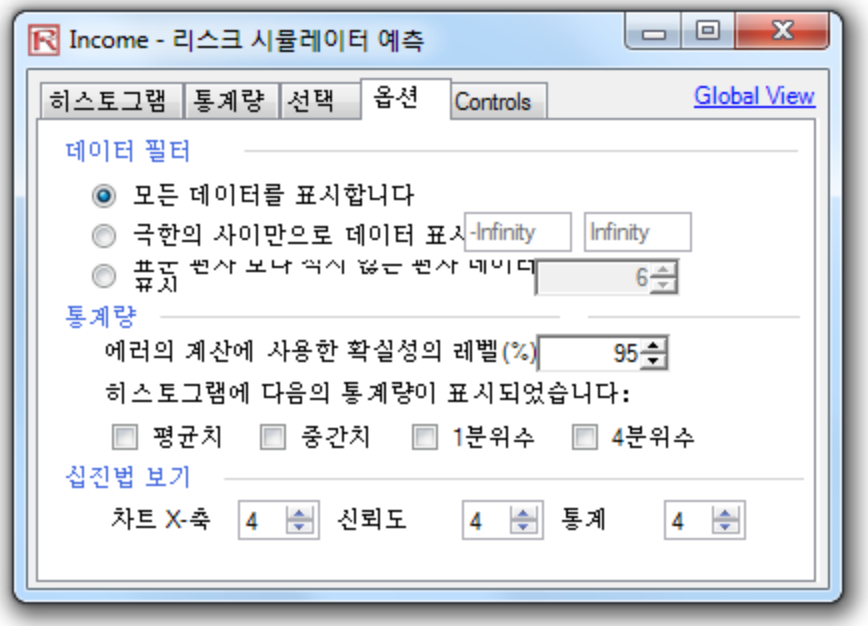


Figure 2.17 – 예측 정밀도 레벨의 설정

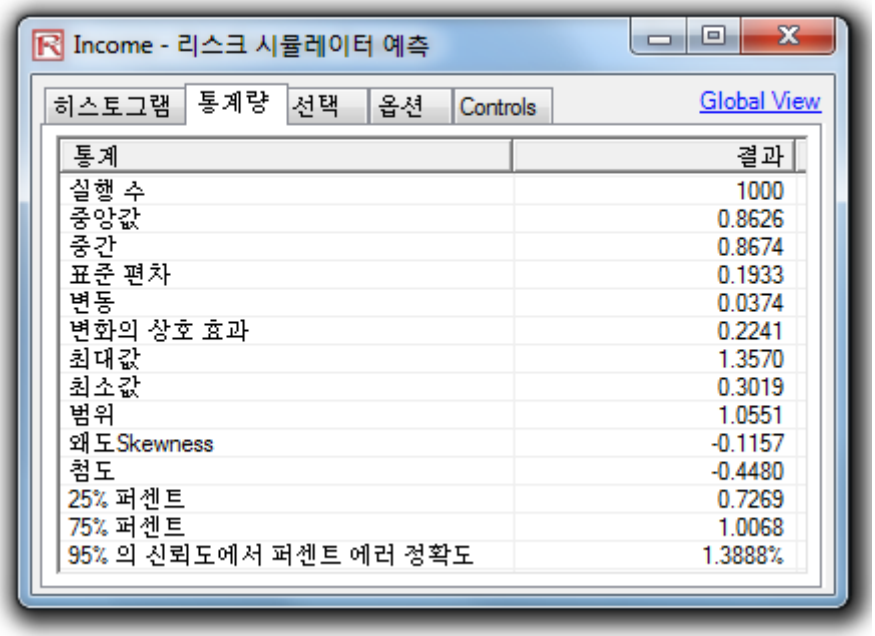


Figure 2.18 – 에러의 계산

예측 통계를 해독하는 것에 있어서 거의 모든 분포는 4 개의 모멘트까지 정의 가능합니다。제 1 차 모멘트는、분포의 위치、또는 중심의 경향 (기대 리턴) 를 표시하고、제 2 차 모멘트는、이것의 폭、또는 확장 (리스크) 를 표시하고、제 3 차 모멘트는 비뚤어진 방향 (무엇보다도 확률이 높은 이벤트) 를 표시하고、제 4 차 모멘트는、우도、또는 테이블의 두께 (파국적 손실、또는 이익) 을 표시하고 있습니다。이것의 모든 4 차 모멘트는、분석 하에 프로젝트의 무엇보다도 알기 쉬운 시점을 얻기 위하여、실행 시 계산 되어 해석되지 않으면 않됩니다。리스크 시뮬레이터는、이것의 모든 4 차원 모멘트의 결과를 예측 차트의 통계의 표시에 부여합니다。

분포의 중심을 측정하는 것에 있어서 —제 1 차 모멘트

분포의 제 1 차 모멘트는、어떤 특정의 프로젝트의 리턴의 예상 비율을 측정합니다。즉、프로젝트의 시나리오의 위치를 측정하고、평균치로서의 확률로서 생각되는 결과를 측정합니다。제 1 차 모멘트를 위하여 무엇보다도 일반적인 통계는、평균 (평균값) 、메디안 (분포의 중심) 과 모드 (무엇보다도 일반적으로 발생하는 값) 이 포함되어 있습니다。Figure 2.19 에서는、제 1 차 모멘트가 표시되어 있어、이 케이스에서의 분포의 제 1 차 모멘트는 、평균、또는 평균치로 측정되고 있습니다。

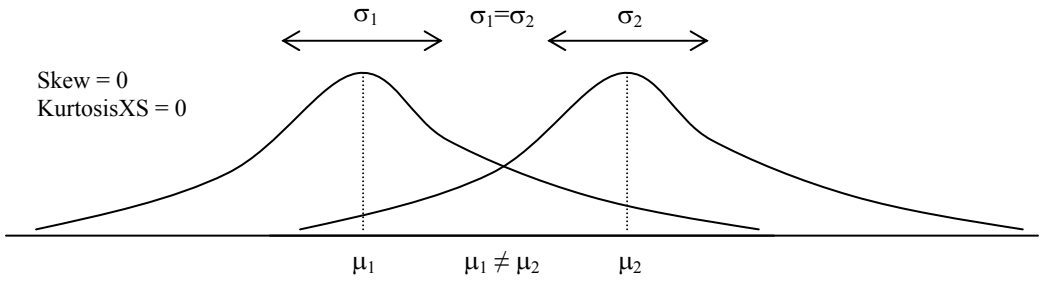


Figure 2.19 – 제 1 차 모멘트

분포의 파급의 측정 –제 2 차 모멘트

제 2 차 모멘트는、분포의 파급、즉 리스크를 측정합니다。분포의 파급、또는 분포의 폭은、변수의 변동을 측정합니다。이것은、분포의 여러 가지 범위에 변수가 떨어지는 잠재성으로、즉 결과의 시나리오의 잠재성입니다。Figure 2.20 는、같은 제 1 차 모멘트 (같은 평균) 을 가진 2 개의 분포를 표시하고 있습니다만、전혀 다른 제 2 차 모멘트、또는 리스크를 표시하고 있습니다。시각적으로는 Figure 2.21 에 무엇보다도 명확히 됩니다。예증과 같이、2 개의 주식이 있다고 하고、작은 변동의 최초의 주식의 변동 (흑선에서 표시되고 있습니다) 에 대하여、2 번째의 커다란 가격의 주식의 변동 (점선에서 표시되고 있습니다) 으로서 비교되고 있습니다。한층 리스크가 높은 주식의 결과는 비교적 리스크가 낮은 주식에 비하여 알려져 있지 않음으로、분명히、투자자는 변동의 커다란 주식을 한층 높은 리스크로 보는 경향이 있습니다。Figure 2.21 의 종축은、주식의 가격을 측정합니다만、리스크가 높은

주식일수록、잠재적인 결과의 폭넓은 범위를 표시하고 있습니다。이 범위는、분포의 폭 (횡축) 으로서 Figure 2.20 으로 해석되고 있어、폭넓은 분포는 리스크의 높은 자산을 표시하고 있습니다。따라서、분포의 폭、또는 범위는 변수의 리스크를 측정합니다。

Figure 2.20 의 양방의 분포는、동일의 제 1 차 모멘트、또는 중심의 경향을 가지고 있습니다만、분명히 다른 분포에 있는 것에 주목하여 주십시요。그 차이는、분포의 폭에서 측정할 수 있습니다。수학적、그리고 통계적으로는、변수의 폭、또는 리스크는 、범위、표준 편차(·)、분산、변동의 계수와 백분위 수를 포함한 여러 가지 통계를 통하여 측정할 수 있습니다。

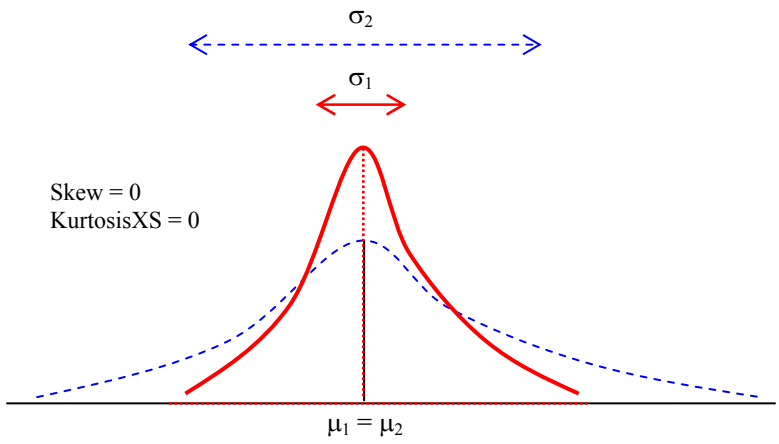


Figure 2.20 – 제 2 차 모멘트

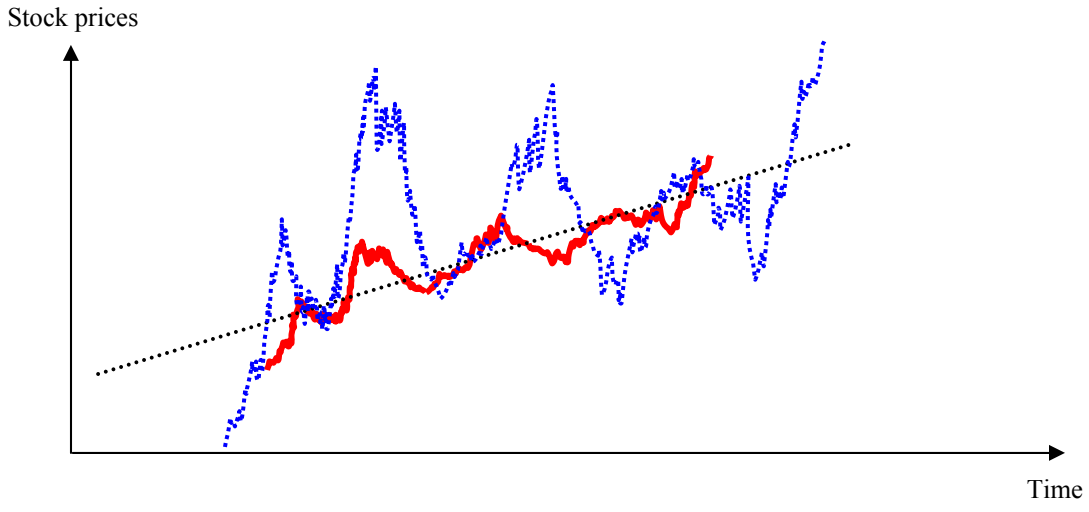


Figure 2.21 – 주가의 변동

분포의 왜도를 측정하는 것에 있어서—제 3 차 모멘트

제 3 차 모멘트는、어떻게 하여 분포가 편측、또는 역방면에서 밀리는가、분포의 왜곡을 측정합니다。Figure 2.22 는、마이너스、및 좌측의 경사 (분포의 포인트의 꼬리를 좌측으로) 을 표시하고 있습니다。또는、Figure 2.23 는、플러스、및 우측의 경사 (분포의 포인트의 꼬리를 우측에) 을 표시하고 있습니다。평균은、항상 분포의 꼬리의 쪽이 기울어져 있으나、중앙값은 항상 일정하게 유지 되고 있음으로。이것을 다르게 보면、평균은 움직이나、표준 편차、분산、또는、폭은 일정하게 머물러 있는 것이 됩니다。만약 제 3 차 모멘트를 고려하지 않고、기대 리턴 (예、중간、및 평균) 과 리스크 (표준 편차) 만을 관찰한 경우、플러스의 경사가 있는 프로젝트가 잘못 선택됩니다。예를 들어、횡축이、프로젝트의 순 수입을 표시하고 있는 경우、분명히 플러스、및 좌측 경사의 분포는 높은 확률에 높은 리턴(Figure 2.22)이 있어、높은 확률로 낮은 리턴(Figure 2.23)에 비교하여 좋아할 것입니다。

따라서、왜곡된 분포에서는、중심값 (중위) 는 리턴의 보다 좋은 측정 척도로써、Figures 2.22 와 2.23 의 양방에서는 중심값이 동일하고、리스크도 동일함으로、순이익이 마이너스의 경사를 가진 분포의 프로젝트를 선택하는 것이 희망적이 됩니다。프로젝트의 분포의 왜곡의 고려의 실패는、바르지 않은 프로젝트를 선택한 것을 표시합니다 (예를 들어、두 개의 프로젝트가 같은 제 1 차、제 2 차 모멘트 등을 가지고 있는 경우、이것은 양방과 같이 같은 리턴과 리스크의 프로필을 가지고 있는 것이 됨으로、이것의 분포의 왜곡은 전혀 다를지도 모릅니다。

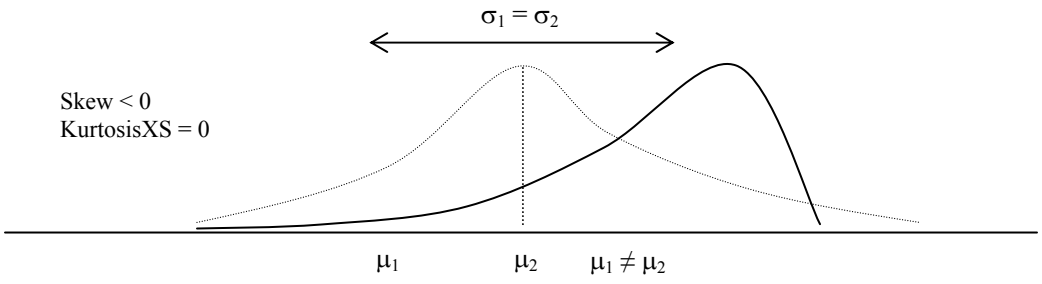


Figure 2.22 – 제 3 차 모멘트 (좌측 경사)

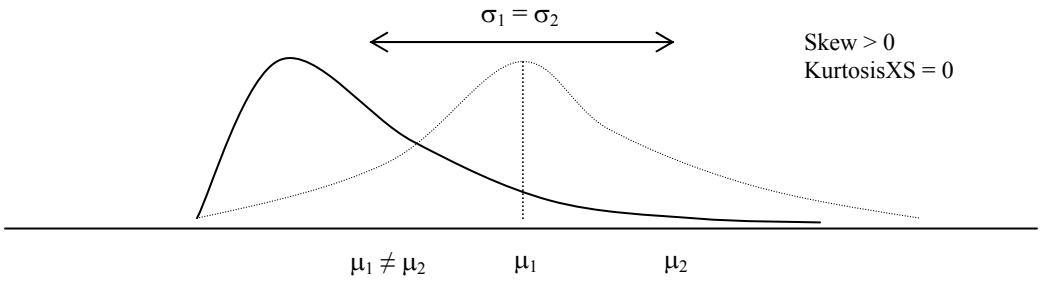


Figure 2.23 – 제 3 차 모멘트 (좌측 경사)

분포에서의 파국적인 Tail Event 를 측정하는 것에 있어서 —제 4 차 모멘트

제 4 차 모멘트、또는 우도는、분포의 피크를 측정합니다。Figure 2.24 는、이 효과를 표시하고 있습니다。백 그라운드(점선으로 표시되고 있습니다)는、3.0 의 우도 혹은 0.0 의 초과분의 우도(KurtosisXS)의 정규 분포입니다。리스크 시뮬레이터의 결과는、우도의 평상 레벨로서 0 을 사용한 KurtosisXS 의 값을 표시합니다。이것은、플러스 값이 돌출한 꼬리 (학생의 T、혹은 대수 정규 분포와 같은 급첨적 분포) 를 표시하고 있으나、마이너스 KurtosisXS 는、평평한 꼬리 (보통 분포와 같은 완첨적 분포) 를 표시하고 있는 것이됩니다。굵은 선에서 그려진 분포는 높은 첨도를 가지고 있음으로、곡서의 밑의 범위는 꼬리에 대하여 보다 두껍고、중심부의 범위는 보다 엷게 됩니다。이 조건은、Figure 2.24 에 있는 두 개의 분포와 같은 리스크 분석에 의하여 커다란 영향을 부여하고、처음의 제 3 차 모멘트 (평균、표준 편차와 왜도) 가 동일하다고 하면、제 4 차 모멘트 (첨도) 는 다릅니다。이 조건은、리턴과 리스크가 같다고 하는 경우도、극단、및 파국적인 이벤트 (커다란 이익、또는 커다란 손실) 의 발생 확률은、높은 돌충의 분포 (예、시장의 주식의 리턴은 급돌적、또는 높은 첨도) 쪽이 커다란 것을 표시하고 있습니다。프로젝트의 첨도를 무시하는 것은 유해하게 됩니다。크게 낮거나、초과한 첨도의 값은、다운 사이즈의 리스크는 높은 것을 표시하고 있습니다(예、프로젝트의 Value at Risk 의 값은 유의하지 않으면 않됩니다)。

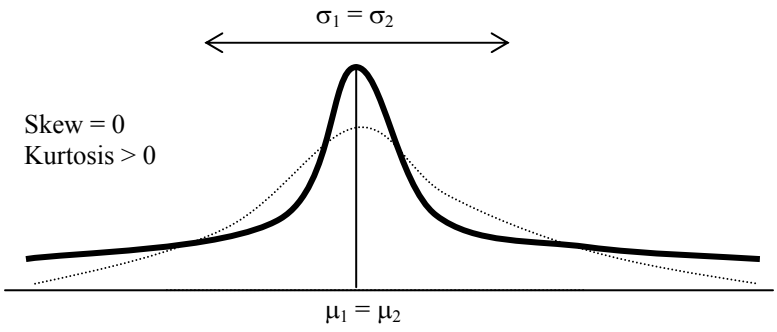


Figure 2.24 – 제 4 차 모멘트

3. 예측 하는 것에 대하여

예측이란、미래의 예언을 하는 행동에 있어서、이력적 데이터、또는、이력적 데이터가 존재하지 않는 경우는、미래의 추측에 기초하여 행하여 집니다。이력이 실재하는 경우、정량적 혹은 통계적 어프로치가 최적입니다만、이력적 데이터가 없는 경우、가능성으로서는 정성적 혹은 판단의 적용이 적절하게 되어、단 하나 방법이 됩니다。Figure 3.1 는、무엇보다 일반적인 예측 방법을 표시하고 있습니다。

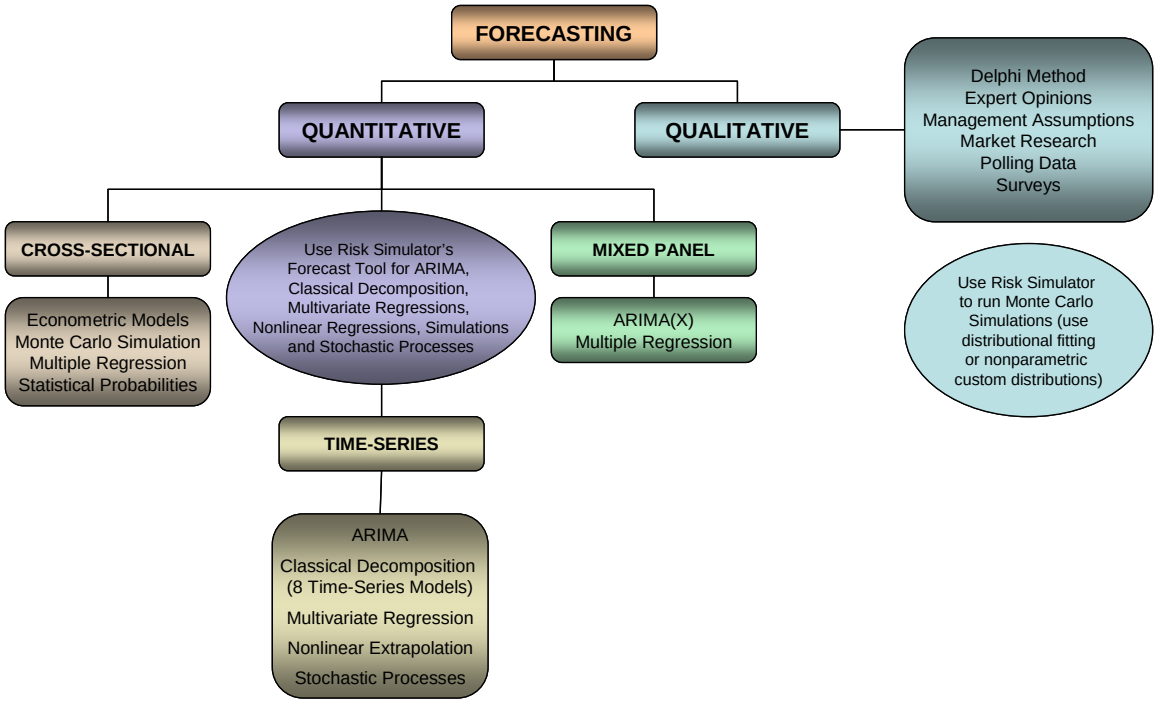


Figure 3.1 – 예측 과정

여러 가지 타입의 예측법의 기술

예측법은 대부분 양적, 질적으로 나누는 것이 가능합니다。질적 예측법은。확실하지 않고、또는 존재하지 않는 이력、같은 시기、및 비교 데이터가 존재할 때에 사용됩니다。Delphi、및 전문 의견 (제품 영역의 전문가、마케팅의 전문가、혹은 내부 스텝 멤버에 의한 합의 형성) 、관리의 가정 (상급 관리자에 의한 목표 성장률의 설정) 、마케팅 리서치、외부 데이터、혹은 투표、및 조사 (제 3 자의 정보원、산업 및 섹터의 지표、및 적극적 시장 조사등에서 얻은 데이터) 와 같은 복수의 정성적 예측법이 있습니다。이것의 추정은、단일·포인트의 추정 (평균치의 일치) 가 예측의 집합 설정 (예측의 분포) 의 어느쪽인가의 가능성이 있습니다。그 후、리스크 시뮬레이터에 주문 분포를 커스텀 분포를 기입하는 것이 가능、결과로서 나타난 예측을 시뮬레이션 하는 것이 가능합니다。이것은、분포로서 추정된 이것의 데이터 포인트 자체를 사용한 Nonparametric 시뮬레이션입니다。

정략적 예측법에서는、실재하는 데이터 혹은 예측을 실행하는 것에 필요한 데이터는、시계열 (다른 년도의 수입、인플레이션의 비율、이률、마켓 쉐어、고장등의 시간 요소를 가진 값) 、크로스 섹션 (각 학생의 SAT 의 레벨、IQ 와 일주일에 소비하는 알코올 음료의 수가 부여되고、어떤 특정의 년도에 전국의 대학 2 년생의 평균의 성적에 의한 시간에서 독립한 값) 、또는 혼합 패널 (시계열과 패널 (보조적) 데이터의 혼합、예를 들어、주어진 마케팅의 비용과 마켓 쉐어 하에 차기 10 년간의 매상의 예측、이것은 、매상이 시계열 이라고 하더라고、마케팅의 비용 및 마케팅 쉐어가 예측을 모델화할 때의 지원을 하기위하여 존재하는 것을의미합니다) 으로 분할 가능합니다。

데이터

리스크 시뮬레이터의 소프트웨어는 여러가지 예측법을 포함하고 있습니다。

1. ARIMA (자기 회귀 화분 평균 이동)
2. 자동 ARIMA
3. 자동 계량법
4. 기본적인 계량법
5. 큐빅·스플라인
6. 세트 가정
7. 신경 네트워크는
8. GARCH (일반화 자기 회귀 조건 추가 분산 불균일 모델)
9. J 곡선
10. S 곡선
11. 마르코프 체인
12. 조합 퍼지 로직 예측
13. 최우법
14. 비선형 외압법
15. 회귀 분석
16. 확률 예측법
17. 시계열 분석
18. 트렌트 라인

각 예측법의 분석의 상세는、이 사용자의 매뉴얼의 범위에서 벗어나 있습니다만、자세히는、리스크 시뮬레이터의 소프트웨어의 개발자인 조나단 문 박사에 의한 리스크 의 모델화 : 몬테카를로 시뮬레이션、리얼 옵션 분석, 확률 예측법과 포트폴리오의 최적화의 적용(Wiley Finance 2006)을 참조 부탁드립니다。그것과 또、하기의 무엇보다도 일반적인 어프로치가 표시되어 있습니다。다른 모든 예측법의 어프로치가 꽤 간단히 리스크 시뮬레이터에서 적용하는 것이 가능합니다。

리스크 시뮬레이터에서 예측 툴을 실행하는 것에 대하여

일반적으로 예측을 작성하는 것은 복수의 스텝을 행할 필요가 있습니다。

- Excel 을 기동하여 기입하거나、실재하는 이력적 데이터를 열어 주십시요。
- 데이터를 선택하고、시뮬레이션 (*Simulation*) 、*예측 (Forecasting) 을 선택하여 주십시요*。
- 적절한 범위 (ARIMA, 다변수 회귀、비선형 외압법、확률 예측、시계열 분석)을 선택하고、적절한 입력을 기입하여 주십시요。

Figure 3.2 는、예측 툴과 여러 가지 방법을 표시하고 있습니다。

Figure 3.2 – 리스크 시뮬레이터의 예측 과정

다음에 각 방법의 개략적 검토와 다음의 각 방법의 개략적 검토와 소프트웨어를 사용하는데 있어서 복수의 간결한 예증이 부여됩니다。예증 파일은、스타트 메뉴에서 여는 것이 가능합니다。*스타트 (Start) |리얼 옵션즈 밸루에이션 (Real Options Valuation) |리스크 시뮬레이터(Risk Simulator) | 예증(Examples)을 선택하거나、리스크 시뮬레이터(Risk Simulator) |예증 모델 (Example Models)을 선택하여 주십시요。*

시계열 분석

이론:

Figure 3.3 는、계절성과 경향에 의하여 분리된 여덟개의 무엇보다도 일반적인 시계열 모델을 표시하고 있습니다。예를 들어、데이터 변수가 경향、및 계절성을 가진 경우、단일 이동 평균 모델、또는 단일 지수 평활법 모델에서 충분할 것입니다。단、계절성이 존재하거나 확실한 경향이 존재하지 않는 경우는、계절성의 가법、또는 계절성의 상승적 모델의 적용이 더욱 적절하다는 것입니다。

	No Seasonality	With Seasonality
No Trend	*Single Moving Average*	*Seasonal Additive*
	Single Exponential Smoothing	*Seasonal Multiplicative*
With Trend	*Double Moving Average*	*Holt-Winter's Additive*
	Double Exponential Smoothing	*Holt-Winter's Multiplicative*

Figure 3.3 – 여덟개의 무엇보다도 일반적인 시계열법

순서:

- Excel 을 기동하고、필요한 경우는 이력적 데이터를 열어 주시기 바랍니다 (하기의 예증에서는 예증 필터에 있는 시계열 예측의 파일을 사용하고 있습니다)。
- 이력적 데이터를 선택하여 주십시요 (데이터는 일렬로 표시되지 않으면 않됩니다)
- *리스크 시뮬레이터(Risk Simulator) |예측 (Forecasting) |시계열 분석(Time-Series Analysis)*을 선택하여 주십시요。
- 적용할 모델을 선택하고、관련 된 가정을 기입하여、OK 를 클릭하여 주십시요。

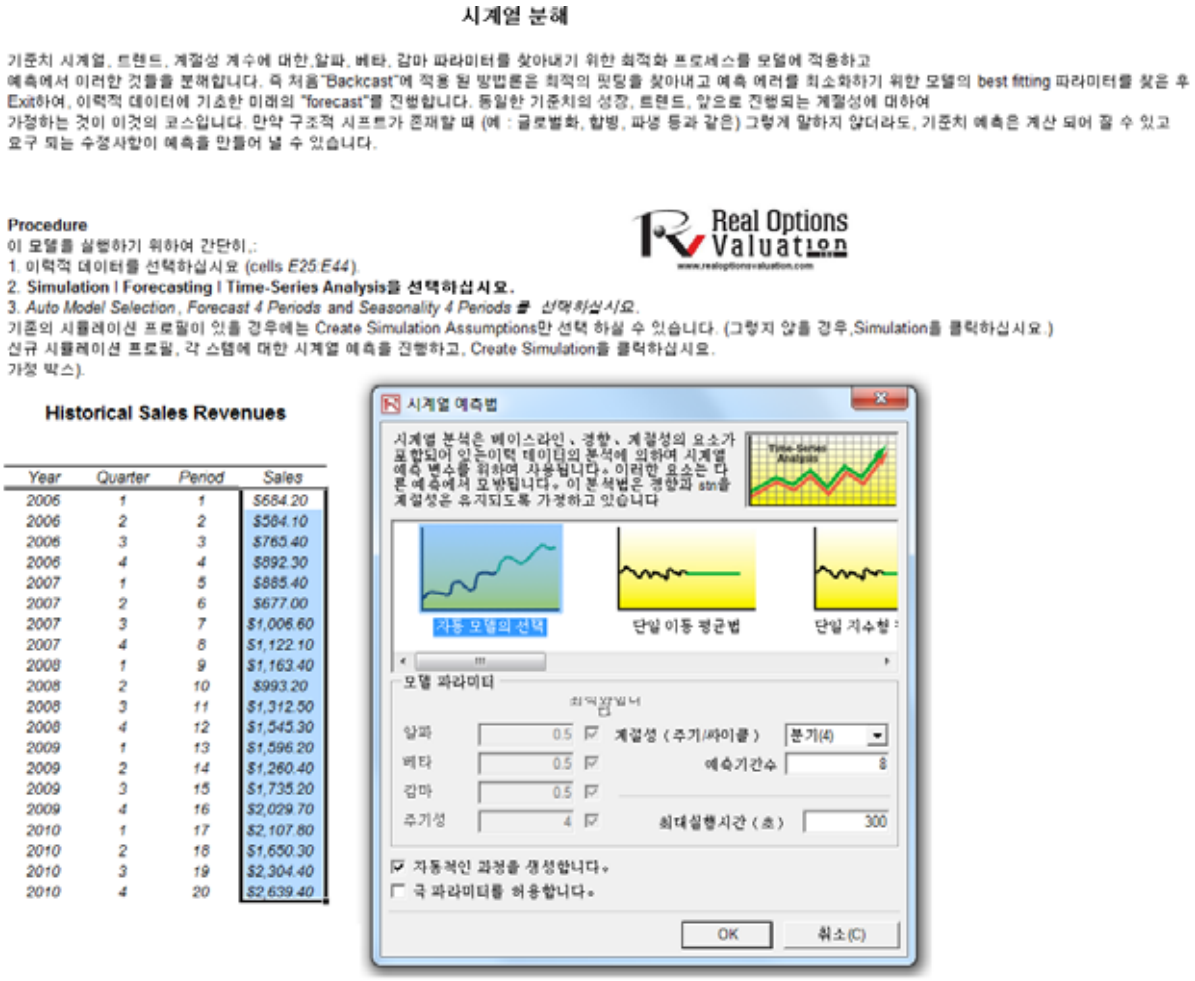


Figure 3.4 – 시계열 분석

결과의 해석에 있어서:

Figure 3.5 는, 예측 툴을 통하여 생성된 샘플 결과를 표시하고 있습니다. 사용된 모델은, Holt-Winters 의 상승적 모델입니다. Figure 3.5 에서는, 적합 모델과 예측 차트는, 경향과 계절성은 Holt-Winters 의 상승적 모델에 의하여 잘 선택되는 것을 표시하고 있는 것에 주목하여 주십시요. 시계열 분석의 레포트는, 중요한 최적화된 알파, 베터, 감마의 파라미터, 에러의 측정, 적합된 데이터, 예측값과 적합한 예측의 그래프를 부여하여 주고 있습니다.

파라미터는 단순히 기본적으로 표시되고 있습니다. 알파는, 종료 시간에 변환하는 기준 레벨의 기억의 효과를 취득하고, 베터는, 경향의 강함을 측정하는 경향 파라미터로써, 감마는, 이력적 데이터의 계절성의 강함을 측정합니다. 분석은, 이력적 데이터를 이러한 세 개의 요소로 분해하고, 미래의 예측을 실행하기 위하여 다시 구성합니다. 적합한 데이터는, 구성의 모델을 사용하고 적합한 데이터로서 이력적 데이터를 표시하고, 과거에 대하여 어느 정도 예측이 가까운가 (이 기술은 백 캐스팅이라고 불리워 집니다)을 표시하고 있습니다. 예측의 값은, 단일 포인트의 추정인가 가정인가 (시뮬레이션 프로필이 존재하고, 가정의 자동 생성이 선택되지 않는 경우) 어느쪽인가 입니다. 그래프는, 이것의 이력적, 적합한

예측의 값을 표시하고 있습니다。차트는 강력한 커뮤니케이션으로서、예측 모델은 어느 정도 좋은가를 구분하는 시각 툴이기도 합니다。

메모:

이 시계열 분석의 모듈에서는、Figure 3.3 에 표시된 여덟개의 시계열 모델이 포함되어 있습니다。경향과 계절서의 기준에 기초한 특정의 모델을 선택하고 실행하는 것이 가능、또는、자동적으로 여덟개의 모델과 반복적으로 조정하고、파라미터를 최적화하여、데이터에 무엇보다도 적절한 모델을 추출하는 자동 모델 셀렉션을 선택하는 것도 가능합니다。한편、여덟개의 모델 중에서 한 개의 모델을 선택하는 경우、최적화의 체크 박스의 선택을 끝내는 것이 가능、독자의 알파、베터、그리고 감마 파라미터를 입력하는 것이 가능하게 됩니다。이것의 파라미터의 기술적 상세에서는、조나단 문 박사의 리스크 모델화 : 몬테카를로 시뮬레이션의 적용、리얼 옵션스 분석、예측과 최적화 (Wiley, 2006) 를 참조하십시요. 또한、자동 모델 셀렉션、및 계절성 모델의 어느쪽인가를 선택한 경우、적절한 계절성 기간을 입력할 필요가 있습니다。계절성의 입력은 플러스의 정수가 아니면 안됩니다 (예、데이터가 4 기의 경우、년간의 계절、사이클을 수에 4 로 입력하거나、데이터가 월간의 경우에는 12 로 입력하여 주십시요)。다음에 예측하는 기간의 수를 기입하여 주십시요。이 값은、플러스의 정수가 아니면 안됩니다。최고의 실행 시간은 300 초입니다。보통、변환의 필요가 아닙니다。단、꽤 많은 양의 이력적 데이터에 기초한 예측의 분석이 조금씩 길게 되어、과정 시간이 실행 기간을 넘는 경우、과정은 종료되어 버립니다。또는、자동적 과정의 생성을 행한느 예측을 선택하는 것이 가능합니다。이것은、단일 포인터에 대한 예측이 가정됩니다。최후에、극 파라미터 옵션은、알파、베터와 감마 파라미터를 최적화하는 가능성을 부여하고、0 과 1 을 포함하는 것이 가능합니다。일부의 예측의 소프트웨어밖에、이것의 극단적인 파라미터의 사용을 가능하게 해 주지 않습니다。리스크 시뮬레이터는、어느 것을 사용하는가 선택할 가능성을 부여하여 주고 있습니다。일반적으로는 극단의 파라미터를 사용할 필요는 없습니다。

Holt·Winter's 승법 모드

통계의 개략

알파,감마	RMSE	알파,감마	RMSE
0.00, 0.00, 0.00	914.824	0.00, 0.00, 0.00	914.824
0.10, 0.10, 0.10	415.322	0.10, 0.10, 0.10	415.322
0.20, 0.20, 0.20	187.202	0.20, 0.20, 0.20	187.202
0.30, 0.30, 0.30	118.795	0.30, 0.30, 0.30	118.795
0.40, 0.40, 0.40	101.794	0.40, 0.40, 0.40	101.794
0.50, 0.50, 0.50	102.143		

분석은、알파 = 0.0001, 감마 = 1.0000과、계절성= 6으로 실행되었습니다。

시계열 분석의 개략

시계열 데이터에 상당한 경향이 보여지지 않으나、계절성의 표시가 있는 경우、그리고 부가적인 계절성、및 승가하는 계절성 방법은 적용합니다。부가적인 계절성 모델은、이력적 데이터를（L）레벨로 끝내거나、알파 변수에 의하여 측정되는 베이스 케이스의 컴포넌트 및、gamma변수에 의하여 측정된 계절성(s)으로 끝낼 수 있습니다。결과로서 예측된 값은、계절성의 값에의 이 베이스 케이스 레벨의 부가입니다。소프트웨어는、예측의 에러를 삭감하는 것을 목적으로 한 최고의 최적화의 프로세스를 통하여 더욱더 최적의 알파와 감마 파라미터를 자동적으로 변경 증가 있습니다

이동 평균의 예측을 위하여 최고 적합 테스트는, 오차의 평균 제곱값(RMSE)을 사용하고 있습니다。RMSE는、현재의 데이터 포인트를 대칭의 적합한 가치의 평균 2제곱 편차의 이제곱값을 계산합니다。

평균 제곱 에러(MSE)는、서로를 취소하는 것에 의해서 긍정적、및 부정적인 에러를 갖기 위한 에러를 제곱하는(모델에 의하여 예측된 실제의 이력적 데이터와 예측으로 적합한 데이터의 비교)절대 오차의 측정을 합니다。이 측정은、이것의 제곱에 의하여 커다란 차이를 보다 작은 차이보다 무거운 측정을 하는 것에 의하여 커다란 차이를 과장하게 되는 것에서、다른 시계열 모델을 비교할 때에 도움이 됩니다。오차의 평균 제곱값(RMSE)은MSE의 제곱값으로서、또한 이차 손실 함수로서 알려져 있는 무엇보다도 보급된 에러 측정법입니다。RMSE는 예측 에러의 절대 사이즈와 예측 에러의 비용이 비교될 때 대단히 적절하고、예측 에러의 절대 값의 평균을 정의할 수 있습니다。RMSE는、무엇보다도 적합한 시계열 모델을 위한 선택 기준으로서 사용되고 있습니다。

평균의 절대 백분율 오차(MAPE)는、통계적으로 상대적 에러로서、이력적 데이터 포인트의 평균 백분율 오차로서 측정되며、예측 에러의 비용이 에러의 백분율 오차로 에러의 수치 사이즈에 의하여、밀접한 관련을 가지고 있을 때에 무엇보다도 적절합니다。마지막으로、모델의 예측의 순수 측정에 관련 된 측정법은Theil의 U통계입니다。이것은、Theil의U통계가1.0을 밑도는 경우、통계적으로 할당하는 것 보다도 예측법으로 추정되는 것이 무엇보다도 좋다는 것이 표시되어 있습니다。

기간	현재	예측 적합
1	684.20	
2	584.10	
3	765.40	
4	892.30	
5	885.40	684.20
6	677.00	667.55
7	1006.60	935.45
8	1122.10	1198.09
9	1163.40	1112.48
10	993.20	887.95
11	1312.50	1348.38
12	1545.30	1546.53
13	1596.20	1572.44
14	1260.40	1299.20
15	1735.20	1704.77
16	2029.70	1976.23
17	2107.80	2026.01
18	1650.30	1637.28
19	2304.40	2245.93
20	2639.40	2643.09
예측21		2713.69
예측22		2114.79
예측23		2900.42
예측24		3293.81
예측25		3346.55
예측26		2580.81
예측27		3506.19
예측28		3947.61

측정의 에러	
RMSE	71.8132
MSE	5157.1348
MAD	53.4071
MAPE	4.50%
Theil's U	0.3054

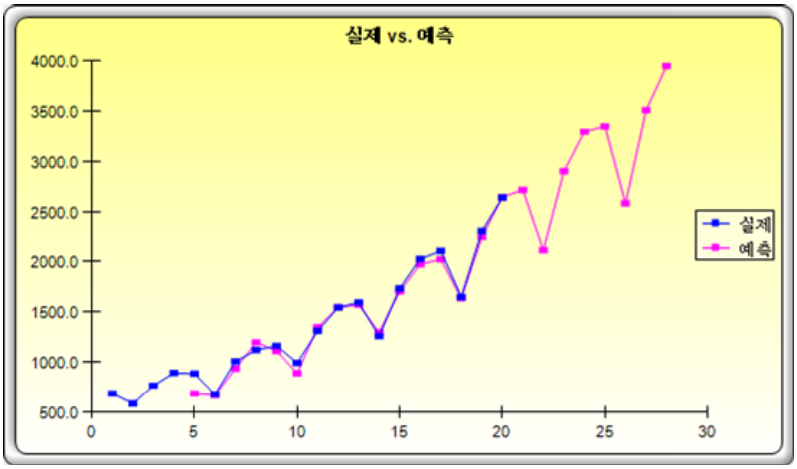


Figure 3.5 – 예증： Holt-Winters 의 예측 레포트

다변수 회귀

이론:

여기에서는、사용자가 회귀 분석의 기초에 의하여 충분한 지식을 가지고 있 충분한 지식을 가지고 있을 필요가 있습니다. 일반적인 2 변수적 선형 회귀의 방식은 $Y = \beta_0 + \beta_1 X + \varepsilon$ 로、 '0 는 절편으로、'1 는 기울기이며、' 는 에러를 표시하고 있습니다。이것은、두 개의 변수만을 포함한 2 변수 관수로、 *Y* 혹은 종속 변수와、*X* 혹은 독립 변수가 됩니다。 *X* 는 회귀 변수로도 알려져 있습니다 (시절、2 변수 회귀는、독립 변수 *X* 만이 존재할 때는 단회귀라 합니다)。종속 변수는、독립 변수에 의존하기 위하여 종속 변수라 불리워 지고 있습니다。예를 들어、판매의 수입은、상품의 광고 및 프로모션에서 사용되는 마케팅의 비용에 종속하고 있어、종속 변수의 판매와 독립 변수의 마케팅의 비용을 작성하고 있습니다。2 변수 회귀의 예증은、Figure 3.6 의 좌측의 패널에 표시되어 있는 2 차원면에서 데이터 포인트의 설정을 통하여、최적의 적합선의 삽입입니다。다른 케이스에서는、복수、또는 독립한 *X* 변수의 *n* 수의 다변수 회귀를 실행할 수 있습니다。보통의 회귀 방식은 $Y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 ... + \beta_n X_n + \varepsilon$ 입니다. 이 케이스는、최적의 적합선은、n + 1 차원면내에 포함됩니다。

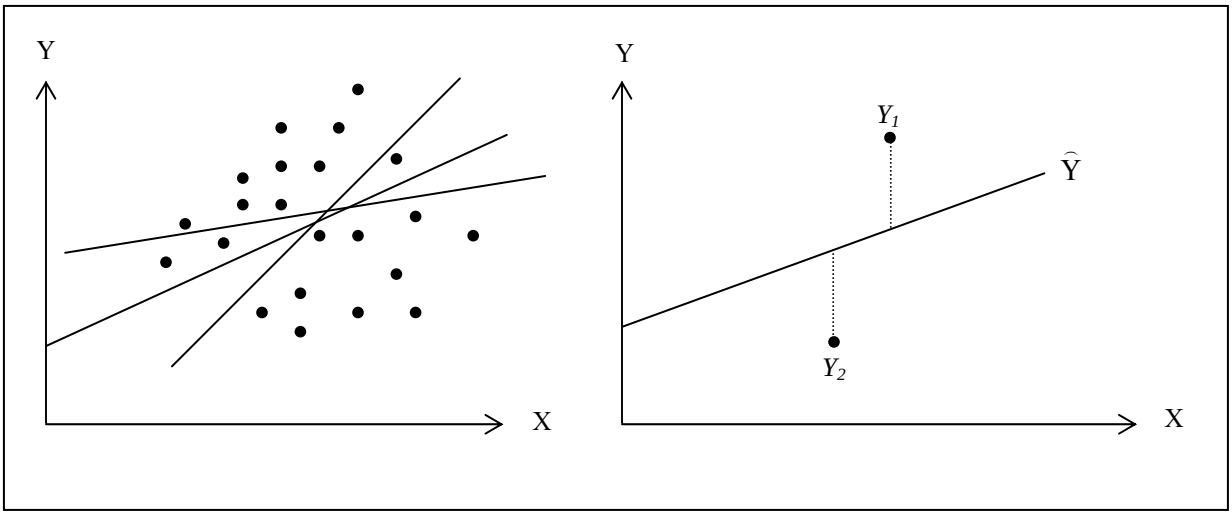


Figure 3.6 – 이변량 회귀

단、Figure 3.6 와 같은 데이터 포인트의 설정을 통하여 선을 적합히 하면、결과로서 복수의 확률적 선이 표시되고 있습니다。최적의 적합선은、종합적인 종축의 에러를 최소화하는 단일적인 특이한 선으로 정해져 있습니다。이것은、Figure 3.6 의 우측의 패널에서 표시되어 있는 것과 같이、현재의 데이터 포인트(Y_i)와、예기되어 있는 선 ($\hat{Y}$)의 사이의 절대 거리의 덧셈입니다。에러를 최소화하고 최적의 적합 선을 내기 위하여、무엇보다도 상급적인 어프로치가 필요합니다。이것은 회귀 분석입니다。따라서 회귀 분석은、전제적으로 에러를 최소화하는 산식에 의하여 특이한 적합선을 냅니다。

$$Min\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \hat{Y}_i)^2$$

여기에서는、하나의 특이한 선만이 편차평방을 최소화합니다。에러 (현재의 데이터 포인트와 예기된 선 사이의 종축의 거리) 는、플러스 에러를 마이너스 에러가 캔슬된 것을 피하기 위하여 평방 처리됩니다。기울기와 절편에 관하여 최소화의 문제 해결에는、1 차 관수를 계산하여、제로에 가깝게 되도록 계산하지 않으면 않됩니다:

$$\frac{d}{d\beta_0}\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \hat{Y}_i)^2 = 0 \text{ and } \frac{d}{d\beta_1}\sum_{i=1}^{n}(Y_i - \hat{Y}_i)^2 = 0$$

이 결과는、2 변수 회귀의 최소 이승식을 가져옵니다:

$$\beta_1 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})(Y_i - \bar{Y})}{\sum_{i=1}^{n}(X_i - \bar{X})^2} = \frac{\sum_{i=1}^{n}X_iY_i - \frac{\sum_{i=1}^{n}X_i\sum_{i=1}^{n}Y_i}{n}}{\sum_{i=1}^{n}X_i^2 - \frac{\left(\sum_{i=1}^{n}X_i\right)^2}{n}}$$

$$\beta_0 = \bar{Y} - \beta_1\bar{X}$$

다변수 회귀에도、복수의 독립 변수를 고려하여 유의의 확장을 행하는 것이 가능하고、더불어、$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2,i} + \beta_3 X_{3,i} + \varepsilon_i$ 로、그 결과 추정 경사는 다음과 같이 계산됩니다:

$$\hat{\beta}_2 = \frac{\sum Y_i X_{2,i} \sum X_{3,i}^2 - \sum Y_i X_{3,i} \sum X_{2,i} X_{3,i}}{\sum X_{2,i}^2 \sum X_{3,i}^2 - \left(\sum X_{2,i} X_{3,i}\right)^2}$$

$$\hat{\beta}_3 = \frac{\sum Y_i X_{3,i} \sum X_{2,i}^2 - \sum Y_i X_{2,i} \sum X_{2,i} X_{3,i}}{\sum X_{2,i}^2 \sum X_{3,i}^2 - \left(\sum X_{2,i} X_{3,i}\right)^2}$$

다변수 회귀를 실행하는 것에 있어서、결과의 설정과 해석에는、주의가 필요합니다。예를 들어、계량 경제학적인 모델화 시에는 뛰어난 이해가 (예、구조의 파탄, 중공선성、불균일 분산、자기 상관、특정한 테스트、비선형등과 같은 검출)적절한 모델의 구축에 필요합니다。다변수 회귀의 분석과 논의 및 어떻게 하여 이것의 함정을 검출하는가의 상세에는、조나단 문 박사의 리스크 모델화*: 몬테카를로 시뮬레이션의 적용*、*리얼 옵션 분석*、*예측과 최적화* (Wiley, 2006) 를 참조하십시요。

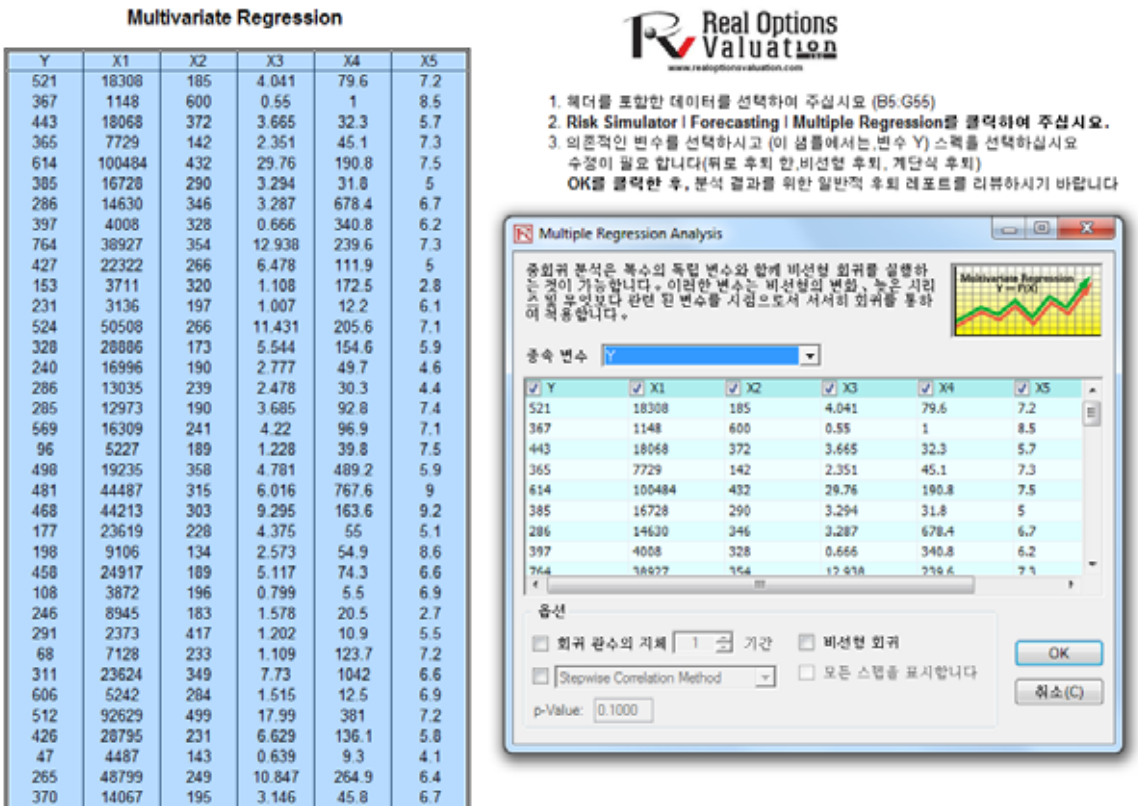
순서:

- Excel 을 기동하고、필요한 경우 이력 데이터를 열어 주십시요 (하기의 표에서는、예증 파일의***복수의 회귀를*** 사용하여 주십시요)。
- 편집된 데이터가 열에 있는 것을 확인하여 주십시요。변수 명칭을 포함한 모든 데이터 범위를 선택하고、***리스크 시뮬레이터(Risk Simulator) | 예측(Forecasting) |복수의 회귀 (Multiple Regression)***를 선택하여 주십시요。

- 종속 변수를 선택하고, 중요한 옵션 (타임랙, 스텝 와이즈 회귀, 비선형 회귀 등)을 선택하고, OK 를 클릭하여 주십시요。

결과의 해석:

Figure 3.8 는 , 샘플의 다변수 회귀 결과의 레포트를 표시하고 있습니다。레포트는 모든 회귀 결과, 분산 분석 결과, 적합 차트와 가설 검정의 결과가 포함되어 완전한 정보를 표시하고 있습니다。이것의 결과의 해석 기법의 상세는, 이 사용자 매뉴얼의 최후에 있습니다。회귀 레포트의 해석과 같이 다변수 회귀의 논의와 분석의 상세는, 조나단 문 박사의 리스크 모델화: *몬테카를로 · 시뮬레이션의 적용*, *리얼 옵션즈 분석*, *예측과 최적화* (Wiley 2006) 를 참조하여 주십시요。



Multivariate Regression

Y	X1	X2	X3	X4	X5
521	18308	185	4.041	79.6	7.2
367	1148	600	0.55	1	8.5
443	18068	372	3.665	32.3	5.7
365	7729	142	2.351	45.1	7.3
614	100484	432	29.76	190.8	7.5
385	16728	290	3.294	31.8	5
286	14630	346	3.287	678.4	6.7
397	4008	328	0.666	340.8	6.2
764	38927	354	12.938	239.6	7.3
427	22322	266	6.478	111.9	5
153	3711	320	1.108	172.5	2.8
231	3136	197	1.007	12.2	6.1
524	50508	266	11.431	205.6	7.1
328	28886	173	5.544	154.6	5.9
240	16996	190	2.777	49.7	4.6
286	13035	239	2.478	30.3	4.4
285	12973	190	3.685	92.8	7.4
569	16309	241	4.22	96.9	7.1
96	5227	189	1.228	39.8	7.5
498	19235	358	4.781	489.2	5.9
481	44487	315	6.016	767.6	9
468	44213	303	9.295	163.6	9.2
177	23619	228	4.375	55	5.1
198	9106	134	2.573	54.9	8.6
458	24917	189	5.117	74.3	6.6
108	3872	196	0.799	5.5	6.9
246	8945	183	1.578	20.5	2.7
291	2373	417	1.202	10.9	5.5
68	7128	233	1.109	123.7	7.2
311	23624	349	7.73	1042	6.6
606	5242	284	1.515	12.5	6.9
512	92629	499	17.99	381	7.2
426	28795	231	6.629	136.1	5.8
47	4487	143	0.639	9.3	4.1
265	48799	249	10.847	264.9	6.4
370	14067	195	3.146	45.8	6.7

Figure 3.7 – 다변량 회귀의 실행

회귀 분석 레포트

회귀 통계

R-Squared (결정 계수)	**0.3272**
조정된 결정 계수	**0.2508**
복수**R** (복수의 상관 관계)	**0.5720**
측정으로 표준 에러 (**SEy**)	**149.6720**
관측	**50**

결정계수 (R-Squared) 또는、정의의 상관은、종속 변수의 변화의 0.33은 이 회귀 분석에서 독립 변수에 의하여 계산、그리고 설명하는 것이 가능한가를 표시합니다。그러나、중회귀에서는、조정된 결정계수 (R-Squared) 는、실존하는 추가의 독립 변수의 계산에 포함되고、혹은、회귀와 결정 계수를 보다 정확히 납득이 되는 값으로 조정합니다。따라서、종속 계수의0.25의 변화만이 회귀에 의하여 설명할 수 있습니다。

중상관 계수(Multiple R)는、회귀 방정식에 기초한 、현재의 종속 변수 (Y)추정、또는 적합 (Y)간의 상관계수를 측정합니다。 이것은、결정의 상관(R-Square)의 제곱근입니다。

추정의 표준 에러(SEy)는、회귀선、또는 평면을 밑돌거나 상회하는 데이터 포인트의 이산을 기술합니다。이 값은、추정 후의 신뢰 구간을 얻기 위하여 계산의 일부에 사용됩니다。

회귀 결과

	인터셉트	X1	X2	X3	X4	X5
상관	57.9555	-0.0035	0.4644	25.2377	-0.0086	16.5579
표준 에러	108.7901	0.0035	0.2535	14.1172	0.1016	14.7996
t-통계	0.5327	-1.0066	1.8316	1.7877	-0.0843	1.1188
p-값	0.5969	**0.3197**	**0.0738**	**0.0807**	**0.9332**	**0.2693**
5%보다 낮음	-161.2966	-0.0106	-0.0466	-3.2137	-0.2132	-13.2687
95%보다 높음	277.2076	0.0036	0.9753	53.6891	0.1961	46.3845

자유도		**가설**	
회귀를 위한 자유도	5	비판적인 t-통계 (99%의 신뢰도와 44의 자유도)	2.6923
나머지를 위한 자유도	44	비판적인 t-통계 (95%의 신뢰도와 44의 자유도)	2.0154
합계 자유도	49	비판적인 t-통계 (90%의 신뢰도와 44의 자유도)	1.6802

상관은、추정된 회귀의 인터셉트와 경사면을 부여합니다。예를 들어、상관이 실질적인 견적인 경우、모집단 b의 값은 다음 방정식에 적합 합니다。 Y = b0 + b1X1 + b2X2 + ... + bnXn。 표준 에러는 어느 정도 확실한 상관을 예측하였는가를 추정합니다。 또는、t-통계는、이것의 표준 에러에 기초하여 예측 된 각 상관의 비율입니다。

t-통계는、실질적인 상관의 평균값 **=0**의 귀무 가설 (**Ho**) 、실제의 평균값이**0**이 아니고、대립 가설 (**Ha**) 이 설정된、가설 검정으로 사용됩니다。**T**-검정이 실행되어、계산된 **t**-통계는、비판적인 값으로서 관련 된 잔차의 자유도로 비교됩니다。다른 회귀를 대상으로、각 상관이 통계적으로 유의한 경우、**t**-검정 그 자체와、**t**-검정의 계산은 매우 중요한 것이 됩니다。이것은、**t**-검정은 회귀 관수、또는 독립 변수가 회귀에 남아 있어야 하는가、혹은 **Drop**되어야 할 것인가를 통계적으로 확인합니다。

상관은、계산된 비판적인 t-통계의 유의한 자유도 (ｄｆ) 에 대하여 통계적으로 상회하는 경우는 통계적으로 유의함을 의미합니다。세계의 주요한 신뢰 레벨은、90%、95%와99%의 유의도를 테스트하기 위하여 사용됩니다。ｔ-통계가 신뢰 레벨을 상회하는 경우、통계적으로 유의하다고 해석됩니다。또는、ｐ-값의 계산은、작은ｐ-값일수록、상관이 유의 하다는 등의、각ｔ-통계의 발생의 확립을 표시합니다。보통의ｐ-값의 유의 레벨은、0.01、0.05과0.10에 적응한99%、95%와 99%의 신뢰 레벨입니다。

파란색의 하이라이트로 표시된ｐ-값과 상관은、이것이90%의 신뢰 레벨、또는0.10의 알파 레벨、통계적으로 유의하다는 것을 표시합니다。한편、빨간 하이라이트에 표시된 범위는 어떠한 알파 레벨에 대하여도 통계적으로 유의하지 않다는 것을 표시 합니다。

변화의 분석

	처리 평방	평방의 평균치	**F**-통계	**p**-값
회귀	479388.49	95877.70	4.28	**0.0029**
잔차(나머지의 차)	985675.19	22401.71		
합계	1465063.68			

가설	
비판적인F-통계 (99% 의 신뢰도、5 와 44)의 자유도)	3.4651
비판적인F-통계 (95% 의 신뢰도、5 와 44)의 자유도)	2.4270
비판적인F-통계 (90% 의 신뢰도、5 와 44)의 자유도)	1.9828

변화표 (ＡＮＯＶＡ) 의 분석은、종합 통계적 유효한 회귀 모델의Ｆ-검정을 표시하여 줍니다。Ｔ-검정과 같이、하나씩 회귀를 계산하는 대신에、Ｆ-검정은 측정한 모든 상관의 통계적인 특징을 보여 주고 있습니다。Ｆ-통계는、평방의 회귀의 평균치와 평방의 잔차의 평균의 비율로서 계산됩니다。분자는、어느 정도 회귀가 설명되어 있는가를 측정하고 있는 사이에、분모는 어느 정도 설명되어 있지 않은 가를 측정합니다。따라서、커다란Ｆ-통계 일수록、모델이 보다 유의하다는 것입니다。적절한ｐ-값은、모두의 상관이 제로와 동일하게 되어 있는 귀무 가설(Ｈｏ)을 테스트하기 위하여 계산됩니다。한편、대립 가설 (Ｈａ) 은、모든 값이 제로로 다름으로、전면적인 회귀 모델이 유의 하다는 것을 표시하고 있습니다。이것에 대하여、ｐ-값이 알파 유의의 0.01、0.05、또는0.10보다 작은 경우는、회귀가 유의 하다는 것을 표시합니다。여러 가지 유의한 레벨로 계산된Ｆ-통계와 비판적인 Ｆ값의 비교에 의하여 같은 적응이Ｆ-통계에 적합합니다。

예측

기간	현재(Y)	예측(F)	에러(E)
1	521.0000	299.5124	221.4876
2	367.0000	487.1243	(120.1243)
3	443.0000	353.2789	89.7211
4	365.0000	276.3296	88.6704
5	614.0000	776.1336	(162.1336)
6	385.0000	298.9993	86.0007
7	286.0000	354.8718	(68.8718)
8	397.0000	312.6155	84.3845
9	764.0000	529.7550	234.2450
10	427.0000	347.7034	79.2966
11	153.0000	266.2526	(113.2526)
12	231.0000	264.6375	(33.6375)
13	524.0000	406.8009	117.1991
14	328.0000	272.2226	55.7774
15	240.0000	231.7882	8.2118
16	286.0000	257.8862	28.1138
17	285.0000	314.9521	(29.9521)
18	569.0000	335.3140	233.6860
19	96.0000	282.0356	(186.0356)
20	498.0000	370.2062	127.7938
21	481.0000	340.8742	140.1258
22	468.0000	427.5118	40.4882
23	177.0000	274.5298	(97.5298)
24	198.0000	294.7795	(96.7795)
25	458.0000	295.2180	162.7820

140.4048

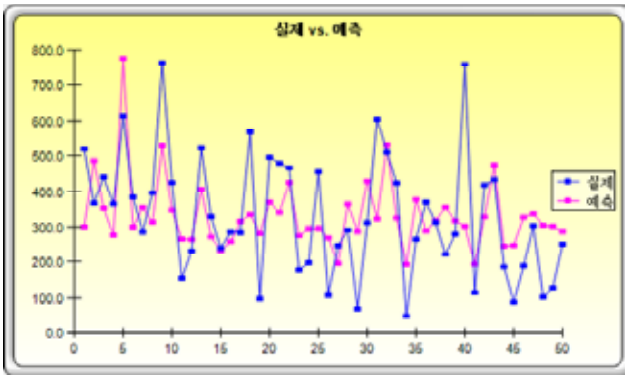


Figure 3.8 – 다변량 회귀의 결과

확률적 예측법

이론:

확률 과정은、시간이 지나가는 것에 따라 작성된 결과의 시리지의 수학적 공식밖에 없습니다。이 결과는 성질로서 결정론이 아닙니다。이것은、매년 상승하는 X 퍼센트 가격 및 이 X 의 요소에서 나오는 Y 퍼센트에 의하여 상승하는 수입과 같이 명확하고 심플한 룰에 따른 방식、또는 과정은 아닙니다。확률 과정이란、비결정론인 것에서 불리워、확률 과정의 공식에 수치를 이어주는 것이 가능하고、매회 다른 결과를 얻는 것이 가능합니다。예를 들어、주식가격의 루트는 성질로서 확률적이 되기 위하여、확률적 주식 가격의 루트를 예측하는 것이 가능합니다。단、시간이 지나는 것에 따라 진화하는 가격은、이것의 가격을 생성하는 과정으로 둘러싸이게 됩니다。과정은 결과와 다르게、사전에 고정되고、정해지게 되어 있습니다。따라서、확률 시뮬레이션에 의하여、가격의 복수의 경로를 작성하고、이것의 시뮬레이션의 통계적인 샘플링을 취득하고、시계열의 생성에 사용되는 확률 과정의 파라미터와 성질을소요하는 경우에 실제의 가격이 얻는 잠재적인 경로에 관하여 추측하는 것이 가능합니다。세개의 기본적인 확률 과정이 리스크 시뮬레이터의 예측 툴에 포함되어 있어、먼저、기하 그라운 운동 혹은 램덤 워크는、단순히 폭넓은 응용에 의하여 무엇보다도 일반적으로 넓게 사용되고 있습니다。다른 두 개의 확률 과정은、평균 회귀 과정과 점프 확산 과정입니다。

확률 과정 시뮬레이션으로 흥미 깊은 곳은、이력적 데이터가 반드시 필요하지 않다는 것입니다。이것은、모델은 이력 데이터의 집합에 적합할 필요가 없는 것입니다。단、이력 데이터의 예측 변동률과 기대 리턴을 하는 것만이、외부 데이터로 비교하여 이것을 추정하거나、이것의 값의 가정을 작성하는 것이라는 것입니다。어떻게 하여 각 입력이 계산 (예、평균 회귀의 비율、점프 확률、예측 변동률 등) 되는가 등의 상세는, 조나단 문 박사의 리스크 모델화*: 몬테카를로 시뮬레이션의 적용*、*리얼 옵션즈 분석*、*예측과 최적화*、*제* 2 판 (Wiley 2006)을 참조하여 주십시요。

순서:

- *리스크 시뮬레이터(Risk Simulator) | 예측 (Forecasting) |확률 과정 (Stochastic Processes)*을 선택하는 것으로서 모듈을 기동시켜 주십시요。
- 희망하는 과정을 선택하여、필요로 하는 입력을 기입하여 주십시요。수 회 차트를 갱신하도록 클릭하여、과정이 희망대로 돌아가는 것을 확인하고、 OK 를 클릭하여 주십시요。 (Figure 3.9)

결과의 해석:

Figure 3.10 는、샘플의 확률 과정을 표시하고 있습니다。차트는、반족의 샘플 설정을 표시하고 있어、레포트는、확률 과정의 기초를 기술하고 있습니다。또는、각 시간의

기간을 위하여 예측값 (평균값과 표준 편차) 가 부여되고 있습니다。이것의 값의 사용에 의하여、분석에 있어서 어느 시간 주기가 가장 중요한 것인가를 결정하는 것이 가능하고、정규 분포를 사용한 이러한 평균과 표준 편차의 값에 기초한 가정의 설정이 가능합니다。이것의 가정은 차후에、주문 모델에서 시뮬레이션 하는 것이 가능합니다。

확률 과정은、확률법에서 생성된 통속사상、또는 연속 패드의 것을 말합니다。이것은、랜덤 사상은 장기 시간에 발생하는 것이 있습니다만、특정의 통계적인、그리고 확률적인 룰에 의하여 정하여 집니다。주요 확률 과정은、랜덤 워크、혹은 브라운 운동、평균 회귀와 점프 확산이 포함되어 있습니다。이러한 과정은、확률 때 랜덤한 경향을 보이지만、확률법에 제한되어 있는 복수의 변수를 예측하는 것이 가능합니다。리스크 시뮬레이터의 확률 가정 모델에서 각 과정을 작성、시뮬레이션 할 수 있습니다. 이 프로세스는 주가、물가、오일 가격、전력가격、원자재 가격 등의 가격 변동과 같이 다수의 변수가 있는 시계열 변수의 예측에 사용하는 것이 적절합니다.

이 모델을 실행하기 위하여는、간단히:
1. **Simulation | Forecasting | Stochastic Processes를 선택합니다.**
2. 관련 입력값의 세트를 입력하거나 테스트 케이스의 기존의 입력값을 사용하여 주십시
3. 시뮬레이션 하기 위하여 관련 프로세스를 선택 하십시요.
4. 단일 경로의 갱신된 계산을 보기 위하여 업데이트 차트를 클릭 하거나、
   프로세스 생성을 위하여 **OK를 클릭하십시오.**

Figure 3.9 – 확률 과정의 예측

통계의 개략

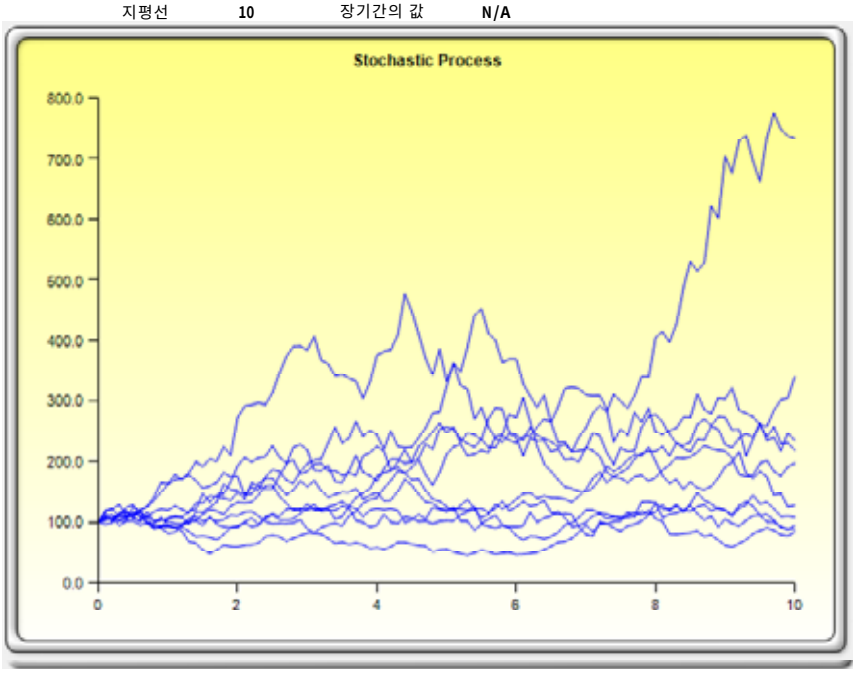
확률 과정은、확률법에서 생성된 연속 사상、또는 연속 패드를 말합니다。이것은、랜덤한 사상은 장기 시간에 발생하는 것이 있습니다만、특정의 통계적인、그리고 확률적인 룰에 의하여 정하여져 있습니다。주요 확률 과정은、랜덤 워크、또는 브라운 운동、평균 회귀와 JumpDifussion이 포함되어 있습니다。이러한 과정은、보았을 때는 랜덤한 경향을 쫓으나、확률법에 제한되어 있는 복수의 변수를 예측할 수 있습니다。리스크 시뮬레이터의 확률 과정 리스크 • 시뮬레이터의 확률 가정 모듈에서 각 과정을 작성、시뮬레이션 할 수 있습니다。

랜덤 워크、브라운 운동 과정은、주가、물가 등의 확률시계열 데이터가 부여한 드리프트、또는 성장률과 드리프트 패드 주변의 변동률등의 예측에 적절합니다。평균 회귀 과정은、패드에서 장기치를 목표로 전환하는 것으로、랜덤 워크 가정의 변동 감소를 위하여 사용됩니다。이율 및 인플레이션률등의 장기치를 가진 시계열의 변수의 예측을 사용하기 쉽기 때문입니다（이것은、마켓이、감독기관에서의 장기 목표률입니다）。JumpDiffusion과정은、변수가 시절、랜덤한 비약의 가능성을 가지고 있을 때의 시계열 데이터를 예측하기 위하여 적절히 하고 있습니다。예를 들어、석유가격 및 전기 가격입니다（이산적인 외인성의 이벤트 쇼크는、가격을 비약시키거나、떨어뜨리곤 합니다）。최후에、이러한 세 개의 확률 과정은 요구에 따라서 적합 시키거나、혼합하거나 할 수 있습니다。

우측에 표시되어 있는 결과는、모든 랜덤 • 스텝의 반복으로 생성된 평균치와 표준 편차를 표시하고 있습니다。만약、"모든 반복 표시"가 옵션으로 선택되는 경우에는、각 반복이 별개의 워크 시트에 표시되어 있습니다。아래에 생성 된 그래프는、반복의 샘플 설정이 표시되어 있습니다。

확률 과정 : 브라운 운동 (랜덤워크) 와 드리프트

개시지	100	스텝	100.00	비약률	N/A
Drift률	5.00%	반복	10.00	점프 사이즈	N/A
예측 변동율	25.00%	복귀율	N/A	난수 시트	465503224
지평선	10	장기간의 값	N/A		



시간	평균값	표준편차
0.0000	100.00	0.00
0.1000	108.39	6.87
0.2000	107.76	7.75
0.3000	109.75	9.08
0.4000	111.13	7.44
0.5000	112.53	8.20
0.6000	110.23	8.73
0.7000	108.51	10.42
0.8000	105.73	18.80
0.9000	111.90	25.91
1.0000	112.47	28.61
1.1000	114.67	33.99
1.2000	114.51	31.64
1.3000	114.80	37.13
1.4000	119.09	39.97
1.5000	117.92	40.09
1.6000	121.96	43.08
1.7000	122.33	43.91
1.8000	130.55	49.78
1.9000	132.03	45.52
2.0000	142.88	61.30
2.1000	143.12	64.18
2.2000	147.25	64.37
2.3000	148.94	66.29
2.4000	155.70	63.55
2.5000	161.40	69.63
2.6000	160.09	77.60
2.7000	160.15	86.07
2.8000	165.12	91.88
2.9000	168.74	90.26
3.0000	168.51	88.33
3.1000	169.32	94.09
3.2000	163.58	83.79
3.3000	164.58	83.98
3.4000	160.79	82.77
3.5000	159.54	79.04
3.6000	163.65	77.48
3.7000	168.71	80.83
3.8000	162.08	72.23
3.9000	167.63	80.24
4.0000	175.06	89.73
4.1000	176.60	88.29
4.2000	179.45	90.60
4.3000	184.48	93.98
4.4000	192.44	113.42
4.5000	186.57	105.44
4.6000	187.05	97.21
4.7000	182.00	92.29
4.8000	178.86	90.56
4.9000	189.86	103.06
5.0000	188.75	98.06
5.1000	197.36	110.74
5.2000	187.60	100.78
5.3000	190.95	107.31

Figure 3.10 – 확률 예측법의 결과

비선형 외압법

이론:

외압법은、미래의 특정의 기간에 예측된 이력적 경향의 사용에 의하여 통계적인 예측을 작성합니다。이것은、시계열만으로 사용하고 있습니다。크로스 섹션、또는 혼합 패널의 데이터 (클로스 섹션 데이터를 활요한 시계열)에 의하여、다변수 회귀가 적절합니다。이 방법은、커다란 변화가 기대되지 않는 경우에 최적입니다。이것은、원인 요소가 일정하게 유지 되는 것을 기대합니다、또는 상황의 원인 요소가 명확히 알려 지지 않을 경우에 사용하는 것이 최적입니다。또는、과정에의 개인적인 바이어스에의 도입을 방지하는 것에 도움이 됩니다。

외압법은 꽤 신뢰할 수 있어서, 비교적 심플하고, 경제적입니다. 단, 근황, 그리고 이력적 경향이 지속한다는 가정의 외압법은, 프로젝트의 기간내에 불연속이 발생한 경우, 커다란 예측 에러를 나타냅니다. 즉, 시계열의 순수한 외압법은, 예측 된 시리즈의 이력값에 모든 필요한 정보가 포함되어 있다고 가정하고 있습니다. 과거에 일어나 것이 미래에 일어난 다는 것을 예언하는 것에 최적이라는 가정을 한다면, 외압법이 최적입니다. 따라서, 모든 필요한 것은, 많은 짧은 예측이라는 시기에, 매우 사용하기 쉽고, 적절한 어프로치입니다.

이 기법은, *모든 임의의 x 값을 통하여 매끄러운 비선형 곡선을 투입하고, 이력적 데이터 집합에 미래의 x 값을 외압하는 것에 의하여 f(x)의 관수를 추정합니다.* 이 기법은, 다항식의 관수 형태, 또는 로지스틱 공식의 형태 (두 개의 다항식 비율) 의 어느쪽인가를 사용합니다. 일반적으로, 데이터가 잘 돌아가는 것을 얻기 위하여, 다항식의 관수 형태로 충분합니다만, 로지스틱 관수 형태는, 때에 따라 정도를 보여 주는 것이 있습니다 (특히 극단수의 경우. 예, 분모가 제로에 접근하는 관수) .

순서:

- Excel 을 기동하고, 필요한 경우는 이력적 데이터를 열어 주십시요 (다음에 표시되고 있는 일러스트는 예증 폴더의***비선형 외압법***의 파일을 사용하고 있습니다).
- 시계열 데이터를 선택하고, ***리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) | 예측 (Forecasting) 비선형 외압법 (Nonlinear Extrapolation)*** 을 선택하여 주십시요.
- 외압법의 타입을 선택하고(자동 선택, 다항식 관수, 및 유리 관수), 희망하는 예측 기간의 수를 기입하고 (Figure 3.11), OK 를 클릭하여 주십시요.

결과의 해석:

Figure 3.12 에 표시되고 있는 결과는, 외압된 예측의 값, 에러의 측정법과 외압법의 결과의 그래프를 표시하고 있습니다. 에러의 측정법은, 예측의 타당성을 확인하기 위하여 사용 할 수 있고, 예측의 성질을 비교할 때에 무엇보다도 중요하게 되어, 시계열 분석에 대하여 외압법의 정도를 비교할 때에 적절합니다.

메모:

이력적 데이터가 매끄럽게 몇 개의 비선형 패턴과 곡선에 따를 경우, 외압법은 시계열분석보다 최적입니다. 단, 데이터 패턴이 계절성의 싸이클과 경향을 따를 경우는 시계열 분석쪽이 좋은 결과를 표시합니다.

외삽법은, 미래의 특정한 기간의 상황을 이력적 경향을 사용하는 것으로, 통계적인 예상을 포함합니다. 이것은, 시계열 예측법으로밖에 사용되지 않습니다
외삽법은 신뢰성 있고, 비교적 심플하며, 저렴합니다. 그러나,
최근의 이력적 경향을 계속하기 위한 외삽법은 프로젝트 시간 종료안에서 중단이 이루어질 경우 거대한 예측 에러를 불러 옵니다.
projected time period.

Historical Sales Revenues
Polynomial Growth Rates

Year	Month	Period	Sales
2010	1	1	$1.00
2010	2	2	$6.73
2010	3	3	$20.52
2010	4	4	$45.25
2010	5	5	$83.59
2010	6	6	$138.01
2010	7	7	$210.87
2010	8	8	$304.44
2010	9	9	$420.89
2010	10	10	$562.34
2010	11	11	$730.85
2010	12	12	$928.43

Real Options Valuation
www.realoptionsvaluation.com

1. 이력적 데이터의 입력과 데이터 범위를 선택하십시오 (E13:E24)
2 **Risk Simulator | Forecasting | Nonlinear Extrapolation**를 클릭하십시오.
3. Function type을 선택하고 외삽법 기간이 필요합니다. 클릭 OK

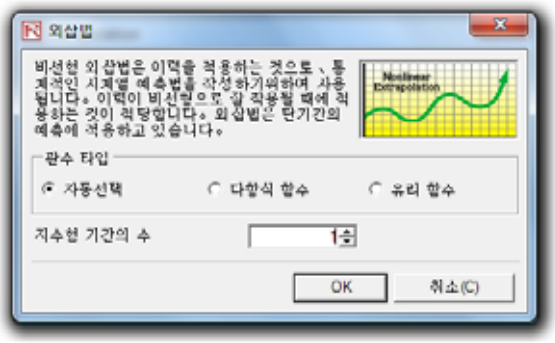


Figure 3.11 – 비선형 외삽법의 실행

비선형 외삽법

통계의 전략

외삽법은, 미래의 특정한 기간의 상황을 이력적 경향으로 사용하는 것에 의하여, 통계적 예상을 포함합니다. 이것은, 시계열 예측법만으로 사용되지 않습니다. 횡단, 및 혼합 패널 데이터 (시계열과 횡단 데이터) 에는, 중회귀가 최적입니다. 이 방법은 커다란 변화가 예상되지 않을 때에 적절합니다. 이것은, 원인 요인은 남아있는 정수에예기되어 있으나, 원인 요인의 상태가 확실히 이해되지 않을 때등을 표시합니다. 그것은 아직 프로세스내의 개인적인 선입관에의 도입의 실망 등을 지원합니다. 외삽법은 확실히 신뢰되고, 비교적 사용하기 쉽고, 저렴합니다. 단, 최신, 및 이력적 경향은 연속이라고 가정하는 외삽법은, 반영된 시간내에서 불연속이 발생하면, 장기의 예측 에러가 표시됩니다. 즉, 시계열의 순수한 외삽법은, 알 필요가 있는 모든 데이터는, 예측 된 시리즈의 이력적 가치에 포함되어 있다고 가정할 수 있습니다. 과거의 이력적 동향이 미래의 동향에 유망한 예언이라고 가정하는 경우, 외삽법은 대단한 권위입니다. 이것은, 모든 데이터를 단 기간 예측하여야 할 때에 적절합니다.

이 방법은, 모든x의 가치에 의하여 원만하게 비선형 커브의 삽입에 의하여 모든 임의의 x 가치를 위하여f(x)함수를 추정하고, 이 원만한 커브를 사용하고, 역사적 데이터 세트를 넘고 미래의x의 가치를 외삽법으로 추정합니다. 방법은 다항식 관수형식이 이성적인 함수 형식(두 개의 다항식의 비율)을 필요로 합니다. 보통, 다항식 함수 형식은, 좋은 동향을 가진 데이터를 위하여 충분합니다만, 이성적 함수 형식에 의하여 보다 정확한 때가 있습니다(특히 극함수와, 예를 들어, 제로에 가까운 분모와 함수등).

기간	현재	적합한 예측
1	1.00	
2	6.73	1.00
3	20.52	-1.42
4	45.25	99.82
5	83.59	55.92
6	138.01	136.71
7	210.87	211.96
8	304.44	304.43
9	420.89	420.89
10	562.34	562.34
11	730.85	730.85
12	928.43	928.43
예측13		1157.03
예측14		1418.57
예측15		1714.95

에러의 측정	
RMSE	19.6799
MSE	387.2974
MAD	10.2095
MAPE	31.56%
Theil의U	1.1210

기능 타입: 이성적

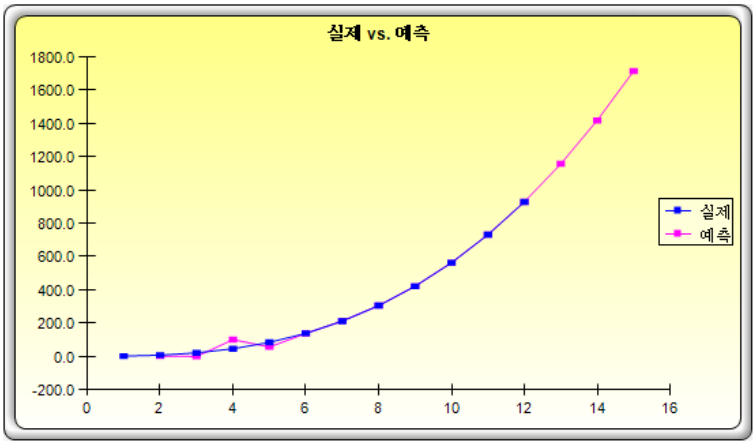


Figure 3.12 – 비선형 외삽법의 결과

Box-Jenkins ARIMA 고도의 시계열

이론:

하나의 매우 고도의 강력한 시계열 예측 툴인 ARIMA、또는 자기 회귀 화분 평균 분석입니다。ARIMA 의 예측은 세 개의 분리된 툴을 알기 쉬운 모델을 모았습니다。최초의 툴 세그먼트는、자기 회귀、및 "AR"로、조건이 없는 예측 모델에 남는 타임랙의 값의 수에 대응합니다。본질적으로는、모델은 예측 모델에의 현재의 데이터의 이력적 변동을 채취하고、이 변동 및 나머지 값을 사용하여 더 우수한 예측 모델을 만들어 냅니다。두 번째 툴 세크먼트는 화분으로서 "I"로 표시하고 있습니다。이 화분은、예측 된 시계열을 미분하는 회수에 해당합니다。이 요소는、데이터에 존재하는 모든 비선형 성장의 비율을 카운트 합니다。세 개의 툴 세그먼트는、이동 평균、및"MA"로 표시되고 있어、본질적으로 시간차를 가진 예측 에러의 이동 평균을 표시합니다。이 시간차를 갖은 예측의 에러를 포함한 것으로 모델은、본질적으로 이것의 예측 에러、또는 차이에서 배우는、이동 평균의 계산을 통하여 수정을 하였습니다。ARIMA 모델은、 Box-Jenkins 방법에 따라서、모델 구성에서 얻은 각 스텝을 Random Noise 만이 남을때까지 행하여 집니다。즉、ARIMA 의 모델화는、예측의 생성에 상관을 사용합니다。ARIMA 는、구상된 데이터에서 표시되지 않는 모델 패턴도 사용할 수 있습니다。또는、ARIMA 모델은、외생변수와 혼합하는 것이 가능하나、외생 변수가、추가의 예측 기간을 예측하는 것에 충분한 데이터 포인트를 가지고 있는 것을 확인하여 주십시요。최후에、모델의 복잡함을 위하여、이 모듈은 성장 실행에 있는 것을 이해하여 주십시요。

ARIMA 모델은 일반적으로 시계열 분석과 다변수 회귀보다 고도의 이유가 복수 있습니다。일반적으로 시계열 분석과 다변수 회귀의 이해는、남아 있는 에러는 이것 자신의 시간차를 가진 값의 상관입니다。이 연속적인 상관은, 방해와 다른 방행와 상관하지 않는 다는 회귀 이론의 표준적인 가정에 위반합니다。연속 상관에 관련한 주요 문제에는 다음과 같은 점이 생각됩니다。

- 회귀 분석과 기본적인 시계열 분석은 다른 선형의 추정값 사이에서는 별로 유효하지 않습니다。단、에러의 잔여가 현재의 에러의 잔여를 예측하는 것에 도움이 됨으로、ARIMA 를 사용하고 종속 변수의 보다 좋은 예측에 이 정보를 활용하는 것이 가능합니다。
- 회귀와 시계열 방식을 사용하고 계산된 표준 에러는 바르지 않고、일반적으로 적당히 서술되어、만약、회귀 예측값으로서 시간차가 있는 종속 변수가 존재하는 경우、회귀의 추정에 바이어스가 있어、수미일관하지 않으나、ARIMA 를 사용하는 것에 의하여 수정하는 것이 가능합니다。

자기 회귀 화분 이동 평균、및 ARIMA(p,d,q) 모델은、시계열 데이터에서 연속 상관의 모델화를 위한 세 개의 요소를 사용하는 AR 모델의 연장입니다。최초의 컴포넌트는 자기 회귀(AR)입니다。AR(p)모델은、공식에서 시계열의 p 의 시간차를 사용합니다。

AR(p)모델의 방식은 $y_t = a_1 y_{t-1} + \ldots + a_p y_{t-p} + e_t$. 입니다。두 번째의 컴포넌트는 화분(d)입니다。각 화분 j l 0 이라는 y 7 − 9 ; 는、시계열을 미분하는 것에 대응합니다。I(1)는、데이터를 한번 미분하는 것을 의미합니다。 l (d)는、d 회의 데이터의 미분을 의미하고 있습니다。세개째의 콤퍼넌트는 이동 평균 (MA)입니다。MA(q) 모델은、예측을 향상시키기 위하여 예측 에러의 시간차 q 를 사용합니다。MA(q)모델의 방식은 $y_t = e_t + b_1 e_{t-1} + \ldots + b_q e_{t-q}$ です。최후에、ARIMA(p,q) 모델은 결합 형태 $y_t = a_1 y_{t-1} + \ldots + a_p y_{t-p} + e_t + b_1 e_{t-1} + \ldots + b_q e_{t-q}$ 을 가지고 있습니다。

순서:

- Excel 을 기동하고、데이터 기입하거나 실재하는 워크 시트와 이력적 데이터를 예측하는데 열어 주십시요 일러스트에서는、다음의 예증에서 사용하는 파일 *시계열 ARIMA* 을 표시하고 있습니다)。
- 시계열 데이터를 선택하고、*리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) | 예측(Forecasting) | ARIMA* 을 선택하여 주십시요。
- 중요한 P, D, 와 Q 이 파라미터 (플러스의 정수만)을 입력하고、희망하는 예측 주기의 수를 기입하고、OK 를 클릭하여 주십시요。

결과의 해석:

ARIMA 모델의 결과의 해석에는、다변수의 회귀 분석의 지정과 거의 같습니다.
(ARIMA 모델와 다변수의 회귀 분석의 해석 기법의 상세는 조다만 문 박사의 리스크 모델화、제 2 판을 참조 하여 주십시요) 。단、Figure 3.14 에서 표시된 것과 같이 ARIMA 분석에 특정한 결과의 여러가지 부가 설정이 있습니다。처음에、ARIMA 모델의 선택、및 동일 증명에서 잘 사용되는 아카이케 정보 기준 (AIC)과 슈왈츠 기준 (SC)의 부가입니다。
이것、AIC 와 SC 는、특정의 p 、 d 와 q 의 파라미터를 가진 특정의 모델이 최적인 경우 통계가 어떠한가를 정하기 위하여 사용됩니다。SC 는、AIC 보다 부가계수를 위한 커다란 패널티를 부여하고 있으나、일반적으로는、AIC 와 SC 의 값이 낮은 모델이 선택됩니다。최후에、자기 상관 (AC)이라 불리는 결과의 부가 설정과 부분 자기 상관 (PAC)통계는、ARIMA 레포트에서 부여 됩니다。

예를 들어、자기 상관 AC(1)이 제로가 아닌 경우는、시리즈는 일차 연속적 상관을 의미합니다。단、AC 가 기하학적 시간차의 증가로써 쇠퇴하는 경우는、시리즈는 더 낮은 자기 회귀 과정에 따르고 있는 것을 표시합니다。만약、소수의 시간차의 후에 AC 가 제로로 하강하는 경우는、시리즈는 낮은 이동 평균 과정에 따르는 것을 표시합니다。
한편、PAC 은、개입하는 시간차에서 상관을 제거한 후에 *k* 주기 떨어진 값의 상관의 측정을 합니다。상관의 패턴은 *k* 보다 적은 차수의 자기 회귀에 의하여 채취되는 경우는、시간차 *k* 에 있는 부분 상관은 제로에 가깝습니다。Ljung-Box Q-통계와 시간차 *k* 에 대하여 이것의 p-값은 이미 부여되어 있어、검정된 귀무 가설은、*k* 의 차수까지 자기 상관을 볼 수 없습니다。자기 상관의 구상에서 그려진 점선은、크게 2 표준 오차의 범위내입니다。만약 자기 상관이 이것들의 한계내에

들어가 있지 않은 경우 및 5%의 유의 수준에서 제로와는 어떠한 유의한 상관도 인정되지 않습니다。
바른 ARIMA 모델 발견에서는、연습과 경험이 필요합니다。이것의 AC, PAC, SC, 와 AIC 는、바른 모델의 사양을 검출하는 매우 유용한 진단 툴입니다。

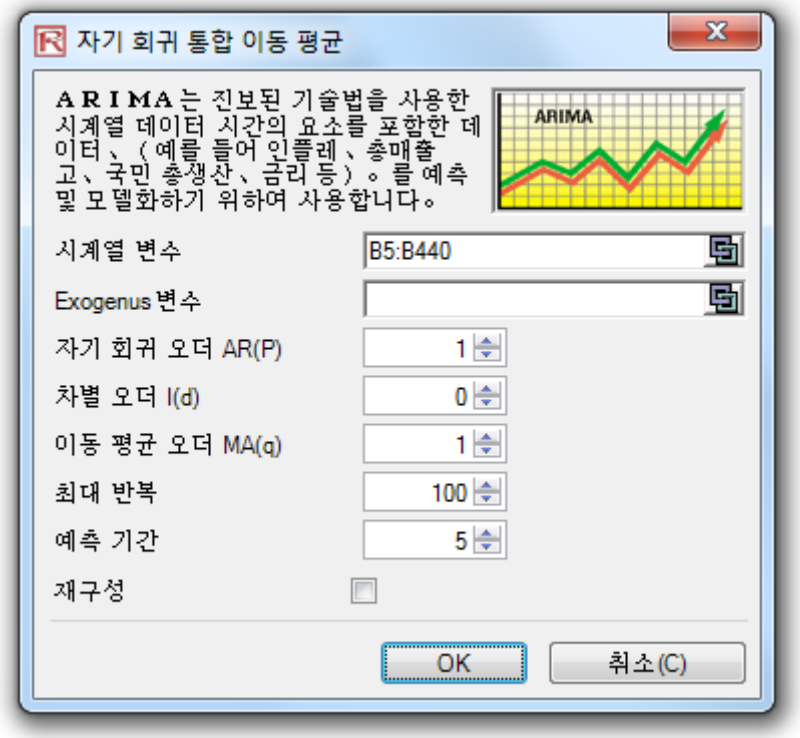


Figure 3.13 Jenkins box ARIMA 의 예측 툴

ARIMA (자기 회귀 이동 평균)

회귀의 통계

R-평방(정의 계수)	0.9999	아카이케 정보량 기준 (AIC)	4.6213
조정된 R-평방	0.9999	Schwarz 기준 (SC)	4.6632
복수의R(복수 상관 계수)	1.0000	L로그 우도	-1005.13
추정 표준 에러(SEy)	297.52	Durbin-Watson (DW) 통계	1.8588
관측수	435	반복수	5

자기 회귀·화분·이동 평균、및ARIMA(p、d、q)모델은、AR모델의 연장으로、시계역 데이터로 연속 상관을 모델화하는 세 가지의 컴포넌트를 사용합니다。최초의 컴포넌트는 자기 회귀 (AR)입니다。AR(p)모델은、공식적으로 시계열의 시차p를 사용합니다。AR(p)모델은 다음의 공식y(t)=a(1)*y(t－1)+…+a(p)*y(t－p)+e(t)를 사용합니다。두 번째의 컴포넌트는 화분(d)입니다。각 화분의 순서는 시계열의 차이를 비교 합니다。I(1)은、데이터의 차이를 표시합니다。I(d)은、데이터의d회를 비교합니다。세번째의 컴포넌트는 이동 평균 (MA)입니다。MA(q)모델은、예측 에러의 시차q를 사용하고、예측을 개량합니다。MA(q)모델은、다음의 공식 y(t)=e(t)+b(1)*e(t－1)+…+b(q)*e(t－q)를 사용합니다。최후에는、ARMA(p,q)모델은 공식을 다음과 같이 혼합합니다。: y(t)=a(1)*y(t－1)+…+a(p)*y(t－p)+e(t)+b(1)*e(t－1)+…+b(q)*e(t－q)。

R평방、또는 결정 계수는、설명되고、회귀 분석내에서의 독립 변수에 의하여 설명할 수 있는 종속 변수의 퍼센트의 이동을 표시합니다。단、중회귀에서는、조정된 R 평방은 추가의 독립 변수의 존재를 고려하고、또는 회귀와 R평방의 값을 조정하는 것으로、회귀의 설명력을 가지고 정확한 시점으로 바꿀 수 있습니다。단、몇 개의ARIMA 모델의 환경은 (예、비융합이 포함된 모델)、불확실한R-평방값을 표시하는 경향이 있습니다。

복수의 상관계수(MultipleR)は、편재의 종속 변수(Y)와 추정된、혹은 회귀 공식에 기초하여 적합한(Y)간의 상관을 측정한다。관계의 이 상관은、결정계수 (RSquared) 의 평방값입니다。

추정의 표준 에러(SEy)는 상기화 하기의 데이터 포인트의 이산、평면 혹은、회귀선의 이산을 기술합니다。그 값은、이후의 추정의 신뢰 구간의 취득의 계산의 일부를 사용합니다。

AIC와SC는、모델의 선택에 의하여 사용됩니다。SC는、상화의 계수에 의하여 크게 벌을 줄 수 있습니다。일반적으로、사용자는 AIC와SC의 낮은 값으로 가능합니다。

Durbin-Watson 통계는、남은 연속적인 상관을 측정합니다。일반적으로2보다 작은DW는 정(正)의 연속 상관을 표시합니다。

회귀의 결과

	인터셉트	AR(1)	MA(1)
계수	-0.0626	1.0055	0.4936
표준편차	0.3108	0.0006	0.0420
t-통계	-0.2013	1691.1373	11.7633
p-값	0.8406	0.0000	0.0000
하한5%	0.4498	1.0065	0.5628
상한95%	-0.5749	1.0046	0.4244

자유도		가설 검정	
회귀를 위한 자유도	2	크리티컬한 통계 (99% 의 신뢰도와X의df)	2.5873
나머지를 위한 자유도	432	크리티컬한 통계 (95%의 신뢰도와X의df)	1.9655
자유를 위한 합계률	434	크리티컬한 t-통계 (90%의 신뢰도와X의df)	1.6484

계수는、회귀절편과 경사의 추정을 부여합니다。예를 들어、계수는 진정한 추정입니다。다음의 회귀 공식의 모집단 b 값은 、Y=b0+b1X1+b2X2+…+bnXn 입니다 에러는、예측 된 계수가 얼마나 확실한가를 측정합니다。t－통계는、표준 에러의 예측이 되는 계수의 비교입니다。

귀무가설(Ho)의 설정으로、계수의 사실 평균값이 제로와 동일하고、대립 가설(Ha)의 설정으로、계수의 사실 평균값이 제로와 동일하지 않고, t－통계는 가설 검정에 사용됩니다。분산t－통계가 실행되어、계산된 t－통계는、잔여를 위해 관련된 자유도의 중대한 표준값을 대상으로 비교됩니다。다른 회귀의 존재중에、각 계수가 통계적으로 유의한 경우、t－통계의 계산 자신과 같이t－통계는 매우 중요합니다。이것은、t－검정은、회귀、혹은 독립 변수가 회귀에 남을까、혹은 하강하는가 어떤가를 통계적으로 확인하는 것을 의미합니다。
만약、계산된 t－통계가 중요한 자유도(df)에 대하여 기준적인 t－통계 계수는 통계적으로 유의합니다。유의도의 검정에 사용하는 세가지의 주요한 신뢰 레벨은、90%、95%과99%입니다。만약 계수의t－통계가 기준 레벨을 넘는 경우、이것은 통계적으로 유의하다고 정해져 있습니다。또한、p－값은、각t－통계의 발생 확률을 계산합니다。이것은、p－값이 작을수록、계수가 보다 유의하게 되는 것으로 표시하고 있습니다。P－값을 위한 유의한 레벨은0.01、 0.05、과 0.10로、99%、 95%、과 99%의 신뢰 레벨에 해당됩니다
계수와 이것을 파란색으로 표시하고 있는p－값은、90%의 신뢰도、혹은0.10의 알파 레벨로 통계적으로 우위한 것으로 표시하고 있습니다。그 사이에、빨간 색으로 표시한 이러한 값은、어떠한 알파 레벨에 대하여도 통계적으로 유의하지 않을 것을 표시합니다。

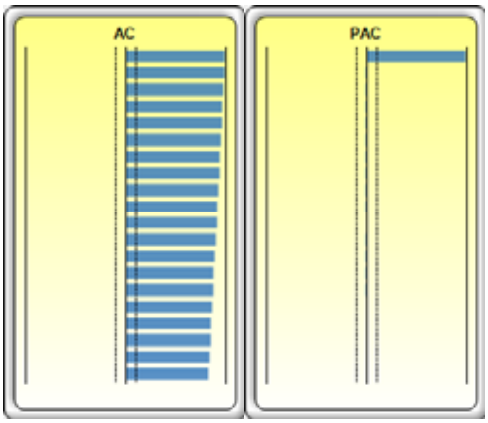
변수의 분석

	평방의 덧셈	평방의 평균값	F-통계	p-값	가설 검정	
회귀	38415447.53	19207723.76	3171851.1	0.0000	크리티컬한 F-통계 (99%의 신뢰도와X와Y의df)	4.6546
나머지	2616.05	6.06			크리티컬한 F-통계 (95%의 신뢰도와X와Y의df)	3.0166
합계	38418063.58				크리티컬한 F-통계 (90%의 신뢰도와X와Y의df)	2.3149

분산 분석의(ANOVA)표는、회귀 모델의 종합적인 통계 유의의 F검정을 부여해 주고 있습니다。t－검정과 같은 개인적인 회귀를 보는 대신、F통계는、모든 추정된 계수의 통계 성질을 표시하였습니다。 f－통계는、나머지의 평균 제곱근의 회귀의 평균값의 비율과 같이 계산됩니다。분자는 어느 정도 회귀가 설명되고 있는가 측정합니다。그 사이에、분모는 어느 정도 회귀가 설명되지 않았는가를 측정합니다。 따라서、F통계가 클수록、모델이 보다 유의하게 됩니다。모든 계수는、동시에 제로와 동일하고, 한편、대립 가설(Ha)은、모두가 동시에 제로로 동일하지 않습니다、해당의p－값은、귀무 가설(Ho)을 검증하기 위하여 계산됩니다。이것은、모든 회귀 모델이 우위라고 하는 것을 표시하고 있습니다。 p－값은 0.01、 0.05보다 작고、혹은 유의한 알파0.10의 경우、회귀는 유의하게 됩니다。계산된 F-통계와 여러가지 유의한 레벨에 대하여 공통된 기준F의 비교에 의하여F-통계에 같은 어프로치가 가능하게 됩니다。

자기 상관

시차	AC	PAC	하한	상한	Q-통계	확률
1	0.9921	0.9921	(0.0958)	0.0958	431.1216	-
2	0.9841	(0.0105)	(0.0958)	0.0958	856.3037	-
3	0.9760	(0.0109)	(0.0958)	0.0958	1,275.4818	-
4	0.9678	(0.0142)	(0.0958)	0.0958	1,688.5499	-
5	0.9594	(0.0098)	(0.0958)	0.0958	2,095.4625	-
6	0.9509	(0.0113)	(0.0958)	0.0958	2,496.1572	-
7	0.9423	(0.0124)	(0.0958)	0.0958	2,890.5594	-
8	0.9336	(0.0147)	(0.0958)	0.0958	3,278.5669	-
9	0.9247	(0.0121)	(0.0958)	0.0958	3,660.1152	-
10	0.9156	(0.0139)	(0.0958)	0.0958	4,035.1192	-
11	0.9066	(0.0049)	(0.0958)	0.0958	4,403.6117	-
12	0.8975	(0.0068)	(0.0958)	0.0958	4,765.6032	-
13	0.8883	(0.0097)	(0.0958)	0.0958	5,121.0697	-
14	0.8791	(0.0087)	(0.0958)	0.0958	5,470.0032	-
15	0.8698	(0.0064)	(0.0958)	0.0958	5,812.4256	-
16	0.8605	(0.0056)	(0.0958)	0.0958	6,148.3694	-
17	0.8512	(0.0062)	(0.0958)	0.0958	6,477.8620	-
18	0.8419	(0.0038)	(0.0958)	0.0958	6,800.9622	-
19	0.8326	(0.0003)	(0.0958)	0.0958	7,117.7709	-
20	0.8235	0.0002	(0.0958)	0.0958	7,428.3952	-



자기 상관**AC(1)**이 제로와 동일하지 않은 경우, 시리즈는 연속적으로 관련하는 최초등급입니다. **AC(k)**가 무엇보다 주사위, 혹은 증가하는 시차와 너무 기하학적인 아닌 경향을 표시할 때는, 시리즈는, 저·등급의 자기 회귀 과정을 따라가는 것을 표시합니다. **AC(k)**가 시차의 소수의 후제로에 하강하는 경우, 시리즈는, 저·등급 이동 평균 가정을 따라가는 것을 표시합니다. 일부는 상관**PAC(k)**는, 개입의 시차에서의 상관 관계를 취여한 후의 떨어진**k**의 주기는, 값의 상관을 추정합니다. 자기 상관의 패턴은 순서**k**보다 조금 적은 자기 회귀를 통하여 얻은 경우, 시차에 대하여 일부의 자기 상관은 제로에 가깝습니다. **Ljung**박스**Q**통계와 이것의 시차**k**에 대하여**p**ㅡ값은, 귀무 가설을 표시하고, 순서**k**까지의 자기 상관이 검출 할 수 없습니다. 자기 상관의 프로젝트 상의 점선은, 무엇보다 가까운 두 개의 표준적인 에러의 범위입니다. 자기 상관이 이것의 범위를 포함하지 않는 경우, **5%**의 유의 레벨을 대칭에, 제로에서 유의적으로 다르지 않다는 것을 표시합니다.

예측

기간	현재 (Y)	예측 (F)	에러 (E)
2	139.4000	139.6056	(0.2056)
3	139.7000	140.0069	(0.3069)
4	139.7000	140.2586	(0.5586)
5	140.7000	140.1343	0.5657
6	141.2000	141.6948	(0.4948)
7	141.7000	141.6741	0.0259
8	141.9000	142.4339	(0.5339)
9	141.0000	142.3587	(1.3587)
10	140.5000	141.0466	(0.5466)
11	140.4000	140.9447	(0.5447)
12	140.0000	140.8451	(0.8451)
13	140.0000	140.2946	(0.2946)
14	139.9000	140.5663	(0.6663)
15	139.8000	140.2823	(0.4823)
16	139.6000	140.2726	(0.6726)
17	139.6000	139.9775	(0.3775)
18	139.6000	140.1232	(0.5231)
19	140.2000	140.0513	0.1487
20	141.3000	140.9862	0.3138
21	141.2000	142.1738	(0.9738)
22	140.9000	141.4377	(0.5377)
23	140.9000	141.3513	(0.4513)
24	140.7000	141.3939	(0.6939)
25	141.1000	141.0731	0.0270
26	141.6000	141.8311	(0.2311)
27	141.9000	142.2065	(0.3065)
28	142.1000	142.4709	(0.3709)
29	142.7000	142.6402	0.0598
30	142.9000	143.4561	(0.5561)
31	142.9000	143.3532	(0.4532)
32	143.5000	143.4040	0.0960
33	143.8000	144.2784	(0.4784)
34	144.1000	144.2966	(0.1966)
35	144.8000	144.7374	0.0626
36	145.2000	145.5692	(0.3692)
37	145.2000	145.7582	(0.5582)
38	145.7000	145.6649	0.0351
39	146.0000	146.4605	(0.4605)
40	146.4000	146.5176	(0.1176)
41	146.8000	147.0891	(0.2891)
42	146.6000	147.4066	(0.8066)
43	146.5000	146.9501	(0.4501)
44	146.6000	147.0255	(0.4255)
45	146.3000	147.1382	(0.8382)
46	146.7000	146.6328	0.0672
47	147.3000	147.4819	(0.1819)

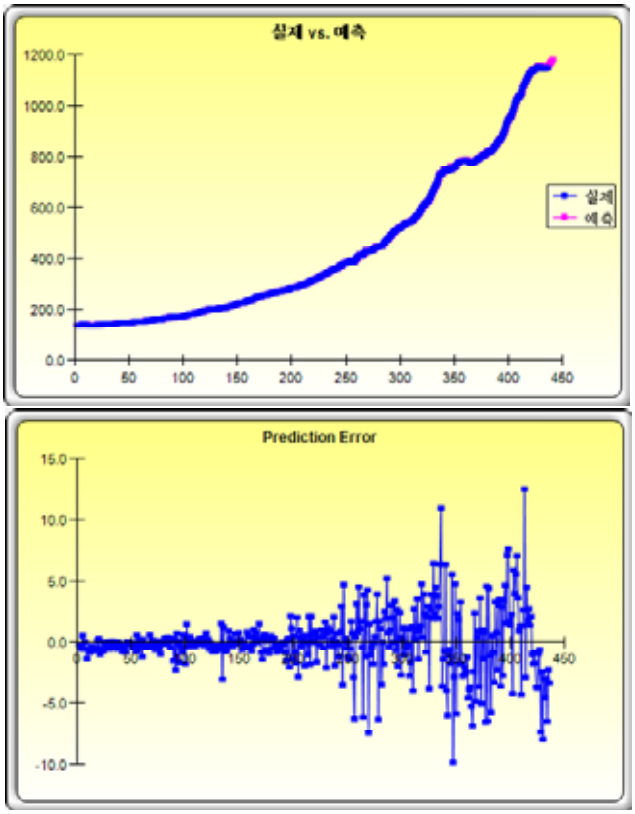


Figure 3.13 Jenkins box ARIMA 예측 레포트

Auto ARIMA (Box-Jenkins ARIMA 고도의 시계열)

이론:

이 툴은、ARIMA 모듈과 같은 분석을 부여하고 있으나、차이로써는、Auto ' ARIMA 모듈은、모델의 사양의 복수의 구성 조합의 자동적인 검증으로 몇 개의 전형적인 ARIMA 를 자동화하여、최적으로 적합한 모델을 보여 줍니다。Auto'ARIMA 의 실행은 보통의 ARIMA 예측에 유의하여 있습니다。차이로서는、P, D, Q 의 입력은、이미 요구되지 않고、이것의 입력의 다른 조합은 자동적으로 실행되고 비교됩니다。

순서:

- Excel 을 기동하고、데이터를 입력하거나 실재하는 워크 시트와 예측하기 위한 이력 데이터를 열어 주십시요 (Figure 3.14 로 표시되는 일러스트는、리스크 시뮬레이터의 *예증* 메뉴에 있는 *고도의 예측 모델*의 파일을 사용하고 있습니다)。
- *자기 ARIMA* 워크 시트를 *리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) |예측(Forecasting) |자기'ARIMA (AUTO-ARIMA)* 를 선택하는 것으로 열어 주십시요。
- 링크 아이콘을 클릭하고、존재하는 시계열 데이터를 관련시켜、희망하는 예측 주기를 입력하여 *OK*를 클릭하여 주십시요。

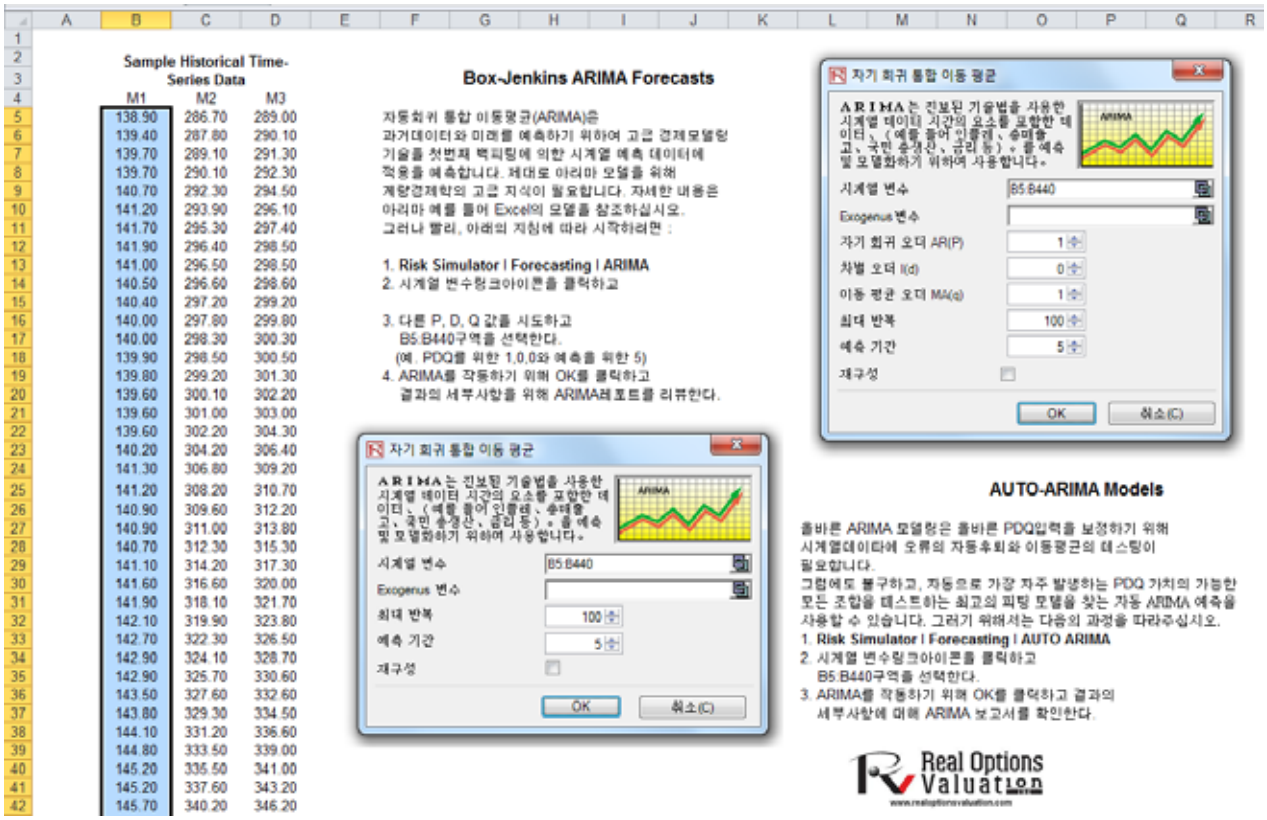


Figure 3.14 AUTO ARIMA 모듈

기본적인 계량 경제학

이론:

계량 경제학은、어떤 비즈니스・경제 변수의 변화의 모델화 혹은 예측을 위한 비즈니스 분석、모델화와 예측 기법의 한 분야의 것을 의미합니다。기본적으로는 계량 경제학의 모델을 실행하는데、종속、및 독립 변수는 회귀 실행 이전에 변환하는 것 이외에는、보통의 회귀 분석과 같습니다。생성된 레포트는 중회귀의 장에서 표시되는 것과 같이、해석 기법은、이전 기술 된 것과 같습니다。

순서:

- Excel 을 스타트하고、데이터를 기입하거나、실재하는 워크 시트로 예측하기 위한 이력 데이터를 열어 주십시요 (Figure 3.15 로 표시되는 일러스트는、리스크 시뮬레이터의 *예증*메뉴의 *고도의 예측 모델*의 파일을 사용하고 있습니다)。
- *기본적인 계량 경제* 의 워크 시트를 데이터로 선택하여、*리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) | 예측(Forecasting) | 기본적인 계량 경제(Basic Econometrics)*를 선택하여 주십시요。
- 희망하는 종속、및 독립 변수를 (Figure 3.15 의 예증을 참조하여 주십시요) 기입하고、*OK* 를 클릭하고、모델과 레포트를 실행하여 주십시요。또는、*결과의 표시*를 클릭하고、모델내에서 무언가의 변환을 행하는 경우는 레포트의 작성 이전에 결과를 보는 것이 가능합니다。

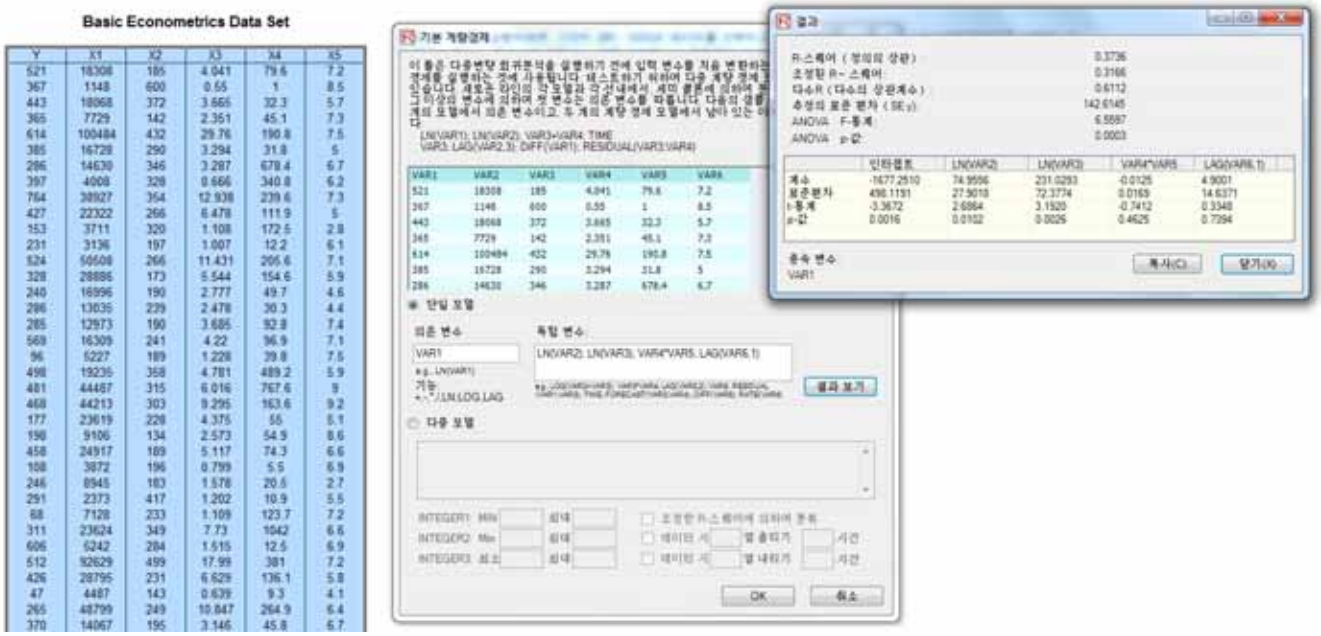


Figure 3.15 기본적인 계량 경제학의 모듈

J-S 곡선의 예측

이론:

J-곡선、또는 지수 성장 곡선은、차주기의 성장이 현재의 주기 레벨에 의존하여、증가가 지수 관수적에 있는 곡선의 것입니다。이것은、시간이 흐르는 것에 따라서、한 개의 주기에서 다음의 주기까지의 값은、꽤 증가한다는 것을 의미하고 있습니다。이 모델은、일반적으로 시간이 변화에 있어서 생물의 성장과 화학 반응의 예측에 사용됩니다。

순서:

- Excel 을 기동하고、*리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) | 예측(Forecasting) | JS 곡선(JS Curves)* 을 선택하여 주십시요。
- J、또는 S 곡선의 타입을 선택하고、필요한 입력 가정을 기입하여 주십시요 (Figures 3.16 와 3.17 을 예증으로서 참조항 주십시요) 。모델과 레포트를 실행하는 것의 *OK*를 클릭하여 주십시요。

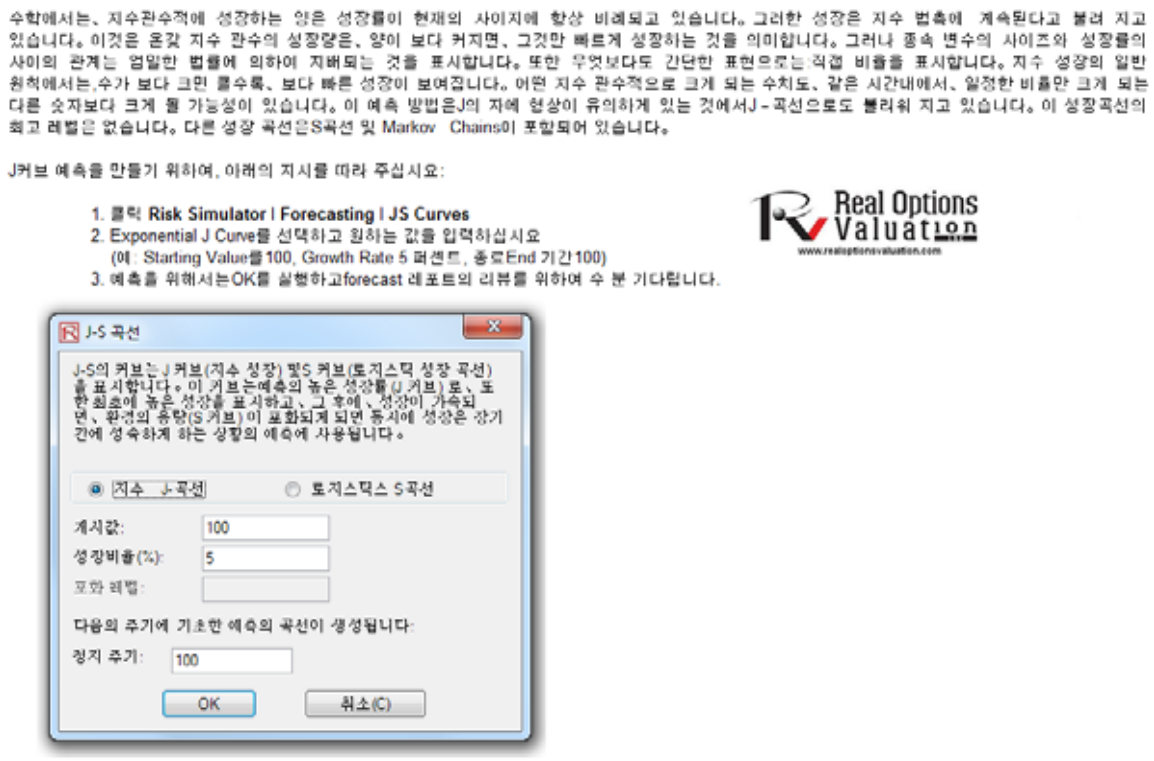


Figure 3.16 J-곡선의 예측

S-곡선、또는 로지스틱 성장 곡선은、지수 성장률을 가지고、J 곡선과 같이 개시합니다。시간이 흘러감에 따라、환경이 포화 (예、시장 포화、경쟁、혼잡 등)하고、성장은 늦어져、예측값은 결국、포화、또는 최고 레벨에서 정지하게 됩니다。이 모델은 일반적으로、신상품의 시장에서 도입까지 성숙、저하의 사이클에

관한 마켓 쉐어 혹은 판매 성장의 예측에 사용됩니다。Figure 3.17 는、샘플 S-곡선을 표시하고 있습니다。

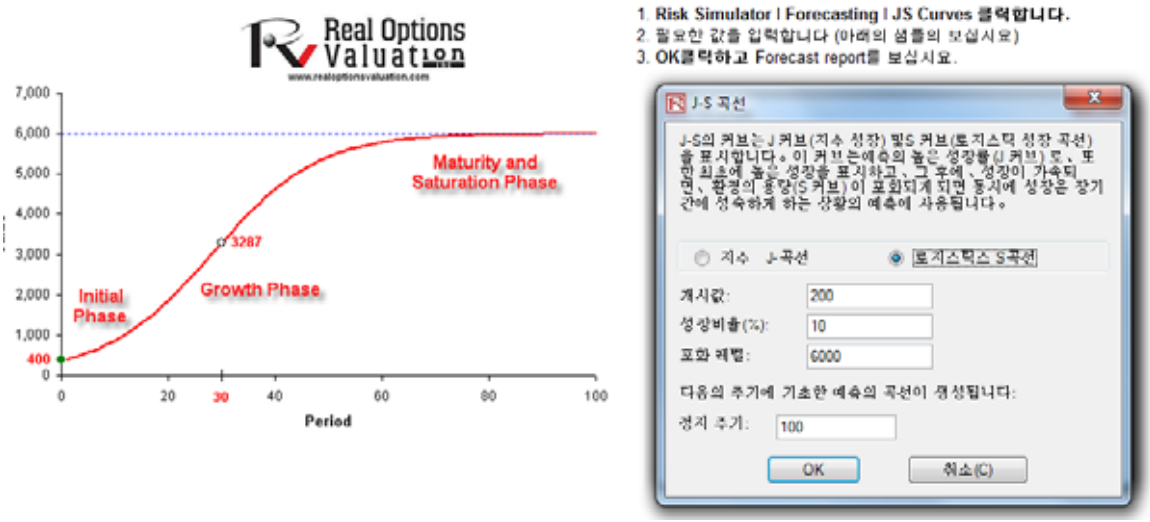


Figure 3.17 S-곡선의 예측

GARCH 예측 변동율의 예측

이론:

생성된 자기 회귀 조건부 불균일 분산(GARCH) 모델은、그리고 유가 증권의 이력 예측변동률 레벨의 예측 (예、주가 가치、물가、석유 가격 등) 을 위하여 사용됩니다。데이터의 집합은、미가공의 가격 레벨의 시계열이 아니면 않됩니다。GARCH 는、먼저 가격을 상대적 리턴으로 변환시키고、이력 데이터가 평균 회귀 변동률의 기간 구조에 적합하게 하기 위아여 내부의 최적화를 실행합니다。이 과정이 행하여 질 때에、예측 변동율은 성질로서 불균일성 분산 (어떤 계량 경제학의 성질에 적합한 시간적 변화) 라고 가정합니다。GARCH 모델의 이론적인 상세는、이 사용자 매뉴얼의 범위외에 있습니다。GARCH 모델의 상세는、조나단 문 박사의 고도 분석 모델" (Wiley 2008)을 참조 하십시요。

순서:

- Excel 을 기동하고、 예증 파일의 *고도의 예측 모델*을 선택하고、*GARCH* 워크시트를 선택하고、 *리스크 시뮬레이터(Risk Simulator) | 예측(Forecasting) | GARCH* 를 선택하여 주십시요。
- 링크 아이콘을 클릭하고、데이터의 배치를 선택하여、필요한 입력 가정을 기입하고 (Figure 3.18 를 참조 하십시요)、*OK* 를 클릭하고、모델과 레포트를 실행하여 주십시요。

메모: 일반적인 예측 변동률의 예측에 필요한 상황은, P = 1, Q = 1, 주기 = 년가의 주기수 (월간 데이터는 12, 주가 데이터에는 52, 일차 데이터에는, 252 또는, 365), 기초 = 1 의 최소값과 주기값의 상한과 예측 주기 = 희망하는 년차화된 예측 변동률의 예측 수입니다.

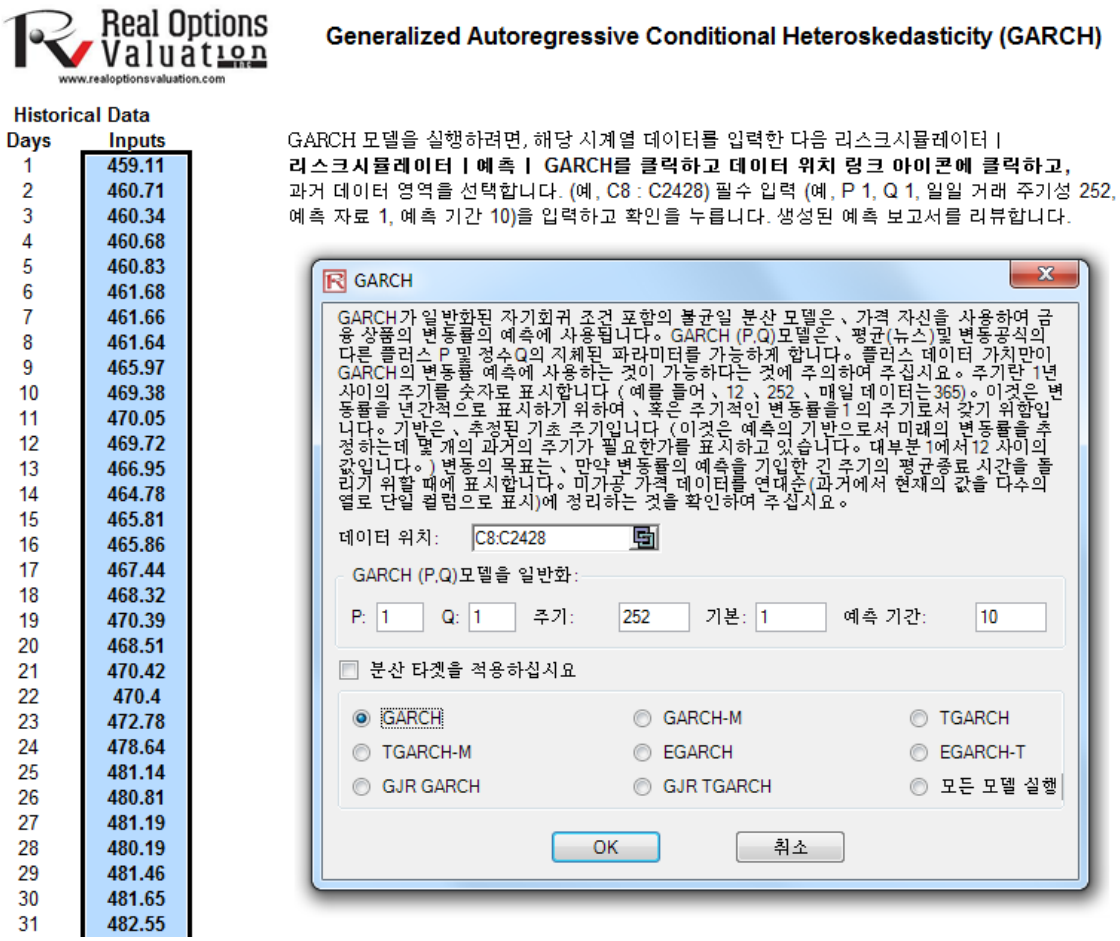


Figure 3.18 GARCH 예측 변동율의 예측

	$z_t \sim$ Normal	$z_t \sim$ T
GARCH-M	$y_t = c + \lambda\sigma_t^2 + \varepsilon_t$ $\varepsilon_t = \sigma_t z_t$ $\sigma_t^2 = \omega + \alpha\varepsilon_{t-1}^2 + \beta\sigma_{t-1}^2$	$y_t = c + \lambda\sigma_t^2 + \varepsilon_t$ $\varepsilon_t = \sigma_t z_t$ $\sigma_t^2 = \omega + \alpha\varepsilon_{t-1}^2 + \beta\sigma_{t-1}^2$
GARCH-M	$y_t = c + \lambda\sigma_t + \varepsilon_t$ $\varepsilon_t = \sigma_t z_t$ $\sigma_t^2 = \omega + \alpha\varepsilon_{t-1}^2 + \beta\sigma_{t-1}^2$	$y_t = c + \lambda\sigma_t + \varepsilon_t$ $\varepsilon_t = \sigma_t z_t$ $\sigma_t^2 = \omega + \alpha\varepsilon_{t-1}^2 + \beta\sigma_{t-1}^2$
GARCH-M	$y_t = c + \lambda \ln(\sigma_t^2) + \varepsilon_t$ $\varepsilon_t = \sigma_t z_t$ $\sigma_t^2 = \omega + \alpha\varepsilon_{t-1}^2 + \beta\sigma_{t-1}^2$	$y_t = c + \lambda \ln(\sigma_t^2) + \varepsilon_t$ $\varepsilon_t = \sigma_t z_t$ $\sigma_t^2 = \omega + \alpha\varepsilon_{t-1}^2 + \beta\sigma_{t-1}^2$

GARCH	$y_t = x_t\gamma + \varepsilon_t$ $\sigma_t^2 = \omega + \alpha\varepsilon_{t-1}^2 + \beta\sigma_{t-1}^2$	$y_t = \varepsilon_t$ $\varepsilon_t = \sigma_t z_t$ $\sigma_t^2 = \omega + \alpha\varepsilon_{t-1}^2 + \beta\sigma_{t-1}^2$
EGARCH	$y_t = \varepsilon_t$ $\varepsilon_t = \sigma_t z_t$ $\ln\left(\sigma_t^2\right) = \omega + \beta \cdot \ln\left(\sigma_{t-1}^2\right) +$ $\alpha\left[\left\|\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}}\right\| - E(\left\|\varepsilon_t\right\|)\right] + r\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}}$ $E(\left\|\varepsilon_t\right\|) = \sqrt{\frac{2}{\pi}}$	$y_t = \varepsilon_t$ $\varepsilon_t = \sigma_t z_t$ $\ln\left(\sigma_t^2\right) = \omega + \beta \cdot \ln\left(\sigma_{t-1}^2\right) +$ $\alpha\left[\left\|\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}}\right\| - E(\left\|\varepsilon_t\right\|)\right] + r\frac{\varepsilon_{t-1}}{\sigma_{t-1}}$ $E(\left\|\varepsilon_t\right\|) = \frac{2\sqrt{\nu-2}\,\Gamma((\nu+1)/2)}{(\nu-1)\Gamma(\nu/2)\sqrt{\pi}}$
GJR-GARCH	$y_t = \varepsilon_t$ $\varepsilon_t = \sigma_t z_t$ $\sigma_t^2 = \omega + \alpha\varepsilon_{t-1}^2 +$ $r\varepsilon_{t-1}^2 d_{t-1} + \beta\sigma_{t-1}^2$ $d_{t-1} = \begin{cases} 1 & \text{if } \varepsilon_{t-1} < 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$	$y_t = \varepsilon_t$ $\varepsilon_t = \sigma_t z_t$ $\sigma_t^2 = \omega + \alpha\varepsilon_{t-1}^2 +$ $r\varepsilon_{t-1}^2 d_{t-1} + \beta\sigma_{t-1}^2$ $d_{t-1} = \begin{cases} 1 & \text{if } \varepsilon_{t-1} < 0 \\ 0 & \text{otherwise} \end{cases}$

마르코프 체인 (Markov Chains)

이론 :

Markov chain 는、미래 상태의 확률이、이전의 상태에 의존하여、그와 같은 관계가 함께 링크된 체인의 형상을 하고 있고、장기간적인 정상 상태의 레벨을 검수할 때에 존재합니다。이 어프로치는 일반적으로 2 개사의 경쟁 마켓 쉐어 예측을 하는 때에 사용됩니다。필요한 입력은、처음의 스토아 (초기 상태) 에 간 소비자가 다음에 같은 스토아에 가는 확률에 대하여、경쟁 스토아에 갈 천이 확률입니다。

순서:

- Excel 을 기동하고、*R 리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) | 예측(Forecasting) 마르코프 체인(Markov Chain)*을 선택하여 주십시요。
- 필요한 입력 가정을 기입하고 (예증에서는 Figure 3.19 을 참조하여 주십시요)、*OK* 를 클릭하고 모델과 레포트를 실행하여 주십시요。

Markov과정은、연속적인 기한에 시스템의 배수상으로、및 반복된 시행의 진화를 조사하기 위하여 유용합니다。특정시의 시스템 상태는 미지로、특정의 상태가 있는 것의 확률을 아는 것에 주목합니다。예를 들어 특정 기계 및 장치가 다음의 주기에 작용하여 계속되거나、혹은、소비자 구입 상품A가 다음의 주기 이내에 상품A를 구입을 계속할까,혹은 경쟁 브랜드 B에 전환할것인가 등의 확률을 계산하는데、MarkovChains가 사용됩니다。

Markov 프로세스를 만들기 위하여, 아래의 지시를 따라 주십시요:

1. 클릭**Risk Simulator | Forecasting | Markov Chain**
2. Relevant state probabilities 를 입력하고(예: 90과80퍼센트)OK를 클릭하십시요
3. Forecast report 리뷰하십시요

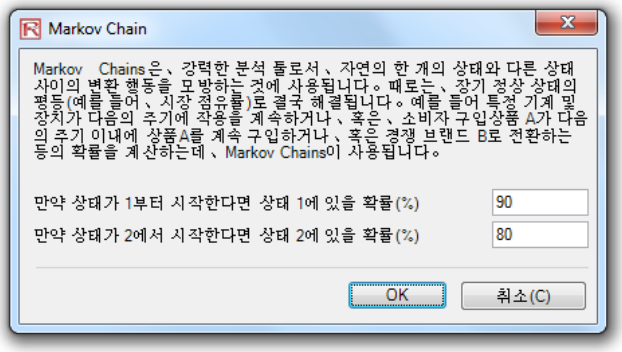


Figure 3.19 Markov Chains 천이 체제

최우 추정 모델 (MLE: Logit, Tobit, Probit)

이론 :

유한 종속 변수는、2 값 반응（0、1）、절단되거나, 정연된、혹은、절단 된 데이터와 같은 스콥과 범위가 유한인 종속 변수에 데이터가 포함되어 있는경우의 시츄에이션을 기술합니다。예를 들어、종속 변수의 데이터 세트를 부여한 경우(예、연령、수입、신용카드、혹은 저당 대부권자의 교육 레벨)、최고 우도 측정 (MLE)를 사용하여 책임 불이행의 확률을 모델화하는 것이 가능합니다。반응、혹은 종속 변수 Y 가 2 값인 경우、1 과 0 의 2 업만으로의 확률적인 결과밖에 할 수 없습니다(예、Y 는、특정의 조건의 존재/부재、이전의 론의 책무 불이행/부 • 책임 불이행、어떤 디바이스의 성공/실패、개관의 네/아니오의 대답 등)。혹은、종속 변수 회귀 X 의 벡터를 소지하고 있는 것으로 결과 Y 를 영향하는 것으로 정의되어 있습니다。무엇보다도 일반적인 최소 2 승 회귀 어프로치는、회귀 에러가 불균형 분산성으로 있는 비정상 • 정상임으로、무효로、측정되는 확률 측정은、1 이상、0 미만의 무의미한 값이 결과로서 나옵니다。MLE 분석은、이것의 문제를 종속 변수가 유한인 경우에 로그의 우도 기능을 최대화하기 위한 반복 루틴의 최적화 사용을 조작합니다。

Logit、혹은 로지스틱 회귀는、데이터를 로지스틱 곡선에 적합한 것으로 이벤트의 발생 확률을 예측하기 위하여 사용됩니다。이것은、2 항식 회귀를 위하여 사용되는 일반화된 선형 모델로써、여러가지 회귀 분석의 형식과 같이、수적、혹은 분류적으로 어느 쪽이 아니면 안되는 여러가지 예측 변수를 이용하고 있습니다。2 값의 다중 로지스틱 분석에서 적용된 MLE 는、특정의 그룹에 속하는 예측 된 성공 확률을 정의하기 위한 종속 변수를 모델화 하기 위하여 사용됩니다。Logit 모델을 위하여 측정된 계수는、Logarithmic 확률의 비율로써、확률이라고 불리는 솔직한 해석은 아닙니다。처음으로 간단한 계산을 필요로 하고、어프로치는 간단합니다。

명확히는、Logit 모델은、측정된 $Y= LN[Pi/(1-Pi)]$ 、혹은、역으로 말하면、$Pi = EXP(측정된 Y)/(1+EXP(측정된 Y))$로써 정의된、계수$\beta i$ 는、로그 확률의 비율임으로、안티 로그、혹은、$EXP(\beta i)$를 취하는 것으로、$Pi/(1-Pi)$의 확률의 비율을 얻는 것이 가능합니다。이것은、βi 의 Unit 을 증가하면 로그의 확률의 비율도 이 값에서 증가하는 것을 표시합니다。최후에는、확률에서의 변환의 비율은、$dP/dX=\beta iPi(1-Pi)$입니다。표준 에러는、예측된 계수가 어느 정도 정확한 것인가를 측정하고、t 통계는、이러한 표준 에러에의 예측된 각 계수의 비율로써、측정된 각 파라미터의 중요성의 일반적인 회귀 가설검정을 위하여 사용됩니다。특정의 그룹에 속하기 위하여 성공 확율을 측정하는 것은(예、일변간 피운 담재의 개수를 준、흡연자가 페기관의 병기를 발생하는가 어떤가를 예측)、측정된 Y 값을 MLE 계수를 사용하여、계산합니다。예를 들어、Y=1.1+0.005(담배의 개수)가 모델인 경우、일년간에１００팩을 소비하는 사람은、1.1+0.005(100)=1.6.가 측정된 Y 와 기술됩니다。다음에、확률의 비율의 안티 로그를

계산합니다。이것은、EXP(측정된 Y)/[1+EXP(측정된 Y)]=EXP(1.6)/(1+EXP(1.6))=0.8320 처럼 표시됩니다。따라서、그 예증에 상당하는 인물은、83.20%의 확률에서 폐기관의 병기를 발생하는 가능성을 가지고 있습니다。

Probit 모델은(Nomit 모델로도 알려져 있습니다)、Probit 회귀로 불리워지는 어프로치의 최대 우도 측정을 사용한 Probit 기능을 이용하는 2 값 대응 모델을 대신하는 인기 있는 서술입니다。Probit 과 Logistic 모델은、매우 상이한 예측을 생성하고、로지스틱 회귀에서 측정된 파라미터는、적절한 어프로치 모델보다도 1．6 에서 1．8 회 이상의 경향을 표시합니다。Probit 과 Logit 의 어느쪽을 사용하는가는 상화에 따라、무엇보다 명확한 구별은、로지스틱 분포는、극도한 값을 계산하기 위하여、높은 우도(Fat • Tail)을 가지고 있습니다。예를 들어、모델화의 대상이 주인의 판단에 의하여、이 반응 변수는、2 값으로(집의 구입、혹은 집을 구입하지 않음)、수입、년령등의 종속 변수 Xi 의 시리즈상에 종속되어、Ii=β0+β1X1+...+βnXn 로 표시하고、Ii 의 값이 클수록、집주인의 확률이 높아 집니다。각 가족에、중요한 I*의 슬로프를 존재하게 해、만약、그 값을 넘은 경우는、집이 구입되고、역으로、넘지 않은 경우에는、집이 구입되지 않습니다。결과 확률(P)은、정규적으로 분배되고 있다고 정의되고 있어、Pi=CDF(I)와 같은 표준 정규 축적 분포 관수(CDF)가 사용됩니다。따라서、측정된 계수를 회귀 모델과 측정된 Y 값을 모두 같이 사용하고、표준 정규 분포를 적용하는 것이 가능합니다(Excel 의 NORMSDIST 기능、혹은、리스크 시뮬레이터의 분배적인 분포 툴을 정규 분포를 선택하여、평균값을 0 과 표준 편차를 1 로 설정하여 이용하여 주십시요)。최후에는、Probit、혹은、확률적인 Unit 의 측정을 얻는 것은、Ii+5 로 설정합니다(이것은、예를 들어 확률이 Pi < 0.5 라도、측정된 결과가 마이너스의 숫자가 되면、정규 분포는、0 의 평균값의 주변에서는 대조적입니다)。

도빗 모델(단절 도빗)은 、계량 경제학과 바이오 메타릭스의 모델화 기법으로、비 • 부의 종속 변수 Yi 와 한개、혹은 그 이상의 독립 변수 Xi 의 사이의 관계를 기술하기 위하여 사용됩니다。도빗 모델은、계량 경제학 모델로서、종속 변수는 잘려져 있습니다。종속 변수가 단절되어 있는 것은、0 보다 낮은값은 관측되지 않아서 입니다。도빗 모델은、숨겨진 관측할 수 없는 변수 Y*가 존재하는 것을 정의합니다。이 변수는、βi 계수의 벡터를 통해 Xi 변수상에서 선형적으로 종속되어 있어서、상호관계를 정의합니다。또한、정규적으로 분배된 에러의 개요 Ui 가 있어서、그 상호관계상의 랜덤한 영향을 취득합니다。관측할 수 있는 변수 Yi 는、그려져 있는 변수에 상당하기 위하여 정의되어 있어서、예를 들어、그려져 있는 변수가 0 을 상회한다고 해도、Yi 는、0 으로써 정의되어 있습니다。이것은、Yi=Y*,if:Y*>0 로、Yi=0,if:Y*=0 이기 때문입니다。Xi 상에서 관측할 수 있는 Yi 의 상호 관계의 파라미터βi 는、통상의 최소 제곱 회귀의 사용에 의하여 측정되며、회귀 측정의 결과는、모순이 많음으로、이율의 하향 방향의 바이어스 된 슬로프 계수와 상회의 바이어스된 방해가 표시되어 있습니다。MLE 만이、도빗 모델에 조화되어、도빗 모델에서는、시그마로 불리는 보조적인 통계가 존재하고、표준적인 최소 제곱 회귀에서의 측정의 표준 에러에 상당하고、측정된 계수는、회귀 분석과 같이

상용됩니다。

순서:

- Excel 을 기동하고、예증 파일의 *고도의 예측 모델*、*MLE* 의 워크 시트를 열고、헤더를 포함한 데이터 가정을 선정하고、*리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) | 예측(Forecasting) | 최고의 우도 (Maximum Likelihood)*을 선택하여 주십시요。
- 하기의 리스크(Figure 3.20 를 참조)에서 종속 변수를 선택하고、*OK* 를 클릭하여 모델과 레포트를 실행하여 주십시요。

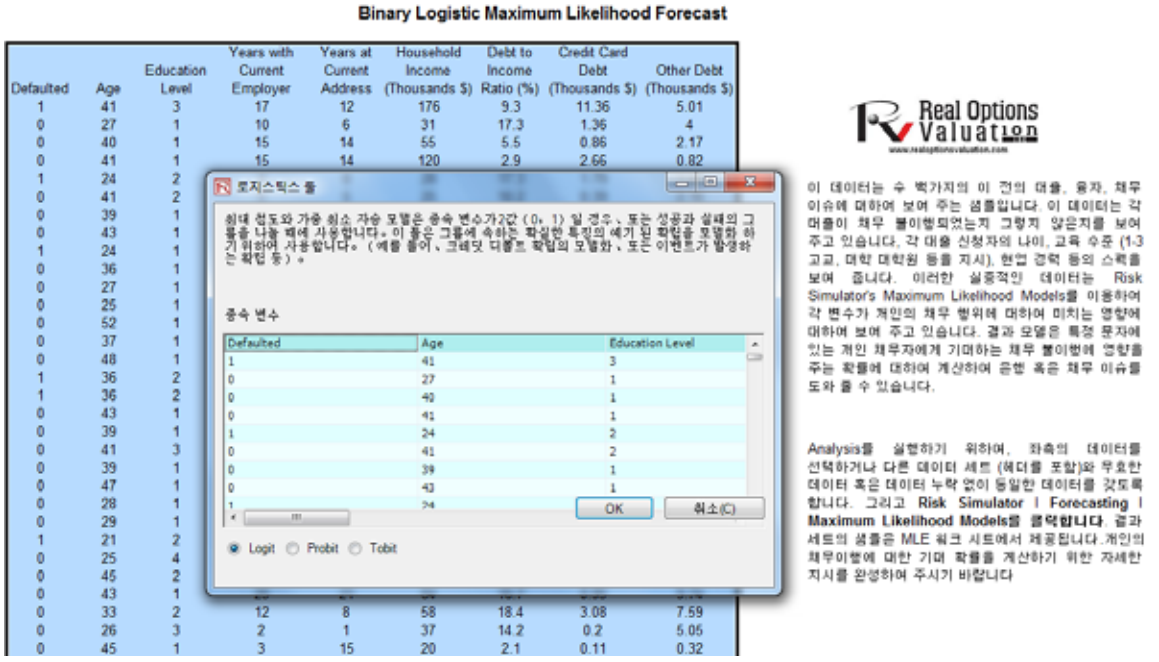


Figure 3.20 최고 우도의 모듈

Spline (Cubic Spline Interpolation and Extrapolation/입방 스플라인)

이론:

때때로、시계열 데이터의 설정으로 차손값이 있습니다。예를 들어、1 년에서 3 년의 이율은 존재하고、5 년에서 8 년까지 이어져、이후에는 10 년밖에 없는 경우를 상정하고 있습니다。스플라인의 곡선은、실재하는 데이터에 기초하여 잃어버린 년도의 이율을 투입하는 것에 사용됩니다。따라서 스플라인 곡선은、현재의 데이터의 시간 주기를 넘어서 미래의 시간 주기의 값을 예측、또는 외압하기 위하여 사용됩니다。데이터는 선형、및 비선형에 있는 것이 가능합니다。Figure 3.21 는、어떻게 하여 입방 스플라인이 실행되는가를 표시합니다。알려져 있는 X 값은、차트의 x-축상의 값 (이 예증에서는、알려져 있는 년도의 이율입니다) 를 표시하고、알려져 있는 Y 값은、y-축상에서의 값 (이 케이스에서는 알려져 있는 이율) 을 표시하고 있습니다。

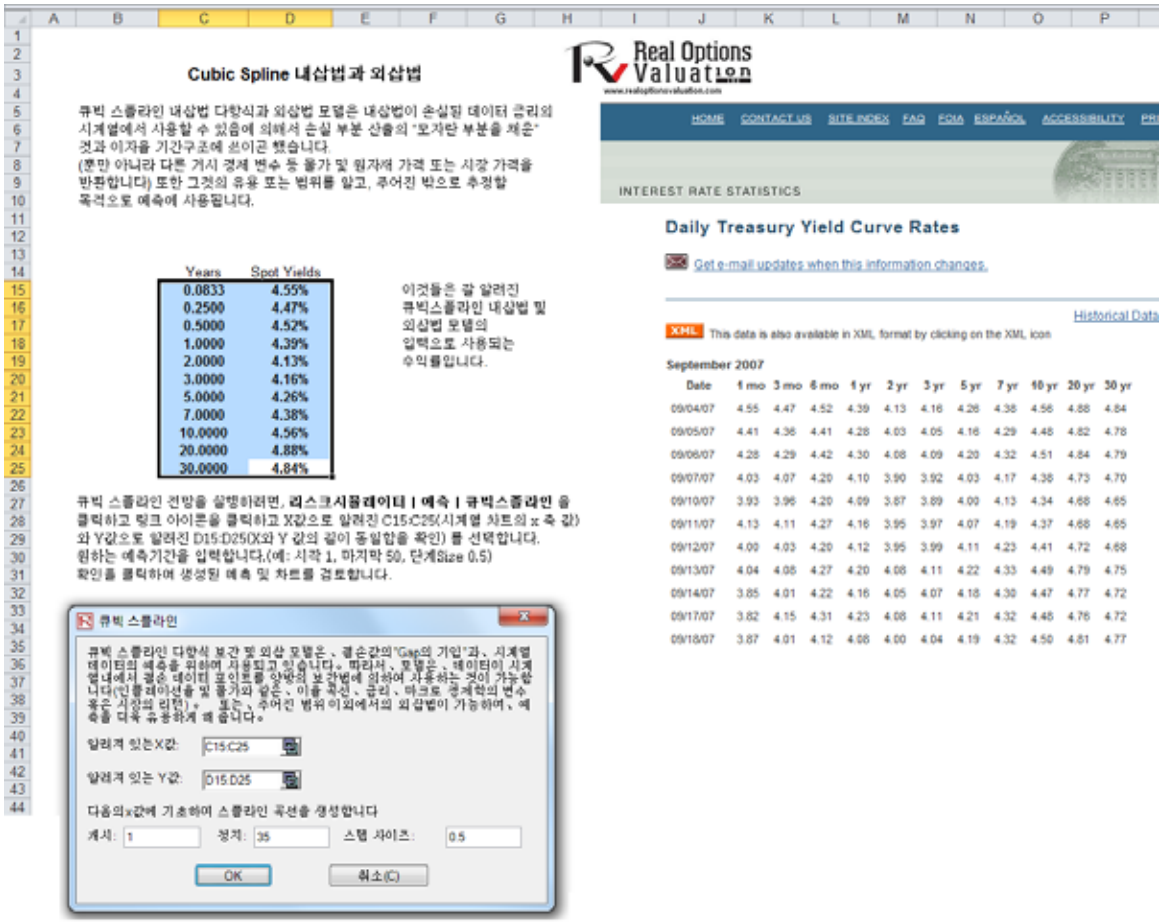


Figure 3.21 **Cubic Spline Module**

순서:

- Excel 을 기동하고、예증 파일의 *고도 예측 모델*、*입방 스플라인* 워크 시트를 열고、헤더를 포함한 데이터 설정을 선택하고、*리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) | 예측(Forecasting) | 입방 스플라인(Cubic Spline)*을 선택하여 주십시요。
- 링크 아이콘을 클릭하고、알려져 있는 X 값과 Y 값 (Figure 3.21 을 예증으로 참조하여 주십시요) 을 클릭하고、투입、및 외압을 위하여 필요한 초기값、정지값、이것의 값 사이의 스텝 와이즈를 기입하고、*OK* 를 클릭하고 모델과 레포트를 실행하여 주십시요。

4. 최적화

이 장에서는、리스크 시뮬레이터의 사용에 속하는 최적화 과정과 방법의 상세를 참조합니다。여기에서는、정적에 대하여 다이나믹、그리고 확률적 최적화와 같이、연속에 대하여 이산적 정수의 최적화 포함된 방법을 사용 합니다。

최적화의 방법

몇 개의 알고리즘은 최적화를 실행하기 위하여 존재하고、최적화가 몬테카를로 시뮬레이션과 같이 실행되는 경우、여러 가지 과정이 나타납니다。리스크 시뮬레이터에서는、세 개의 다른 최적화의 과정과、다른 결정 변수의 타입과 같은 최적화 타입이 있습니다。예를 들어、리스크 시뮬레이터는、***정수 결정 변수*** (예、1, 2, 3, 4 혹은、1.5, 2.5, 3.5 등), ***2 직결정 변수*** (네·아니오의 판단을 위한 1 과 0)과、***혼합결정변수*** (양방향과 정수에서 연속적인 변수)와 같이、***연속 결정 변수*** (1.2535, 0.2215 등)을 움직이는 것이 가능합니다。그 이전에、리스크 시뮬레이터는、***비선형적 최적화*** (예、목적과 규제 범위가 비선형적인 기능과 방식의 혼합과 같이、선형의 혼합을 가졌을 때) 과 같이、***선형적 최적화*** (예、목적과 제약의 양방이 모두 선형적인 방정식이나 관수인 경우) 를 행할 수 있습니다。

최적화 프로세스에 관하여、리스크 시뮬레이터는、***이산적 최적화***를 실행하는 것으로 사용할 수 있습니다。최적화는、이산적、또는 정적 모델상에서、시뮬레이션 없이 실행할 수 있습니다。즉、모델의 모든 입력은 정적으로 무변환이라는 것입니다。이 최적화의 타입、불확실성이 없이、모델이 알려져 있으면 가정되는 때에 적용됩니다。
따라서、최적의 포트 폴리오를 선택하여、이것에 적합한 최적의 결정 변수의 변동을 내기 위하여, 고도로 최적화 과정을 행하기 전에、또는 이산적인 최적화를 실행하는 것이 가능합니다。예를 들어、확률적으로 최적화 문제를 실행하기 전에、실재하는 해결이 있는가를 보기 위하여、연장된 분석을 적용하기 전에 이산적 최적화를 먼저 실행합니다。

다음에、최적화가 몬테카를로 시뮬레이션과 같이 적용되는 때에、***다이나믹 한 최적화***를 사용합니다。***시뮬레이션·최적화***의 명칭으로도 알려져 있습니다。
이것은、시뮬레이션이 먼저 실행되고、그 결과는 Excel 모델에 적용되어、최적화는 시뮬레이션 된 값에 적용됩니다。즉、시뮬레이션은 *N* 시행 실행되고、그 후에、최적화 과정은、최적화 결과를 얻기 전에、또는 실행 불가능한 설정이 나오기 전에 *M 회 반복됩니다*。이것은、리스크 시뮬레이터의 최적화 모듈의 사용에 의하여 어떠한 예측과 가정 통계를 사용하고、시뮬레이션의 실행후에 바꿀 수 있으나、선택이 가능합니다。이 후에、예측 통계가 최적화 과정상에서 적용됩니다。이 어프로치는、복수의 상호 작용이 되는 가정과 예측이 있는 큰 모델인 경우에、그리고、최적화에서 몇 개의 예측 통계가 필요할 때의 사용이 최적입니다。예를 들어、가정、및 예측의 표준 오차가 최적화 모델로써 필요한

경우 (예、평균을 포트폴리오의 표준 편차로 나눈 최적화 문제와 자산의 배당 샤프 지수) 、이 어프로치가 사용됩니다。

한편、확률적 최적화의 과정은、다이나믹 최적화의 과정과 비슷합니다만、차이는 모든 다이나믹한 최적화의 과정은 ***T 회*** 반복된다는 것입니다。이것은、시행 회수 *N* 을 가진 시뮬레이션이 실행되고、그 후에、최적의 결과를 얻기 위한 최적화가 반복수、*M* 실행됩니다。이 후에、과정은 *T* 회 복제됩니다。결과로서 *T* 값과 같이 각 결정 변수의 예측 차트가 표시됩니다。즉、시뮬레이션이 실행되고、예측、또는 가정 통계는、최적의 결정 변수의 할당을 내기 위하여 최적화 모델로 사용됩니다。이 후에、다른 시뮬레이션이 실행됩니다、다른 예측 시계를 생성하고、이것의 갱신 된 값은 다시 최적화 됩니다。따라서、최종 결정 변수는、최적의 결정 변수의 범위를 표시하는 각자의 예측 차트를 가지고 있습니다。예를 들어、다이나믹한 최적화 과정에서 단일・포인트의 추정을 얻는 대신에、결정 변수의 분포를 얻는 것이 가능、따라서 각 결정 변수의 최적의 값의 범위를 얻는 것이 가능합니다。즉 확률 과정으로서도 알려져 있습니다。

최후에、유효 프론티어 최적화 과정이 최적화에 있어서의 Marginal 증분 및 쉐도우 가격의 개념이 응용됩니다。즉、제약의 어느쪽인가 조금씩 느슨한 경우、최적화의 결과에 무엇인가 일어나지 않겠습니까? 예를 들어 말하면、$1,000,000 로서 예산의 제약이 설정되어 있는가 어떤가 입니다。만약、제약이 $1,500,000、또는 $2,000,000 의 경우、최적의 결정과 포트 폴리오의 결과에 무엇이 일어나지 않겠습니까？ 이것은、투자 파이넌스에서의 Markowitz 의 유효적 프론티어로、포트 폴리오의 표준 편차가 느슨하게 증분하는 경우、어떠한 부가적인 리턴을 포트 폴리오를 생성하는 것은 어떻습니까? 이 과정은、한 개의 제약을 변환하는 것이 가능、각 변환에 의하여 시뮬레이션과 최적와의 과정이 실행되는 것 이외에는、다이나믹한 최적화의 과정에 유의하고 있습니다。이 과정은、리스크 시뮬레이션을 사용하고 수동적으로 적용하는 것이 최적입니다。이것은 다이나믹、및 확률적 최적화를 실행하는 것으로、이 후에、제약과 같이 다른 최적화를 재실행하고、이 과정을 몇번이고 반복하는 것입니다。이 수동적인 과정은、부가적인 분석의 가치가 있으나、또는 목적과 결정 변수의 유의한 변환을 얻기 위하여、제약에서의 최저한의 증가가 어느 정도 떨어져 있지 않으면 않되는지、제약의 변환에 의하여 결과가 유의하고 있으나、상이한가를 정하는 분석과 같이 중요합니다。

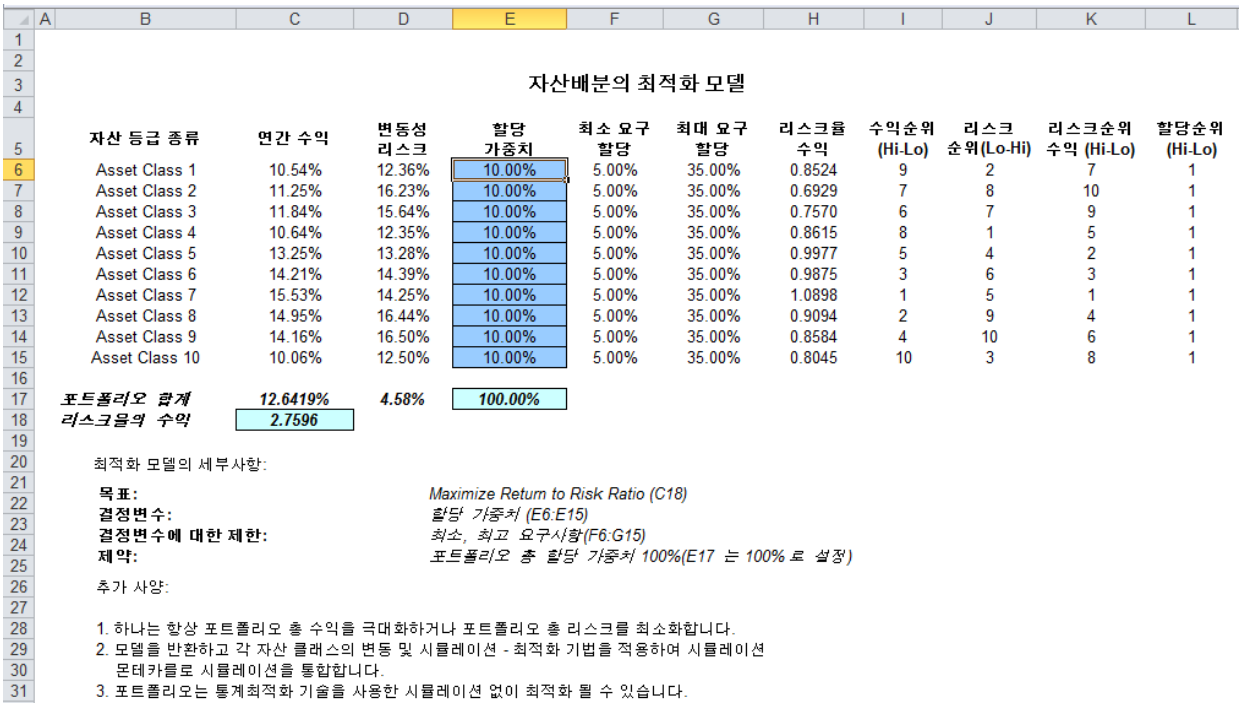
한 개의 항목은 고찰의 가치가 있습니다。확률적인 최적화를 실행하는 다른 소프트웨어가 있으나、실용적이지 않습니다。예를 들어、시뮬레이션의 실행 후、최적화 과정의 1 회의 반복이 생성되고、다른 시뮬레이션이 실행된 후、2 회째의 최적화의 반복이 실행되기 위하여、시간과 자원의 낭비입니다。
이것은、최적화에서는 、최적의 결과를 얻기 위하여、복수의 반복 (복수에서 천번의 반복을 불러옴) 이 필요한 엄격한 알고리즘의 설정을 통하여 모델에 도입되었습니다。따라서、한 개의 반복의 생성은、시간과 자원의 낭비입니다。같은

포트폴리오는、몇 시간도 필요하기 전에 기술되는 어프로치를 사용하는 것에 의하여도、리스크 시뮬레이터를 통하여 몇 분안에 해결하는 것이 가능합니다。
시뮬레이션 ・ 최적화의 어프로치는 일반적으로 나쁜 결과를 불러오지만、확률적 최적화의 어프로치에서는 그렇지만은 않습니다。모델에 최적화를 적용할 때에는、주의하여 주시기 바랍니다。

다음에 두 개의 최적화의 문제가 있습니다。하나는、연속적인 결정 변수를 사용하고、다른 하나는、이산적인 정수의 결정 변수를 사용하고 있습니다。
어느쪽인가의 모델에서、이산적 최적화、다이나믹한 최적화、확률적인 최적화가 적용되고、또 유효 프론티어와 쉐도의 가격을 적용할 수 있습니다。이것의 어프로치의 어느쪽인가 두개의 예증에 사용 가능합니다。따라서、간결하게、모델의 설정만이 표시되고、사용자를 위하여 어떠한 최적화를 사용하는가의 선택이 가능합니다。또는、연속적 모델은、정수의 최적화의 두 번째의 사례가 선형적 최적화 모델의 사례 (이것의 목적와 모든 제약은 선형적) 에 대하여、비선형 최적화의 어프로치(이것은、계산되는 포트 폴리오의 리스크는 비선형 공식을 가지고、목적은、포트 폴리오의 리턴의 비선형 공식을 포트폴리오의 리스크로 나눈 것입니다)를 사용합니다。따라서、이것의 두 개의 사례는、전에 기술된 모든 과정이 포함됩니다。

최적화와 연속적 결정 변수

Figure 4.1 는、연속적인 최적화 모델의 샘플을 표시하고 있습니다。여기에서 사용하고있는 사례는、*연속적 최적화*를 사용하고、이 파일은 스타트 메뉴가 있습니다。*스타트 (Start) |리얼 옵션즈 밸류에이션 (Real Options Valuation) | 리스크 시뮬레이터(Risk Simulator) | 예증 (Examples)* 、또는 직접*리스크 시뮬레이터 Risk Simulator) | 예증 모델(Example Models)*을 통하여 접근하여 주십시요 。 이 사례에서는、10 개의 다른 자산 클라스 (예、여러 가지 타입의 투자 신탁、주식、및 자산) 이 있어서、아이디어로서는、무엇보다도 유효한 할당을 가지고 있는 포트 폴리오는 무엇보다 최적의 이익을 얻는 것입니다。이것은、가능한 최적의 포트 폴리오의 리턴을 생성하기 위하여는、각 자산 클라스에 고정 리스크를 부여 할 수 있습니다。최적화의 컨셉트를 해석을 하기 위하여、어떤 식으로 하여 최적화의 과정이 보다 좋은 방법으로 적용될 것인가를 위하여 샘플 모델을 가지고 깊이 공부하지 않으면 않됩니다。모델은、10 개의 자산 클라스를 표시하고、이것의 각 자산은 독자의 년간 리턴과 년간 예측 변동률을 가지고 있습니다。이것의 리턴과 리스크의 측정은、다른 자산 클라스와 일관적으로 비교될 수 있도록 년간 단위로 표시되어 있습니다。리턴은、비교 가능한 리턴의 기하학적 평균을 사용하고 계산되고 있는 것에 대하여、리스크는、대수적으로 비교 가능한 주식 리턴의 어프로치를 사용하고 계산됩니다。주식 및 자산 클래스상에서의 년간 리턴과 년간 예측 변동률의 계산의 상세에서는、이 장의 부록을 참조하여 주십시요。



자산배분의 최적화 모델

자산 등급 종류	연간 수익	변동성 리스크	할당 가중치	최소 요구 할당	최대 요구 할당	리스크율 수익	수익순위 (Hi-Lo)	리스크 순위(Lo-Hi)	리스크순위 수익 (Hi-Lo)	할당순위 (Hi-Lo)
Asset Class 1	10.54%	12.36%	10.00%	5.00%	35.00%	0.8524	9	2	7	1
Asset Class 2	11.25%	16.23%	10.00%	5.00%	35.00%	0.6929	7	8	10	1
Asset Class 3	11.84%	15.64%	10.00%	5.00%	35.00%	0.7570	6	7	9	1
Asset Class 4	10.64%	12.35%	10.00%	5.00%	35.00%	0.8615	8	1	5	1
Asset Class 5	13.25%	13.28%	10.00%	5.00%	35.00%	0.9977	5	4	2	1
Asset Class 6	14.21%	14.39%	10.00%	5.00%	35.00%	0.9875	3	6	3	1
Asset Class 7	15.53%	14.25%	10.00%	5.00%	35.00%	1.0898	1	5	1	1
Asset Class 8	14.95%	16.44%	10.00%	5.00%	35.00%	0.9094	2	9	4	1
Asset Class 9	14.16%	16.50%	10.00%	5.00%	35.00%	0.8584	4	10	6	1
Asset Class 10	10.06%	12.50%	10.00%	5.00%	35.00%	0.8045	10	3	8	1
포트폴리오 합계	*12.6419%*	*4.58%*	*100.00%*							
리스크율의 수익	*2.7596*									

최적화 모델의 세부사항:

목표: *Maximize Return to Risk Ratio (C18)*
결정변수: *할당 가중치 (E6:E15)*
결정변수에 대한 제한: *최소, 최고 요구사항(F6:G15)*
제약: *포트폴리오 총 할당 가중치 100%(E17 는 100% 로 설정)*

추가 사양:

1. 하나는 항상 포트폴리오 총 수익을 극대화하거나 포트폴리오 총 리스크를 최소화합니다.
2. 모델을 반환하고 각 자산 클래스의 변동 및 시뮬레이션 - 최적화 기법을 적용하여 시뮬레이션 몬테카를로 시뮬레이션을 통합합니다.
3. 포트폴리오는 통계최적화 기술을 사용한 시뮬레이션 없이 최적화 될 수 있습니다.

Figure 4.1 연속 최적화의 모델

컬럼 E 에서의 할당 중량은、종합적인 중량이 100% (셀 E17)로서 제약되는 것으로 검정、그리고 돌릴 필요가 있는 변수、결정 변수를 유지하고 있습니다。
일반적으로、최적화를 시작하는 것에 있어서、이것의 셀을 균일한 값에 설정하지 않으면 않되고、이 케이스에서는、셀 E6 에서 E15 까지의 각 셀은 10%로 설정됩니다。또한、각 결정 변수는、정해진 범위에서 특정한 제한을 가지고 있습니다。이 예증에서는、하한、및 상한의 정해진 할당에서는、컬럼 F 와 G 와 같이 5%와 35%입니다。이것은 각 자산 클래스가、독자의 할당의 한계를 가지고 있는 것을 표시합니다。다음에、컬럼 H 는、리스크에 대하여 리턴 비율을 표시하고、단순히 리턴의 백분위 수를 리스크의 백분위 수로 나눈 결과로、값이 높을수록、높은 이익을 가져오는 것을 표시하고 있습니다。남아 있는 모델은 개인적인 자산 클래스의 순위를 리턴、리스크、리스크에 대한 리턴의 비율과 배분에 나누어 표시하고 있습니다。즉、이것의 순위표는、한 눈에 어떠한 자산 클라스가 낮은 리스크를 가지고 있을까 혹은 높은 리턴을 가지고 있는 것을 표시하고 있습니다。

셀 C17 에 있는 포트 폴리오의 종합적인 리턴은、*SUMPRODUCT(C6:C15, E6:E15)*로、*이것은、배분 중량과 각 자산 클래스의 년간 리턴의 적을 더한 것입니다。*즉、$R_P = \omega_A R_A + \omega_B R_B + \omega_C R_C + \omega_D R_D$ 로、R_P 는、포트 폴리오의 리턴을 표시하고、$R_{A,B,C,D}$ 는、프로젝트의 개별 리턴을 표시하고、$\omega_{A,B,C,D}$ 는、각 중량이 각 프로젝트의 자산 할당입니다。

또는、셀 D17 에 다각화 되어 있는 리스크의 포트 폴리오는、 $\sigma_P = \sqrt{\sum_{i=1}^{i} \omega_i^2 \sigma_i^2 + \sum_{i=1}^{n} \sum_{j=1}^{m} 2\omega_i \omega_j \rho_{i,j} \sigma_i \sigma_j}$ 에 의하여 계산되고 있습니다。여기서는 $\rho_{i,j}$ 는、자산 클라스 사이의 상관 관계에 해당하고、따라서、상호상관이 마이너스인 경우、리스크의 다양화의 효과가 보여지고、포트 폴리오의 리스크는 감소합니다。단 、계산을 간단히 하기 위하여、이 포트 폴리오의 리스크 계산을 통하여、자산 클래스중의 상관을 제로로 고려하고 있으나、먼저 기술 한 것과 같이 、리턴의 시뮬레이션의 적용 시에、상관을 고려하여 주십시요。따라서、이것의 다른 시산 리턴 중의 정적 상관을 적용하는 대신에、이것 자신의 시뮬레이션 가정의 상관을 적용하고、시뮬레이션된 리턴의 값 사이에 더욱 다이나믹한 관계가 나타납니다。

최후에、리스크의 리턴에의 비율、및 샤프율는、포트 폴리오를 위하여 계산됩니다。이 값은、셀의 C18 로 표시되고、이 최적화의 실행으로 최대화된 목적을 표시하고 있습니다。마무리로、이 예증 모델의 상세가 하기에 기술되어 있습니다。

목적: **리스크에의 최대의 리턴 비율** *(C18)*
결정 변수: **할당 중량** *(E6:E15)*
결정 변수의 제한: **필요한 최소값과 최대값** *(F6:G15)*
제약: **종합적인 할당의 덧셈은** *100% (E17)*

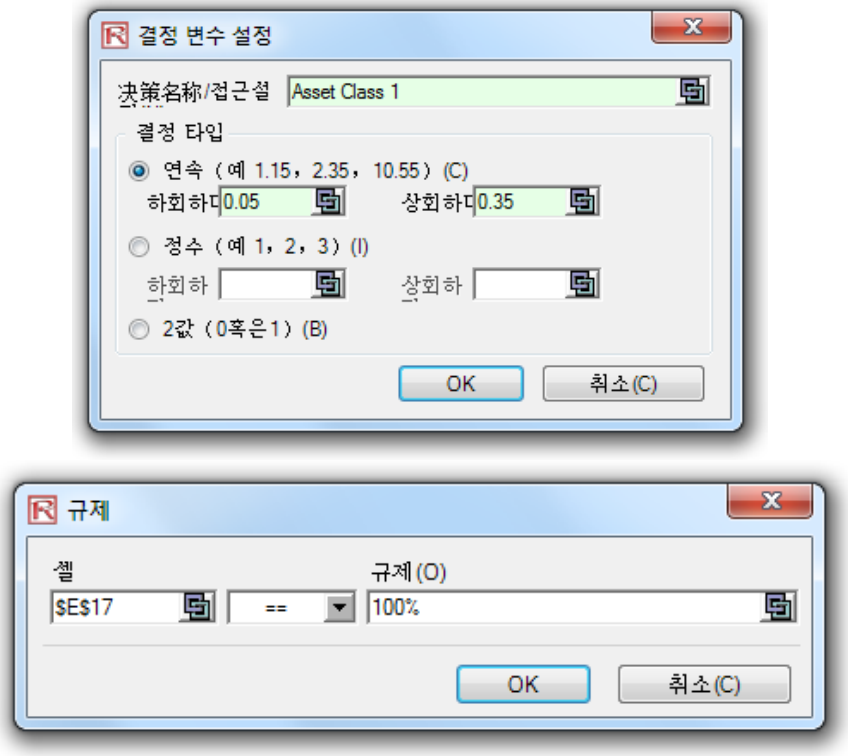
순서:

- 예증 파일을 열고、신규 파일을 ***리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) |신규 프로필 (New Profile)*** 클릭하고 기동하여、명칭을 붙여 주십시요。
- 최적화의 최초의 스텝으로서 결정 변수의 설정을 행하여 주십시요。셀의 E6 를 선택하고、최초의 결정 변수를 설정 (**리스크 시뮬레이터 (*Risk Simulator*) |*최적화 (Optimization)* | *결정의 설정 (Set Decision)*)을 하여、링크 아이콘을 클릭하고、셀 F6 과 G6 의 하한과 상한의 값과 같이 명칭 셀(B6)을 선택하여 주십시요。그 후에、리스크 시뮬레이터의 카피를 사용하여、셀 E6 의 결정 변수를 카피하여 남아 있는 셀의 E7 에서 E15 에 붙여 주십시요。
- 최적화의 두 번째의 스텝으로서、제약을 설정하는 것입니다。여기서는 하나의 제약밖에 없습니다。이것은、포트 폴리오의 종합적 할당의 덧셈은 100%가 되지 않으면 않되는 것을 의미합니다。이를 위하여、***리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) | 최적화 (Optimization) | 제약 (Constraints) … 그리고、추가***를 선택하고 새로운 제약을 추가하여 주십시요。그 후에、셀 E17 을 선택하고、100%에 동일(=)시켜 주십시요。종료 후、OK 를 클릭하여 주십시요。
- 최적화의 최후의 스텝으로서、목적 관수의 설정과 목적의 셀 C18 과 ***리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) | 최적화 (Optimization)*** | **최적화의 실행 (*Run Optimization*)** 의 선택을 통하여 최적화를 실행시키고、최적화 (정적 최적화、다이나믹 최적화、및 확률적 최적화) 의 선택을 하여

주십시요。기동하는 것에 있어서、***정적 최적화***를 선택하여 주십시요。목적 셀은 C18 에 설정되어 있는가 어떤가를 확인한 후、최대화를 선택하여 주십시요。필요하다면、제약과 결정 변수를 검토하는 것이 가능합니다。또는、정적 최적화를 실행하는데 있어서 OK 를 클릭하여 주십시요。

- 최적화가 한번 완료한 후、목적와 같이、결정 변수를 원래 값으로 복귀시키기 위하여、***복귀***를 선택하거나、최적화 된 결정 변수를 적용하기 위하여、***바꾸기***를 선택하여 주십시요。일반적으로、바꾸기는、최적화의 실행후에 선택됩니다。

Figure 4.2 는 、이것의 상기의 과정의 스텝을 표시하고 있습니다。모델상의 리턴과 리스크(컬럼 C 와 D)에 시뮬레이션 가정을 추가하는 것이 가능、다이나믹한 최적화와 확률적 최적화를 부가 연습으로서 적용하는 것이 가능합니다。



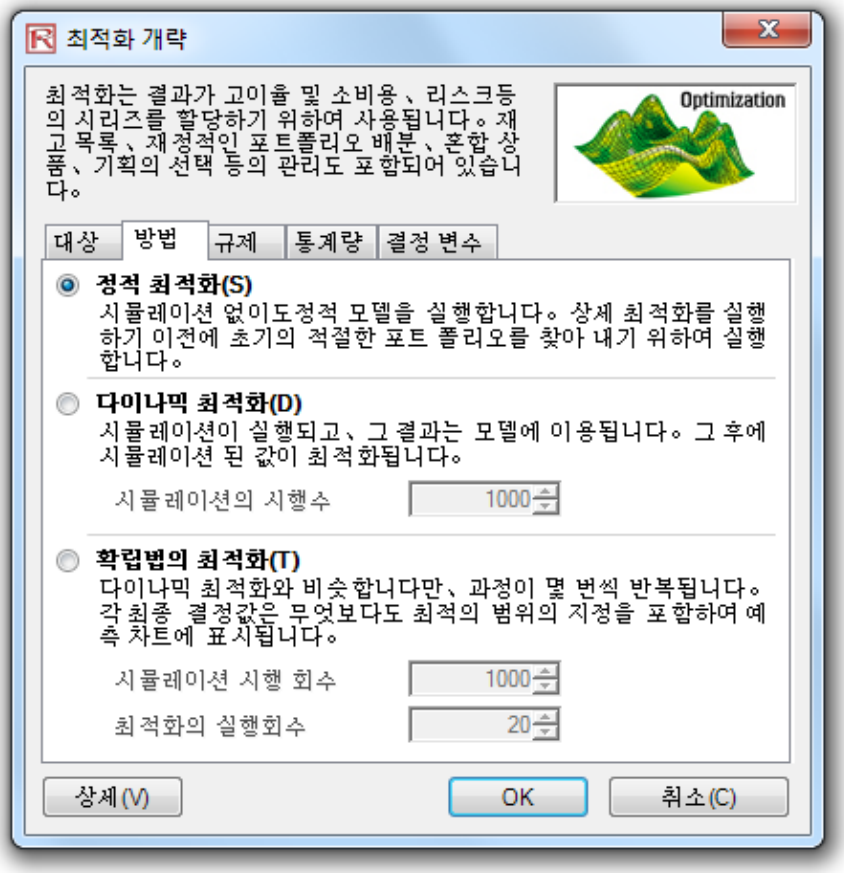


Figure 4.2 리스크 시뮬레이터에서의 연속 최적화 실행

결과의 해석:

최적화의 최종 결과는 Figure 4.3 에 표시되어 있어、포트 폴리오를 위한 자산의 최적의 할당은 셀 E6:E15 에 있습니다。이것은、각 자산의 변동이 5%와 35%의 사이에서、할당의 덧셈이 100%가 아니면 않된다는 것의 제한을 부여하고、리스크에 리턴 비율의 최대화는 Figure 4.3 에 표시되어 있습니다。

이제까지의 결과와 최적화의 가정의 적용의 검토에서 다소 중요한 것은 메모하지 않으면 않됩니다。

- 바른 최적화의 실행은 이익、및 리스크에 대한 리턴 샤프율을 최대화하는 것입니다。
- 만약、그 대신에 종합 포트 폴리오의 리턴을 최대화 한 경우、최적의 할당의 결과는 부족하고、취득에 최적화는 필요 없습니다。이것은、낮은 8 개의 자산에 대하여 할당 5% (인정된 최소값) 、무엇보다도 리턴이 높은 자산에 대하여 35%(인정된 최대값) 、나머지(25%)는、2 번째로 좋은 리턴을 가진 자산에 해당됩니다。최적화는 필요하지 않습니다。단、이러한 방법으로 포트 폴리오를 배당하는 시기는、포트 폴리오의 리턴 자신도 높게 되어 있으나、리스크에의 리턴 비율을 최대화하는 시기에 비하여 리스크가 크게 높아집니다。
- 한편、종합적인 포트 폴리오 리스크를 감소하는 것이 가능합니다만、리턴도 낮아집니다。

Table 4.1 는、최적화된 세 개의 다른 목적에서 된 결과를 표시하고 있습니다。

목적:	포트 폴리오의 리턴	포트 폴리오의 리스크	포트 폴리오의 리스크의 리턴 비율
리스크에의 리턴 비율의 최대화	*12.69%*	*4.52%*	*2.8091*
리턴의 최대화	*13.97%*	*6.77%*	*2.0636*
리스크의 최소화	*12.38%*	*4.46%*	*2.7754*

Table 4.1 최적화의 결과

표에서、최적의 어프로치는 리스크에의 리턴 비유을 최대화하는 것에 있고、이것은、같은 양의 리스크에는、이 할당은 무엇보다도 높은 리턴을 불러 들입니다。한편、같은 양의 리턴은、이 할당은 무엇보다 낮은 리스크 확률을 부여 하여 줍니다。이 이익、및 리스크에의 리턴 비율의 어프로치는、모던한 포트 폴리오 이론인 Markowitz 의 유효 프론티어의 초석입니다。이것은、종합적인 포트폴리오의 리스크 레벨을 제약하고、시간이 흐름에 따라 이것을 증가하는 것으로、다른 리스크 성질을 위한 여러 가지 유효한 포트 폴리오의 할당을 얻는 것이 가능합니다。따라서、다른 유효 포트폴리오의 배분은、다른 리스크 선호를 가진 다른 개개인을 위하여 얻는 것이 가능합니다。

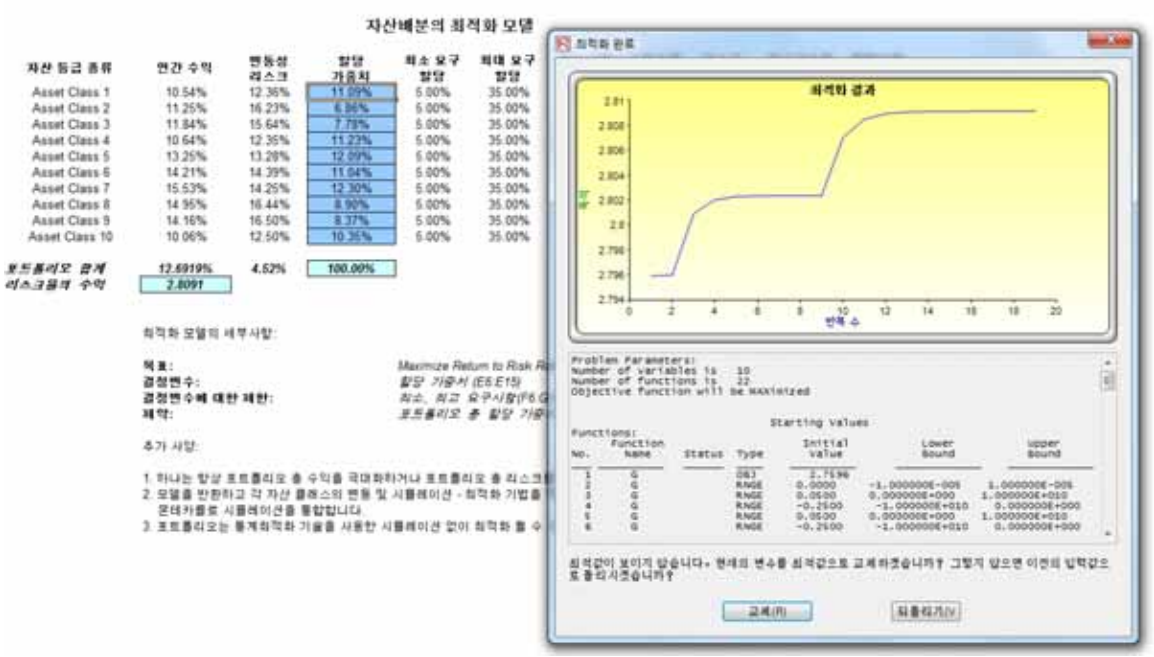


Figure 4.3 연속 최적화의 결과

최적화와 이산적 정수의 변수

때때로、결정 변수는 연속적이 아닙니다만、이산적 정수 (예、 0 과 1)입니다。
이것은、이러한 최적화를 on-off 의 스위치、또는 go/no-go 의 판단에 적용하는 것이 가능합니다。 Figure 4.4 는、20 의 프로젝트가 표시된 중에서의 프로젝트 선택 모델을 표시하고 있습니다。여기에서의 예증은、*이산적인 최적화*파일을 사용하고、스타트 메뉴에서*스타트 (Start) | 리얼 옵션즈 밸류에이션(Real Options Valuation) | 리스크 시뮬레이터(Risk Simulator) |예증(Examples)*을 선택하거나、*리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) |예증 모델(Example Models)*을 클릭하고 직접 열어 주십시요。전과 같이 각 프로젝트는、독자의 리턴 (확장된 순수 현재 가치와 현재 가격을 위하여 ENPV DHD 와 NPV 를 가지고 있어、ENPV 는、단순히 NPV 에 있는 전략적인 리얼 옵션의 값이 더해지는 것으로)로써、실시의 비용、리스크 등을 가지고 있습니다。필요한 경우、이 모델은 필요한 Full･Time 타임의 평등 가격(FTE) 、다른 여러 가지 기능의 자원、그래서 이것의 부가 자원에 설정할 수 있는 제약을 포함하도록 수정하고 있습니다。이 모델 중의 입력은 일반적으로、다른 스프레트 시트 모델에 의하여 링크됩니다。예를 들어、각 프로젝트는、독자의 DCF、및 자산 모델의 리턴을 가지고 있습니다。여기에서의 어플리케이션은、어떤 예산 배분의 제약에 있어서 포트폴리오의 민감도를 최대화하는 것입니다。이 모델의 여러 가지 버전을 작성할 수 있습니다. 예를 들어、포트폴리오의 리턴을 최대화하거나、리스크를 최소화하거나、선택한 프로젝트의 종합적인 수는 6 을 넘지 않는 등의 제약을 추가합니다。이것의 모든 아이템은、존재하는 모델을 사용하고 실행하는 것이 가능합니다。

순서:

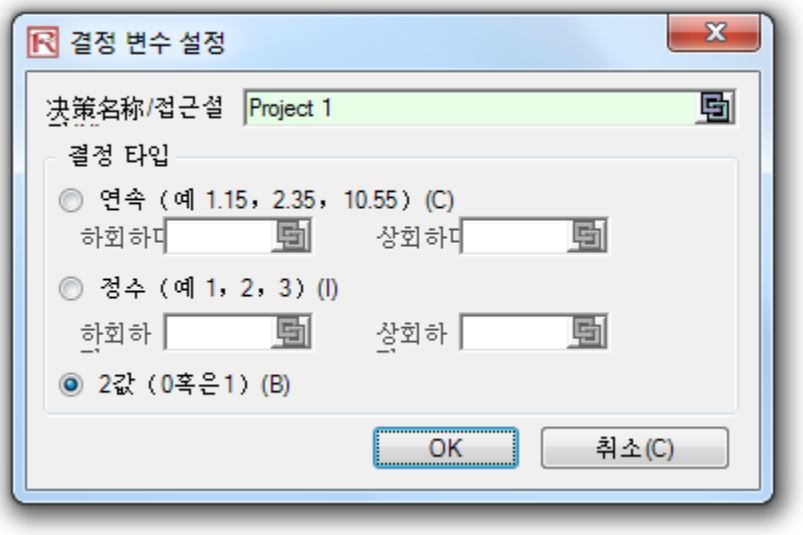
- 예증 파일을 열고、*리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) |신규 프로필 (New Profile)* 을 클릭하는 것으로 신규 프로필을 기동하고 명칭을 부여하여 주십시요。
- 최적화의 최고의 스텝으로서 결정 변수의 설정을 행하여 주십시요。셀의 J4 를 선택하고、최초의 결정 변수를 설정 (**리스크 시뮬레이터 (*Risk Simulator*) | *최적화 (Optimization) | 결정의 설정 (Set Decision)***)을 하고、링크 아이콘을 클릭하고、명칭 셀(B4)을 붙여서、***두값***의 변수를 선택하여 주십시요。그 후에、리스크 시뮬레이터의 카피를 사용하고、셀 J4 의 결정 변수를 카피하고、남은 셀의 J5 에서 J15 에 붙여 주시기 바랍니다。이것은、여러가지의 결정 변수밖에 가지고 있지 않았을 때와、각 결정 변수에 독특한 독자의 명칭을 붙이는 것이 가능한 경우에 최적의 방법입니다。
- 최적화의 두 번째의 스텝으로、제약을 설정하는 것입니다。여기서는 두 개의 제약이 있습니다。이것은、포트 폴리오의 종합적인 배당 예산은、$5,000 이상이 아니면 않되고、프로젝트의 종합수는 6 을 넘지 않으면 않되는 것을 의미하고 있습니다。이를 위하여、*리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) | 최적화 (Optimization) | 제약 (Constraints) … 그리고, 추가* 를 선택하고、새로운 제약을 추가 하십시요。그 후、셀 D17 을 선택하고、 5,000 에 같이、또는 보다 작게(<=)하여 주십시요。셀 J17 <=6 로 설정한 후、반복하여 주십시요。
- 최적화의 최후의 스텝으로서、목적 관수의 설정과 목적의 셀 C19 (또는 C17)과 *리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) | 최적화 (Optimization)* | **목적의 설정 (*Set Objective*)** 의 선택을 통하여 최적화를 실행시키고、*리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) | 최적화 (Optimization) | 최적화의 실행 (Run Optimization)* 을 선택하고、최적화 (정적 최적화、다이나믹 최적화、및 확률적 최적화) 의 선택을 하여 주십시요。기동하는 것에 있어서、***정적 최적화***를 선택하여 주십시요。목적 셀은、샤프비율이 포트폴리오의 리스크에의 리턴비율이 어떠한가를 확인한 후、최대화를 선택하여 주십시요。필요하다면、제약과 결정 변수를 검토하는 것이 가능합니다。또는、정적 최적화를 실행하는 것에 있어서 OK 를 클릭하여 주십시요。

Figure 4.5 는、전에 기술된 과정을 표시하고 있습니다。모델의 ENPV 와 리스크 (칼럼 C 와 F)상에 시뮬레이션 가정을 추가하는 것이 가능、부가의 연습을 위하여 、다이나믹한 최적화와 확률적 최적화를 적용할 수 있습니다。

	ENPV	Cost	Risk $	Risk %	Return to Risk Ratio	Profitability Index	Selection
Project 1	$458.00	$1,732.44	$54.96	12.00%	8.33	1.26	1.0000
Project 2	$1,954.00	$859.00	$1,914.92	98.00%	1.02	3.27	1.0000
Project 3	$1,599.00	$1,845.00	$1,551.03	97.00%	1.03	1.87	1.0000
Project 4	$2,251.00	$1,645.00	$1,012.95	45.00%	2.22	2.37	1.0000
Project 5	$849.00	$458.00	$925.41	109.00%	0.92	2.85	1.0000
Project 6	$758.00	$52.00	$560.92	74.00%	1.35	15.58	1.0000
Project 7	$2,845.00	$758.00	$5,633.10	198.00%	0.51	4.75	1.0000
Project 8	$1,235.00	$115.00	$926.25	75.00%	1.33	11.74	1.0000
Project 9	$1,945.00	$125.00	$2,100.60	108.00%	0.93	16.56	1.0000
Project 10	$2,250.00	$458.00	$1,912.50	85.00%	1.18	5.91	1.0000
Project 11	$549.00	$45.00	$263.52	48.00%	2.08	13.20	1.0000
Project 12	$525.00	$105.00	$309.75	59.00%	1.69	6.00	1.0000
Total	$17,218.00	$8,197.44	$7,007	40.70%			12.00
Goal:	MAX	<=$5000					<=6
Sharpe Ratio	2.4573						

ENPV is the expected NPV of each credit line or project, while Cost can be the total cost of administration as well as required capital holdings to cover the credit line, and Risk is the Coefficient of Variation of the credit line's ENPV.

Figure 4.4 리스크 시뮬레이터에서의 이산계 정수의 최적화



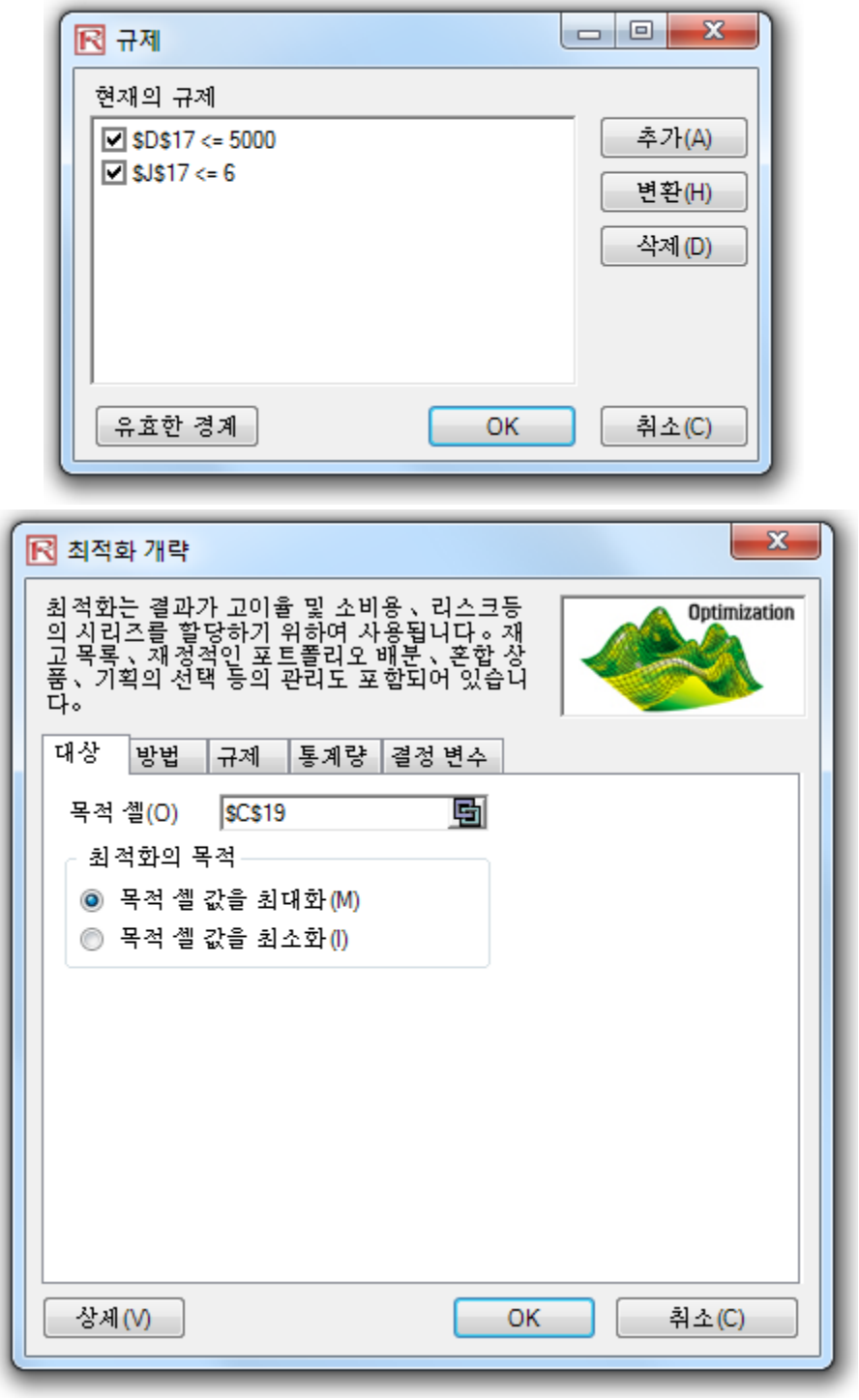


Figure 4.5 리스크 시뮬레이터에서의 이산계 정수의 최적화 실행

결과의 해석:

Figure 4.6 는、샤프비율 최대화 하는 프로젝트의 최적의 선택 샘플을 표시하고 있습니다。한편、한 개는 항상 종합 수입을 최대화 할 수 있으나、이것은 전술한 것과 같이 빈약한 과정으로、무엇보다 높은 리턴의 프로젝트를 선택하는 것을 포함하고、제약 예산을 초과할 때까지、또는 돈을 사용하기 까지 리스크를 따라 갑니다。이 실행은 、높은 이익을 가지고 오는 프로젝트는 일반적으로 높은 리스크를 가지고 있는 것으로、이론적으로 바람직하지 않은 프로젝트를 불러 옵니다。원하는 경우、리스크의 값과 ENPV 에 가정을 추가하는 것으로、확률、또는 다이나믹한 최적화를 사용하는 것으로 최적화를 복제하는 것이 가능합니다。

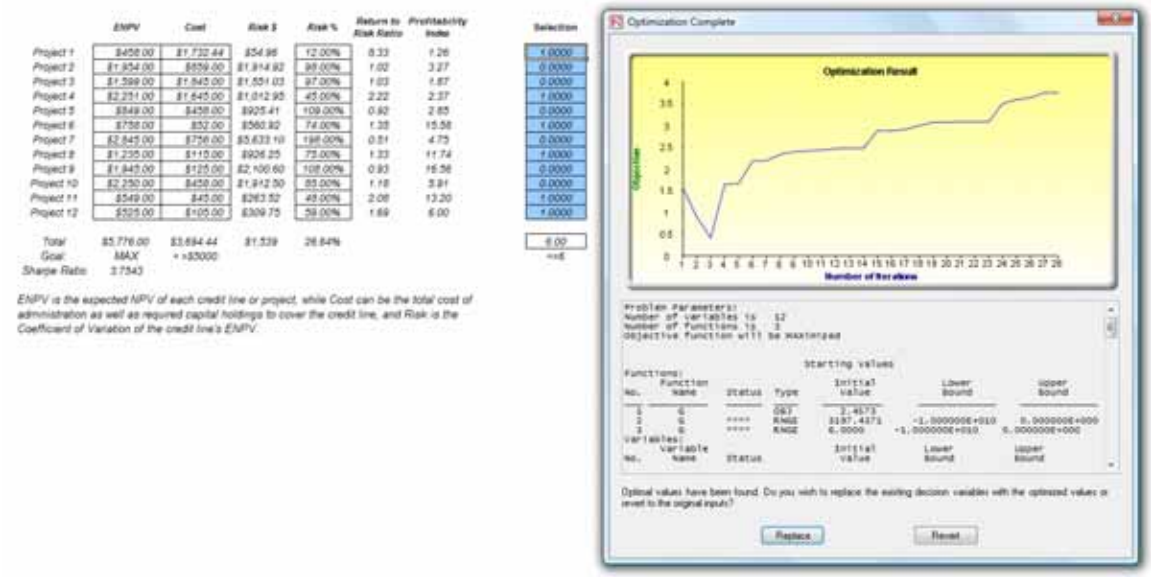


Figure 4.6 샤프 비율을 최대화 하는 최적화 프로젝트의 선택

활동하고 있는 최적화의 부가 예증에서는、적분된 리스크 분석의 제 11 장의 케이스 스터디의 리얼 옵션 분석*: 툴과 기법、제 2 판* (Wiley Finance, 2005)을 참조하여 주십시요。이 케이스는、어떻게 하여 유효한 프론티어가 생성될 수 있을까、어떻게 하여 예측、시뮬레이션、최적화와 리얼 옵션이 유연하게 분석 과정중에 혼합할 수 있는가를 표시하고 있습니다。

5. 리스크 시뮬레이션 분석 툴

이 장에서는、리스크 시뮬레이터의 분석 툴과 함께 취급하겠습니다。이 분석 툴은 리스크 시뮬레이터의 소프트웨어의 예증의 어플리케이션을 통하여 볼 수 있습니다。스텝 별로 표시되어 있는 일러스트와 함께 보시기 바랍니다。리스크 분석 분야에서의 분석가의 일로서 이 툴은 매우 중요합니다。적용 가능한 각 툴은 이 장에서 자세히 기술 되어 있습니다。

시뮬레이션에서의 코네이도와 감도 툴

이론:

하나의 강력한 시뮬레이션 툴인 토네이도 분석은、모델의 결과에의 각 변수의 정적인 영향을 얻을 수 있습니다。이것은 모델내의 각 변수를 초기값에 자동적으로 부여하고 모델의 예측상의 변수를 얻어서、결과값을 가장 유의한 것에서 그렇지 않은 순서대로 랭크합니다。Figures 5.1 에서 5.6 는、토네이도 분석의 어플리케이션을 표시하고 있습니다。예를 들어、Figure 5.1 은、심플하게 나눈 캐쉬 플로의 모델로서 、모델의 입력 가정이 표시되고 있습니다。여기에서의 의문은、모델의 결과에 무엇보다 영향을 주는 크리티컬한 성공의 드라이버는 무엇인가? 라는 것입니다。이것은、어느 정도 정말로 $96.63 의 순수 현재 가치(NPV)를 움직이는가、또는、어느 정도 입력 변수가 첫번째값에 영향을 주는가 ?라는 것입니다。

토네이도 툴은 、*리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) |툴 (Tools) |토네이도 분석 (Tornado Analysis)* 을 통하여 얻는 것이 가능합니다。또한、최초의 예증에 이어서、예증 필터에서 *토네이도와 감도 차트 (선형)* 필터를 엽니다。Figure 5.2 는 NPV 가 포함된 셀 G6 가 분석되 목적의 결과로서 선택된 샘플 모델이 표시되어 있습니다。모델의 목적 셀의 선례는、토데이도 차트를 작성하기 위하여 사용됩니다。선례로는、모델의 결과에 영향을 주는 모든 입력과 중간의 변수입니다。예를 들어、모델은 *A = B + C 로*、및 C = D + E 로、 B, D, 와 E 는 A 의 선례(C 는、선례가 아니라 중간의 계산된 값의 경우입니다)입니다。Figure 5.2 는 、목적의 결과의 추정을 위하여、각 선례의 변수의 테스트 범위를 표시하고 있습니다。만약에、선례의 변수가 심플한 입력인 경우、선택된 범위 (예, 디폴트는±10%) 에 기초한 검정의 범위는、심플한 합니다。각 선례의 변수는、필요한 경우、여러가지 백분위 수로 교란될 수 있습니다。예기 된 값의 주위의 작은 혼란보다 보다 극단의 값이 검정하기 쉬운 것처럼 폭넓은 범위는 중요합니다。특정의 상황에서는、극단값은 크고、작고、또는 언밸란스는 임팩트 (예、비선형은、변수의 대소값에 대한 규모의 클립과 경제 스케일의 증가、또는 감소가 있을 경우에 발생합니다) 를 가지고 있을 것임으로, 폭넓은 범위만 이 비선형의 임팩트를 얻는 것이 가능합니다。

	A	B	C	D	E	F	G
1							
2			현금할인모델				
3							
4		*기본 년도*	*2005*		*PV 순이익 합계*		***$1,896.63***
5		*조정된 시장리스크 할인율*	*15.00%*		*PV 투자 합계*		***$1,800.00***
6		*개인 리스크 할인율*	*5.00%*		*순현재가치*		***$96.63***
7		*연간 매출증가율*	*2.00%*		*회귀 내부율*		*18.80%*
8		*금액약화율*	*5.00%*		*투자에의 회귀*		*5.37%*
9		*실제 세율*	*40.00%*				
10							
11			*2005*	*2006*	*2007*	*2008*	*2009*
12		제품A 평균값	$10.00	$9.50	$9.03	$8.57	$8.15
13		제품B평균값	$12.25	$11.64	$11.06	$10.50	$9.98
14		제품C평균값	$15.15	$14.39	$13.67	$12.99	$12.34
15		제품A 수량	50.00	51.00	52.02	53.06	54.12
16		제품B 수량	35.00	35.70	36.41	37.14	37.89
17		제품C 수량	20.00	20.40	20.81	21.22	21.65
18		**총 수익**	***$1,231.75***	***$1,193.57***	***$1,156.57***	***$1,120.71***	***$1,085.97***
19		상품판매가격	$184.76	$179.03	$173.48	$168.11	$162.90
20		**매출 총 이익**	***$1,046.99***	***$1,014.53***	***$983.08***	***$952.60***	***$923.07***
21		운영비용	$157.50	$160.65	$163.86	$167.14	$170.48
22		판매비와 비용	$15.75	$16.07	$16.39	$16.71	$17.05
23		**영업이익 (EBITDA)**	***$873.74***	***$837.82***	***$802.83***	***$768.75***	***$735.54***
24		감가상각비	$10.00	$10.00	$10.00	$10.00	$10.00
25		상각	$3.00	$3.00	$3.00	$3.00	$3.00
26		**EBIT**	***$860.74***	***$824.82***	***$789.83***	***$755.75***	***$722.54***
27		이자지급	$2.00	$2.00	$2.00	$2.00	$2.00
28		**EBT**	***$858.74***	***$822.82***	***$787.83***	***$753.75***	***$720.54***
29		세금	$343.50	$329.13	$315.13	$301.50	$288.22
30		당기순이익	***$515.24***	***$493.69***	***$472.70***	***$452.25***	***$432.33***
31		감가상각비	$13.00	$13.00	$13.00	$13.00	$13.00
32		순자산 변동	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00
33		자본지출	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00	$0.00
34		**Free Cash Flow**	***$528.24***	***$506.69***	***$485.70***	***$465.25***	***$445.33***
35							
36		**투자**	***$1,800.00***				
37							

Figure 5.1: 모범 모델

순서:

- Excel 모델(예、이 예증에서는 셀의 G6 가 선택되고 있습니다)에서 단일의 결과 셀(예、공식、또는 방식을 포함한 셀)을 선택하여 주십시요。
- *리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) |툴(Tools) |토네이도 분석(Tornado Analysis)*을 선택하여 주십시요。
- 선례를 확인하고、적절한 명칭을 붙여서 고치도록 합시다(선례를 간단히 명칭으로 붙이고 토네이도와 스파이더 차트가 보기 쉽게 됩니다. 그후에、OK 를 클릭하여 주십시요。

Figure 5.2 – 토네이도 분석의 실행

결과의 해석:

Figure 5.3 은、투자 자산은 NPV 에 영향을 주는 것을 표시하고、세율、평균 판매 가격、요구된 상품 라인의 양등에 의하여 따라가고、토네이도 분석의 결과의 레포트를 표시합니다。레포트는 4 개의 다른 요소를 포함하고 있습니다。

- ⓘ 실행된 과정의 리스크의 통계적 개략
- ⓘ 감도표(Figure 5.4)는、초기의 NPV 의 기초값은 어떻게 각 입력 (예、투자는 상회+10%の$1,800 에서 $1,980 로 변환되고、하회는-10% 의$1,800 에서 $1,620 로 변환)이 변환되는 가를 표시하고 있습니다。결과가 된 NPV 의 상회、그리고 하회는、-$83.37 와 $276.63 로、$360 의 종합 변수로、NPV 상의 무엇보다도 높은 영향을 주는 변수가 됩니다。선례 변수는 높은 영향을 주는 것에서 그렇지 않은 순서대로 랭크합니다。
- ⓘ 스파이더 차트는(Figure 5.5)、이것의 효과의 그래프를 표시하고 있습니다。Y-축은 NPV 의 목적치인 것에 대하여、x-축은、각 선례의 값(중심 포인트는、0%의 변환으로서 96.63 의 기본적인 케이스값에서 각 선례의

기본적인 값입니다)사의 백분위수의 변환을 표시하고 있습니다。플러스 경사의 선은 、긍정의 관계、및 효과를 표시하고、마이너스 경향의 선은、마이너스 관계를 표시합니다(예、투자는 마이너스로서 슬로프되고、투자의 레벨이 높을수록、NPV 는 낮게 됩니다)。슬로프의 절대값은 효과의 크기(스텝 라인은 NPV 상에서의 선례의 x-축의 변환에 부여된 y-축에서 가장 높은 영향을 표시하고 있습니다)를 표시하고 있습니다。

ⓘ 토네이도는、이 그래프를 다른 방법으로 표시하고、무엇보다 높은 영향을 주는 것이 최초에 표시되고 있습니다。x-축은、NPV 의 값과 기본적이 케이스의 조건의 차트의 중심입니다。차트의 녹색은、플러스의 효과를 표시하고 있는 것에 대하여、붉은 부분은、마이너스의 효과를 표시하고 있습니다。따라서、투자를 위하여 우측의 붉은 색은 높은 NPV 상에서의 마이너스 투자를 표시하고 있습니다。즉、투자 자본의 NPV 는、마이너스 관계에서 상관되는 것을 의미합니다。역으로、가격과 상품 A 에서 C (차트의 좌측에 이것의 녹색 부분이 있습니다) 의 양에서는 대립적인 결과가 보여집니다。

토네이도와 스파이더 차트

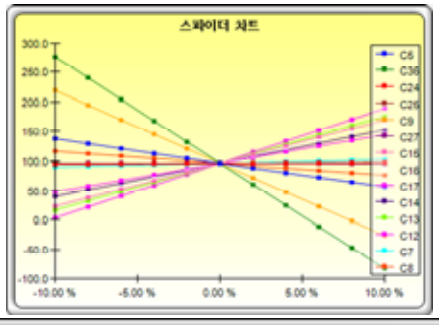
통계의 개략

중에서도 토네이도 차트는 유효한 시뮬레이션 툴로서、、모델의 결과상에서의 각 변수의 통계적인 임팩트를 획득하여 줍니다。즉、툴은 결과가 된 혼란을 최대에서 최소로 랭크를 매기고、모델의 예측 또는 최종적인 결과의 변동을 얻어서、사용자지정의 사전 조정량 모델의 각 선례의 변수를 혼란 등을 자동적으로 행합니다。선례는 모델의 결과에 영향을 주는 모든 기입과 중간 변수를 표시하고 있습니다。예를 들어、모델을 A=B+C로 한 경우、C=D+E로、D와E가A의 선례가 됩니다（C는 선례가 아니라 계산이 된 중간치이기도 함）。혼란된 값의 범위와 수치는 사용자의 지정으로서、예기 된 수치폼의 의 극치보다 작은 혼란으로써 테스트를 설정하는 것이 가능합니다。확실한 환경에서는、극치는 크고、작고、또는 불균등한 임팩트가 아니면 안됩니다（예、비선형은 증가、또는 감소한 경제의 스케일、및 규모의 그룹이 변수의 대소가치를 위하여 일어나는 곳에서 생길 수 있습니다）그리고、폭넓은 범위만이 그 비선형의 임팩트를 얻는 것이 가능합니다。

토네이도 차트는 모델을 선도하기 위하여、결과에 무엇보다 영향을 주는 입력 변수를 시작하여 모든 입력을 표시합니다。차트의 획득은、동시에 어떤 일관 된 범위 중에서（예、기준 케이스에서±10%）、각 선례의 입력을 혼란시켜、기준 케이스로 이러한 결과를 비교하는 것을 표시하고 있습니다。스파이더 차트는 하나의 동체에서 몇 개의 다리가 나오는 것과 같이 스파이더（거미）를 연상시키고 있습니다。긍정적인 경사선은 긍정적인 관계를 표시하고、한편、부정적인 경사선은 부정적인 관계를 표시하고 있습니다。그 이상으로、스파이더 차트는 선형、또는 비선형의 관계를 표시하기 위하여 사용할 수 있습니다。토네이도 차트는、시뮬레이션하는 결과 셀、및 입력 셀의 중대한 성공의 요인의 색인을 간단히 하여 줍니다。찾아 낸 중대하고 불확실한 변수 중에서 시뮬레이션해야하는 변수를 찾을 수 있습니다。결과에 대하여 작은 임팩트를 부여하는 변수 및 、불확실에 가까운 변수를 시뮬레이션 하는 것으로 시간을 낭비하지 마십시요。

결과

	기준 가치: 96.6261638553219			입력 변환		
선례의 셀	하측의 출력	상측의 출력	유력한 범위	하측의 입력	상측의 입력	베이스 케이스의 값
C36: 투자	276.6261639	-83.3738361	360.00	$1,620.00	$1,980.00	$1,800.00
C9: 실제 세율	219.7269269	-26.4745992	246.20	36.00%	44.00%	40.00%
C12: 제품**A** 평균값	3.425542398	189.8267853	186.40	$9.00	$11.00	$10.00
C13: 제품**B**평균값	16.70663096	176.5456968	159.84	$11.03	$13.48	$12.25
C15: 제품**A** 수량	23.1774976	170.0748301	146.90	45.00	55.00	50.00
C16: 제품**B** 수량	30.5329996	162.7193281	132.19	31.50	38.50	35.00
C14: 제품**C**평균값	40.14658725	153.1057405	112.96	$13.64	$16.67	$15.15
C17: 제품**C** 수량	48.04736933	145.2049584	97.16	18.00	22.00	20.00
C5: 조정된 시장리스크 할인율	138.2391267	57.029841	81.21	13.50%	16.50%	15.00%
C8: 금액악화율	116.803809	76.64095245	40.16	4.50%	5.50%	5.00%
C7: 연간 매출증가율	90.58835433	102.6854117	12.10	1.80%	2.20%	2.00%
C24: 감가상각비	95.08417251	98.1681552	3.08	$9.00	$11.00	$10.00
C25: 상각	96.16356645	97.08876126	0.93	$2.70	$3.30	$3.00
C27: 이자지급	97.08876126	96.16356645	0.93	$1.80	$2.20	$2.00



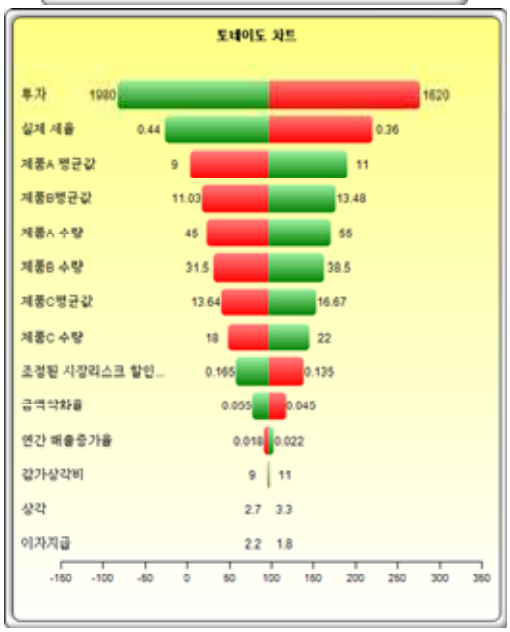


Figure 5.3 – 토네이도 분석의 레포트

메모:

토네이도 분석은 정적인 감도 분석으로 모델의 각 입력 변수상에 적용되는 것을 잊지 마십시요。이것은、각 변수가 개별적으로 교란되어、결과로서 나타난 효과는 표에 표시되어 있습니다。이것은、토네이도 분석이 시뮬레이션을 실행하기 전, 키의 요소가 됩니다。리스크 분석의 최초의 스텝으로서、모델의 어딘가에 무엇보다 중요한 영향을 얻어 검출될 수 있는가를 보여주는 것입니다。다음의 스텝은、이것의 중요한 영향에서 어느 것이 불확실한가를 보여주는 것입니다。이 불확실한 영향은、프로젝트의 크리티칼한 성공의 드라이버로써、모델의 결과는 이것의 크리티컬한 성공은 드라이버에 의존하고 있습니다。이것의 변수는、시뮬레이션해야 하는 변수로 정해져

있습니다. 결과는 작은 영향을 주고, 불확실하다고 정해진 변수의 시뮬레이션에 시간을 뺐기지 마십시요. 토네이도 차트는, 이것의 크리티컬한 성공 드라이버를 빨리 그리고 간단히 보여주도록 도와 줍니다. 이 예증을 따라가면, 만약, 요구된 투자와 유효 세율의 양방이 사전에 알려져 있어서, 무변화라고 가정 하면, 가격과 양은 시뮬레이션되지 않으면 않됩니다.

	기준 가치: 96.6261638553219			입력 변환		
선례의 셀	하측의 출력	상측의 출력	유력한 범위	하측의 입력	상측의 입력	베이스 케이스의 값
C36: 투자	276.6261639	-83.3738361	360.00	$1,620.00	$1,980.00	$1,800.00
C9: 실제 세율	219.7269269	-26.4745992	246.20	36.00%	44.00%	40.00%
C12: 제품A 평균값	3.425542398	189.8267853	186.40	$9.00	$11.00	$10.00
C13: 제품B평균값	16.70663096	176.5456968	159.84	$11.03	$13.48	$12.25
C15: 제품A 수량	23.1774976	170.0748301	146.90	45.00	55.00	50.00
C16: 제품B 수량	30.5329996	162.7193281	132.19	31.50	38.50	35.00
C14: 제품C평균값	40.14658725	153.1057405	112.96	$13.64	$16.67	$15.15
C17: 제품C 수량	48.04736933	145.2049584	97.16	18.00	22.00	20.00
C5: 조정된 시장리스크 할인율	138.2391267	57.029841	81.21	13.50%	16.50%	15.00%
C8: 금액약화율	116.803809	76.64095245	40.16	4.50%	5.50%	5.00%
C7: 연간 매출증가율	90.58835433	102.6854117	12.10	1.80%	2.20%	2.00%
C24: 감가상각비	95.08417251	98.1681552	3.08	$9.00	$11.00	$10.00
C25: 상각	96.16356645	97.08876126	0.93	$2.70	$3.30	$3.00
C27: 이자지급	97.08876126	96.16356645	0.93	$1.80	$2.20	$2.00

Figure 5.4 – 감도표

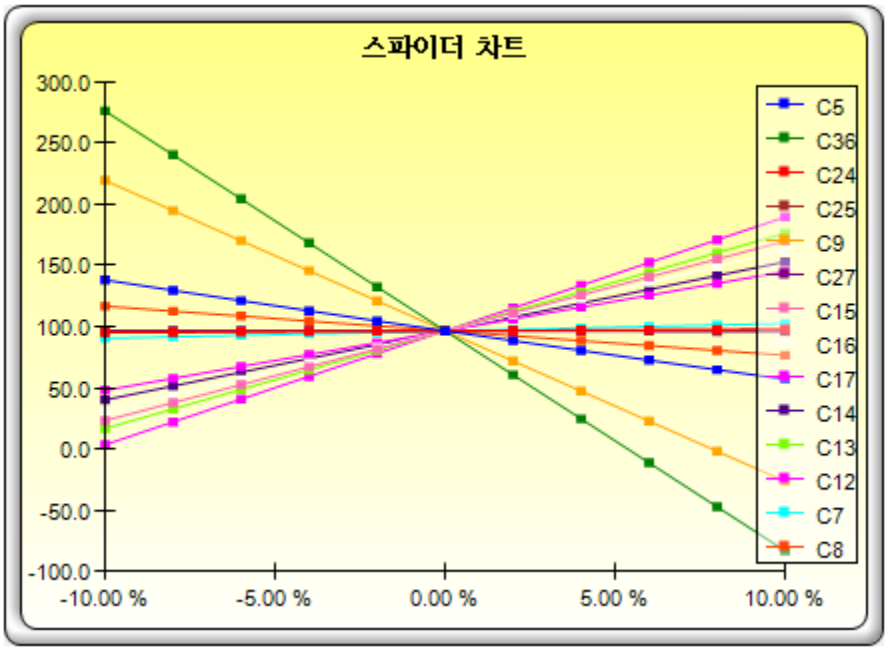


Figure 5.5 – 스파이더 차트

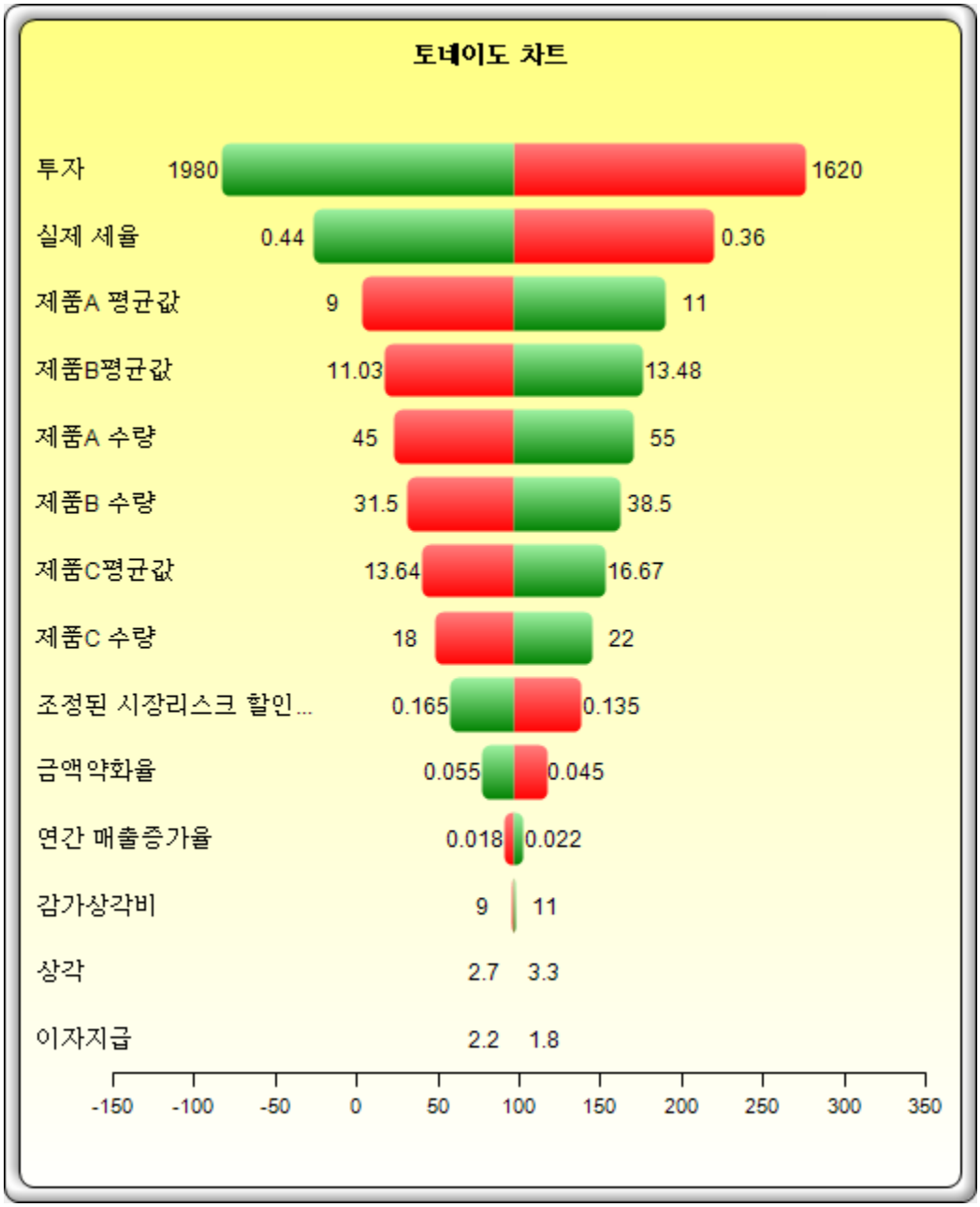


Figure 5.6 – 토네이드 차트

토네이도 차트는 독해하는 것이 간단하고, 스파이더 차트에서는、모델에 비선형이 있는가 어떤가가 중요하게 됩니다。예를 들어、Figure 5.7 는、비선형이 꽤 명백 (그래프에서 선은 직선이 아닌 곡선입니다) 한 스파이더 차트를 표시합니다。사용된 모델은、*토네이도와 감도 차트 (비선형)* 으로、Black-Scholes 옵션의 가격 모델을 예증 모델로서 사용하고 있습니다。비선형은、토네이도에서 확인되어、모델에 있어서 중요한 정보가 되나、모델의 활동 중에서 중요한 판단 메카를 부여합니다。

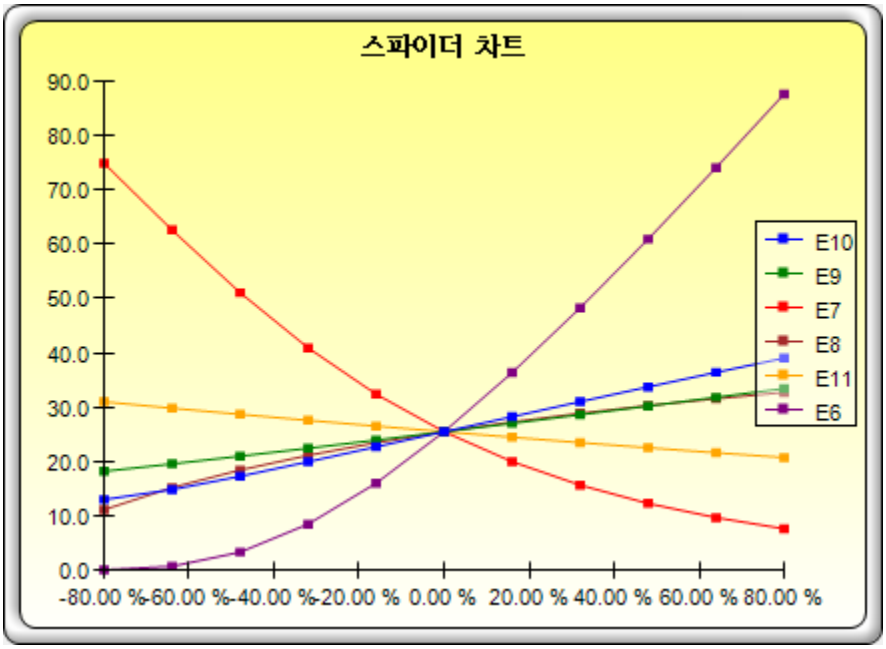


Figure 5.7 – 비선형적 스파이더 차트

감도 분석

이론:

관련하는 방법은 감도 분석입니다。토네이도 분석(토네이도 차트와 스파이더 차트)가 시뮬레이션의 실행 전에 정적인 교란을 적용하는가 한편、감도 분석은、시뮬레이션의 실행 후에 작성된 다이나믹 한 교란을 적용합니다。토네이도와 스파이더 차트는、정적 교란의 결과로서、각 선례、또는 가정변수는 초기의 양을 한번 교란 시켜、변동의 결과는 표에 표시됩니다。한편、감도 차트는 다이나믹한 교란의 결과로서、복수의 가정은 동시에 교란되고、모델과 변수의 사이에 상관으로 이것의 반복은、결과의 변동에서 취득 될 수 있는 것을 의미하고 있습니다。따라서 토네이도는、시뮬레이션에 있어서 어느 변수가 가장 적절한 결과로 이끌어 주는가를 보여 주고 있습니다。감도 차트는 결과에의 영향을 보여주는 한편、상호하고 있는 복수의 변수는、모델에 동시에 시뮬레이션됩니다。이 효과는 명확히 Figure 5.8 에 표시되고 있습니다。크리티컬한 성공의 드라이버의 순위표는、전에 기술된 토네이도 차트의 예증에 유이한 것에 주목하여 주십시요。단、가정간의 상이에 상관이 추가되는 경우、Figure 5.9 와 같이、매우 다른 결과를 표시하고 있습니다。예증에 주목하여 주십시요。NPV 상에서 가격의 감소는 작은 영향을 불러 들입니다만、입력 가정의 어느 것인가가 상관하는 경우에、이것의 상관되는 변수 사이에 존재하는 반복은、가격의 감소가 더욱 큰 영향을 불러 일으키도록 하여 줍니다。

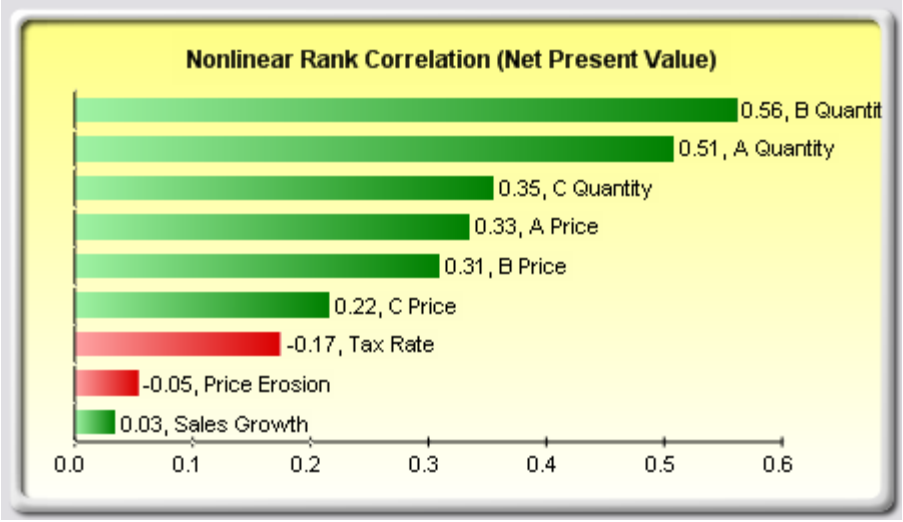


Figure 5.8 – 상관없는 감도 차트

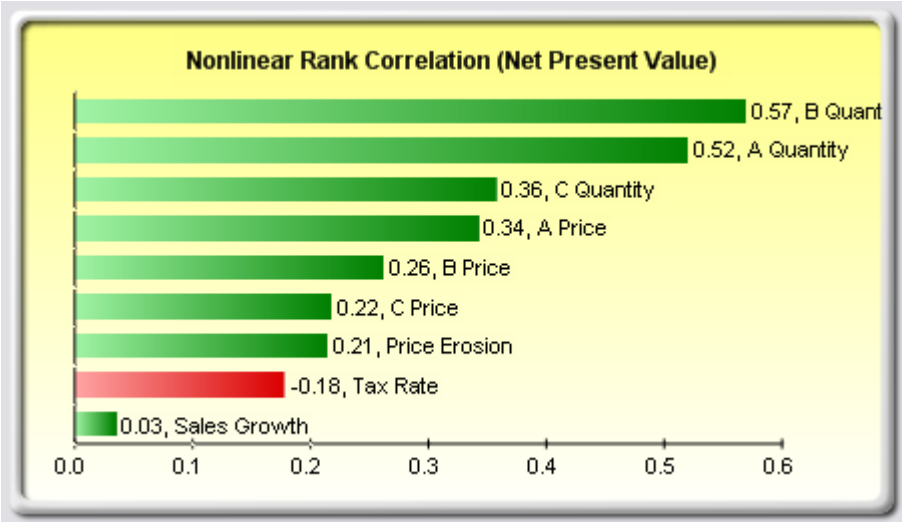


Figure 5.9 –상관과 감도 차트

순서:

- 모델을 작성하거나 열어 주십시요。가정과 예측을 정하여、시뮬레이션을 실행하여 주십시요 (여기에서의 예증은、토네이도와 감도 차트 (선형) 파일을 사용하고 있습니다)。
- *리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) | 툴 (Tools) | 감도 분석 (Sensitivity Analysis)* 을 선택하여 주십시요。
- 분석을 위하여 예측을 선택하고、OK (Figure 5.10)를 클릭하여 주십시요。

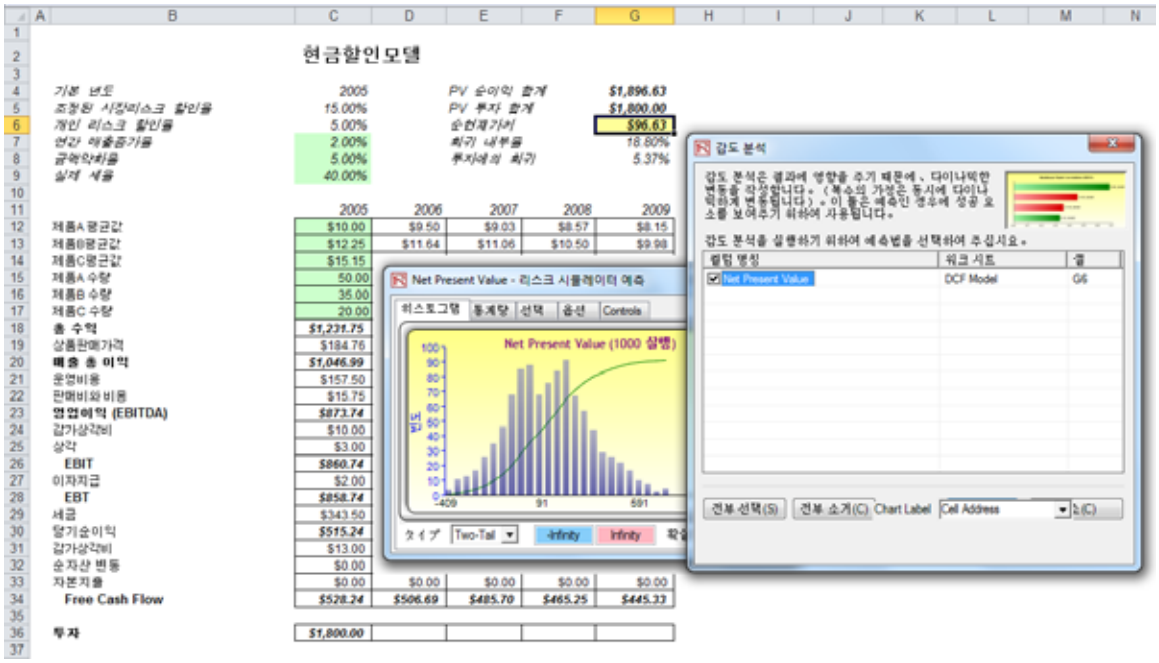


Figure 5.10 – 감도 분석의 실행

결과의 해석:

감도 분석의 결과는 레포트와 두 개의 키 차트를 구성합니다. 최초는, 가정 예측의 상관은 페어를 높은 것으로부터 낮은 것에의, 비선형 순위표 상관 차트 (Figure 5.11)를 구성합니다. 이 상관은 비선형 또한 논파라매트릭으로, 어느 분포 요건에서도 자유롭습니다(예, 와이블 분포와 가정은 베타 분포에서 비교할 수 있습니다). 이 차트에서의 결과는 전에 기술되는 토네이도 분석에 명백하게 유이합니다만 (물론, 알려져 있는 값이라면 초기에 정해져 있어서, 시뮬레이션되지 않은 투자 자본을 제거) , 예외가 하나 있습니다. 감도 차트(Figure 5.11)에서는, 세율은 토네이도 차트(Figure 5.6)에 비하여, 무엇보다도 낮은 위치에 이행됩니다. 이것은, 세율이 유의한 영향을 불러 일으키지만, 일단, 모델에서의 다른 변수가 상호작용한 후, 세율의 영향을 감소시키는 것부터 입니다 (이것은, 세율은, 이력적 세율의 경향에는 별로 변동이 없는 것처럼, 분포가 작고, 혹은, 세율은, 세금전의 수입의 백분위수의 값이 스트레이트로, 다른 선례의 변수 쪽이 커다란 효과를 가지고 있기 때문입니다). 이 예증은 시뮬레이션 실행후의 감도 분석의 적용은, 모델내에서 어떠한 상호 관계가 있는지, 그리고 특정의 변수의 영향이 유지 되는지를 확인하는 것으로 중요하다는 것을 증명합니다. 두 번째의 차트 (Figure 5.12)는, 설명된 백분위 수의 변동을 표시하고 있습니다. 즉, 예측의 변동 내에서, 어느 정도의 변동이, 변수 사이의 모든 상호 작용을 고려한 각 가정에 의하여 설명된는가를 표시하고 있습니다. 설명된 변동의 덧셈은 항상 100% (때에 따라, 모델에 영향을 주는 다른 요소가 있습니다. 직접 여기에서는, 채취할 수 없습니다)에 가까운 것에 주목하여 주십시요. 그리고 상관이 존재하는가

어떤가、그리고 이것의 덧셈은、때에 따라서 100% (축척은 반복 효과의 실행을 위함)를 넘습니다。

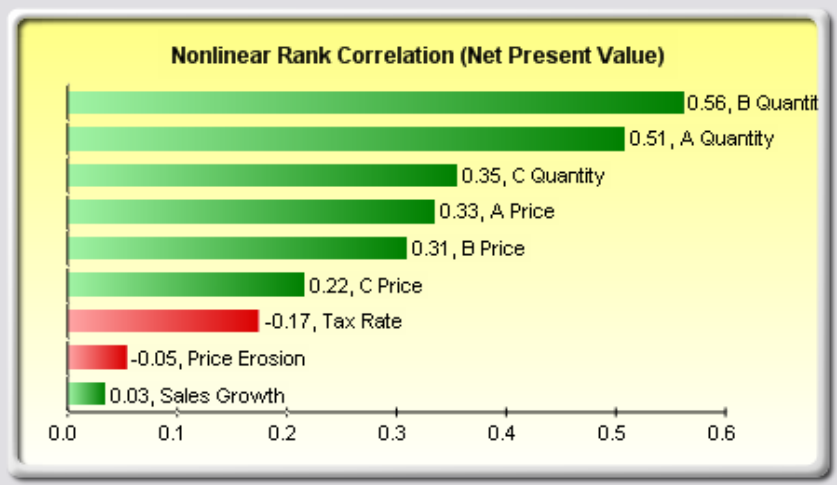


Figure 5.11 – 상호 순위 차트

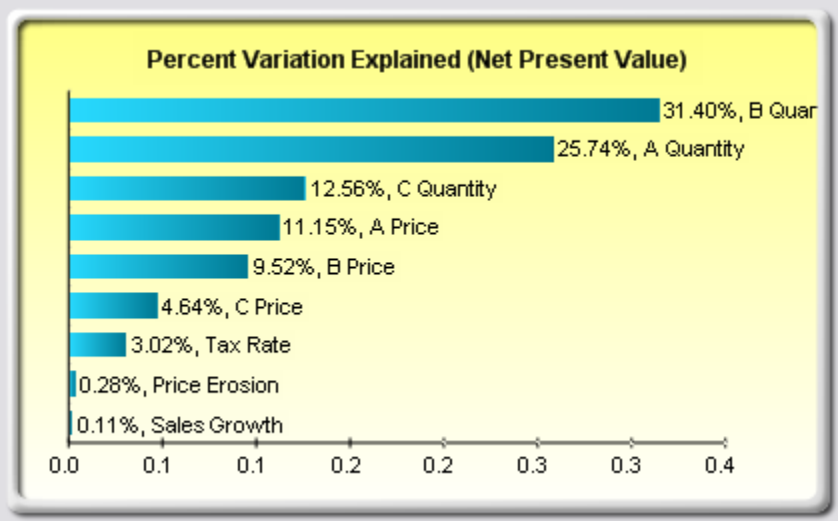


Figure 5.12 – 분산 차트에의 공헌

메모:

토네이도 분석은、시뮬레이션의 실행전에 수행되어、감도 차트는 시뮬레이션의 실행후에 수행됩니다。토네이도 분석에서의 스파이더차트는 비선형을 고려하는 것이 가능、감도 차트의 랭크 상관이 비선형과 분포적으로 자유로운 조건이 고려됩니다。

분포적 적합: 단일 변수와 복수의 변수

이론:

다른 강력한 시뮬레이션 툴은 분포적 적합입니다。즉、어떠한 분포가、모델의 특정의 입력 변수의 분포의 적용에 해당하겠습니까? 어느 것이 중요한 분포 파라미터입니까?

이력 데이터가 존재하지 않는 경우、분석가는 의문이 되는 변수의 가정을 작성하지 않으면 않됩니다。하나의 방법으로서、전문가의 그룹이 각 변수의 행동의 추정이 맡겨진 Delphi 방법을 사용하는 것입니다。예를 들어、기계 공학자의 그룹이 검토、및 엄격한 실험을 통하여 스프링 코일의 직경의 극단적 확률의 평가를 하는 것등。이것의 값은 변수의 입력 파라미터 (예、정규 분포와 0.5 과 1.2 의 사이의 극단값) 으로서 사용할 수 있습니다。검증이 가능하지 않으면 (예、마켓 쉐어와 수입의 성장률) 、가능성이 있는 결과 추정의 관리에 의하여 작성할 수 있고、최적의 케이스、무엇보다 대략의 케이스、그리고 나쁜 케이스의 시나리오를 부여합니다。

단、신뢰 할 수 있는 이력 데이터가 존재하는 때에는、분포적 적합을 행하는 것이 가능합니다。이력 패턴과 이력 경향 자신의 반복은、최적의 적합 분포와、시뮬레이션 되는 변수의 최적의 정의의 중요 파라미터의 검출에 사용됩니다。Figures 5.13 에서 5.15 는、분포 적합의 예증을 표시하고 있습니다。이 일러스트는、예증 파일의 *데이터의 적합* 파일을 사용하고 있습니다。

순서:

- 분포 시트를 열어、적합한 데이터를 불러 들여 주십시요。
- 적합한 데이터를 선택하여 주십시요 (데이터는 하나의 종례의 복수 셀에 기입하지 않으면 않됩니다。)
- *리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) |툴 (Tools) |분포 적합(단일 변수) (Distributional Fitting (Single-Variable))* 를 선택하여 주십시요。
- 적합한、어떤 특정의 분포를 선택하거나、모든 분포가 선택되어 있는 디폴트를 유지하고、OK (Figure 5.13)를 클릭하여 주십시요。
- 적합의 결과를 확인하고、희망하는 중요한 분포를 선택하여、OK (Figure 5.14)를 클릭하여 주십시요。

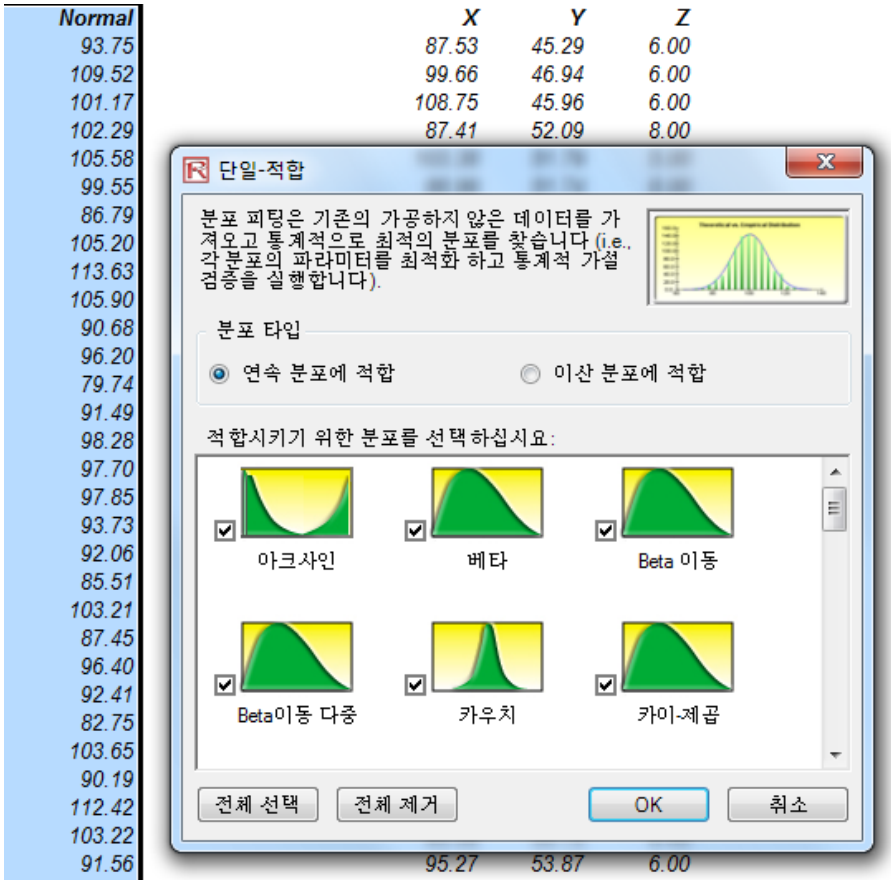


Figure 5.13 – 단일 변수의 분포 적합

결과의 해석:

무귀 가설은、적합 대상의 분포가、적합 대상의 샘플 데이터에서 끌어오는 모집합과 같은 분포를 가지고 있는가 어떤가를 검정할 수 있습니다。따라서、계산된 p-값이 크리티컬한 알파 레벨(일반적으로 0.10 이나 0.05)보다 적은 경우는、분포는 틀린 것을 표시하고 있습니다。한편、p-값이 높으면 무엇보다 좋은 분석은 데이터에 적합합니다。대부분、p-값을 설명하는 백분위로서 생각할 수 있는 것이 가능、p-값이 0.9727 (Figure 5.14) 인 경우、99.28 의 평균값과 10.17 의 표준 편차를 가진 정규 분포가、데이터의 변동의 97.27%를 설명하고 있어、특별히 좋은 적합을 표시하고 있습니다。어느 쪽의 결과(Figure 5.14)도、레포트 (Figure 5.15)도 검정 통계、p-값、이론적 통계 (선택된 분포에 기초하여)、경험적인 통계 미가동 데이터에 기초하여)、초기 데이터(사용되는 데이터의 기록의 유지)와 완성된 가정과 중요한 분포의 파라미터(예、자동적인 가정의 생성의 선택과 시뮬레이션 프로필이 이미 존재하는 경우)를 표시하고 있습니다。또한、결과는 선택된 모든 분포와 어느 정도의 데이터에 적절히 적합하는가를 순위표에 표시합니다。

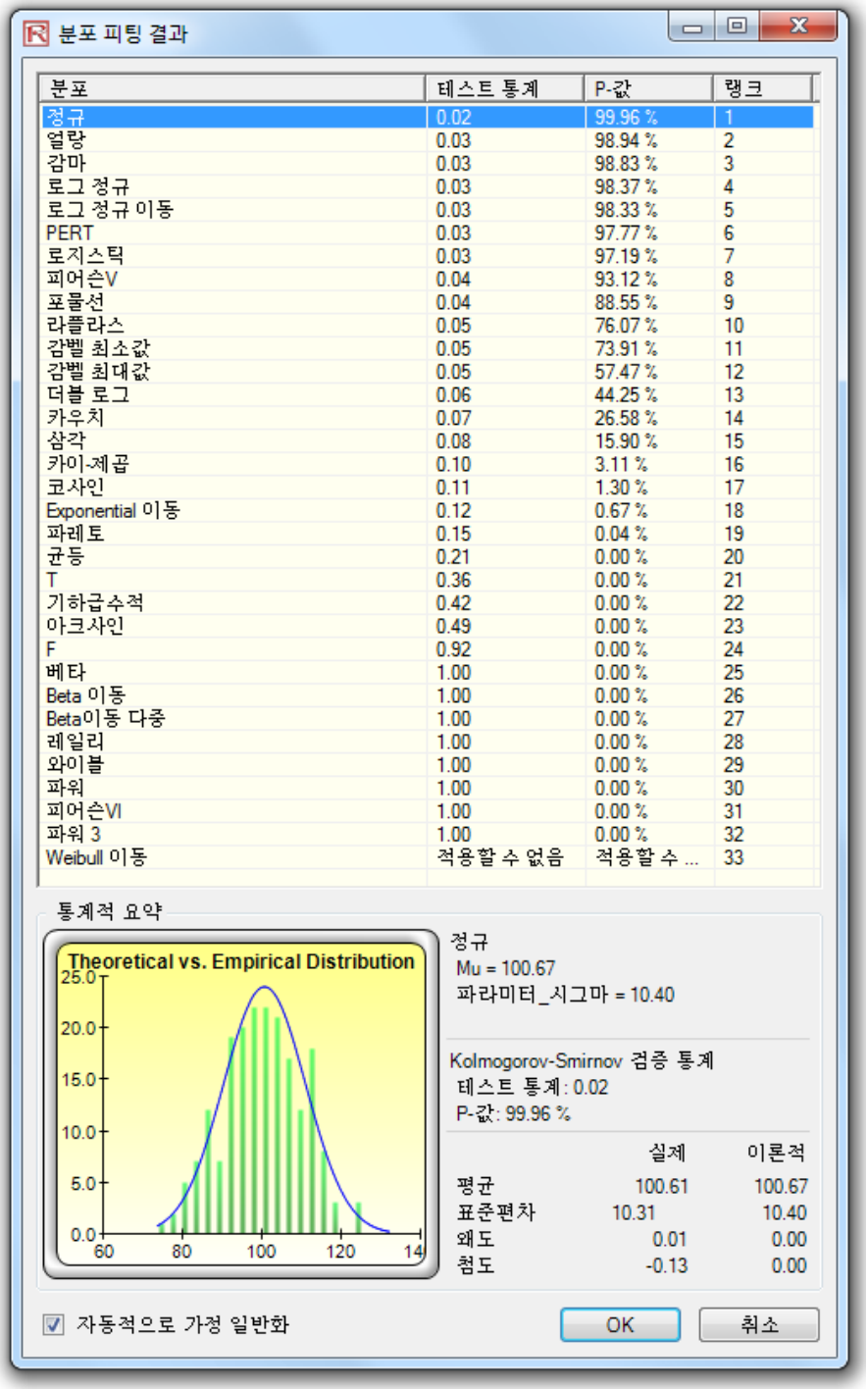


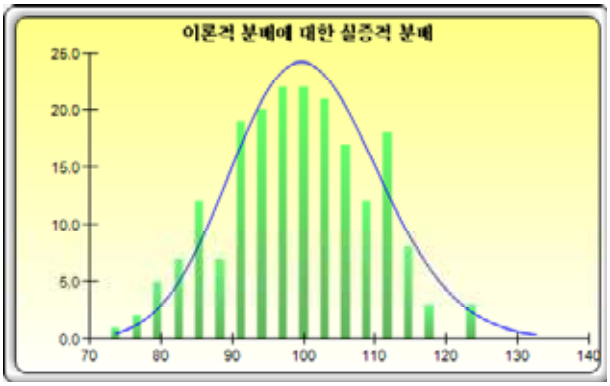
Figure 5.14: 분포 적합의 결과

단일 변수의 적합 분포

통계 개략

적합한 가정	100.61
적합한 분포	
Alpha	95.13
Beta	1.06
Kolmogorov-Smirnov 통계	0.03
검정 통계량을 위한 P 값	0.9894

	현재	이론값
평균값	100.61	100.85
표준편차	10.31	10.34
왜도	0.01	0.21
여분의 첨도	-0.13	-2.94



적합한 오리지널 데이터

73.53	78.21	78.52	79.50	79.72	79.74	81.56	82.08	82.68	82.75	83.34	83.64	84.09
84.66	85.00	85.35	85.51	86.04	86.79	86.82	86.91	87.02	87.03	87.45	87.53	87.66
88.05	88.45	88.51	89.95	90.19	90.54	90.68	90.96	91.25	91.49	91.56	91.94	92.06
92.36	92.41	92.45	92.70	92.80	92.84	93.21	93.26	93.48	93.73	93.75	93.77	93.82
94.00	94.15	94.51	94.57	94.64	94.69	94.95	95.57	95.62	95.71	95.78	95.83	95.97
96.20	96.24	96.40	96.43	96.47	96.81	96.88	97.00	97.07	97.21	97.23	97.48	97.70
97.77	97.85	98.15	98.17	98.24	98.28	98.32	98.33	98.35	98.65	99.03	99.27	99.46
99.47	99.55	99.73	99.96	100.08	100.24	100.36	100.42	100.44	100.48	100.49	100.83	101.17
101.28	101.34	101.45	101.46	101.55	101.73	101.74	101.81	102.29	102.55	102.58	102.60	102.70
103.17	103.21	103.22	103.32	103.34	103.45	103.65	103.66	103.72	103.81	103.90	103.99	104.46
104.57	104.76	105.20	105.44	105.50	105.52	105.58	105.66	105.87	105.90	105.90	106.29	106.35
106.59	107.01	107.68	107.70	107.93	108.17	108.20	108.34	108.42	108.43	108.49	108.70	109.15
109.22	109.35	109.52	109.75	110.04	110.16	110.25	110.54	111.05	111.06	111.44	111.76	111.90
111.95	112.07	112.19	112.29	112.32	112.42	112.48	112.85	112.92	113.50	113.59	113.63	113.70
114.13	114.14	114.21	114.91	114.95	115.40	115.58	115.66	116.58	116.98	117.60	118.67	119.24
119.52	124.14	124.16	124.39	132.30								

Figure 5.15: 분포 적합의 레포트

복수의 변수의 적합 과정은、단일 변수가 적합한 때와 같이 꽤 비슷합니다。
어차피、데이터는 열로 편집되지 않으면 않된다고 (예：각 변수는 하느의 열이 된다) 하면、다른 변수는 한번에 모두 적합하게 됩니다。

순서:

- 분산 시트를 열어、적합한 데이터를 불러 들여 주십시요。
- 적합한 데이터를 선택하여 주십시요 (데이터는 복수의 종열과 횡열에 들어가지 않으면 않됩니다。)
- *리스크·시뮬레이터 (Risk Simulator) |툴 (Tools) |분포 적합 (복수의 변수) (Distributional Fitting (Multiple Variables))* 를 선택하여 주십시요。
- 데이터를 재검토하여、관련 있는 분포 타입을 선택하고、OK 를 클릭하여 주십시요。

메모:

분포적 적합 루틴에 이용되고 있는 통계 순위 방법은 제곱 검정과 Kolmogorov-Smirnov 검정을 사용합니다。전자는 이산계 분포를 후자는 연속 분포를 검정하기 위하여 사용됩니다。간결하게 말하면、내부 최적화 루틴과 맞춘 가설 검정은 검정된 각

분포의 파라미터를 보여 주기 위하여 사용됩니다。그리고、결과는 순위표에 기입됩니다。

Boot Strap 시뮬레이션

이론:

Boot Strap 시뮬레이션은 예측 통계의 정도、신뢰성 및 샘플 가공 데이터등을 추정하는 간단한 테크닉법입니다。기본적으로、Boot Strap 은 가설 검정으로 사용됩니다。
고전적인 방법론에서는 샘플 통계의 신뢰성을 기술하기 위하여 수학적 방식을 사용하고있습니다。이 방법은 샘플 통계의 분포가 정규 분포에의 통계의 표준 에러、혹은 신뢰 구간의 계산에 비교적 쉽게 가까이 갈 수 있습니다。어쨌든、통계의 샘플 분포가 정규 분포가 아니고、또는 간단히 찾을 수 없는 경우 이 고전적 방법은 무효이거나、사용이 곤란하게 되어 있습니다。역으로、BootStrap 이 샘플 통계 데이터를 몇번이고 반복하여 샘플로 하고、그러한 샘플을 기초로 여러 가지 통계 분포를 만들어 내어、실천적으로 분석합니다。

순서:

- 시뮬레이션을 실행하여 주십시요。
- *리스크·시뮬레이터 (Risk Simulator) |툴 (Tools) |논 파라메트릭 Boot Strap (Nonparametric Bootstrap)* 을 선택하여 주십시요。
- Boot Strap 의 실행을 위하여 한 개만의 예측을、통계를 선택하고、Boot Strap 시행 수를 기입하고 OK 를 클릭하여 주십시요。(참조 Figure 5.16)

Revenue	$200.00	Revenue	$200.00
Cost	$100.00	Cost	$100.00
Income	$100.00	Income	$100.00

이 모델을 복사하기 위하여, 시뮬레이션 프로필을 생성하여 시작하고 명칭을 만듭니다. (Simulation I New Profile), 그리고, 편당 종자값을 123456 로 세팅합니다. 다음, revenue 셀을 선택하고 평균 200, 표준편차 20 의 정상 분포를 제공합니다. (Revenue 셀을 선택하고 Simulation I Set Assumption 을 클릭한 후, Normal 을 선택 하고 관련 파라미터를 입력합니다). 그리고, 각 코스트 셀을 Normal assumption 으로 정의합니다. 결과적으로, 두 가지 수입 셀에 예측 값을 정의하고, 시뮬레이션을 실행합니다.

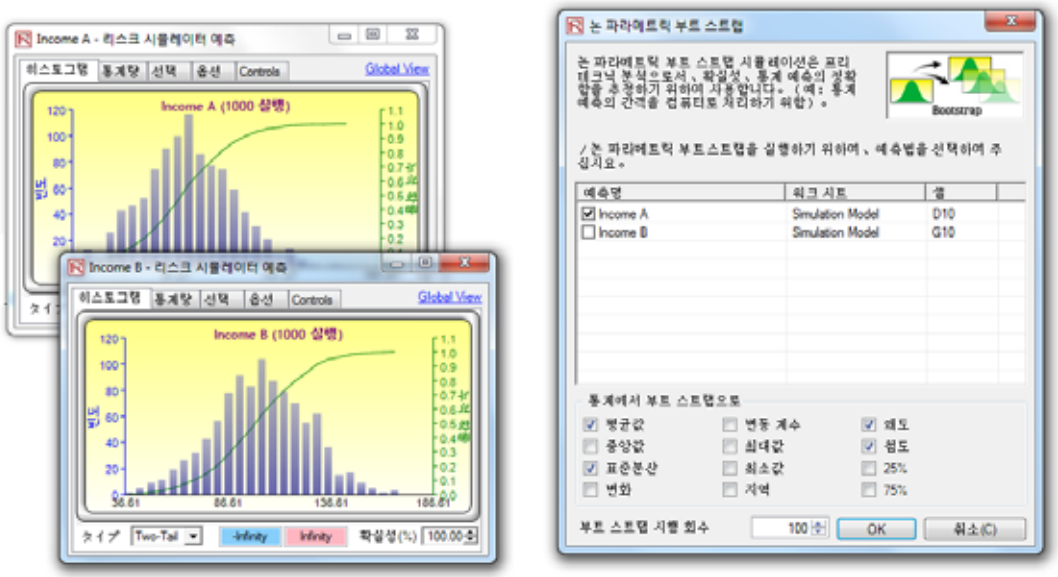


Figure 5.16 – 논파라매트릭 Boot Strap 의 결과

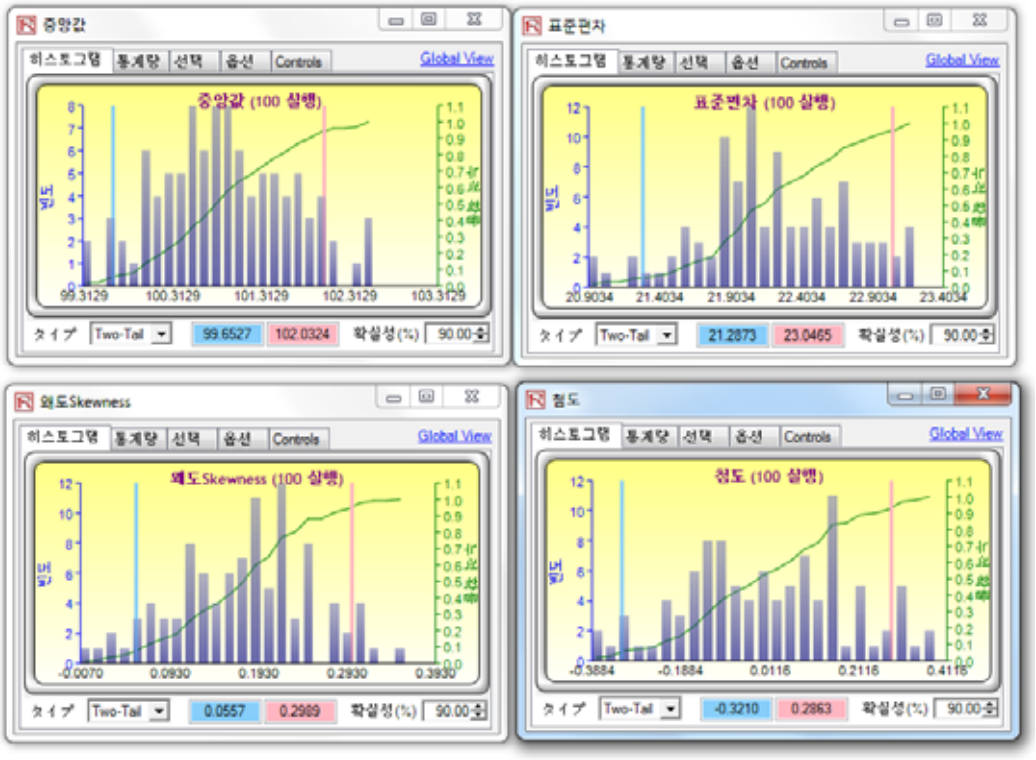


Figure 5.17 –Boot Strap 시뮬레이션의 결과

결과의 해석:

기본적으로、논파라매트릭 Boot Strap 은 시뮬레이션에 기초한 시뮬레이션으로 불리워집니다。시뮬레이션의 실행 후、결과에서 일어나는 통계가 표시되어 있습니다。그러나、각 통계의 정도와 통계적 의미는 때대로 해결되지 않는대로인 경우가 있습니다。예를 들어、시뮬레이션 실행의 왜도의 통계가-0.10 인 경우、정말로 분포는 마이너스의 기울기입니까、또는 최소한의 마이너스 수는 램덤 시행에 기인하는 것입니까？ 즉, 통계가 -0.15, -0.20 의 경우에는 어떻게 됩니까？ 즉、어느 정도 충분히 거리가 있으면、분포에 마이너스의 경사가 있다고 생각됩니까？이 의문은 통계에도 적용할 수 있습니다。하나의 분포는 통계적으로 다른 분포와 같다고 하면 통계적 관계가 계산될 수 있을까、또한 이것은 전혀 상위적입니까？ Figure 5.17 은 BootStrap 의 샘플을 참조하고 있습니다。또한、９０%의 통계의 왜도의 신뢰는-0.0189 에서 0.0952 의 사이에 있어、0 값도 신뢰도안에 들어갑니다。즉、９０%의 신뢰는 통계의 왜도에 통계적으로 제로와 다르지 않은 것을 표시하고 있고、이 분포는 대칭적으로 기울기가 없는 것으로 생각해도 괜찮습니다。역으로 값이 0 을 넘는 경우는、그 반대를 표시하고、분포는 비대칭적으로비뚤어진 것을 표시합니다。（예측 통계가 플러스인 경우 플러스는 없고、예측 통계가 마이너스인 경우 기울기도 마이너스인 경우가 있습니다）。

메모：

BootStrap 의 유래는“자신의 힘으로 자기 자신을 끌어 올린다”라는 의미가 있고、이 방법은、통계학의 정도를 분석하는데 통계자체의 분포를 사용합니다。논파라매트릭 시뮬레이션은 각 골프 볼이 이력 데이터 포인트에 기초하여 있다고 하고、교환으로 큰 상자에서 골프 볼을 단순히 랜덤 방식으로 선택하는 것입니다。예를 들어、상자안에 365 개의 골프 볼이 들어가 （365 의 이력 데이터 포인트를 표시하고 있습니다）있다고 상상해 봅시다、램덤 방식으로 선택 된 각 골프 볼의 값이 화이트 보드에 써져 있다고 합시다。교환되지 않은 선택된 골프 볼의 결과는 보드의 365 수의 열의 일렬에 기입하고、중요한 통계가 이것의 365 열상에（예：평균값、 중간값、표준 편차 등）계산됩니다。그리고、예를 들어 과정이 5,000 회 반복된다고 합시다。그렇게 되면 화이트 보드는 365 열과 5,000 의 종렬에 기입하는 것이 됩니다。따라서、통계의 결과는（이것은 5,000 의 평균값、5,000 의 중간값、5,000 의 표준 편차등이 있는 것을 인식하고）표에 기입되어、각각의 분포는 표시되어 있습니다。중요한 통계는 이후에、표에 표시됩니다。이 결과에 의하여、시뮬레이션의 예측의 신뢰도를 확인할 수 있습니다。즉、10,000 회 시행의 시뮬레이션에서는、결과로서 일어나 예측 평균이 5.00 달러라는 것을 전제로 하면、분석자는 어느 정도 결과에 대하여 정밀도를 가지고 있겠습니까？ Boot Strap 은 계산된 통계값의 분포의 표시도 포함하고 있고、신뢰 구간을 확인시켜 주십시요。최후에、Boot Strap 의 결과는、통계의 대수의 법칙과 중심 극한 정리에 의하면、샘플 평균값은 샘플 사이즈가 늘어나면、불편 추정률로、진짜 모집단 평균값에 거의 가깝고、비슷한 것을 알수가 있습니다。

가설 실험

이론:

가설 검정은 두 개의 분포의 평균값 및 분사의 검정을 행할 때에는、그것이 통계적으로 같은가、다른가를 표시하여 줍니다。전혀 다른 두 개의 예측의 평균값 및 분산의 차이는 램덤 시행이나、실제로 통계적으로 전혀 다른 값에 기초하고 있다는 것을 생각할 수 있습니다。

순서:

- 시뮬레이션 실행
- *리스크·시뮬레이터 (Risk Simulator) |툴 (Tools) |가설 실험 (Hypothesis Testing)* 을 선택
- 동시에 실험을 실행하는 두 개의 예측을 선택、가설 실험의 타입을 선택하고、OK 를 클릭하여 주십시요(Figure 5.18)。

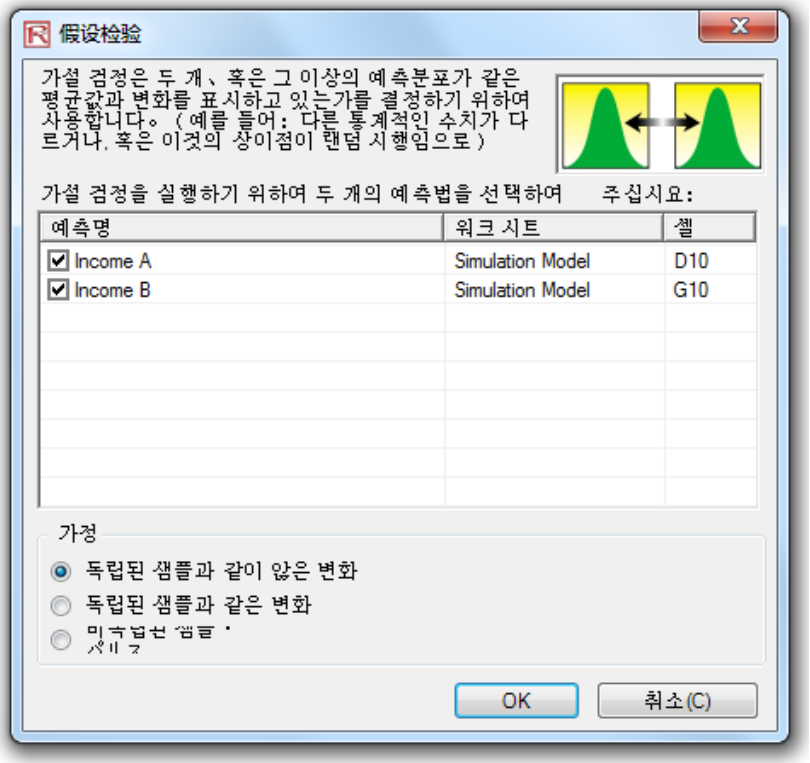


Figure 5.18 – 가설 실험

레포트 해석:

양측 가설의 검정은 귀무 가설상 실행되고 있습니다(H_o)。 이 두 개의 모집단(변수)는 통계적으로 비슷하다도 말하는 것을 의미하고 있고、대립 가설(H_a)은 두 개의 모집단(변수)는 총계적으로 비슷하지 않다는 것을 의미하고

있습니다。만약、계산된 p 값이 0.01, 0.05, 혹은 0.10 과 비슷、또는 적을 경우 (p≦) 는、귀무 가정이 거절되고 있는 것을 의미하고、예측이 통계적으로 1%、5% 、10%와 레벨이 다르다는 것을 알 수 있습니다。한편、만약 귀무 가설이 거절되지 않고 p 값이 높은 경우 (p≧) 는、두개의 예측 분석은 통계적으로 비슷하다는 것을 알 수 있습니다。같은 분석의 실행은 F ‧ 검사의 pairwise 를 사용하고、동시에 두 개의 상위 가설의 예측을 행하는 것이 가능합니다。P 값이 작은 경우、분산 (그리고 표준 편차) 가 통계적으로 달라서、p 값이 큰 경우는 분산이 통계적으로 비슷하다는 것을 판단할 수 있습니다。

2개의 예측의 평균값과 변화의 가설 검정

Statistical Summary

가설 검정은、평균값과 변화의 검정으로、2개의 분포가 통계적으로 상이하거나, 혹은、통계적으로 다른가를 결정하기 위하여 사용 합니다。즉、2개의t의 평균값과 분산을 비교하는 것입니다。즉、2개의 평균과 2개의 분산에 일어나는 차이를 보기 위하여는、Random chance가 실제의 이것은 서로 다른 것에 기초하고 있는가에 대한 것입니다。같지 않은 분산의 2 가변적인 테스트는 (예측1의 모분산은 예측2의 모분산과 다른 예기한 경우) 예측의 분포가 다른 모집단에서 된 경우에는、적절한 (예를 들어、2개의 다른 지리적 위치에서 채취한 데이터、2개의 다른 사업의 작업 등)。같은 분산의2가변적인 테스트는、(예측1의 모분산은 예측2의 모분산과 같은 예기인 경우) 예측의 분포가 같은 보집단에서 생긴 경우 적절이라고 합니다 (예를 들어、같은 지정을 포함한2개의 엔진의 설계에서 채취한 데이터등)。조합된、2개의 독립 가변의 t테스트는 예측의 분표가 같은 모집단에서 생긴 경우에、적절합니다 (예를 들어、고객의 같은 그룹에서 다른 기회에 취득한 데이터 등)。

2열에 늘어선 가설 검정은、2개의 변수의 모집단이 통계적으로 상이하고 있는 귀무 가설 Ho로 실행 할 수 있습니다。또한、대림 가설의 경우는、모집단이 통계적으로 다른 것을 표시합니다。계산되어 있는p값이0.01、0.05、0.10보다 작거나、혹은 같은 경우、가설이 거절된 것을 의미합니다。즉、예측의 평균값은 통계적으로는、1%,5%와10%의 유의 수준에 대하여、꽤 다르다는 것입니다。 귀무 가설이 거절되지 않은 경우는、p값이 높고、2개의 예측 분포의 평균값은、통계적으로 다른것과 비슷합니다。같은 분석은、2개의 예측 변동의 경우에、pairwiseF검정을 사용하고 실행하고 있습니다。p값이 작고、분산 (과、표준 편차) 가 통계적으로 다른 것과 다르다고 하면、p값이 큰 경우는、분산이 통계적으로 다른 것과 비슷한 것을 표시합니다。

Result

가설 검정의 가정	불평등한 변화
t-통계의 계산:	*1.015722*
t-통계를 위한P-값:	*0.309885*
F-통계의 계산:	*1.063476*
F-통계를 위한P-값:	*0.330914*

Figure 5.19 – 가설 검정의 결과

메모:

두 개의 변수 t 검정과 비슷하지 않은 분산 (예측 1 의 모집단 분산은 예측 2 의 모집단 분산과 다르다는 것을 예기하고) 은、예측의 모집단 분산이 다를 때에 최적입니다 (두 개의 다른 현장에서 수집한 데이터는、두 개의 다른 비즈니스 영업 Unit 과 Force 가 필요) 。두 개의 변수의 t 검정과 같은 분산 (예측 1 과 예측 2 의 모집단 분산은 같다고 예기하고) 는、예측 분포는 같은 모집단의 경우에 최적입니다 (두 개의 다른 엔진 디자인 (비슷한 명세를 추가) 에서 수집한 데이터) 。두개로 Pair 화 되어、종속된 t 검정은 예측 분포가 매우 다른 경우에 최적입니다 (같은 현장, 다른 상황에서 같은 그룹의 고객으로부터 수집된 데이터) 。

데이터 취득과 시뮬레이션의 결과 보존

리스크 시뮬레이터의 데이터 취득의 순서를 사용하면 간단히 시뮬레이션의 미가공 데이터의 취득이 가능합니다。가정의 데이터도 예측의 데이터도 취득 가능합니다만、미리 시뮬레이터가 실행되어 있는 것을 확인하여 주십시요。취득된 데이터는 나중에 다양하게 다른 분석에서도 사용할 수 있습니다。

순서:

- 모형을 열거나 작성한 후、가정과 예측을 설정하고、시뮬레이션을 실행하여 주십시요。
- *리스크 · 시뮬레이터 (Risk Simulator) |툴 (Tools) |데이터 취득 (Data Extraction)* 을 선택하여 주십시요い。
- 데이터를 취득하고자 하는 가정、예측、또는 양방을 선택하여、OK 를 클릭하여 주십시요。

취득한 데이터는 여러 가지 포맷으로 보존할 수 있습니다。

- 미가공 데이터에서 새로운 워크 시트레 표시되어, 시뮬레이터된 값 (가정 그리고 예측의 양방) 은、보존、또는 분석할 수 있습니다。
- 플랫 텍스트 파일 (flat text file) 。데이터는 다른 분석 소프트 웨어에 Export 됩니다。
- 리스크 · 시뮬레이터 파일。*리스크 · 시뮬레이터 (Risk Simulator) |툴 (Tools) | 데이터를 열고·인포트 (Data Open/Import)* 를 선택 (가정 혹은 예측) 하면 언제라도 결과를 회복하는 것이 가능합니다。

세번째의 옵션은、시뮬레이터된 데이터 결과를 *.risksim 파일로서 보존하는 것입니다。데이터 결과는 언제라도 회복하는 것이 가능하고、시뮬레이션을 매회 실행시킬 필요가 없습니다。Figure 5.21 의 다이알로그 · 박스에서는 데이터를 취득、익스포트、취득 데이터 결과의 보존의 화면이 표시됩니다。

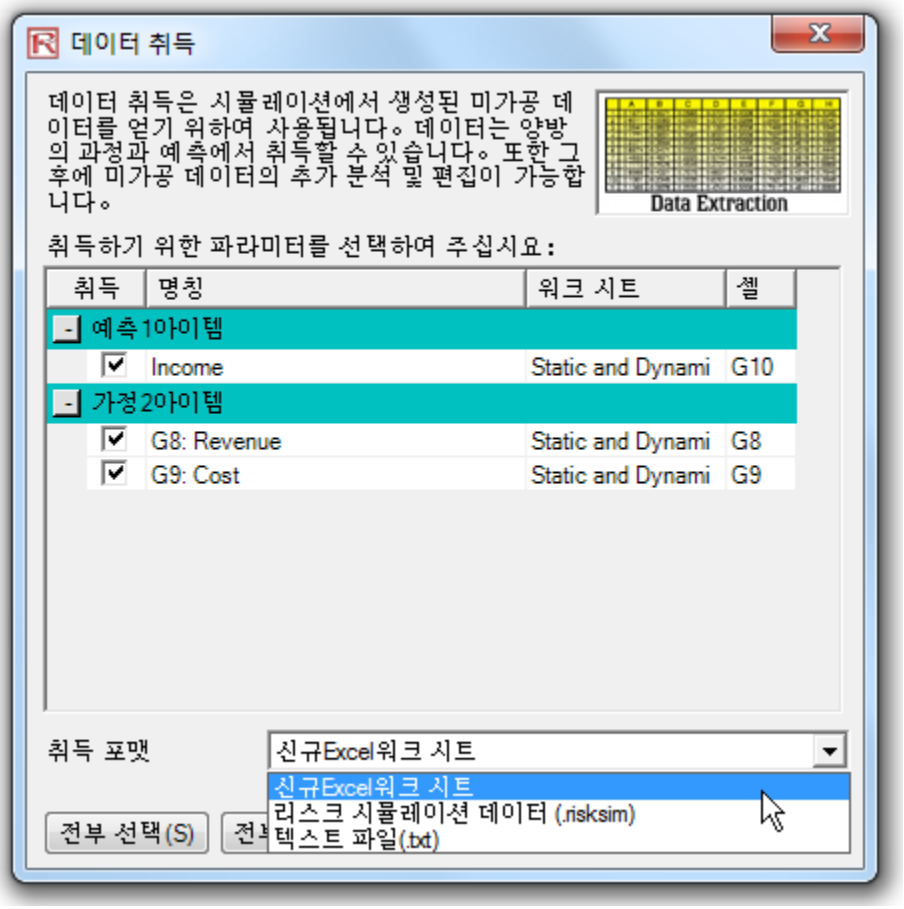


Figure 5.21 – 시뮬레이션 레포트의 샘플

레포트의 작성

시뮬레이션 실행 후, 설정된 가정, 예측, 시뮬레이션의 결과등의 레포트의 작성이 가능합니다.

레포트의 작성의 방법:

- 모형을 열거나 작성한 후, 가정과 예측을 설정하고, 시뮬레이션을 실행하여 주십시요.
- *리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) | 레포트의 작성 (Create Report)* 을 선택하여 주십시요

시뮬레이션 - DCF Model

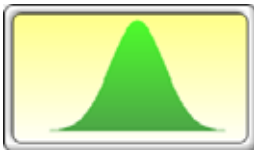
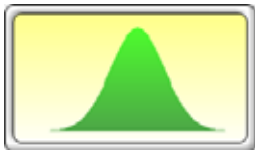
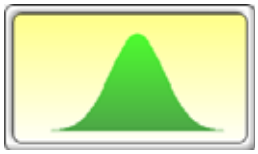
전체

시행 회수	1000
에러가 발생하였을 때, 시뮬	아니요
랜덤 시트	123456
상관을 액티브하게 함	예

명칭	oduct A Avg Price/Unit
유효	예
셀	C12
다이나믹 시뮬레이션	아니요
범위	
최소치	-Infinity
최대치	Infinity
분포	정규
평균치	10
표준편차	1

명칭	Product B Avg Price/Unit
유효	예
셀	C13
다이나믹 시뮬레이션	아니요
범위	
최소치	-Infinity
최대치	Infinity
분포	정규
평균치	12.25
표준편차	1.225

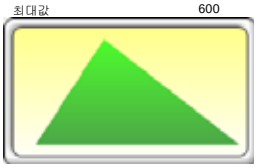
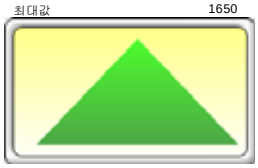
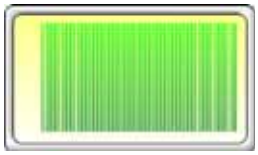
명칭	oduct C Avg Price/Unit
유효	예
셀	C14
다이나믹 시뮬레이션	아니요
범위	
최소치	-Infinity
최대치	Infinity
분포	정규
평균치	15.15
표준편차	1.515

명칭	Investment Outlay
유효	예
셀	C36
다이나믹 시뮬레이션	아니요
범위	
최소치	-Infinity
최대치	Infinity
분포	삼각
최소값	450
평균	500
최대값	600

명칭	Investment Outlay
유효	예
셀	E36
다이나믹 시뮬레이션	아니요
범위	
최소치	-Infinity
최대치	Infinity
분포	삼각
최소값	1350
평균	1500
최대값	1650

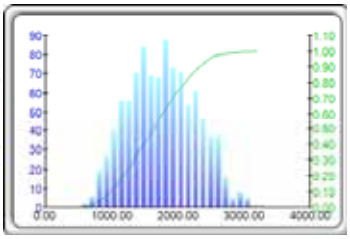
명칭	ᵃ Sale Quantity ('000s)
유효	예
셀	C15
다이나믹 시뮬레이션	아니요
범위	
최소치	-Infinity
최대치	Infinity
분포	이산 균등
최소값	25
최대값	75

예측

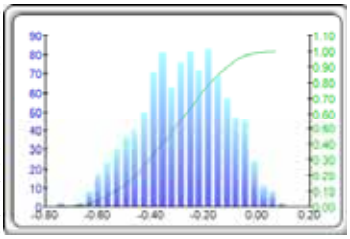
명칭	Net Present Value
유효	예
셀	G6
예측의 확실성	
확실성의 레벨	---
에러의 레벨	---

데이터 포인트의 수	1000
평균치	1641.3939
중간치	1635.3731
표준편차	508.6555
변화	258730.4500
변동계수	0.3099
최대치	3195.3757
최소치	408.4427
범위	2786.9330
왜도	0.1414
첨도	-0.5729
25% 분위수	1261.7637
75% 분위수	2016.8939
95% 의 에러의 확실성	0.0192



명칭	ntermediate X Variable
유효	예
셀	C48
예측의 확실성	
확실성의 레벨	---
에러의 레벨	---

데이터 포인트의 수	1000
평균치	-0.3199
중간치	-0.3126
표준편차	0.1576
변화	0.0248
변동계수	-0.4927
최대치	0.0686
최소치	-0.7977
범위	0.8663
왜도	-0.1735
첨도	-0.5524
25% 분위수	-0.4311
75% 분위수	-0.2024
95% 의 에러의 확실성	0.0305



상관의 편집

	VAR1	VAR2	VAR3	VAR4	VAR5	VAR6	VAR7	VAR8
VAR1	1.00							
VAR2	0.00	1.00						
VAR3	0.00	0.00	1.00					
VAR4	0.00	0.00	0.00	1.00				
VAR5	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00			
VAR6	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00		
VAR7	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	
VAR8	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Figure 5.21 – 시뮬레이션 레포트의 샘플

회귀와 예측의 진단 툴

리스크 시뮬레이터에서의 고도의 분석 툴은、데이터의 계량 경제학의 성질을 정하기 위하여 사용됩니다。진단은、불균일 분산、이상치、지정된 에러、소수、계절성과 확률의 성질、정상성、에러의 구형과 다중 공선성을 포함하고 있습니다。각 검정은、그것의 모델의 레포트에서 자세히 기술되어 있습니다。

순서:

- 샘플 모델을 열고(**리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) | 샘플 (Examples) | 회귀 진단 (Regression Diagnostics)**) 、시계열의 데이터 워크 시트로 변수 명칭을 포함한 데이터를 선택하여 주십시요(셀 C5:H55)。
- **리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) | 툴 (Tools) |진단 툴 (Diagnostic Tool) 을 선택하여 주십시요。**
- 데이터를 확인하고、하기의 메뉴에서 종속 변수 Y 를 선택하고、종료 후、OK 를 클릭하여 주십시요(Figure 5.22)。

다중 회귀 분석 데이터 세트

독립변수 Y	변수 X1	변수 X2	변수 X3	변수 X4	변수 X5
521	18308	185	4.041	79.6	7.2
367	1148	600	0.55	1	8.5
443	18068	372	3.665	32.3	5.7
365	7729	142	2.351	45.1	7.3
614	100484	432	29.76	190.8	7.5
385	16728				
286	14630				
397	4008				
764	38927				
427	22322				
153	3711				
231	3136				
524	50508				
328	28886				
240	16996				
286	13035				
285	12973				
569	16309				
96	5227				
498	19235				
481	44487				
468	44213				
177	23619				
198	9106				
458	24917				
108	3872				
246	8945	183	1.578	20.5	2.7
291	2373	417	1.202	10.9	5.5
68	7128	233	1.109	123.7	7.2

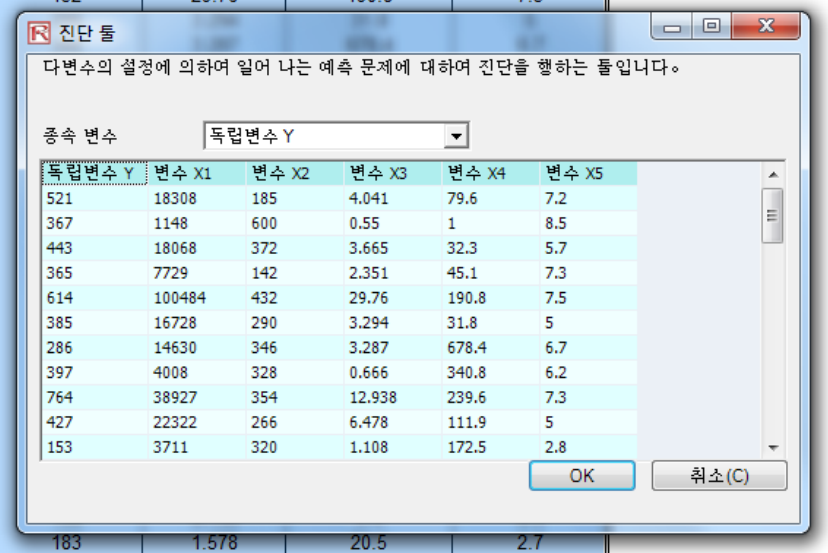


Figure 5.22 – 에디터의 진단 툴의 실행

예측과 회귀 분석의 일반적 위반은 불균일 분산으로、에러의 변동은 시간과 같이 증가하는 것을 표시합니다。(참조、Figure 5.23 진단 툴을 사용한 검정 결과의 표시)。한편、종축의 데이터 분산의 폭은 증가、및 시간과 같이

넘어버려、일반적으로、결정 계수 (R- 평방된 계수) 는 불균일 분산이 존재하는 때에 유의하게 하강합니다。종속 변수의 분산이 일정하지 않을 때、에러의 분산도 일정하지 않습니다。종속 변수의 불균일 분산이 강조하면 이것의 효과는 그렇게 심각하지 않고: 최고 이승 추정은 또 바이어스 되지 않고、기울기와 절편의 추정이、에러가 정규 분포로 되지 않는 경우는、어느쪽도 정규 분포가 되고、또는、에러가 정규 분포가 되지 않는 경우、자가은 정상 점근적 분포 (데이터 포인트의 수가 커지게 되는 것처럼) 가 보여집니다。기울기와 전체적인 변수의 값의 분산 추정은、불확실한 가능성이 있습니다만、종속 변수의 값이 이제부터의 평균값에 대조적이라면、불확실성은 별로 커다란 가능성은 없습니다。

만약 데이터 포인트가 작은(소수)경우는、가정의 위반의 검출이 곤란하게 됩니다。작은 샘플 사이즈에서는、비정규성、및 분산의 불균일 분산과 같이 가정의 위반이 존재한다고 해도 검출이 어려워 집니다。작은 수의 데이터 포인트와 선형 회귀는 과정의 반복 위반에서 방어는 별로 강하지 않습니다。작은 데이터 포인트라면、데이터에 적합한 선이 매치하거나、혹은、어떤 비선형 공식이 무엇보다 적절한가를 정하는 것이 어려워 집니다。하나의 가정이라도 위반되지 않았다고 하면、데이터 포인트의 소수상의 선형 회귀는、기울기와 제로 사이의、예를 들어、기울기가 제로에 동일하지 않다고 하면、차이를 구분할 수 있는 충분한 힘을 가지고 있지 않습니다。이 힘은 남아 있는 에러、독립 변수에서 관측된 분산、검정의 알파 레벨의 선택된 유효성과 데이터 포인트의 수에 의하여 변합니다。힘의 감소는、잔여의 분사의 증가、유의 레벨의 감소 (예、검정이 무엇보다 어려워지는 것과 같음) 와 같이 감소하여、관측된 독립 변수의 증가에서의 분산과 데이터 포인트의 수의 증가와 같이 증가합니다。

값은、이상치의 존재가 있기 위하여、같이 분포하지 않을지도 모릅니다。이상치란 데이터의 비정상 값을 표시합니다。이상치는、적합한 기울기와 절편상에 강력한 영향을 불러 일으키고、데이터 포인터의 크기에 빈약한 적합을 부여합니다。
이상치는、잔여의 분산의 추정을 증가하는 경향을 보여、귀무 가설의 거절의 찬스를 낮게 합니다。예를 들어、예언 에러의 확률을 높게 하는 등。에러의 기록은、수정이 가능하지 않으면 않되고、또한、같은 모집단에서 샘플되지 않은 종속 변수의 값의 기록은 중요합니다。일견、이상치는、같은 모집단이지만 비정상의 모집단에서의 종속 변수의 값에서 유래하는지도 모릅니다。단、포인트로서、분산 플롯에서의 이상치의 필요하지 않은 독립、및 종속 변수의 어느쪽도 희귀한 값이 됩니다。회귀 분석에서는、적합한 라인이 이상치에 대단히 민감하지 않으면 않됩니다。즉、적은 평방의 회귀는 이상치에 대하여 저항이 없고、따라서、어느 것도 적합한 기울기의 추정이 되지 않습니다。다른 포인트에서 종축에 소거된 포인트는、데이터의 잔여의 전체적인 선의 트렌드를 따르는 대신에도、특히 포인트가 데이터의 중심에서 횡선적으로 떨어져 있는 경우、적합한 선을 포인트에 가깝게 통하는 원인이 됩니다。

단、이상치가 소거된 경우、좋은 방법을 선택할 필요가 있습니다。그러나、대부분의 경우에 이상치가 소거되는 경우、회귀의 결과는 향상됩니다만、먼저 경험적인 설명이 존재하지 않으면 않됩니다。예를 들어、어떤 특정의 회사의 주식 리턴의 실행을 돌리면、주식 시장에서의 하강에 의하여 이상치가 포함되어 있지 않으면 않됩니다。이것은、비즈니스 싸이클내에서 어찌할 수 없는 것과 같은 진짜 이상치는 아닙니다。이러한 이상치를 맞추어、회귀 방식을 사용하고 회사의 주식에 기초한 한 사람의 퇴직기금을 예측하는 것은、최대의 부정확한 결과를 불러 옵니다。한편、이상치는、비정상적인 비즈니스 코디네이션 (예、합병 및 획득) 에 의하여 생기고、이 비즈니스의 구성의 변환은、반족되지 않도록 예측되지 않기 때문에、이것의 이상치는 소거하는 것이 가능、최고에 데이터를 청결히 해서 회귀 분석을 실행합니다。여기에서의 분석은、이상치가 검출되지 않고、사용자의 취향에 의하여 이것을 남길 것인가 소거할 것인가를 선택할 수 있습니다。

때대로、종속、그리고 독립 변수의 비선형적인 관계는、비선형적인 관계보다도 적절합니다。어떤 케이스로 하여도、선형적인 회귀를 실행하는 것이 최적은 아닙니다。만약 선형 모델이 바르지 않다면, 기울기와 절편의 추정과 선형적인 회귀에서 적합한 값은 바이어스되어、적합한 기울기와 절편의 추정은 유효하지 않습니다。독립、또는 종속 변수에 한정된 범위를 넘고、비선형 모델은、선형 모델에 가까우나 실제로 비선형 기본) 、정밀가 있는 예고를 위하여는、데이터에 있어서 적절한 모델의 선택이 필요합니다。회귀의 실행 전에、데이터에 비선형의 변환이 먼저 적용되지 않으면 않됩니다。독립 변수 (다른 방법은 、평방근、및 독립 변수를 두번째、또는 세번째의 힘으로 상승합니다) 의 자연 대수를 얻는 것은、회귀、또는 예측을 비선형적으로 변환시킨 데이터를 사용하여 실행하는 것입니다。

분석결과

	이분산성		과소표본		특이점		비선형성	
변수	W-검증 p-value	가설검증 결과	추정 결과	자연하한	자연상한	잠재 특이점 수	비선형 검증 p-value	가설 검증 결과
Y			문제없음	-7.86	671.70	2		
변수 X1	0.2543	동분산성	문제없음	-21377.95	64713.03	3	0.2458	선형
변수 X2	0.3371	동분산성	문제없음	77.47	445.93	2	0.0335	비선형
변수 X3	0.3649	동분산성	문제없음	-5.77	15.69	3	0.0305	비선형
변수 X4	0.3066	동분산성	문제없음	-295.96	628.21	4	0.9298	선형
변수 X5	0.2495	동분산성	문제없음	3.35	9.38	3	0.2727	선형

Figure 5.23 – 이상치의 검정 결과、불균일 분산、소수와 비선형

시계열 데이터를 예측하기 위하여 다른 일반적인 방법은、독립 변수의 값이 정말로 각자 독립하고 있는가、또는 종속하고 있는가 어떤가를 확인하는 것입니다。시계열을 통하여 취득한 종속 변수의 값은 자기 상관되지 않으면 않됩니다。연속적으로 상관된 종속 변수의 값、기울기와 절편의 추정은 언바이어스되지만、이것의 예측의 추정과 분산은 불확실함으로、특정의 통계적인 최선으로 적합한 검정의 평가는 다릅니다。예를 들어、이율、인플레이션의 비율、판매、수입과 시계열 데이터에 관련하는 다른 비율 등、현재의 주기의 값은 선주기의 값에 관련 되어 (분명히 3 월의

인플레이션은 2 월의 레벨과 관련되어、이것 자체가 1 월의 레벨에 관련 되는 등) 、일반적으로 자기 상관됩니다。이 관계를 무시하기 위하여、바이어스를 그리고 정밀도가 적은 예측을 불러오는 것이 됩니다。어떤 이벤트도、자기 상관 회귀 모델、또는 ARIMA 모델은 보다 좋게 적용 (**리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) | 예측(Forecasting) | ARIMA**)되지 않으면 않됩니다。최후에、시리즈의 자기 상관의 관수는 비계절성으로、매끄럽게 하강하는 경향을 가지고 있습니다 (모델에서 비계절성 레포트를 참조하여 주십시요)。

만약、자기 상관 AC(*1*)이 제로와 같지 않은 경우、이것은 시리즈가 먼저 최초에 연속적으로 상관되는 것을 표시하고 있습니다。만약、AC(*k*)가、증가하는 시간차와 기하학적으로 조금 떨어져 있는 경우、시리즈는 저순위의 자기 회귀 과정을 따라 가는 것을 표시합니다。만약、 AC(*k*) 가、적은 수의 시간차의 후에 제로로 하강한 경우、시리즈는 저순위의 이동 평균 과정을 따라 가는 것을 표시합니다。일부의 상관 PAC(*k*) 은、개입한 시간차에서 상관을 소거한 후의 k 주기의 값의 상관을 측정합니다。자기 상관의 패턴은、k 보다 적은 순위의 자기 회귀에 의하여 얻는 것이 가능、시간차 k 에의 일부의 자기 상관은、제로에 가까울 것입니다。Ljung-Box Q-통계와 시간차 k 에 대하여 이것의 p－값은、귀무가설을 가지고、k 순서을 상회하는 자기 상관은 없습니다。자기 상관의 플롯의 점선은、근이적인 두 개의 표준 에러의 범위입니다。만약 자기 상관이 이것의 범위를 가지고 있지 않은 경우、제로에서 유위한 차이가 없고、5%의 유의성 레벨을 표시하고 있습니다。

자기 상관은、종속하고 있는 Y 변수 자신의 과거에의 관계를 측정합니다。분포적인 시간차는 역으로、종속하고 있는 Y 변수와 다른 독립하고 있는 X 변수의 사이의 시간차의 관계입니다。예를 들어、사망률의 분산과 방향은、시간차(일반적으로 1 에서 3 개월)에 대하여 연방 펀드의 비율을 따라가는 경향을 보여 줍니다。때에 따라 시간차는 싸이클과 계절성 (예、아이스 크림의 판매는 여름에 증가하는 경향을 보임으로、과거 12 개월의 최후의 여름의 판매에 관련됩니다) 을 따라 갑니다。분산된 시간차 분석은(Figure 5.24)、여러 가지 시간차에 대하여 어떻게 종속 변수가 각 독립 변수에 관련 되어 있는가、어떻게 시간차가 통계적으로 유의하게 고려되어 있는가를 정하기 위하여、언제 모든 시간차로 정해져 있는가를 표시합니다。

독립변수의 자기상관 및 종속변수의 분포시차

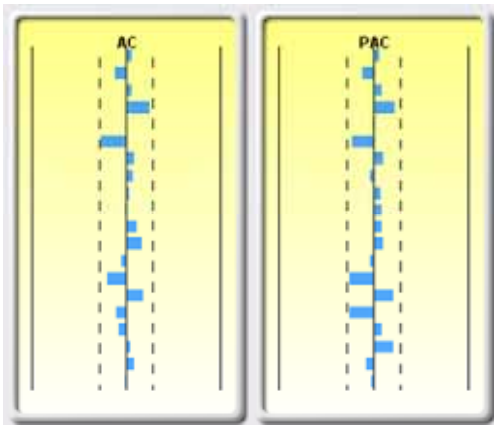
시계열 데이터의 예측을 할 때 일반적인 이슈는 종속변수 값이 각각에게 진정으로 독립적인지 의존되어 있는지 하는 것이다. 시계열에서 채집한 종속변수 값은 자기상관되어 있을 수 있다. 시계열적으로 상관된 종속변수 값으로는 기울기 및 절편의 추정치가 편향될 것이며 예측 및 분산의 추정치가 믿을 수 없게 되므로 통계적 적합도 검증의 타당성이 오류를 범하게 된다. 예를 들어, 이자율, 인플레이션율, 매출, 수익 및 다른 많은 시계열 데이터들은 일반적으로 현재 기간의 값이 이전 기간의 값 등 (명백히 3월의 인플레이션율은 2월의 그것에 연관되어 있고, 2월의 그것은 1월에 연관되어 있고... 등등)에 연관성을 가지게 되는 자기상관이 있다. 그러한 명백한 관계를 무시하면 왜곡된 결과를 가져 오고 덜 정확한 예측을 하게 된다. 그러한 경우에는 자기상관 회귀 모델 혹은 ARIMA 모델이 더 적합하다. (시뮬레이션 | 예측 | ARIMA). 마지막으로, 불규칙한 시계열의 자기상관 기능은 느리게 붕괴하는 경향이 있다. (불규칙 보고서 참조)

만일 자기상관 AC(1)이 영이 아니면, 시계열이 처음의 순으로 순차 상관되어 있다는 것을 의미한다. 만일 AC(k) 지연이 점증하면서 기하학적으로 자연 소멸 한다면, 그것은 그 시계열이 낮은 수준의 자기회귀 과정을 따른다는 것을 의미한다. 만일 AC(k)가 작은 시차 후에 영으로 떨어진다면, 이는 그 시계열이 낮은 수준의 이동 평균 과정을 따른다는 것을 의미한다. 부분적 상관 PAC(k)은 그 사이 시차로부터의 상관을 제거하고 나서 k 기간 떨어진 값들의 상관을 측정한다. 만일 자기상관의 패턴이 k보다 낮은 순서의 자기회귀에 의해 파악될 수 있다면, k 시차에서의 부분 자기상관은 영에 가까울 것이다. k 시차에서의 Ljung-Box Q-통계치 및 그들의 p값은 k 순서까지 자기상관이 없다는 귀무가설을 가진다. 자기상관 그림의 점선은 약 두 표준오차의 범위이다. 만일 자기상관이 이들 범위에 들면 5%의 유의 수준에서 영과 유의하게 다르지 않다.

자기상관은 종속 Y 변수가 자기의 과거와의 관계를 측정한다. 그 반면, 분배시차는 종속 Y 변수와 다른 독립 X 변수들과의 시차 관계이다. 예를 들어, 주택담보 대출이자의 움직임과 방향은 연방 자금 이자율을 따르지만 시차를 두고 따른다 (보통 1에서 3개월). 가끔, 시차는 주기 및 계절성을 따른다 (예를 들자면, 아이스크림 매출은 여름철에 최고에 달하는 경향이 있고, 따라서 과거의 12개월 전 매출과 관련이 있다). 하기 분배시차 분석은 종속 변수가 모든 시차를 동시에 고려했을 때 어떤 시차가 통계적으로 유의하고 고려되어야 하는지를 결정키 위해 다양한 시차에서 각각의 독립변수와 관계되는지를 보여준다.

Autocorrelation

Time Lag	AC	PAC	Lower Bound	Upper Bound	Q-Stat	Prob
1	0.0580	0.0580	-0.2828	0.2828	0.1786	0.6726
2	-0.1213	-0.1251	-0.2828	0.2828	0.9754	0.6140
3	0.0590	0.0756	-0.2828	0.2828	1.1679	0.7607
4	0.2423	0.2232	-0.2828	0.2828	4.4865	0.3442
5	0.0067	-0.0078	-0.2828	0.2828	4.4890	0.4814
6	-0.2654	-0.2345	-0.2828	0.2828	8.6516	0.1941
7	0.0814	0.0939	-0.2828	0.2828	9.0524	0.2489
8	0.0634	-0.0442	-0.2828	0.2828	9.3012	0.3175
9	0.0204	0.0673	-0.2828	0.2828	9.3276	0.4076
10	-0.0190	0.0865	-0.2828	0.2828	9.3512	0.4991
11	0.1035	0.0790	-0.2828	0.2828	10.0648	0.5246
12	0.1658	0.0978	-0.2828	0.2828	11.9466	0.4500
13	-0.0524	-0.0430	-0.2828	0.2828	12.1394	0.5162
14	-0.2050	-0.2523	-0.2828	0.2828	15.1738	0.3664
15	0.1782	0.2089	-0.2828	0.2828	17.5315	0.2881
16	-0.1022	-0.2591	-0.2828	0.2828	18.3296	0.3050
17	-0.0861	0.0808	-0.2828	0.2828	18.9141	0.3335
18	0.0418	0.1987	-0.2828	0.2828	19.0559	0.3884
19	0.0869	-0.0821	-0.2828	0.2828	19.6894	0.4135
20	-0.0091	-0.0269	-0.2828	0.2828	19.6966	0.4770



Distributive Lags

P-Values of Distributive Lag Periods of Each Independent Variable

Variable	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
X1	0.8467	0.2045	0.3336	0.9105	0.9757	0.1020	0.9205	0.1267	0.5431	0.9110	0.7495	0.4016
X2	0.6077	0.9900	0.8422	0.2851	**0.0638**	**0.0032**	0.8007	0.1551	0.4823	0.1126	**0.0519**	0.4383
X3	0.7394	0.2396	0.2741	0.8372	0.9808	**0.0464**	0.8355	**0.0545**	0.6828	0.7354	0.5093	0.3500
X4	**0.0061**	0.6739	0.7932	0.7719	0.6748	0.8627	0.5586	0.9046	0.5726	0.6304	0.4812	0.5707
X5	0.1591	0.2032	0.4123	0.5599	0.6416	0.3447	0.9190	0.9740	0.5185	0.2856	0.1489	0.7794

Figure 5.24 – 자기 상관과 분포적 시간차의 결과

회귀모델을 실행하는 것에 있어서 다른 요구는, 정규성의 가정과 에러의 구형입니다. 정규성의 가정이 위반, 및 이상치가 존재하는 경우, 선형 회귀의 적합의 이점은, 별로 강력하지 않고, 또한 가능한 정보 검정이 아니게 되어 버렸습니다. 그래서, 이것은 선형의 적합, 또는 그렇지 않은 것의 상이의 상위를 의미합니다. 에러가 독립하지 않고, 정규 분포되어 있지 않은 경우, 데이터는 자기상관되지 않으면 않되고, 또는 비선형에서, 다른 무엇보다도 파괴적인 에러에서 영향되지 않은 것을 표시하고 있습니다. 에러의 독립성은 불균일 분산의 검정으로 검출할 수 있습니다(Figure 5.25).

실행된 에러의 정규성 검정은、논파라매트릭 검정에서、샘플이 그려진 모집단의 특정한 형상에 대하여 가정을 작성하지 않고、작은 샘플 데이터의 설정의 분석을 인정합니다。이 테스트는、정규 분포된 모집단에서 그려진 샘플 에러가 어느 것인가 귀무 검정을 평가하는 것에 대하여、대립 가설의 데이터 샘플은 정규 분포되어 있지 않습니다。만약、계산된 D 통계가、여러 가지 유의한 값에 대하여 D-크리티컬의 값과 비슷하나、상회하고 있는 경우、귀무 가설을 방치하고、대립 가설 (에러는 정규 분포되어 있지 않습니다) 를 인정합니다。또한 、D-통계가 D-크리티칼한 값보다 작은 경우는、귀무 가설을 방치(에러는 정규 분포되고 있습니다)하지 않습니다。이 검정은 두 개의 축적된 주파수에 영향을 불러 옵니다:하나는 샘플 데이터 설정에서 얻고、또 하나는、샘플의 평균값과 표준 편차에 기초한 이론적 분포에서 얻을 수 있습니다。

검증결과

회기오차 평균	*0.00*
오차의 표준편차	*141.83*
D 값	*0.1036*
1% 시 D 임계치	*0.1138*
5% 시 D 임계치	*0.1225*
10% 시 D 임계치	*0.1458*
귀무가설: 오차는 정규분포한다.	
결론: 오차는 1% 알파 수준에서 정규분포 한다.	

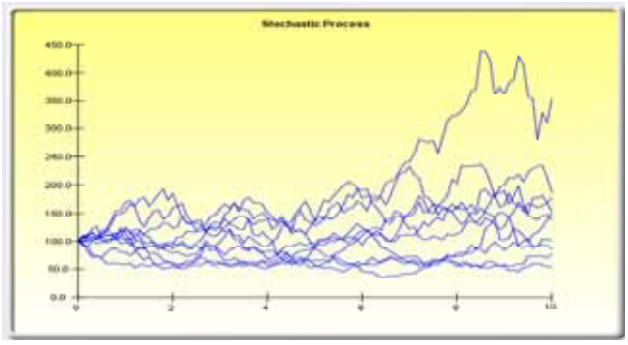
오차	*상대 빈도*	*관찰값*	*기대치*	*O-E*
-219.04	*0.02*	*0.02*	*0.0612*	*-0.0412*
-202.53	*0.02*	*0.04*	*0.0766*	*-0.0366*
-186.04	*0.02*	*0.06*	*0.0948*	*-0.0348*
-174.17	*0.02*	*0.08*	*0.1097*	*-0.0297*
-162.13	*0.02*	*0.10*	*0.1265*	*-0.0265*
-161.62	*0.02*	*0.12*	*0.1272*	*-0.0072*
-160.39	*0.02*	*0.14*	*0.1291*	*0.0109*
-145.40	*0.02*	*0.16*	*0.1526*	*0.0074*
-138.92	*0.02*	*0.18*	*0.1637*	*0.0163*

Figure 5.25 – 에러의 정규성 검정

때때로、어떤 타입의 시계열 데이터는、확률 과정 이외의 방법으로 모델화 할 수 없습니다。이것은、선으로 끌어낸 이벤트의 성질은 확률적이기 때문입니다。예를 들어、모델에 적합하지 않은、주식 가격、이율、석유의 가격과 물가를 심플한 회귀 모델을 사용하여 예측할 수 있다고 합시다。이것은、이러한 변수는 무엇보다도 불확실하고、휘발하고있어、먼저 정해진 동작의 정적인 룰을 따라 가지 않기 위함입니다。즉、과정은 계절성이 아닌 것입니다。 계절성은 검정의 실행의 사용에 의하여 확인되는 한편、다른 시각계구는 자기 상관의 레포트로 검출됩니다 (ACF 는、천천히 하강의 경향을 보여 줍니다)。확률 과정은、이벤트의 연속、및、확률 법률에 의하여 생성되는 경로입니다。이 랜덤 이벤트는、시간이 지나 가면 발생할 수 있으나、특정의 통계적、그리고 확률적 룰로 지배됩니다。주요 확률 결과는、랜덤 워크、혹은 브라운 운동、평균 회귀와 샤프 확산이 포함되어 있습니다。이것의 과정은 랜덤 경향을 따라서、확률 법칙으로 정해진 복수의 변수를 예측하는 것에 사용됩니다。과정을 생성하는 방식은 잘 알려져 있습니다만、현재 생성된 결과는 알려져 있지 않습니다。(Figure 5.26)。

랜덤 워크 브라운 운동의 과정은、주식 가격、물가와 다른 확률적 시계열 데이터가 부여하는 상향 조정、또는 성장률과 상향 조정 경로 주변의 성장률을 예측하는 것에 사용할 수 있습니다。평균 회귀의 과정은、장기값을 목적으로 한 경로를 인정하고、이율 및 인플레션의 비율 (시장 단속 권한에 의한 장기 목적) 과 같은 장기

비율을 가진 시계열의 변수의 예측을 위하여 사용하기 쉽고、장기 목적의 비율의 랜덤 워크 가정의 분산을 감소할 수 있습니다。점프 J 가정은、석유의 가격、또는、전기의 가격 (분리된 외인성의 이벤트의 충돌은 가격을 상승하거나 하강합니다) 과 같은 변수가 랜덤 점프를 때대로 표시할 수 있을 때에 시계열 데이터의 예측에 적용합니다。이것의 가정은 필요에 따라서 혼합하여 적합한 것이 가능합니다。



통계 요약

다음은 관찰치가 주어진 경우 확률과정을 위한 추정된 모수이다. 확률과정 예측을 사용하는 것을 보증할 만큼 적합도 (적합도 계산과 유사)를 가지고 있는지, 만일 그렇다면 임의보행, 장기 평균회귀, Jump-diffusion 모델 혹은 그들을 함께 사용하는 것 중 어느 것을 써야 하는지 결정하는 것은 당신의 몫이다. 바른 확률과정의 선택에 있어서 당신은 과거의 경험과 기본 데이터 세트를 가장 잘 나타낼 수 있을지에 대한 선험적 경제 및 재무적 예상에 의존하게 된다. 이들 모수들은 확률과정에 사용될 수도 있다 (시뮬레이션 I 예측 I 확률과정).

주기적

상승률	*-1.48%*	*회귀율*	*283.89%*	*Jump 율*	*20.41%*
변동성	*88.84%*	*장기 값*	*327.72*	*Jump 규모*	*237.89*

확률적 모델의 적합 확률: 46.48%
적합 확률이 높으면 확률과정이 전통적 모델에 비해 더 낫다는 의미이다.

Runs	*20*	*표준정규*	*-1.7321*
양수	*25*	*P-Value (1-tail)*	*0.0416*
음수	*25*	*P-Value (2-tail)*	*0.0833*
예상 Run	*26*		

낮은 p 값 (0.10, 0.05, 0.01 이하) 은 수열이 임의적이지 않고 따라서 정상성 문제를 겪고 있다는 것을 의미하며, ARIMA 모델이 보다 적합할 수 있다. 반대로, 높은 p 값은 임의성이 높다는 의미로 확률과정이 보다 적합할 수 있다.

Figure 5.26 – 확률 과정 패라미터의 추정

다중 공선성의 존재는、선형적 관계가 독립 변수 사이에 있을 때에 보여집니다。이것이 일어날 때는、회귀 방식은 완전히 추정할 수 없습니다。공선성에 가까운 상황에서는、추정된 회귀의 방식은 바이어스 되어、불확실한 결과를 부여합니다。이 상황은、스텝 넓이의 회귀가 적용되는 때에 특히 발생하고、
통계적으로 유의한 독립 변수는、예상보다 빨리 회귀 믹스에 던져 버리고、회귀 방식의 결과로서、어느 쪽도 효과적으로 확실합니다。중회귀 방식의 다중 공선성의 존재의 하나로써 바른 검정은、R-평방 된 값은 비교적 높고、t-통계는 비교적 낮다는 것입니다。

더 하나의 신속한 검정은、독립 변수 사이의 상관 매트릭스를 작성하는 것입니다。높은 횡단적 상관은、자기 상관의 강함을 표시합니다。눈대중으로는、상관과 0.75 보다 큰 절대치로、엄격한 다중 공선성의 표입니다。다중 공선성을 위하여 다른 검정은、분산

인플레이션 요소 (VIF)의 사용으로, 각 독립 변수를 모든 다른 독립 변수에 회귀하여 얻는 것입니다. R- 평방의 값과 VIF 의 | 계산을 얻는 것이 가능합니다. 2.0 를 넘는 VIF 는, 엄격한 다중 공선성으로서 고려되고 있습니다. 10.0 을 넘는 VIF 는, 파국적인 다중 공선성을 표시하고 있습니다 (Figure 5.27).

상관관계 매트릭스

CORRELATION	X2	X3	X4	X5
X1	0.333	0.959	0.242	0.237
X2	1.000	0.349	0.319	0.120
X3		1.000	0.196	0.227
X4			1.000	0.290
X5				1.000

편차 Inflation 요소

VIF	X2	X3	X4	X5
X1	1.12	12.46	1.06	1.06
X2	N/A	1.14	1.11	1.01
X3		N/A	1.04	1.05
X4			N/A	1.09
X5				N/A

Figure 5.27 – 다중 공선성의 에러

상관 매트릭스는, 변수의 페어 사이의 피어슨 상품 모멘트 상관 일반적으로—피어슨의 R 로서 참조되어 있음)으로서 표시되고 있습니다. 상관 계수는, -1.0 과 +1.0 사이의 범위에 포함되어 있습니다. 부호는, 변수 사이의 관계의 방향을 표시하고, 계수는 관계의 강함과 크기를 표시합니다. 피어슨 R 은, 선형적 관계를 측정하고, 비선형의 관계의 측정에서는 보다 적은 효과를 표시합니다.

어느쪽의 상관이 유의한가를 검정하는데는, 양측 테일의 가설 검정이 실행되고, 결과가 된 p-값은 상기의 리스크에 표시되어 있습니다. 0.10, 0.05, 과 0.01 보다 작은 p-값은, 파란색으로 표시되어 있고, 통계적인 유의성을 표시하고 있습니다. 즉, 상관의 페어를 위하여 부여된 유의한 값보다 작은 p-값은, 제로에서 통계적으로 달라서, 두 개의 변수의 사이의 유의한 선형이 관계가 있는 것을 표시합니다.

두 개의 변수 (x 와 y)의 사이의 피어슨 상품의 일차 관계수(*R*)은, 공분산(*cov*)의 측정에 관련 되어, $R_{x,y} = \frac{COV_{x,y}}{s_x s_y}$ 로 표시되어 있습니다. 공분산을 두 개의 변수의 표준 편차(s)로 나누는 것의 이점은, 결과가 되는 상관계수는-1.0 과 +1.0 의 사이에 해당됩니다. 이것은 상관을 좋은 비교 측정으로서, 다른 변수 사이의 비교 (특히 다른

Unit 과 크기)를 부여해 주고 있습니다。스피어맨의 비선형 상관에 기초한 순위도 하기에 포함되어 있습니다。스파어맨 R 은、피어슨의 R 에 관련되어 있고、데이터는 먼저 순위별로 랭크되어、그 후 상관됩니다。랭크의 상관은、두 개의 변수의 하나、또는 양방과 함께 비선형의 때에、이것의 관계는 보다 좋게 추정됩니다。

유의한 상관은 관련 되지 않는 것으로 중점을 두어 주십시요。변수간의 관계는、한 개의 변수는 다른 변수의 변환을 불러일으키는 원인이 됩니다。두 개의 변수가 서로 단독적으로 이동하고 있습니다만、관련서의 경로에서는 이것은 상관되어 있으나、이것의 상관 관계는 비슷하지 않으면 않됩니다(예、Sun Spot 과 주식 마켓 사이의 상관은 강해지지 않으면 않되지만、한 개는 추정 가능하고、원인이 없고、이것의 상호 관계는 순수하게 비슷합니다)。

통계적 툴

다른 강력한 리스크 시뮬레이터의 툴은 통계 분석 툴로서、데이터의 통계적인 성질을 정의합니다。진단의 실행은、데이터의 확률 성질과 검정을 위하여 기본적인 통계의 기술에 의하여 복수의 통계적 성질의 데이터 확인이 포함되어 있습니다。

순서:

- 샘플 모델을 열고(**리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator) | 샘플 (Examples) | 통계적 분석 (Statistical Analysis)**) 、데이터 워크 시트와 변수 명칭을 포함한 데이터를 선택하여 주십시요 (셀 C5:E55)。
- **리스크 시뮬레이터 (Risk Simulator)** | 툴 **(Tools)** | 통계분석 **(Statistical Analysis)** (Figure 5.28) 을 선택하여 주십시요。
- 데이터 타입을 확인하고、선택된 데이터는、열에 변환된 단일 변수에서이거나 아니면 복수의 변수에서 등 어느쪽인가 입니다。이 예증에서는、선택된 데이터의 범위는、복수의 변수에서라고 고려하여 주십시요。종료 후、OK 를 클릭하여 주십시요。
- 희망하는 통계적 검정을 선택하여 주십시요。추천은 (디폴트로) 、모든 검정을 선택하는 것입니다。종료 후、OK 를 클릭하여 주십시요(Figure 5.29)。

실행된 검정의 보다 좋은 독해를 위하여 생성된 레포트를 보시기 바랍니다 (Figures 5.30-5.33 로 샘플 레포트가 표시되어 있습니다)。

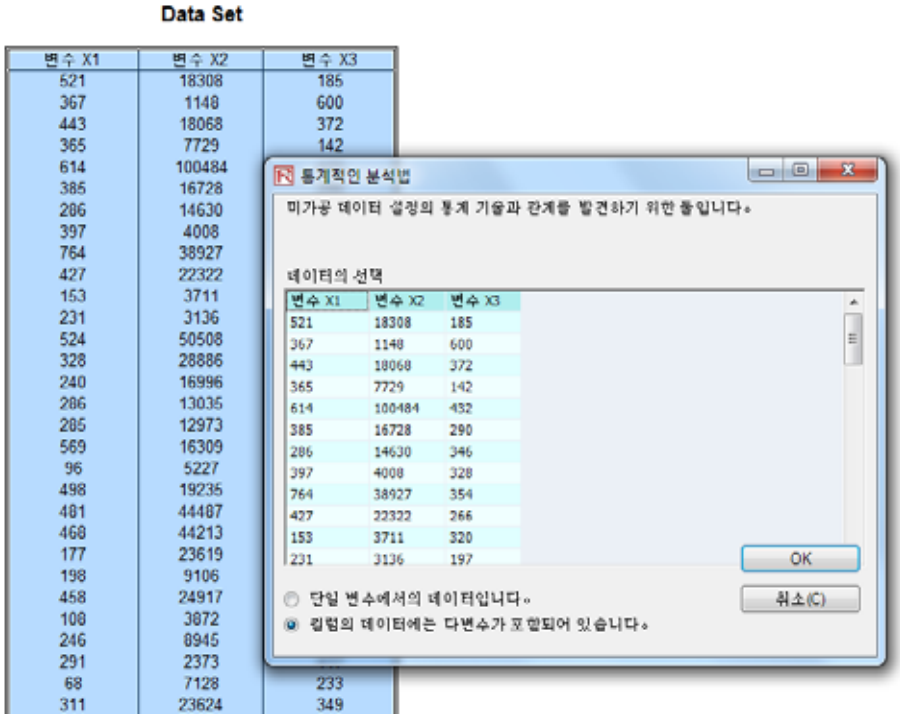


Figure 5.28 –통계적 분석 툴의 실행

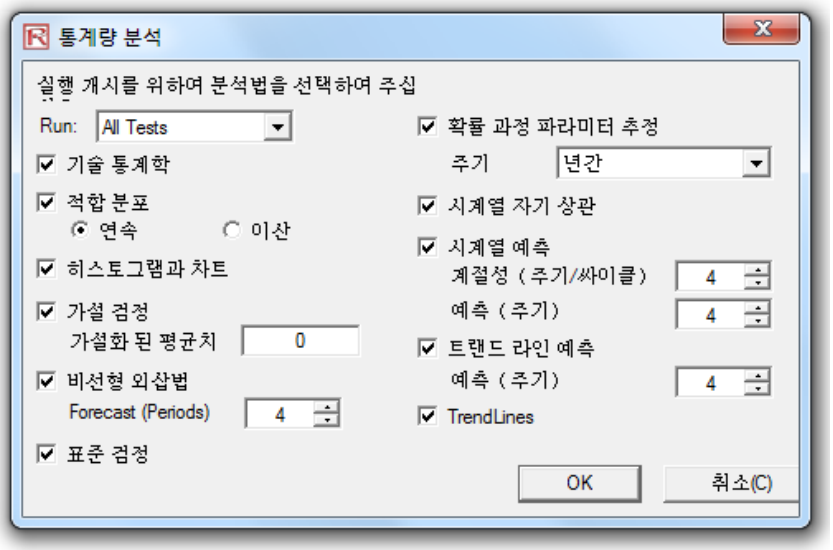


Figure 5.29 – 통계적 검정

서술 통계학

통계 분석

거의 모든 분포는 4가지 특성치들로 서술될 수 있다 (어떤 분포는 한 가지 특성치가 필요한 반면, 다른 것들은 2가지가 필요 하고 등등..). 서술통계학은 이러한 크기들을 양적으로 표시한다. 첫번째 특성치는 분포의 위치를 서술하며 (예를 들자면, 평균, 중앙치, 최빈치), 기대값, 기대 수익 또는 발생 빈도의 평균값으로 해석된다. 산술평균은 모든 관찰치를 합하여 관찰수로 나눔으로써 모든 발생빈도의 평균을 계산한다. 기하평균은 모든 관찰치의 곱의 제곱근을 계산하여 양수로 만듦으로써 계산한다. 기하평균은 변화율이 큰 경우의 % 혹은 비율을 더 정확히 나타낸다. 예를 들면, 변동 금리에 복리인 경우 평균 성장율을 계산하는 데 쓰일 수 있다. 절사평균은 극단 특이점들을 절사한 후의 관찰치들의 기하평균을 계산한다. 특이점들이 있는 경우 평균값은 심하게 편향되는 경향이 있으므로 절사평균은 비대칭 분포의 그러한 편향을 줄여준다. 표준오차는 표본 평균에 대한 오차를 계산한다.

표본 크기가 커질수록 오차가 작아지므로 무한 크기의 표본인 경우 오차는 영에 접근하는데 이는 모집단 모수가 추정 되었음을 뜻한다. 표집오차에 따라 평균의 95% 신뢰구간이 주어진다. 표본 관찰치의 분석에 의해 실제 모집단 평균이 평균의 상하위 구간 사이에 들어 오게 된다. 중앙값이란 모든 관찰치의 50%가 이 값보다 크고, 50%가 이 값 아래인 관찰치이다. 세가지 첫 특성 통계치 중에 중앙치가 특이점들에 대해 가장 영향을 주지 않는다. 대칭분포는 기하 평균과 같은 중앙값을 가진다. 비대칭 분포는 중앙치가 평균으로부터 멀리 있을 때 존재한다. 최빈치는 가장 도수가 많은 관찰치를 잰다. 최소값은 관찰집단 중 가장 작은 값이며, 최대값은 가장 큰 값이다. 범위는 최대값과 최소값의 차이이다.

두번째 특성치는 분포의 폭을 측정하며, 표준편차, 분산, 사분위수와 사분위수 간 범위와 같은 측정 단위로 표시된다. 표준편차는 평균으로부터의 모든 관찰치의 평균 편차를 나타낸다. 이것은 위험과 연관되어 있으므로 자주 쓰이는 단위이며 (표준편차가 클수록 분포가 넓고, 위험이 크며, 평균 주위의 관찰치의 산포도가 넓다), 그 단위가 원래의 관찰집단과 동일하다. 표본 표준편차는 모집단 표준편차와 다른데 전자는 작은 표본 규모를 설명키 위한 하나의 자유도 수정을 쓴다. 또한 표준 편차의 상하 신뢰구간이 주어지고, 모집단 표준편차는 그 안에 들어 온다. 만일 관찰집단이 모집단의 모든 원소를 포함하면 대신 모집단 표준편차를 사용한다. 그 두 가지 분산 단위는 표준편차의 제곱인 것이다.

변동계수는 표본의 표준편차를 표본 평균으로 나눈 값인데, 다른 분포와 비교될 수 있는 산포의 단위와 관계없는 척도임이 알려져 있다 (그리하면 백만불로 표시된 값의 분포를 십억불과 비교하거나 미터의 그것을 킬로 미터와 비교할 수 있게 된다). 제 1 사분위는 관찰치를 가장 작은 것에서 가장 큰 것으로 정렬했을 때 25%의 것을 나타낸다. 제 3 사분위는 75%의 관찰치이다. 가끔 사분위는 관찰치의 특이점들을 버리므로 분포의 상하 범위로 쓰인다. 사분위간 범위는 제 1 및 제 3 사분위 간의 차이이며 분포 중심의 폭을 측정키 위해 종종 사용된다.

비대칭도는 분포의 세 번째 특성치이다. 비대칭도는 평균값 주위에서의 분포의 비대칭도를 나타낸다. 양의 비대칭도는 보다 양수 쪽으로 비대칭의 꼬리를 가진 분포를 나타낸다.

음의 비대칭도는 보다 음수 쪽으로 비대칭의 꼬리를 가진 분포를 나타낸다. 첨도는 정상 분포에 비해 분포가 상대적으로 뾰족하거나 납작한 것을 의미한다. 그것이 분포의 네 번째 특성치이다. 양의 첨도치는 상대적으로 뾰족한 분포를 나타낸다. 음의 첨도치는 상대적으로 납작한 분포를 의미한다. 여기서 측정된 첨도치는 0에 중심이 있다 (다른 어떤 첨도치는 3.0에 중심을 둔다). 양쪽 모두 유효하지만 0에 중심을 두는 것이 이해가 더 쉽다. 높은 양의 첨도치는 중앙 주변이 가장 높은 분포이고 꼬리가 급첨하거나 혹은 뚱뚱하다.

이는 정규분포에서 예측된 것보다 극단적인 사건의 발생 가능성이 높음을 뜻한다 (말하자면, 재난적 사건, 테러리스트의 공격, 주식시장 붕괴 같은 것).

통계 요약

통계	*Variable X1*		
관측	*50.0000*	*표준편차 (표본)*	*172.9140*
산술평균	*331.9200*	*표준편차 (모집단)*	*171.1761*
기하평균	*281.3247*	*표준편차의 하위 신뢰구간*	*148.6090*
절사평균	*325.1739*	*표준편차의 상위 신뢰구간*	*207.7947*
산술평균의 표준 오차	*24.4537*	*분산 (표본)*	*29899.2588*
평균의 하위 신뢰구간	*283.0125*	*분산 (모집단)*	*29301.2736*
평균의 상위 신뢰구간	*380.8275*	*변이계수*	*0.5210*
중앙치	*307.0000*	*제 1 사분위 (Q1)*	*204.0000*
최빈치	*47.0000*	*제 3 사분위 (Q3)*	*441.0000*
최소값	*764.0000*	*사분위간 범위*	*237.0000*
최대값	*717.0000*	*비대칭도*	*0.4838*
범위		*첨도*	*-0.0952*

Figure 5.30 – 통계적 분석 툴의 레포트 샘플

가설 검증 (단일 변수 모집단 평균에 대한 t-Test)

통계 요약

Statistics from Dataset:		***통계 계산:***	
관측	*50*	*t-Statistic*	*13.5734*
Sample 평균	*331.92*	*P-Value (right-tail)*	***0.0000***
Sample 표준편차	*172.91*	*P-Value (left-tailed)*	***1.0000***
		P-Value (two-tailed)	***0.0000***
사용자 통계 제공:			
		존재하지 않는 가설 (Ho):	*μ = 가설평균*
가설평균	*0.00*	*대체가설 (Ha):*	*μ <> 가설평균*
		Notes: "<>" 오른쪽 꼬리는 ' 더 높은 것' 일때, 왼쪽 꼬리는 ' 더 낮을 때' 이고 혹은 ' 같지않을 때' 는 두-꼬리의 가설검증을	

가설 검증 요약

단일 변수 t-검정은 모집단 표준편차를 모르나 표본의 분포가 거의 정규분포인 것으로 간주될 때 적당하다 (t-검정은 표본의 크기가 30 미만일 때 사용되나 사실 더 많은 데이터 집단의 보다 보수적인 결과에 적절하기도 하다). 이 t-검정은 세 가지 유형의 가설 검정에 적용될 수 있다: 양쪽 꼬리 가설 검정, 오른쪽 꼬리 가설 검정 및 왼쪽 꼬리 가설 검정이다. 이들 검정과 각각의 결과를 하기에 참고로 나열하였다.

양쪽 꼬리 가설 검정

양쪽 꼬리 검정은 모집단의 평균이 가설의 평균과 통계적으로 동일하다는 귀무가설 Ho를 검증한다. 대립가설이란 표본 관찰치를 검증하였을 때 모집단의 평균이 가설의 평균과 통계적으로 다르다는 것을 말한다. t-검정을 사용하면, 계산된 p값이 특정 유의수준(보통 0.10, 0.05, 혹은 0.01)보다 작으면, 모집단 평균이 10%, 5% 혹은 1% 유의수준 (다른 말로 90%, 95%, 혹은 99% 신뢰도) 에서 가설의 평균과 통계적으로
다르다는 것을 의미한다. 역으로, 만일 p값이 0.10, 0.05, 혹은 0.01보다 큰 경우,
모집단 평균은 가설의 평균과 통계적으로 동일함을 의미하며, 그 차이는 임의적이라고 본다.

우측 꼬리 가설 검정

우측 꼬리 가설 검정은 모집단 평균이 가설의 평균보다 통계적으로 작거나 같다는 귀무가설 Ho를 검정한다. 대립가설은 모집단 평균이 표본 관찰치를 이용한 검사에서 가설의 평균보다 통계적으로 크다는 것이다. t-검정을 사용할 때, p값이 특정 유의수준(보통 0.10, 0.05, 혹은 0.01)보다 작으면, 이는 모집단 평균이 10%, 5% 혹은 1% 유의수준(다른 말로 90%, 95% 혹은 99% 신뢰도) 에서 가설의 평균에 비해 통계적으로 상당히 크다는 것을 의미한다. 역으로, 만일 p값이 0.10, 0.05, 혹은 0.01보다 큰 경우, 모집단 평균은 가설의 평균과 통계적으로 유사하거나 작다는 것이다.

좌측 꼬리 가설 검정

좌측 꼬리 가설 검정은 모집단 평균이 가설의 평균보다 통계적으로 크거나 같다는 귀무가설 Ho를 검정한다. 대립가설은 모집단 평균이 표본 데이터 집단을 이용한 검사에서 가설의 평균보다 통계적으로 크다는 것이다. t-검정을 사용할 때, p값이 특정 유의수준(보통 0.10, 0.05, 혹은 0.01)보다 작으면, 이는 모집단 평균이 10%, 5% 혹은 1% 유의수준 (다른 말로 90%, 95% 혹은 99% 신뢰도) 에서 가설의 평균에 비해 통계적으로 상당히 작다는 것을 의미한다. 역으로, 만일 p값이 0.10, 0.05, 혹은 0.01보다 큰 경우, 모집단 평균은 가설의 평균과 통계적으로 유사하거나 크며, 차이는 임의적이다.

왜냐하면, t-검정은 보다 보수적이고 Z-검정에서처럼 알려진 모집단 표준편차가 필요치 않으므로 우리는 이 t-검정만 사용한다.

Figure 5.31 –통계적 분석 툴의 레포트 샘플(한 개의 변수의 가정 검정)

정규성 검정

정규성 검정은 비모수 검정의 한 형태로 표본이 추출된 모집단의 특정 형태에 대한 가정을 하지 않음으로써 보다 작은 표본 관찰집단이 분석되도록 한다. 이 검정은 데이터 표본이 정규분포 하는 모집단에서 추출되었다는 귀무가설과 관찰 표본이 정규분포 하지 않는다는 대립가설 간의 평가를 한다. 만일 계산된 p값이 alpha 유의값보다 작거나 같은 경우 귀무가설을 기각하고 대립가설을 채택한다. 반대로 p값이 alpha 유의값보다 큰 경우 귀무가설을 기각하지 않는다. 이 검정은 두 가지 누적도수에 의존한다: 하나는 표본 관찰집단에서 추출된 것이고, 두 번째 것은 표본 데이터의 평균 및 표준편차에 근거한 이론적 분포에서 추출한 것이다. 이 검정 방법의 대안으로는 정규성에 대한 카이제곱검증이 있다. 카이제곱검증은 여기에서 사용된 정규성 검정에 비해 보다 많은 관찰치를 필요로 한다.

검증결과

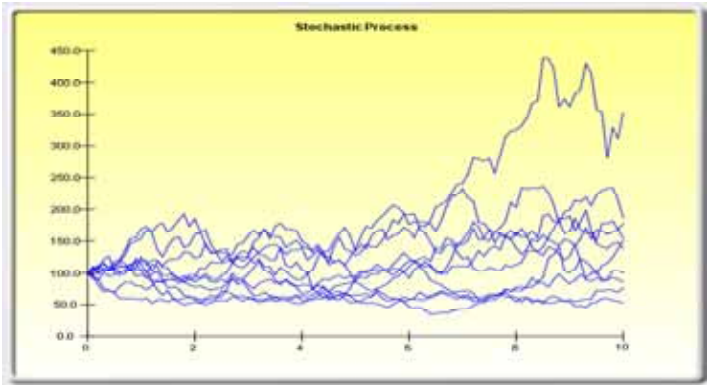
데이터 평균	*331.92*
표준편차	*172.91*
D 통계	*0.0859*
D Critical at 1%	*0.1150*
D Critical at 5%	*0.1237*
D Critical at 10%	*0.1473*

존재하지 않는 가설: 데이터가 정상적으로 배포됩니다.

Conclusion: The sample data is normally distributed at the 1% alpha level.

Data	*Relative Frequency*	*Observed*	*Expected*	*O-E*
47.00	*0.02*	*0.02*	*0.0497*	*-0.0297*
68.00	*0.02*	*0.04*	*0.0635*	*-0.0235*
87.00	*0.02*	*0.06*	*0.0783*	*-0.0183*
96.00	*0.02*	*0.08*	*0.0862*	*-0.0062*
102.00	*0.02*	*0.10*	*0.0918*	*0.0082*
108.00	*0.02*	*0.12*	*0.0977*	*0.0223*
114.00	*0.02*	*0.14*	*0.1038*	*0.0362*
127.00	*0.02*	*0.16*	*0.1180*	*0.0420*
153.00	*0.02*	*0.18*	*0.1504*	*0.0296*
177.00	*0.02*	*0.20*	*0.1851*	*0.0149*
186.00	*0.02*	*0.22*	*0.1994*	*0.0206*
188.00	*0.02*	*0.24*	*0.2026*	*0.0374*
198.00	*0.02*	*0.26*	*0.2193*	*0.0407*
222.00	*0.02*	*0.28*	*0.2625*	*0.0175*
231.00	*0.02*	*0.30*	*0.2797*	*0.0203*

Figure 5.32 –통계적 분석 툴의 레포트 샘플(정규성 검정)



통계적 요약

다음은 관찰치가 주어진 경우 확률과정을 위한 추정된 모수이다. 확률과정 예측을 사용하는 것을 보증할 만큼 적합도 (적합도 계산과 유사)를 가지고 있는지, 만일 그렇다면 임의보행, 장기 평균회귀, Jump-diffusion 모델 혹은 그들을 함께 사용하는 것 중 어느 것을 써야 하는지 결정하는 것은 당신의 몫이다. 올바른 확률과정을 고르는데 있어 당신은 기본 관찰 집단이 가장 잘 나타내 지는 과거의 경험, 선험적 경제 및 재무 예측에 의존하게 된다. 이들 모수들은 확률과정에 사용될 수도 있다.

(시뮬레이션 | 예측 | 확률과정)

(Annualized)

Drift Rate	*-1.48%*	*Reversion Rate*	*283.89%*	*Jump Rate*	*20.41%*
Volatility	*88.84%*	*Long-Term Value*	*327.72*	*Jump Size*	*237.89*

확률모델에 적합 가능성: *46.48%*

Figure 5.33 – 통계적 분석 툴의 샘플 레포트(확률 파라미터의 추정)

분포적 분석 툴

이것은、리스크 시뮬레이터에서의 통계적 확률 툴로써、다양한 설정으로 유용하고、확률 밀도 관수 (PDF)의 계산이 이산 분포 (이것의 명칭을 혼합하여 사용합니다) 에서는 확률 관수 (PMF)에도 사용할 수 있고、몇 개의 분포과 파라미터가 부여되어 있기 때문에、어떤 결과 x 의 발생 확률을 정하는 것이 가능합니다。또한、누계 분포 관수(CDF)는 계산할 수 있고、이 x 값까지의 PDF 의 덧셈입니다。최후에、반누계분포 관수(ICDF)는、소여의 발생으로 확률 x 값의 계산에 사용할 수 있습니다。

이 툴은、**리크스 시뮬레이터 (Risk Simulator) | 툴 (Tools) |분포적인 분석 (Distributional Analysis)** 을 선택하는 것으로 기동할 수 있습니다。샘플과 같이、Figure 5.34 에서는、2 항 분포의 계산(예、동전을 던지는 등 2 개의 결과를 가진 분포、결과가 표 혹은 테일의 어느쪽인가로、이것에 규정된 확률이 있음)을 표시하고 있습니다。 예를 들어、동전을 2 회 던져서、결과의 표를 성과로 설정하여、2 항 분포를 시행 회수 = 2 (동전을 2 회 던진다)로 하여, 확률을= 0.50 (표가 나오면 성공의 확률)로 합니다。PDF 의 선택과 x 값의 범위의 설정을 0 에서 2 로 하여、스텝 사이즈를 1 (이것은、x 값에 0, 1, 2 을 요구하고 있는 것을 의미합니다)로 하여、분포의 이론적 4 개의 모멘트와 같은 결과가 된 확률은 표와 그래프에 부여됩니다。던진 동전의 결과로서 표-가 된 경우、뒷면-뒷면、표-뒷면과 뒷면-표로、표에 나오지 않는 확률은 25%이 되고、표 1 회는、50%와 표 2 회는 25%입니다。

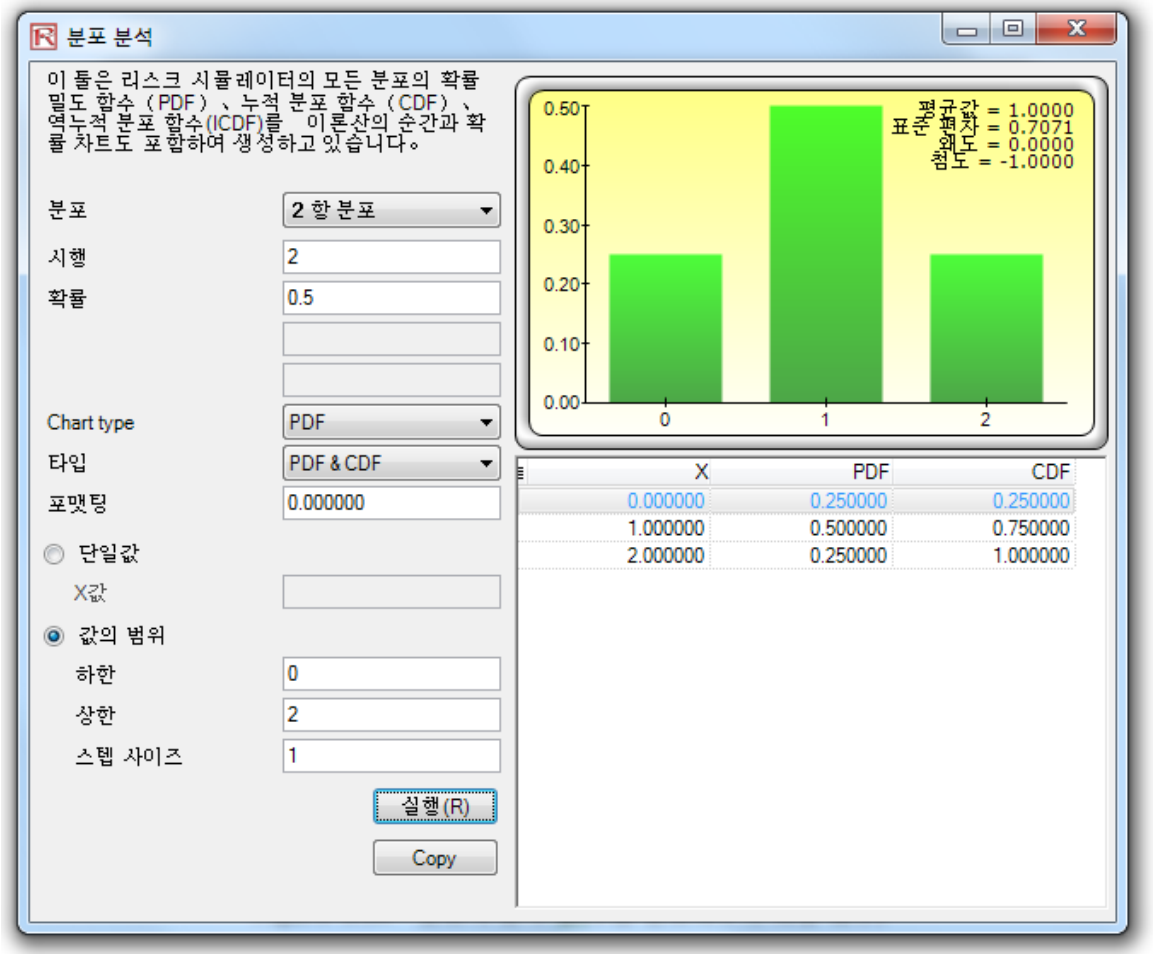


Figure 5.34 – 분포적 분석 툴(2 항 분포와 2 의 시행 회수)

같이、동전을 던져서 엄격한 확률을 얻는 것이 가능합니다。Figure 5.35 로 표시되지 않은 것과 같이、２０의 시행 회수를 행합니다。결과는、표과 그래프의 양방에 기술되어 있습니다。

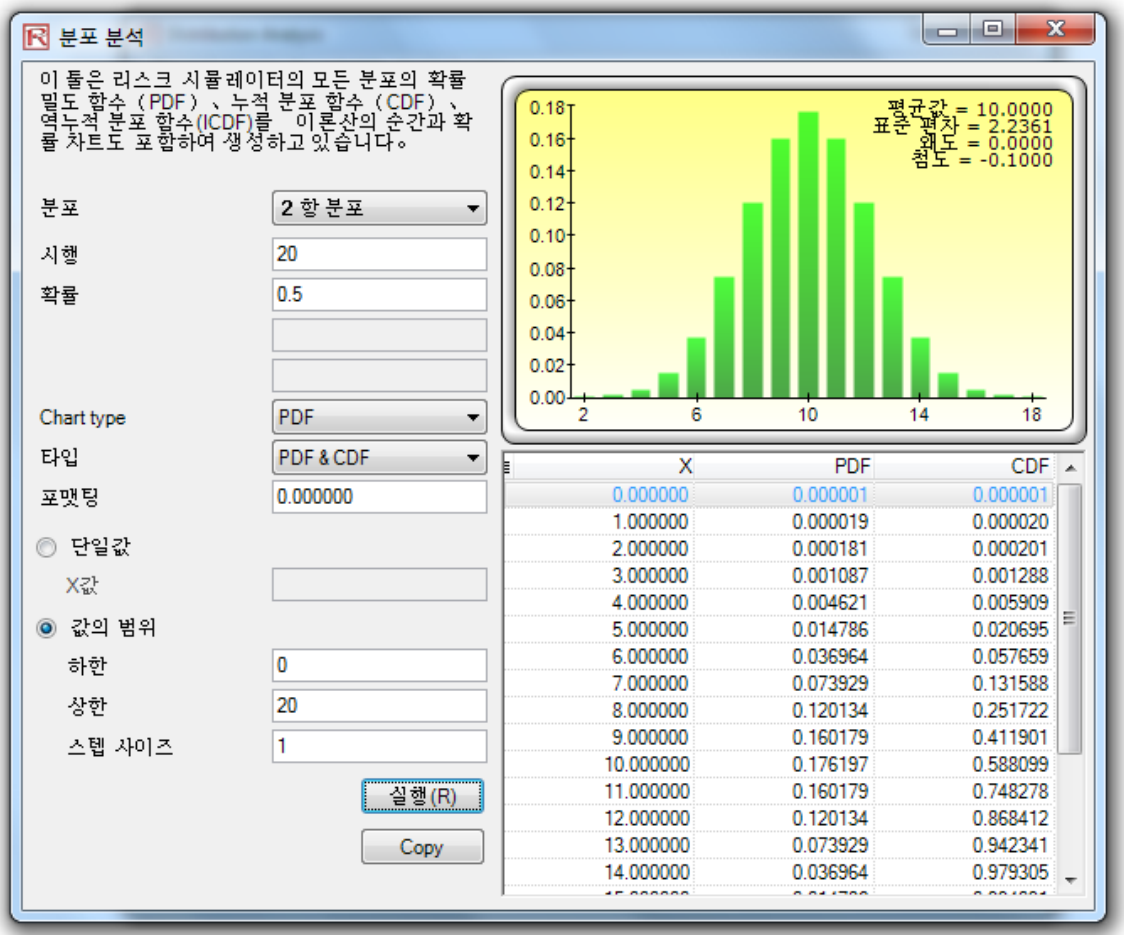


Figure 5.35 –분포적 분산 툴(2 항 분포과 20 의 시행 회수)

Figure 5.36 는、같은 2 항 분포를 표시하고 있으나、여기에서는 CDF 가 계산되어 있습니다。CDF 란、단순히 포인트 x 까지의 PDF 의 값의 덧셈입니다。예를 들어、Figure 5.35 에서는、0.1、과 2 의 확률은 0.000001, 0.000019, 과 0.000181 이라는 것을 알수 있고、이것의 덧셈은 0.000201 로、x = 2 의 CDF 값은 Figure 5.36 로 표시되어 있습니다。PDF 가 2 개의 표를 얻는 것의 확률 (및 0,1、과 2 의 표 확률) 을 계산합니다。분포는、(예、1 – 0.00021 는 0.999799、및 99.9799%를 얻음)은、3 개의 표、및 그 이상을 얻는 확률을 부여하여 주고 있습니다。

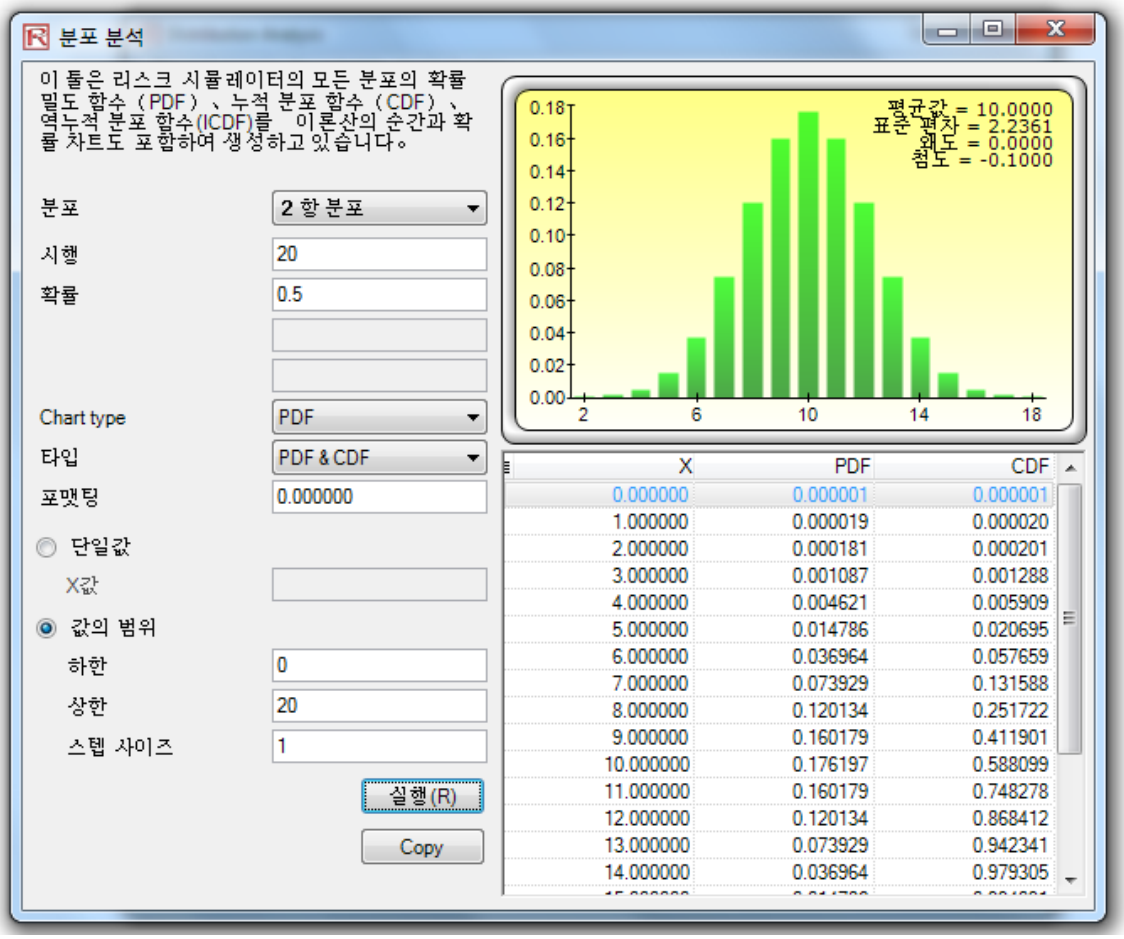


Figure 5.36 – 분포 분석 툴(2 항식 분포의 CDF 와 20 의 시행회수)

이 분포 분석 툴의 사용에 의하여, 리스크 시뮬레이터에 감마 , 베터, 마이너스의 2 항분포와 같은 고도의 분포 분석이 가능합니다. 연속적인 분포와 ICDF 기능에서의 툴 사용의 샘플 이상으로, Figure 5.37 는 표준 정규 분포 (평균값이 제로로 표준편차 1 의 정규 분포) 를 표시하고, ICDF 의 적용에 의하여, 97.50% (CDF)의 누적 확률에 해당하는 x 의 값을 보여줍니다. 이것은, 97.50%의 절편 CDF 가, 양측 신뢰 구간의 95% (우측 확률로서 2.50%, 좌측의 확률로서 2.50%에 상당하고, 95%를 중심 및 신뢰 구간의 범위에 남아, 하나의 테일의 범위에 97.50%가 동등합니다) 에 비슷하다는 것입니다. 결과는, 잘 알려져 있는 1.96 의 Z-스코아입니다. 따라서, 분포적 분석 툴, 다른 분포를 위한 표준 스코아, 다른 분포의 누계확률, 및 일치의 사용은, 빠르고 또한 간단히 얻을 수 있습니다.

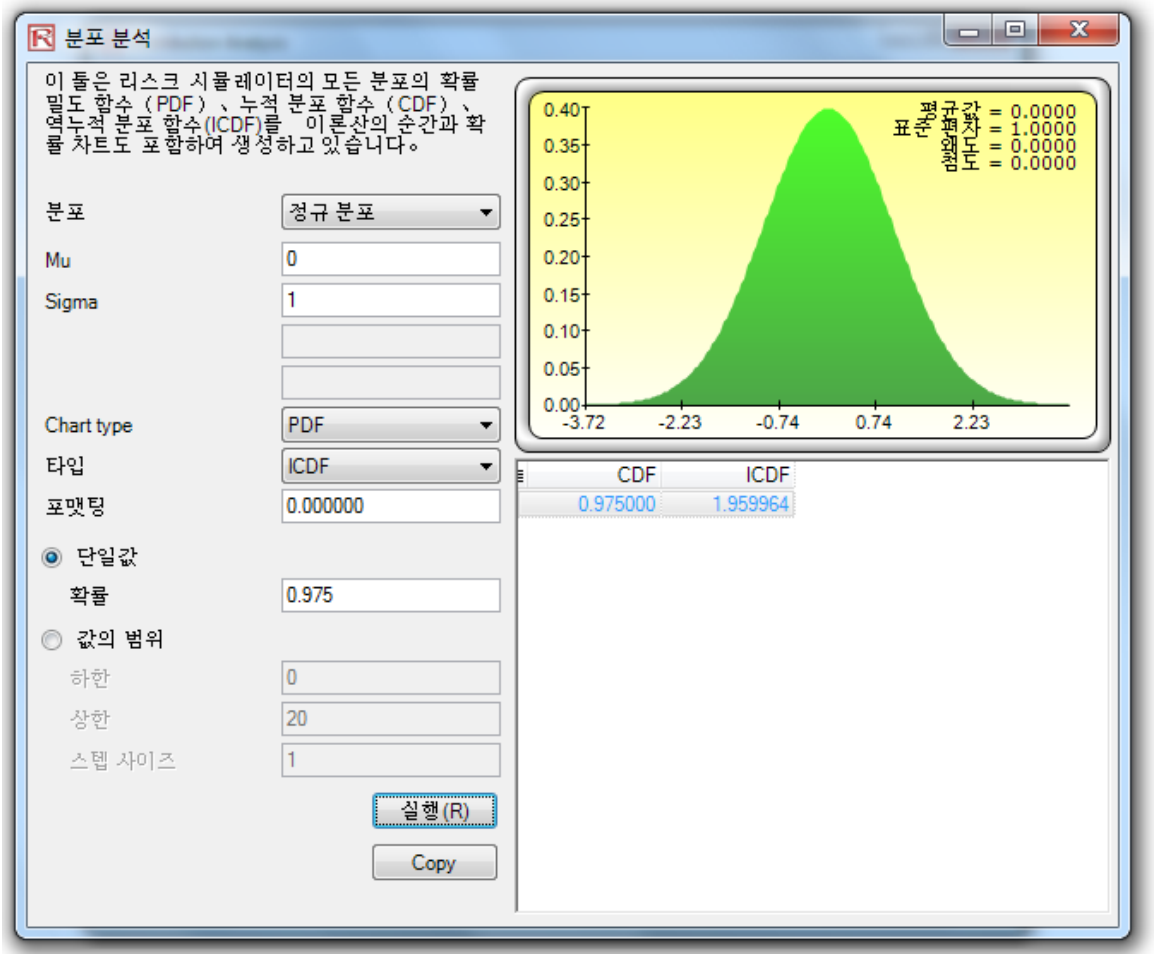


Figure 5.37 – 분포 분석 툴 (정규 분포 ICDF 와 Z-스코아)

Risk Simulator 의 2011/2012 년 새로운 툴

난수생성, 몬테카를로 방법과 라틴하이퍼큐브 방법과 코릴레이션 코풀라 방법

2001/2012 년 버젼부터는 6 개의 난수생성기(Random Number Generators), 3 개의 Correlation Copulas 법, 2 개의 Simulation Sampling 법에서 선택할 수 있다 (도표 5.41). 설정은 ***Risk Simulator | Options*** 에서 한다.

Random Number Generator (RNG, 난수생성기)는 모든 시뮬레이션 소프트웨어의 핵심이다. 각각의 수학적 분포는 이 난수생성을 기반으로 작성된다. 디폴트 방법은 ROV Risk Simulator proprietary 방법이다. 이 방법은 가장 신뢰할 수 있는 난수를 제공한다. 6 가지의 난수생성기가 지원되는데 일반적으로 이중에서 ROV Risk Simulator default 방법과 Advanced Subtractive Random Shuffle 방법 이 2 가지가 추천되는 방법이다. 사용하는 모델이나 분석이 꼭 그것을 필요로 하지 않으면 다른 방법들은 사용하지 않는다. 만일 필요에 의하여 다른 방법들을 사용하였을 경우에도 그 결과를 앞에서 추천하는 두가지 방법과 비교할 것을 권한다. 난수생성기 목록에서 밑에 있을수록 알고리즘이 간단하고 빨리 결과를 산출하며, 위에 있을수록 결과가 더 신뢰성이 있다.

Correlations 섹션에서는 Normal Copula, T-Copula, Quasi-Normal copula 의 3 가지 방법이 지원되고 있다. 이 방법들은 수학적 통합 기법에 의거하며, 어느것을 사용할지 모를경우, Normal Copula 방식이 가장 안전하고 보수적인 결과를 제공한다. t-copula 는 분포 시뮬레이션의 말미 부분에서 극단적인 값를 제공하고, quasi-normal copula 는 이 값들의 중간쯤의 결과를 제공한다.

시뮬레이션 섹션에서는 Monte Carlo Simulation (MCS) 와 Latin Hypercube Sampling (LHS) 방식을 지원한다. Copulas 및 다른 다변수 함수들은 LHS 와 호환성이 없음을 주지한다. 이유는 LHS 는 단일 확률 변수에 적용되고 결합분포에는 적용되지 않기 때문이다. 현실적으로 LHS 는 분포에 개별적으로 적용됨으로, 모델에 분포가 많을수록 모델 결과물의 정확도에는 아주 작은 영향을 준다.
처음에 지정된 표본들 중 하나가 완전히 끝나지 못할 경우, 즉 시뮬레이션 중간에 하나가 시뮬레이션을 멈추게 할 경우, LHS 의 이점도 역시 줄어든다. LHS 는 많은 수의 입력을

필요로 하는 시뮬레이션 모델에 대하여서는 많은 과부하가 일어난다. 이유는 분포에서 첫 표본을 살행하기 이전에 각각의 분포에서 표본들을 발생시키고 정리하여야 할 필요가 있기 때문이다. 이것은 큰 모델을 실행하는 데에 많은 시간적 지연을 일으키며, 그것이 정확도에 큰 영향을 끼치는 것도 아니다. 마지막으로, LHS 는 분포가 잘 진행되고 대칭적이고 상관관계가 없을 경우에 가장 좋은 적용 방법이 된다. 그럼에도 불구하고, LHS 는 균일한 표본분포를 만드는 유력한 방법이다. 이에 반하여, MCS 는 LHS 를 적용하였을 경우 만들어지는 균일한 표본분포 (분포의 모든 부분이 표본화)에 비하여 가끔 들쑥날쑥한 분포 (가끔 표본 데이타가 분포의 일정 부분에 과도하게 밀집)를 만들어 낸다.

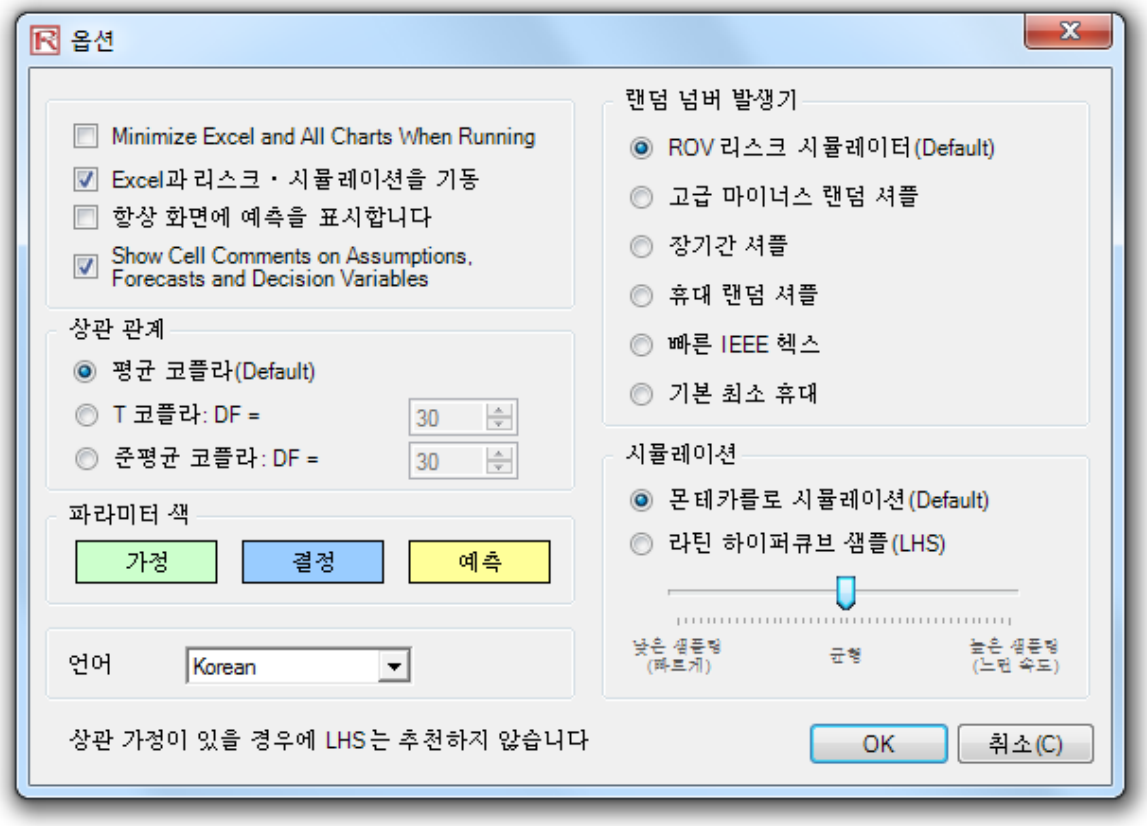


Figure 5.41 – Risk Simulator Options

데이터의 Deseasonalize 및 Detrend

이 도구는 계절 및 추세 요소를 제거하기 위하여 원래의 데이타를 deseasonalize 또는 detrend 한다 (Figure 5.42). 예측모델에서는 시계열 데이터 세트의 계절적 순환의 값과 영향에 있어서 오직 절대변화만 나타내기 위하여, 대개는 계절성과 추세성으로부터 누적되는 데이터 세트의 영향을 제외시키는 과정을 포함한다. 예를 들면, 근원적인 순환과 변동을 더 명확히 판단하기 위하여 경사면에서 평면으로 모든 데이터 세트를

이동함으로서 해당 연도의 회사의 판매 거래를 더 정확히 알기 위하여 Detrend 된 데이터 세트가 필요하다

많은 시계열 데이터는일정한 기간 또는 계절적 기간이 지나면 특별한 상황이 반복되면서 계절성의 특징을 나타낸다 (예를 들면, 스키 리조트의 수입은 여름보다 겨울이 더 높으며, 이 예상은 매년 겨울 반복되며 순환한다). 계절성 기간은 그 반복되는 순환까지 얼마의 기간을 지나야 하는 것은 나타낸다 (예를 들면, 하루 24 시간, 일년 12 개월, 일년 4 분기, 한시간 60 분, 등등). 이 도구는 계절 및 추세 요소를 제거하기 위하여 원래의 데이타를 deseasonalize 또는 detrend 한다. 계절적 지표가 1 보다 크면 계절적 순환에서 고조 기간이고 1 보다 낮으면 저조 기간이다.

절차 (Deseasonalization and Detrending):

- 분석할 데이터를 선택하고 (예: B9:B28) ***Risk Simulator | Tools | Data Deseasonalization and Detrending*** 을 클릭한다.
- ***Deseasonalize Data*** 및/또는 ***Detrend Data*** 을 선택하고, 실행하고자 하는 detrending 모델을 선택하고, 관련 순서를 입력한다. (예: polynomial order, moving average order, difference order, and rate order) 그리고 *OK* 를 클릭한다.
- 생성된 두가지 리포트에서 방법록, 적용, 결과 도표, deseasonalized/detrended 데이터에 대하여 더 자세한 내용을 검토한다.

절차 (Deseasonalization and Detrending):

- 분석할 데이터를 선택하고 (예: B9:B28) ***Risk Simulator | Tools | Data Seasonality Test*** 을 클릭한다.
- 테스트할 최대 계절성 기간을 입력한다. 즉, 만일 6 을 입력하면 다음의 계절성 기간을 테스트한다: 1, 2, 3, 4, 5, 6. 기간 1 은 당연히 데이터에 계절성이 없다.
- 생성된 리포트에서 방법록, 적용, 결과 도표, 계절성 테스트 결과에 대하여 더 자세한 내용을 검토한다

최고의 계절성 주기가 먼저 리스트에 나타나고 (가장 낮은 RMSE 오류 측정 순위)모든 관련 오류 측정이 비교를 위하여 포함된다: root mean squared error (RMSE), mean squared error (MSE), mean absolute deviation (MAD), 그리고 mean absolute percentage error (MAPE)

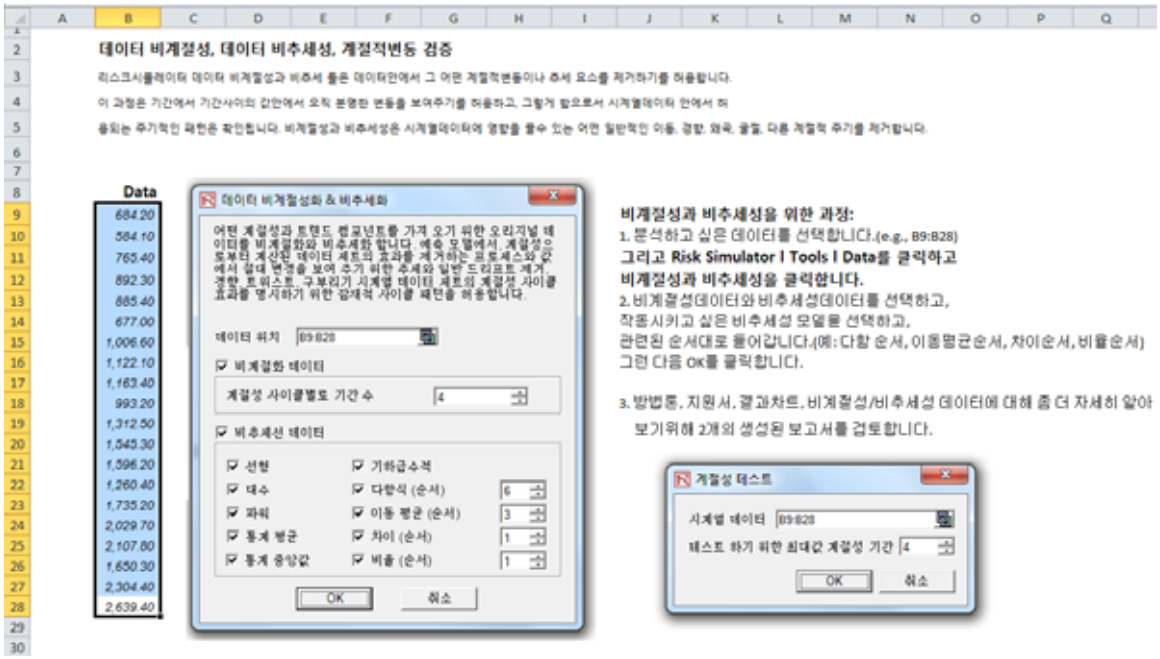


Figure 5.42 – Deseasonalization and Detrending Data

주요 컴포넌트 분석

Principal Component Analysis 는 데이터에서 패턴을 인식하여, 데이터에서 유사점과 차이점을 강조하기 위하여 데이터를 재구성하는 방식이다 (Figure 5.43). 데이터 패턴은 여러 변수가 있을 때 큰 범주에서는 찾기가 매우 어려우며, 큰 범주의 그래프는 나타내기도 매우 어렵고 이해하기도 어렵다. 데이터에서 패턴이 찾아지면, 그것은 압축될 수 있고 범주의 수가 줄어든다. 데이터 범주가 줄어 든다고 그에 대한 정보를 많이 잃는 것은 아니다. 대신 더 적은 변수를 통하여 유사한 수준의 정보를 얻는다.

절차:

- 분석할 데이터를 선택하고 (예: B11:K30), ***Risk Simulator | Tools | Principal Component Analysis*** 을 클릭하고, 그리고 OK 를 클릭한다.
- 생성된 리포트에서 산출된 결과를 검토한다.

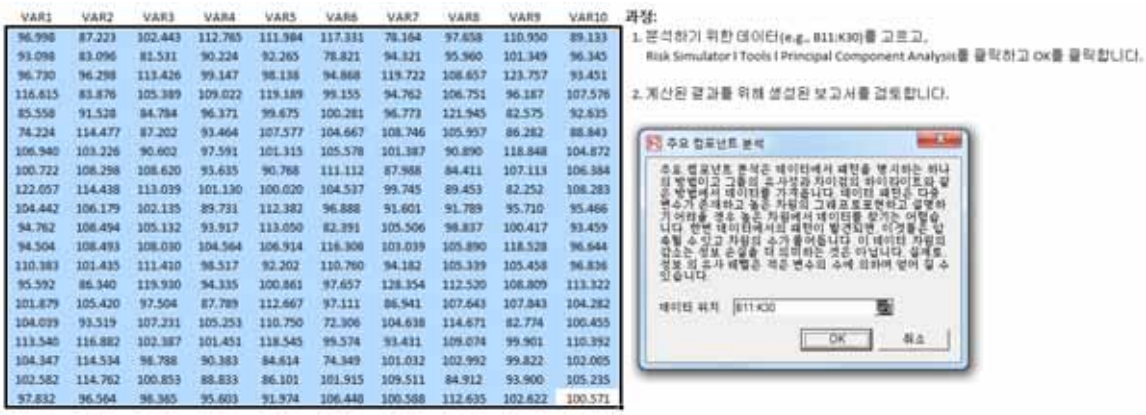


Figure 5.43 – Principal Component Analysis

구조적 단절의 분석

Structural Break 는 다른 데이터 세트에 있는 계수가 동일한지를 테스트하며, 구조적 단절의 존재를 테스트하기 위하여 시계열 분석에 가장 일반적으로 사용되고 있다 (Figure 5.44). 시계열 데이터 세트는 두개의 부분집합으로 나누어 질수 있으며, 각각의 부분집합은 어떤 일정 시점부터 구조적 단절이 있는지를 통계적으로 결정하기 위하여 서로 또는 전체의 데이터 세트와 함께 테스트된다.

Structural Break Test 는 독립변수가 인구의 하위 집단들에 다른 영향을 끼치는지를 결정하는 데에 자주 사용된다. 예를 들면, 새로운 마케팅 활동, 행위, 대형 이벤트, 인수, 매각 등등이 시계열 데이터에 영향을 끼치는지를 테스트한다. 만일 데이터 세트가 100 개의 데이터 포인트를 가지고 있다고 가정하면, 예를 들어, 10, 30, 51 과 같이 여러 브레이크 포인트를 테스트할 수 있다 (이것은 다음의 데이터 세트에서 3 개의 Structural Break Test 가 수행됨을 의미한다: 데이터 포인트 10, 30, 51 의 시작에서 구조적 단절이 있는지를 알기 위하여 데이터 포인트 1-9 을 10-100 과, 데이터 포인트 1-29 을 30-100 과, 데이터 포인트 1-50 을 51-100 과 비교한다). 두개의 데이터 세트가 통계학적으로 서로 유사하여 통계학적으로 심한 구조적 단절이 존재하지 않는다는 귀무 가설에 대한 편측 가설 테스트가 이루어 진다. 대립가설 (H_a)은 두개의 데이터 세트가 통계학적으로 서로 달라서 구조적 단절이 가능성이 있다는 것이다. 만일 산출된 p 의 값들이 0.01, 0.05, 0.10 이하이면 그 가정은 거부되었음을 의미하며, 해당 두개의 데이터 부분집합은 통계학적으로 1%, 5%, 10%의 심한 차이가 있음을 암시한다. 높은 p 의 값들은 통계학적으로 심한 구조적 단절이 존재하지 않음을 의미한다

절차:

- 분석할 데이터를 선택하고 (예: B15:D34), ***Risk Simulator | Tools | Structural Break Test*** 을 클릭하고 데이터에 적용할 관련된 테스트 포인트를 입력하고, 그리고 OK 를 클릭한다
- 어느 테스트 포인트가 통계학적으로 심한 브레이크 포인트이고 어느 것이 아닌지 리포트를 검토한다..

Y	X1	X2
521	18308	185
367	1148	600
443	18068	372
365	7729	142
614	100484	432
385	16728	290
286	14630	346
397	4008	328
764	38927	354
427	22322	266
153	3711	320
231	3136	197
524	50508	266
328	28886	173
240	16996	190
286	13035	239
285	12973	190
569	16309	241
96	5227	189
498	19235	358

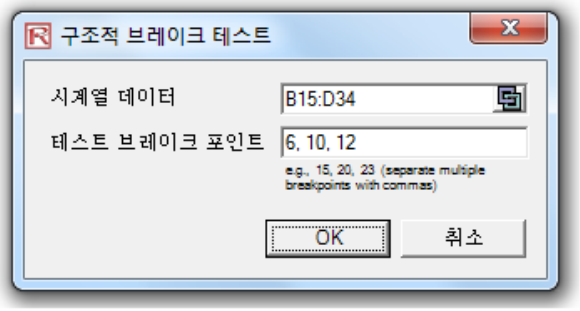


Figure 5.44 – Structural Break Analysis

Trendline 예측

Trendline 은 어떤 시계열 데이터가 어느 주목할 만한 동향을 따르는지 아닌지를 결정하는데 사용된다 (Figure 5.45). 동향은 선형 또는 비선형일 수 있다 (exponential, logarithmic, moving average, power, polynomial, or power 등등).

절차:

- 분석할 데이터를 선택하고, ***Risk Simulator | Forecasting | Trendline*** 을 클릭하고, 데이터에 적용할 관련 trendline 을 선택하고 (예: 모든 기준 방법을 선택), 예측의 기간수를 입력하고 (예: 6 periods), 그리고 *OK* 를 클릭한다.

  어느 테스트 trendline 이 가장 적합하고 가장 좋은 예측을 하는지 리포트를 검토한다.

Year	Quarter	Period	Sales
2006	1	1	$684.20
2006	2	2	$584.10
2006	3	3	$765.40
2006	4	4	$892.30
2007	1	5	$885.40
2007	2	6	$677.00
2007	3	7	$1,006.60
2007	4	8	$1,122.10
2008	1	9	$1,163.40
2008	2	10	$993.20
2008	3	11	$1,312.50
2008	4	12	$1,545.30
2009	1	13	$1,596.20
2009	2	14	$1,260.40
2009	3	15	$1,735.20
2009	4	16	$2,029.70
2010	1	17	$2,107.80
2010	2	18	$1,650.30
2010	3	19	$2,304.40
2010	4	20	$2,639.40

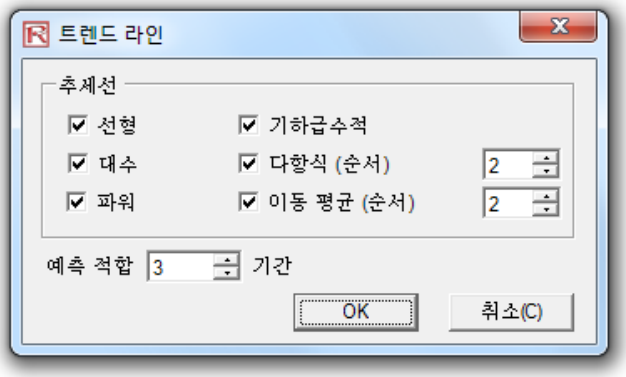


Figure 5.45 – Trendline Forecasts

모델 체킹 툴

가정과 예측이 결정되고 모델이 생성된 후, 모델이 제대로 작성되었는지 테스트하기 위하여 평시와 같이 시뮬레이션을 실행할 수 있고 또는 Model Checking Tool 을 실행시킬수 있다 (Figure 5.46). 또한, 만일 모델이 제대로 실행되지 않고 어떤 세팅이 잘못된 것 같은 의심이 가면, 작성한 모델에 문제점을 찾기 위하여 ***Risk Simulator | Tools | Check Model*** 에서 이 도구를 실행시칸다. 그러나 이 도구는 가장 일반적인 모델의 문제점 및 Risk Simulator 의 가정과 예측에서의 문제점들만 체크한다는 것을 주지하여야 한다. 이 도구는 모든 문제점들을 테스트하는 종합적인 것이 아니다. 모델이 제대로 작동하게 햐는 것은 모델 개발자의 임무이다.

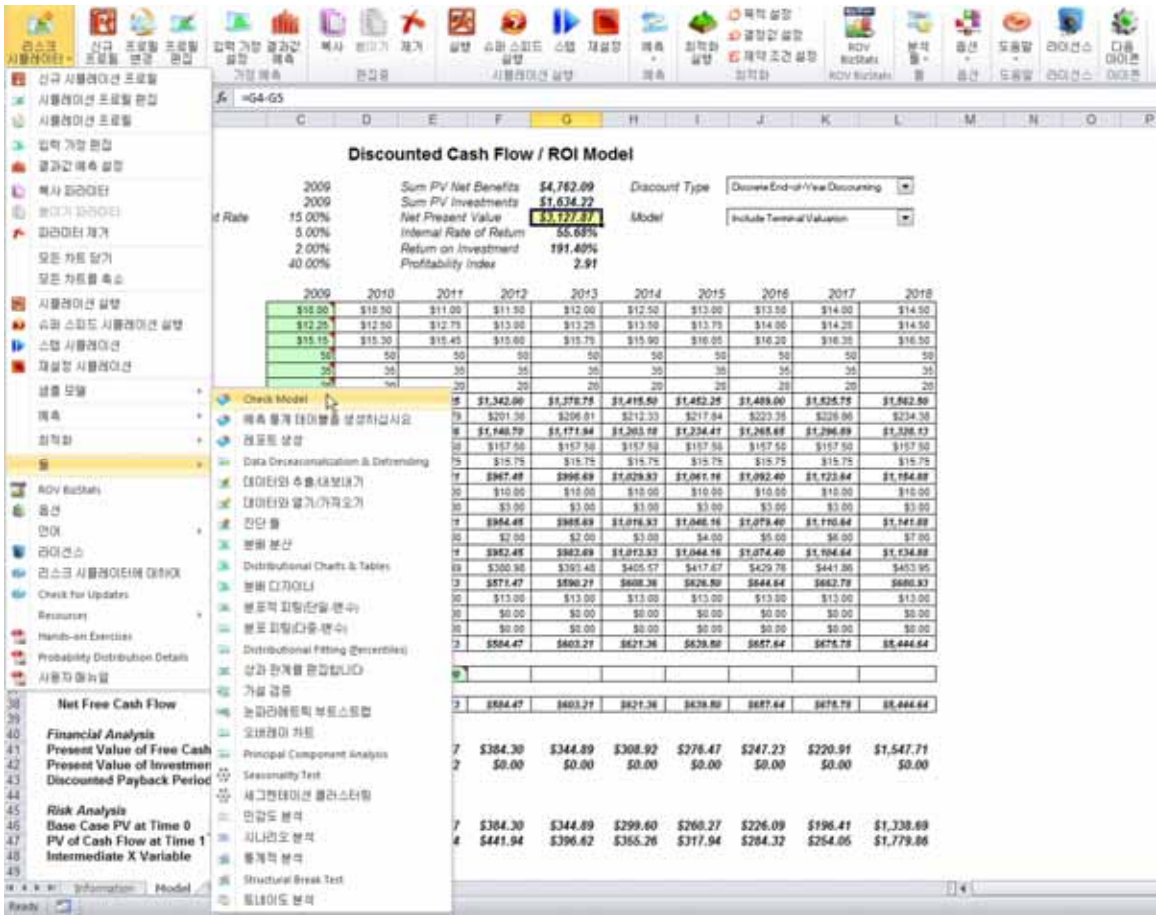


Figure 5.46 – Model Checking Tool

백분위수 분포 적합 툴

Percentile Distributional Fitting tool (Figure 5.47)은 또 다른 확률분포의 적합 방법이다. 이에는 몇가지 관련된 툴이 있으며 각각의 용도와 장점이 있다.

- Distributional Fitting (백분위수)—다른 입력 방법을 (백분위수와 처음/두번째 순간 조합) 사용하여 원 데이터 없이도 어떤 분포에 가장 적합한 파라미터를 찾을 수 있다. 이 방법은 데이터가 충분하지 않을 경우, 백분위수와 순간만 알 경우, 분포 타입이 가정될 필요가 있거나 모를 경우 오직 두세개의 데이터 포인트 만으로 전체 분포를 회복하는 경우에 사용하기 적합하다.
- Distributional Fitting (단일변수)—가장 적합한 분포와 입력 파라미터를 찾기위하여 원 데이터를 42 개의 모든 분포에 맞게하는 통계학적 방법을 사용함. 잘 맞기 위해서는 여러개의 데이타 포인트가 필요하며 분포 타입은 사전에 알수도 모를수도 있다.
- Distributional Fitting (다변수)—원 데이터를 동시에 다변수에 맞게하는 통계학적 방법을 사용함. 적합 단일변수와 같은 알고리즘을 사용하나 변수들 사이에 상관 매트릭스에서 짝을 이루기도 한다. 잘 맞기 위해서는 여러개의 데이타 포인트가 필요하며 분포 타입은 사전에 알수도 모를수도 있다.
- Custom Distribution (세트 가정)—기존 원 데이터로 사용자 정의 분포를 생성하고 이 경험적 분포에 근거하여 분포를 시뮬레이션 하기 위하여 비모수적 재표본화 기법을 사용함. 더 적은 데이터 포인트를 요하며 분포 타입은 사전에 모른다.

절차:

- ***Risk Simulator | Tools | Distributional Fitting (Percentiles)***를 클릭하고, 확률분포를 선택하고 사용할 입력타입을 입력하고, 파라미터를 입력하고 결과를 얻기 위하여 ***Run*** 을 클릭한다. 적합한 R-square 결과를 검토하고 만일 분포가 적합하면 경험적 및 이론적 적합 결과를 비교한다.

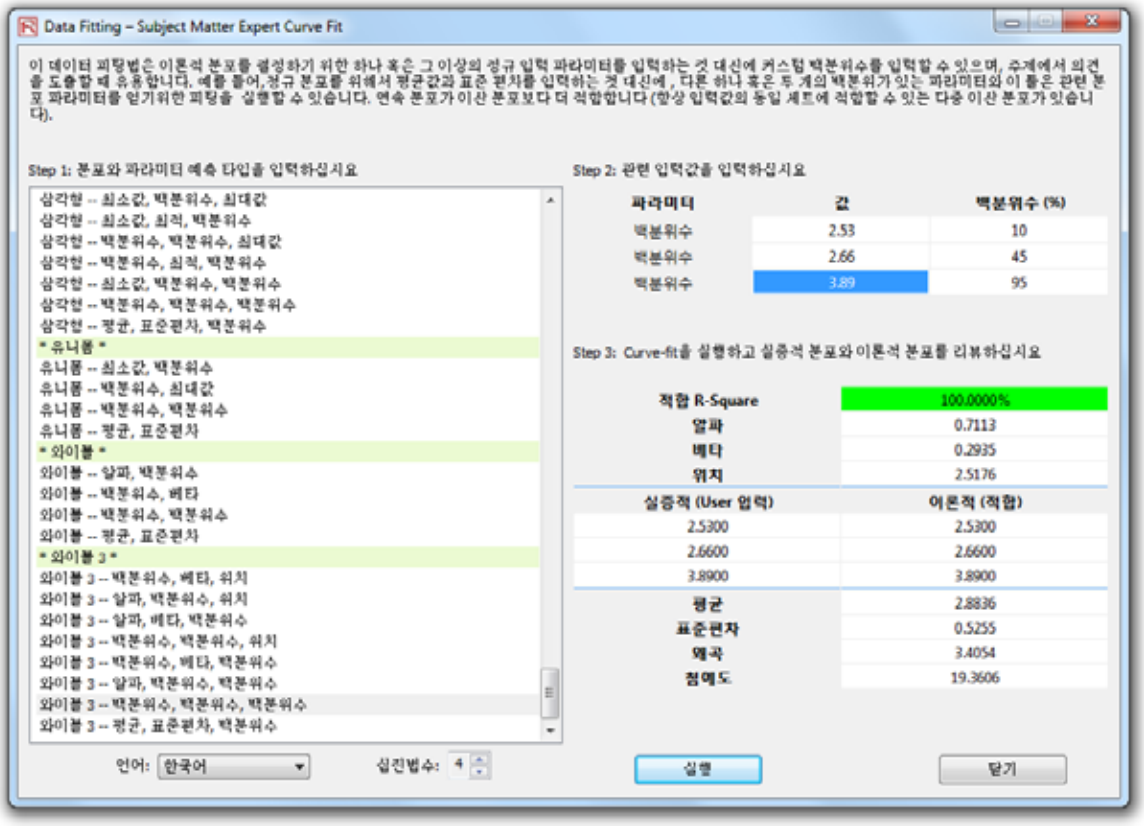


Figure 5.47 – Percentile Distributional Fitting Tool

분포 차트 및 테이블: 확률 분포 툴

이 새로운 확률분포 도구는 분포 차트와 테이블을 생성하는데 사용되는 매우 강력하고 빠른 모듈이다 (Figures 5.48-5.51). Risk Simulator 에는 세가지 유사한 도구들이 있는데 각기 매우 다르다.

- Distributional Analysis— Risk Simulator 에서 가능한 42 개의 확률분포의 PDF, CDF, ICDF 를 빨리 연산하는데에 사용되며, 그 값들의 확률 테이블을 리턴한다.
- Distributional Charts and Tables—이것이 여기에서 설명되는 확률분포 도구이며, 동일한 분포에서 다른 파라미터를 비교하는데 사용된다 (예: [2, 2], [3, 5], [3.5, 8]의 알파와 베타를 가진 와이블 분포의 모양과 PDF, CDF, ICDF 값, 그리고 각각의 위에 하나씩 덮어쓴다).
- Overlay Charts—다른 분포를 비교하는데 사용되며 (이론적 입력 가정과 경험적 시뮬레이션 출력 예측) 그리고 시각적 비교를 위하여 각각의 위에 하나씩 덮어쓴다 (예: [2, 2], [3, 5], [3.5, 8]의 알파와 베타를 가진 와이블 분포의 모양과 PDF, CDF, ICDF 값, 그리고 각각의 위에 하나씩 덮어쓴다).

절차:

- ***Risk Simulator | Distributional Charts and Table*** 에서 ROV BizStats 를 실행시키고, 입력 파라미터 표본을 로드하기 위하여 ***Apply Global Inputs*** 버튼을 클릭하거나 아니면 자신의 입력 파라미터를 직접 입력하고, 결과를 산출하기 위하여 ***Run*** 을 클릭한다. 결과의 네개의 순간과 CDF, ICDF, PDF 가 45 개의 확률분포 각각에 대하여 계산된다 (Figure 5.48).

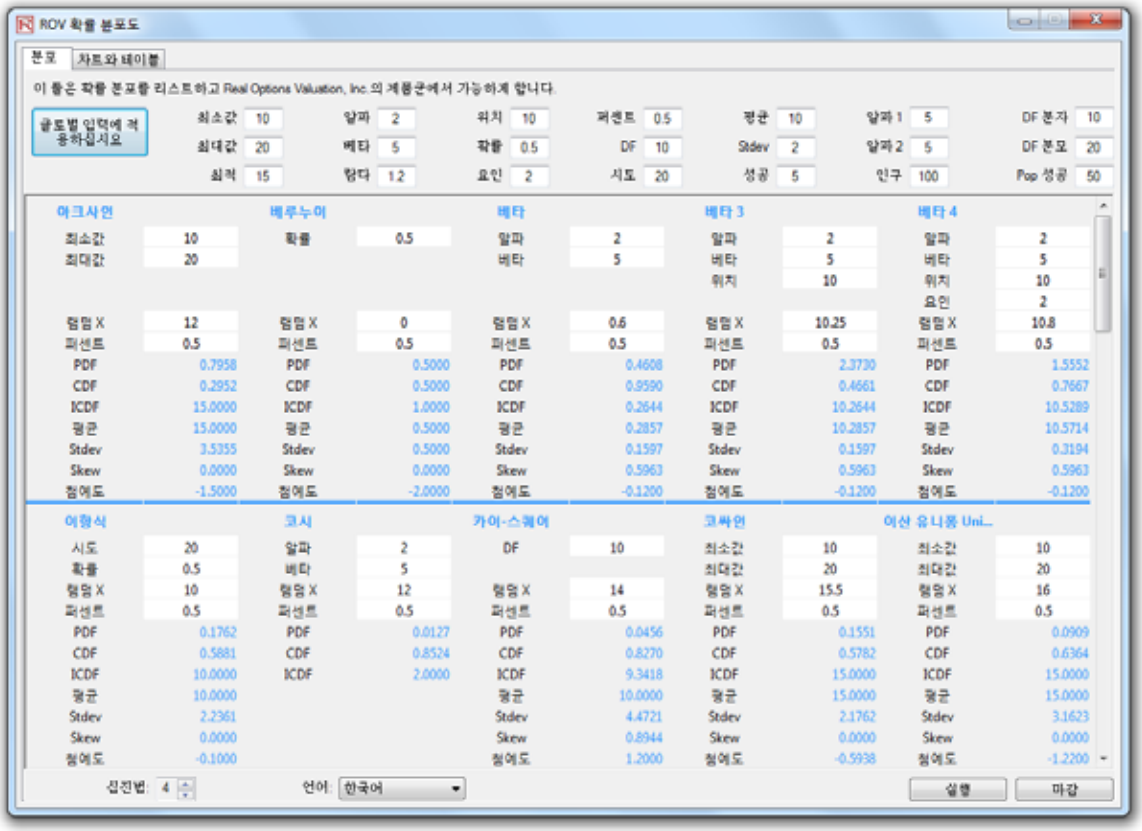


Figure 5.48 – Probability Distribution Tool (45 Probability Distributions)

- ***Charts and Tables*** tab 을 클릭하고 (Figure 5.49), 분포를 선택하고 [**A**] (예: Arcsine), CDF, ICDF, PDF 의 실행을 원하면 그것을 선택하고 [**B**], 관련 입력데이터를 입력하고 click ***Run Chart*** 나 ***Run Table*** 을 클릭한다 [**C**]. 결과를 보는데에 차트와 테이블을 전환할 수 있고 차트에 효과를 주기 위하여 차트 아이콘을 [**E**] 사용해 볼수도 있다.
- 다수의 차트와 분포 테이블을 생성하기 위하여 ***From/To/Step*** 을 입력하거나 ***Custom*** 입력을 사용하거 ***Run*** 을 클릭하여 두 파라미터를 [**H**]

변경할수도 있다. 예를들어, Figure 5.50 에서 설명하였듯이, 베타 분포를 실행하고 PDF [**G**]를 선택하고, 사용자 입력 [**I**]을 사용하여 변경할 알파와 베타를 선택하고 [**H**], 그리고 관련 입력 파라미터를 입력한다: 알파로는 2;5;5, 베타로는 5;3;5 [**J**] 그리고 ***Run Chart*** 를 클릭한다. 그러면 세개의 베타 분포가 생성된다 [**K**]: 베타 (2,5), 베타 (5,3), 베타 (5,5) [**L**]. 여러 차트 타입, 격자선, 언어, 소수점 설정등을 살펴보고 [**M**], 이론적 및 경험적 시뮬레이션 값들을 사용하여 분포를 다시 실행하여 본다 [**N**].

- Figure 5.51 는 성공 확률과 성공 시험 회수 (확률 변수 X)가 ***From/To/Step*** 옵션을 사용하여 유동적으로 선택 [**O**] 되었을 경우, 이항분포를 위하여 생성된 확률 테이블을 설명한다. 예시한대로 산출을 복제하고 생성된 확률 밀도 고저 결과를 보기위하여 Table tab [**P**]를 클릭한다. 본 예에서는, 성공확률을 0., 0.25, …, 0.50 등으로 변경이 가능하며 row variable 로 나타나고 성공시험회수를 0, 1, 2, …, 8 등으로 변경이 가능하며 column variable 로 나타나는 경우의 시작 입력 세트가 시험 = 20, 성공확률 = 0.5, 성공시험회수 X = 10 인 이항분포이다, PDF 가 선택되었음으로 테이블에 있는 결과가 주어진 이벤트의 발생하는 확률을 나타낸다. 예를들면, 25%의 성공 기회를 가진 시험이 20 번 행하여 질 때에 정확히 두번의 성공을 얻을 확률은 0.0669 즉 6.69%이다.

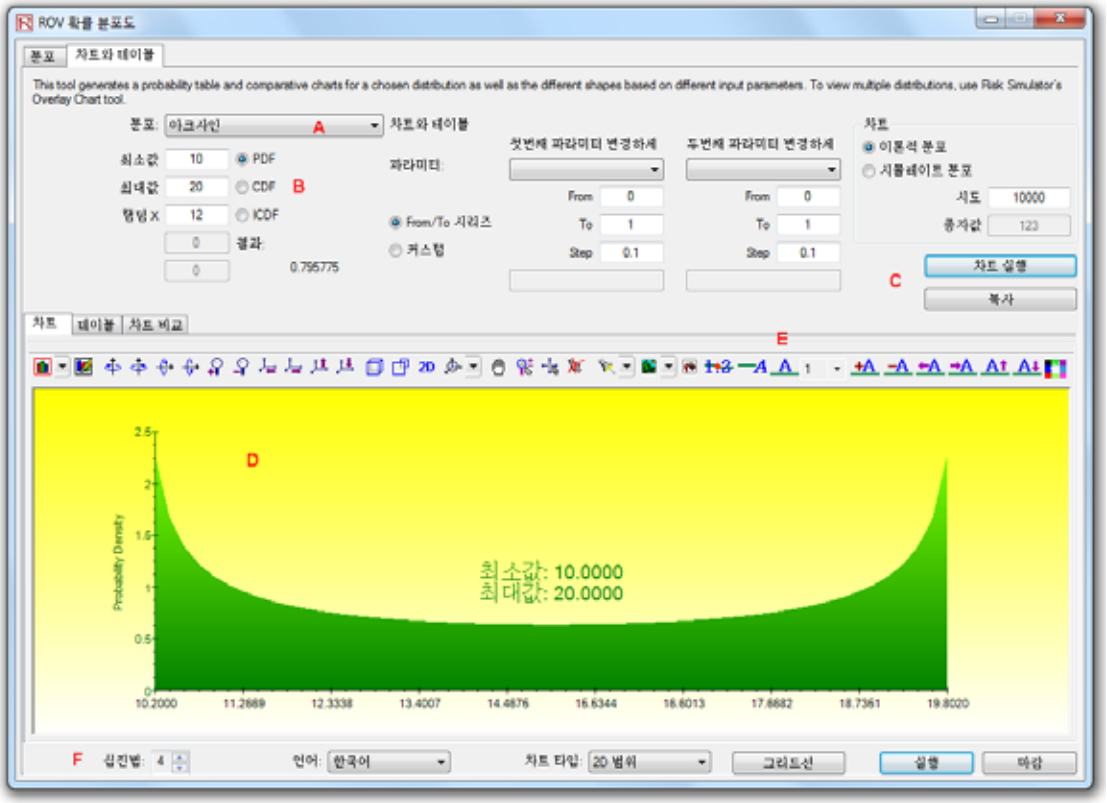


Figure 5.49 – ROV Probability Distribution (PDF and CDF Charts)

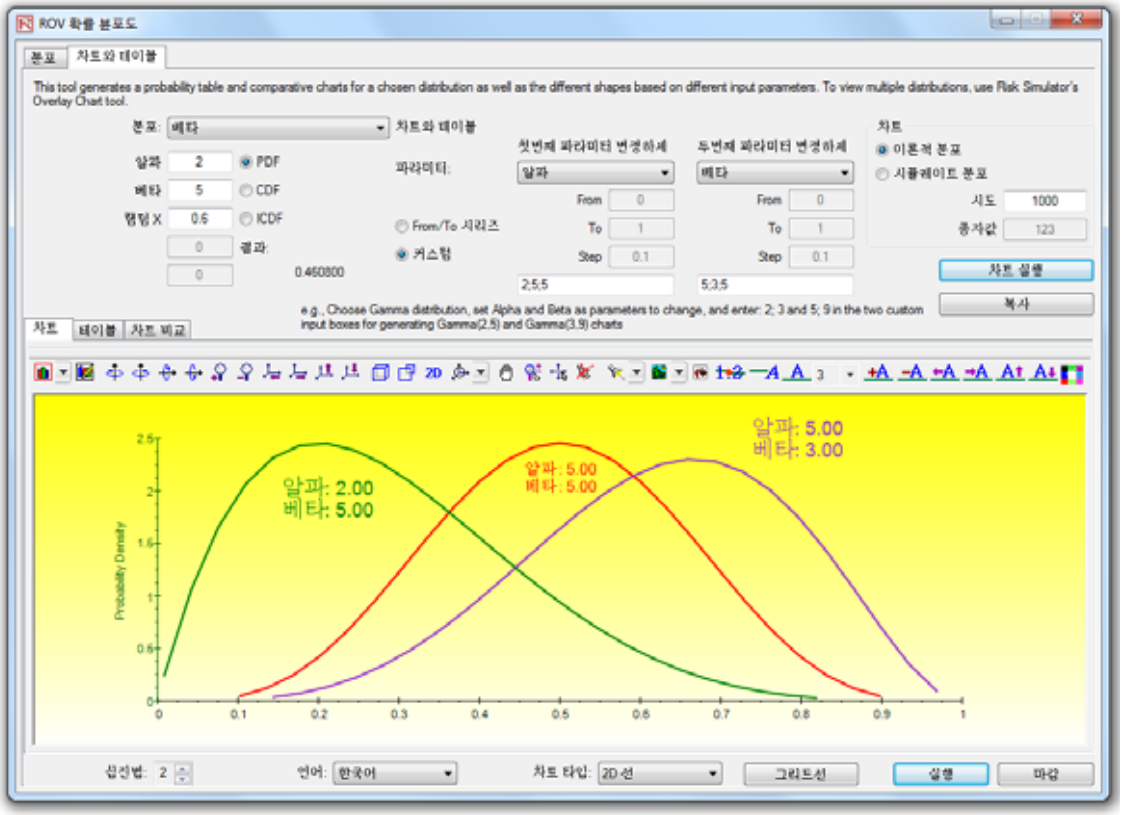
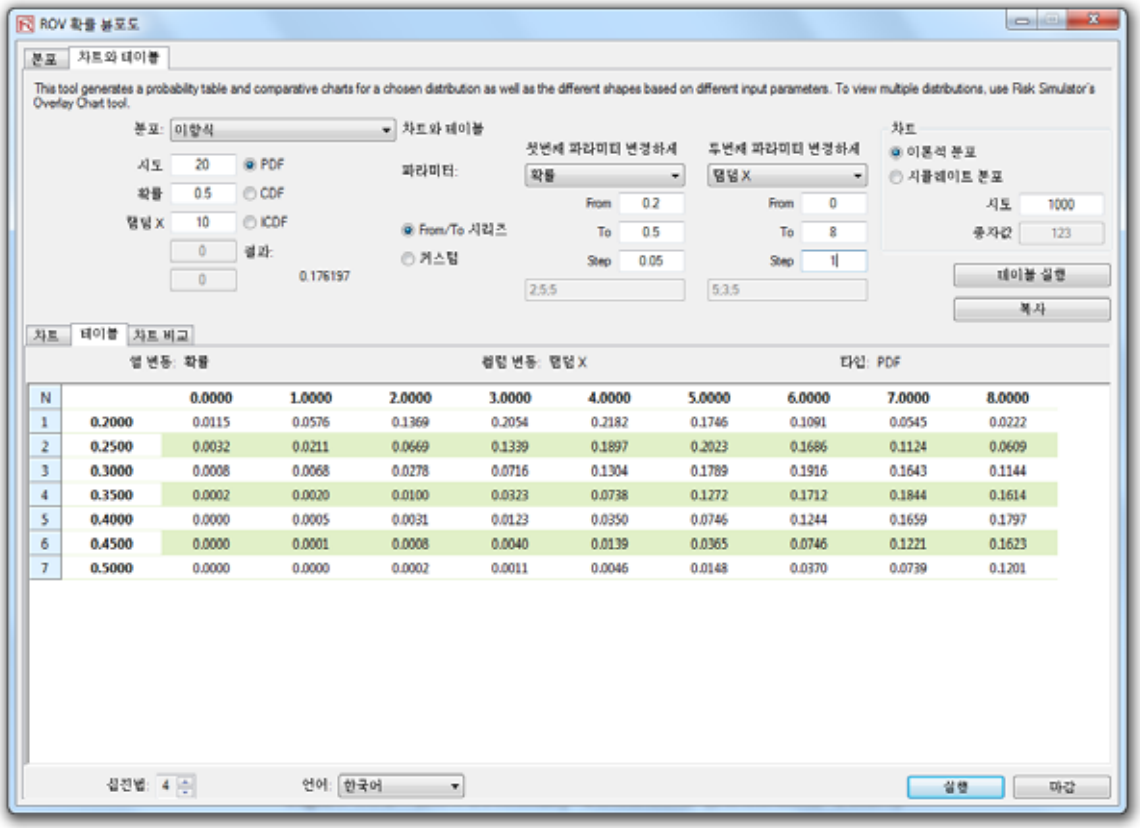


Figure 5.50 – ROV Probability Distribution (Multiple Overlay Charts)



N		0.0000	1.0000	2.0000	3.0000	4.0000	5.0000	6.0000	7.0000	8.0000
1	0.2000	0.0115	0.0576	0.1369	0.2054	0.2182	0.1746	0.1091	0.0545	0.0222
2	0.2500	0.0032	0.0211	0.0669	0.1339	0.1897	0.2023	0.1686	0.1124	0.0609
3	0.3000	0.0008	0.0068	0.0278	0.0716	0.1304	0.1789	0.1916	0.1643	0.1144
4	0.3500	0.0002	0.0020	0.0100	0.0323	0.0738	0.1272	0.1712	0.1844	0.1614
5	0.4000	0.0000	0.0005	0.0031	0.0123	0.0350	0.0746	0.1244	0.1659	0.1797
6	0.4500	0.0000	0.0001	0.0008	0.0040	0.0139	0.0365	0.0746	0.1221	0.1623
7	0.5000	0.0000	0.0000	0.0002	0.0011	0.0046	0.0148	0.0370	0.0739	0.1201

Figure 5.51 – ROV Probability Distribution (Distribution Tables)

ROV BizStats

이 새로운 ROV BizStats 도구는 Risk Simulator 에서 매우 강력하고 빠른 모듈이며, 비즈니스 통계 및 데이터에 대한 분석적 모델을 실행하는 데에 사용되며, 130 가지 이상의 비즈니스 통계와 분석적 모델을 지원한다 (Figures 5.52-5.55). 다음은 이 모듈을 빨리 실행하여 볼수있는 간단한 요령을 제시하고 소프트웨어의 각 요소를 자세히 설명한다.

절차:

- ***Risk Simulator | ROV BizSta***,에서 ROV BizStats 를 실행하고, 샘플 데이터와 모델 프로파일을 [**A**] 로드하기 위하여 ***Example*** 을 클릭하거나 데이터를 타이프하거나 데이터를 데이터 그리드에 복사/붙이기 한다 [**D**] (Figure 5.52). 메모나 변수의 이름들을 첫번째 Notes row [**C**]에 입력할 수 있다.
- Step 2 에서 실행하기 위하여 관련 모델을 [**F**] 선택하고, 연습용 데이터 입력 세트를 사용하여 [**G**] 관련 변수들을 입력한다 [**H**]. 세미콜론을 사용하여 같은 파라미터에 사용되는 변수들을 구분하고 새줄을 사용하여 (엔터키를 누름) 파라미터를 구분한다.
- 결과를 [**J**] 연산하기 위하여 ***Run*** [**I**]을 클릭한다. Step 3 의 여러 tab 에서 관련 분석의 결과, 차트, 통계를 볼 수 있다.
- 필요시에는 Step 4 [**L**]에서 프로파일에 저장하기 위하여 모델 이름을 입력할 수 있다. 여러 모델이 같은 프로파일에 저장될 수 있다. 기존 모델의 수정 및 삭제가 가능하고 [**M**], 나열 순서를 바꿀수 있으며 [**N**], 모든 수정이 파일 확장자가 *.bizstats 인 한개의 프로파일에 저장될 수 있다 [**O**]

메모:

- 데이터 그리드 사이즈는 메뉴에서 지정할 수 있으며, 그리드는 1,000 개까지의 변수 칼럼을 지원하고 칼럼은 각 변수당 백만개의 로우을 지원한다. 메뉴에서 언어 세팅 및 소수점 세팅을 변경할 수 있다.
- 처음 시작은 함께 제공된 데이터와 이미 만들어 놓은 모델을 [**S**] 연습 파일을 [**A**] 로드하는 것이 바람직하다. 실행하기 위하여 아무 모델이나 더블클릭하면 결과가 리포트 영역에 [**J**] 나타나는데 그것은 차트거나 모델 통계일 [**T/U**] 수 있다. 연습용 파일을 사용하여 모델 설정에 [**G**] 근거하여 어떻게 입력

파라미터가 [**H**] 입력되는지 확인할 수 있으며, 직접 사용자 모델들을 생성하여 볼 수 있다.

- 한개나 또는 다수의 변수를 한번에 선택하기 위하여 변수의 헤더를 [**D**] 클릭하고, 그리고 추가, 삭제, 복사, 붙이기, 또는 선택한 변수의 가시효과를 [**P**] 위하여 마우스 우측 버튼을 클릭한다.
- 모델은 Command console 을 사용하여 입력될 수도 있다 [**V/W/X**]. 그것을 확인하기 위하여, 모델 실행을 위하여 [**S**] 모델을 더블클릭하고 Command console 로 [**V**] 이동한다. 모델은 복제하여도 되고 새로 생성하여도 되고, 준비가 되면 Run Command 를 [**X**] 클릭한다. Console 의 각 줄은 각 모델 및 관련 파라미터를 나타낸다.
- 모든 **.bizstats* 프로파일은 (데이터 및 여러 모델이 생성되어 저장된 곳)은 파일 메뉴에서 XML 에디터를 오픈하여 XML [**Z**]에서 직접 수정이 가능하다. 프로파일에의 수정은 프로그램적으로 작성되고 파일이 저장되면 효과가 나타난다.

요령:

- 모든 칼럼이나 변수를 선택하려면 데이터 그리드의 칼럼 헤더를 클릭하고, 그렇게 선택하고 나서는 헤더에서 우측 클릭하여 칼럼을 Auto Fit, Cut, Copy, Delete, Paste 할 수 있습니다. 또한 칼럼 헤더를 클릭하여 여러 칼럼을 선택하여 여러 변수를 선택할 수 있고, 우측 클릭하여 Visualiz 를 선택하여 데이터를 차트로 만들수 있습니다.
- 만일 값이 너무 커서 셀에서 완전히 나타나지 못하면, 해당 셀을 클릭하고 그 셀 위에서 마우스를 움직이면 팝업 코멘트가 나타나고 거기서 완전한 값을 볼수있습니다. 또는 변수 칼럼의 크기를 조정합니다 (칼럼을 넓히기 위하여 드래그하거나, 칼럼 끝을 더블 클릭하여 자동조정하거나, 칼럼 헤더에서 우측 클릭하여 auto fit 를 선택합니다).
- 그리드 상에서 커서를 이동하려면 상하좌우 키를 사용하거나 Home 키와 End 키를 사용하여 열의 좌측 또는 우측 끝으로 이동합니다. 또한 복합키를 사용할 수도 있습니다: Ctrl+Home (좌측 맨위의 셀로 이동), Ctrl+End (우측 맨밑의 셀로 이동), Shift+Up/Down (특정 범위을 선택)
- Notes 열에서는 각 변수에 대한 짧은 노트를 입력할 수 있습니다. 노트는 짧고 간결하게 하십시요.

- Visualize 탭의 여러 차트 아이콘을 사용하여 차트의 모양을 바꿀 수 있습니다 (예: 회전, 이전, 축소/확대, 색의 변경, 범례 추가 등등)
- Copy 버튼은 모델이 실행되고나서 스텝 3 에서 Results, Charts, Statistics 탭을 복사하는데 사용됩니다. 만일 모델없이 실행되면 copy 기능은 단지 백지 페이지를 복사합니다.
- Report 버튼은 스텝 4 에서 저장된 모델이 있거나 그리드에 데이터가 있을 시에만 실행됩니다. 그렇치 않으면 백지 리포트를 생성합니다. 또한 데이터 추출과 결과 리포트를 실행하려면 Microsoft Excel 이 설치되어 있어야하고, 차트 리포트를 실행하려면 Microsoft PowerPoint 가 필요합니다.
- 만일 특정 모델이나 통계 방법을 실행할 경우에 어떻게 할지 확실하지 않으면, Example 프로파일을 시작하여 스텝 1 에서 어떻게 데이터가 설정되었는지 또는 스텝 2 에서 어떻게 입력 파라미터가 입력되었는지 검토하여 봅니다. 이것을 자신의 데이터와 모델을 위한 시작 가이드나 본보기로 사용합니다.
- 언어는 Language 메뉴에서 바꿀수 있습니다. 현재는 10 개국 언어가 지원되고 더 추가될 예정입니다. 그러나 영어에서 가끔 결과의 한계가 나타나기도 합니다.
- 스텝 2 에서 나타나는 모델 리스트를 바꾸려면 View drop list 를 바꾸면 됩니다. 모델을 알파벳, 카테고리, 입력 요소별로 나열할 수 있습니다. 하지만 일부 유니코드 언어 (예: 중국어, 일본어, 한국어)에서는 알파벳 순서가 없어서 첫번째 옵션은 지원되지 않음에 주의하십시요.
- 본 소프트웨어는 지역별로 다른 각가지의 소수점 및 숫자 세팅이 가능합니다 (예: 천달러 50 센트를 1,000.50 또는 1.000,50 또는 1'000,50 로 나타낼 수 있습니다). 소수점은 ROV BizStats 메뉴 Data | Decimal Settings 에서 지정할 수 있습니다. 하지만 확실하지 않으면 컴퓨터의 지역별 세팅을 English USA 로 바꾸고, ROV BizStats 에서 North America 1,000.50 을 디폴트로 유지합니다 (이 세팅이 ROV BizStats 와 디폴트 예제들에서 제대로 작동되는 것이 보장됩니다).

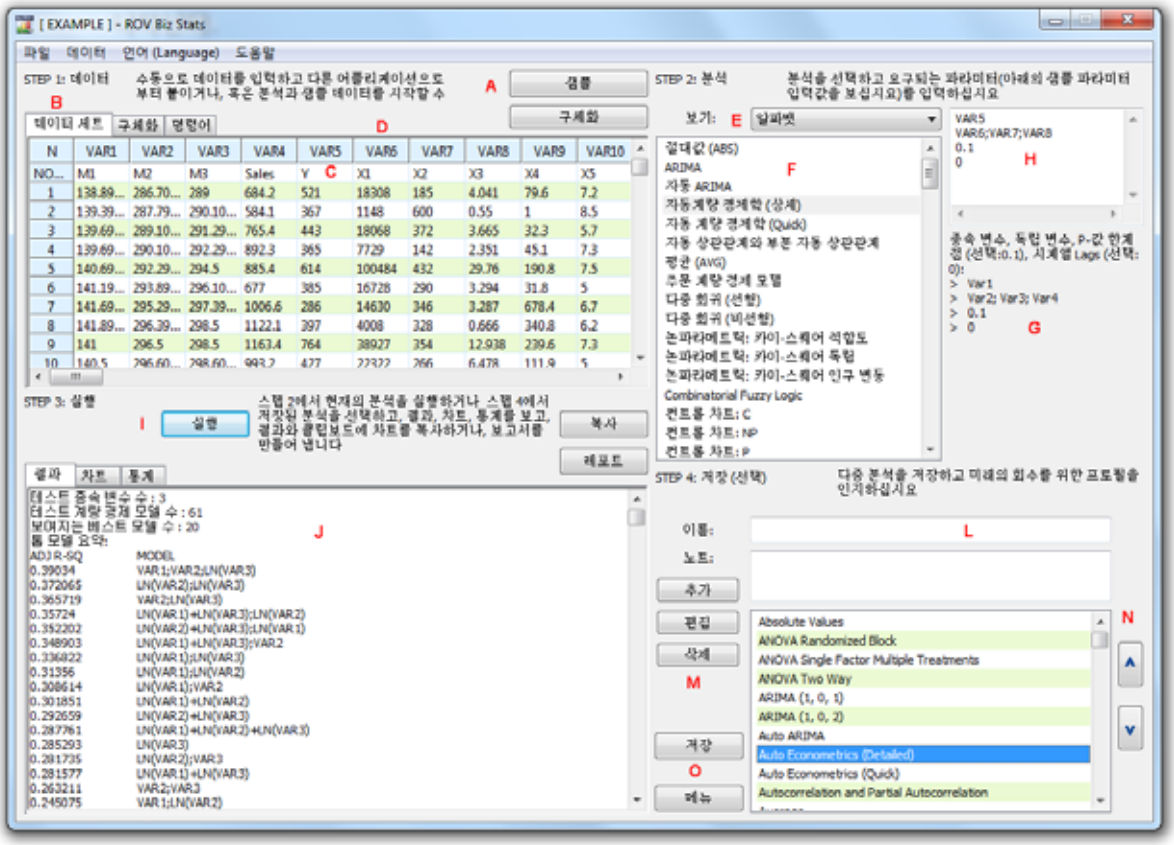


Figure 5.52 – ROV BizStats (Statistical Analysis)

Figure 5.53 – ROV BizStats (Data Visualization and Results Charts)

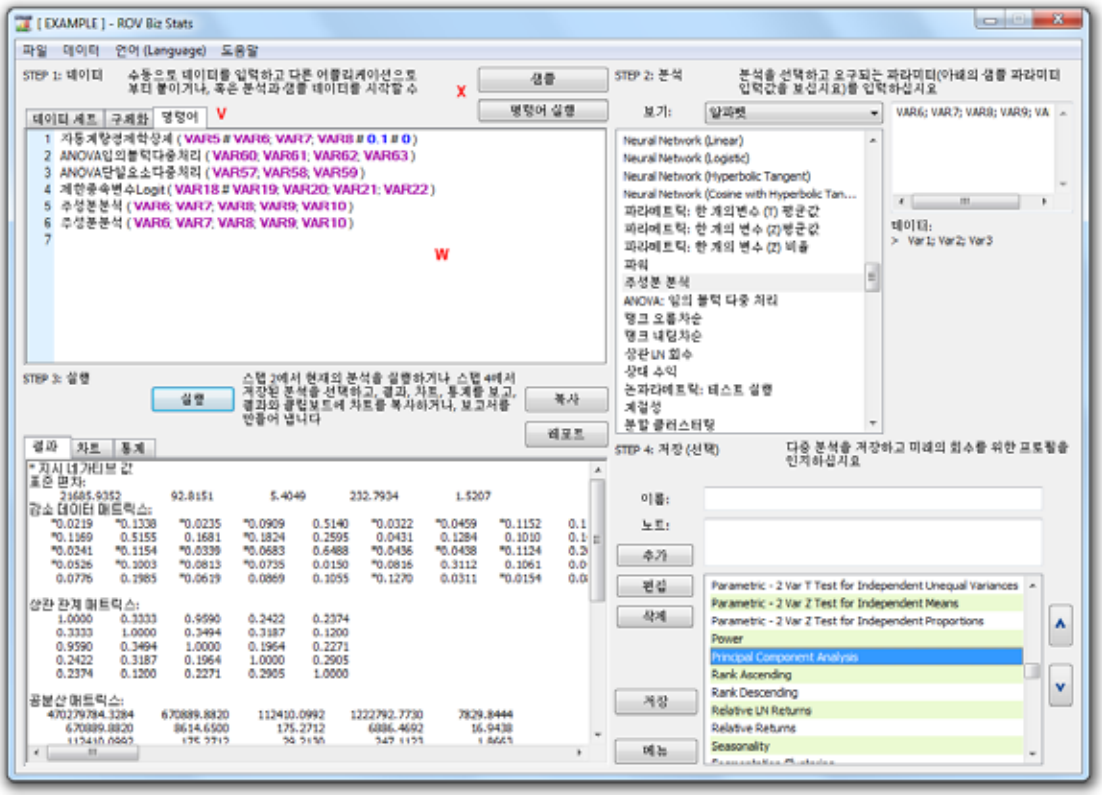


Figure 5.54 – ROV BizStats (Command Console)

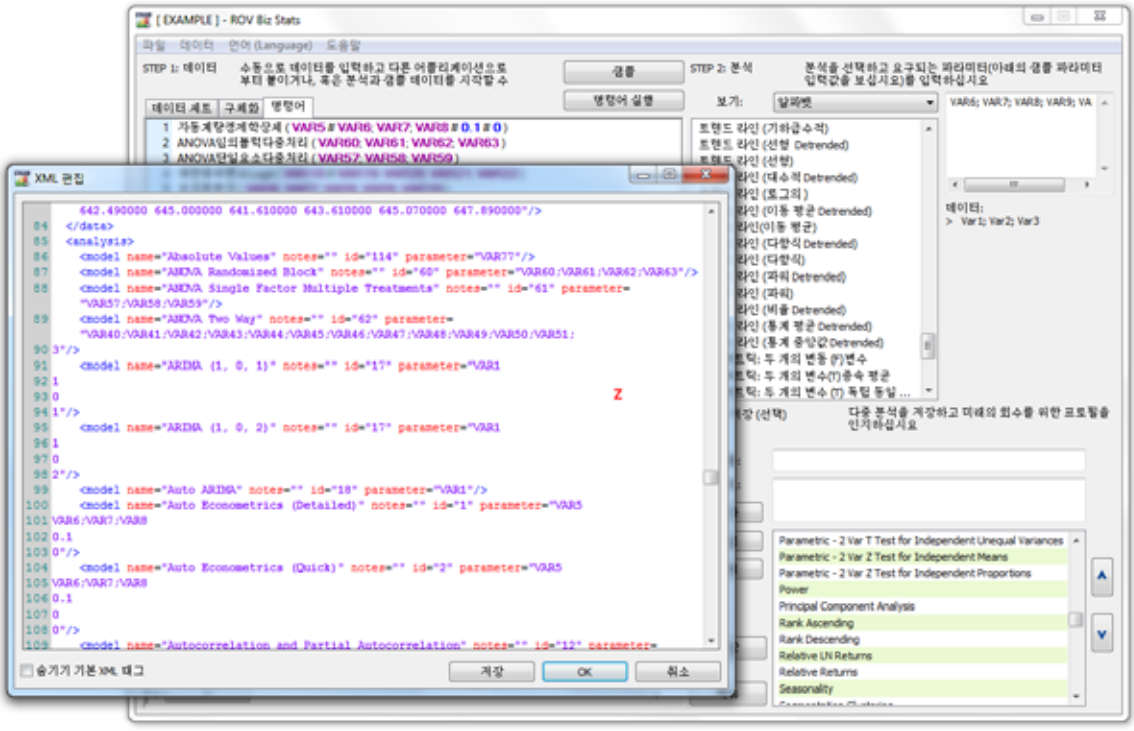


Figure 5.55 – ROV BizStats (XML Editor)

신경망과 조합 퍼지 논리 예측 방법론

신경망이라는 용어는 흔히 생물학적 신경세포의 망 또는 회로를 언급하는 것에 사용된다. 한편 용어의 현대적 용법에서는 이것은 흔히 소프트웨어 환경에서 만들어진 인공신경세포나 접속부분(접속장치, 네트워크에 기기를 접속하는 부분, nodes)을 구성하는 인공 신경 네트워크를 언급한다. 이 방법 은 패턴을 생각하고 규명하는 방법으로 인간의 두뇌와 신경세포를 흉내 내려고 시도하며 우리의 상황에서는 시계열 데이터를 예측하기 위하여 패턴을 규명하는 방법으로 인간의 두뇌와 신경세포를 흉내 내려고 시도한다. **이 방법은 Risk Simulator | 예측 | 신경 네트워크는 물론 Risk Simulator | ROV BizStats | 신경 네트워크에 위치한 Risk Simulator 에 있는 ROV BizStats 모듈안에서 발견된다. 그림 5.56 은 신경 네트워크 예측 방법을 보여준다.**

절차

- **Risk Simulator | 예측 | 신경망을 클릭한다.**
- 손으로 데이터로 입력하거나 클립보드로부터 일부 데이터를 붙인다. (가령 엑셀로부터 일부 데이터를 선택하여 카피하고 이 도구를 시작하고 붙이기 버튼을 클릭하여 데이터를 붙인다.)
- 선형(a *Linear*)이나 비선형(*Nonlinear*)신경망 모델을 실행하기를 원하면, 원하는 예측 주기(기간)[For*cast Periods]*(가령 5), 신경망에 있는 감추어진 계층(가령 3), 그리고 테스팅 주기(*Testing Periods)* (가령, 5)의 넘버를 입력한다.
- 분석을 실행하고 계산된 결과와 차트를 검토하기 위해서 Run 을 클릭한다. 결과와 차트를 클립보드(clipboard)에 복사하고 또 다른 소프트웨어 어플리케이션에 붙일 수 있다.

망에 있는 감추어진 계층(layers)의 넘버는 입력(input) 매개변수(parameter)이며 당신의 데이터로 보정(calibrated)할 필요가 있음을 주목한다. 전형적으로 데이터 패턴이 더 복잡할수록 당신은 더 높은 수의 감추어진 계층(layers)이 필요하고 계산하는데 더 오래 걸린다. 3 계층에서 시작하는 것이 권장된다. 시험 주기(기간)는 단순히 신경망 모델을 최종적으로 보정(calibration)하는데 사용되는 데이터 포인트의 넘버이다. 그리고 우리는

당신이 시험기간으로 예측하기를 원하는 것과 똑 같은 넘버의 기간(주기)을 적어도 사용하기를 권장한다.

대조적으로 퍼지 논리라는 용어는 정확(엄밀)하기보다는 대략적인 논리를 다루는 퍼지 조합이론으로부터 도출 된다, 이진조합(binary sets)이 이진 로직을 가지는 "crisp 로직"과는 반대로 퍼지 로직 변수들은 0 과 1 사이 범위의 진리 값을 가지며 고전적인 명제의 논리의 2 진리 값에 한정되지 않는다. 이 퍼지 가중 스키마(weighting schema)는 도표 5.57 에 예시된 Risk Simulator 시계열 예측 결과를 산출하는 조합의 방법과 함께 사용되며 주기성과 추세를 갖는 시계열 데이터에 적용할 때 가장 이용하기에 좋다. **이 방법은 Risk Simulator Forecasting | | Combinatorial Fuzzy Logic 은 물론 Risk Simulator | ROV BizStats | Combinatorial Fuzzy Logic 에 위치한 Risk Simulator 에 있는 ROV BizStats 모듈안에서 발견된다. 그림 5.57 은 신경망 예측 방법을 보여준다.**

절차

- **Risk Simulator | Forecasting | Combinatorial Fuzzy Logic (조합 퍼지 로직 예측)을 클릭한다.**
- 데이터를 수동으로 입력하거나 클립보드로부터 일부 데이터를 붙인다. (가령 엑셀로부터 일부 데이터를 선택하여 카피하고 이 도구를 시작하고 붙이기 버튼을 클릭하여 데이터를 부친다.)
- 여러분들이 drop-list (풀다운 메뉴)로부터 분석을 실행하기를 원하는 변수를 선택하고, 시계열 주기 (가령, 분기 데이터에 대해서는 4, 월간 데이터에 대해서는 12, 등등)와 원하는 예측 주기의 넘버(가령, 5)를 입력한다.
- 분석을 실행하고 계산된 결과와 차트를 검토하기 위해서 Run 을 클릭한다. 결과와 차트를 클립보드(clipboard)에 복사하고 또 다른 소프트웨어 어플리케이션에 붙일 수 있다.

신경망이나 퍼지 논리 기법은 비즈니스 예측 도메인에서 전략, 전술 또는 운영 수준에서 타당하고 신뢰할 만한 방법으로 아직 확립되지 않았음을 주목 하라. 이와 같은 고급 예측 분야에서 요구되는 많은 연구가 아직 진행 되고 있다, 그럼에도 불구하고 Risk Simulator 는 시계열 예측을 실행하기 위한 이 두 가지 테크닉의 기초를 제공한다. 우리는 여러분들이 이 기법들 중 어느 하나를 별개로 사용하지 말고 더 견고한 모델을

구축하기 위해 다른 Risk Simulator 예측 방법(forecasting methodologies) 을 조합하여 사용할 것을 권장한다..

도표 5.56-신경망 예측

BizStats 로부터 UI(사용자 인터페이스)와 Grid 를 재사용한다, 그리고 메뉴와 많은 것들이 더 이상 필요하지 않다.

이것은 RS 안에서만 운용된다, 패스워드 보호되지 않는다.

그림에서 공간이 부족하나 다음 두 가지 입력이 필요하다.

계층(layers)

테스트 주기(Testing Period)

그들이 숫자로 나타나고 데이터 포인트의 총 수보다 반드시 적은지 입력 에러를 체크, 그렇지 않으면 리턴, " 에러, 입력 매개변수의 하나가 인식불능이면 체크하고 다시 하십시오.

신경망 예측

수동으로 데이터를 입력하거나 다른 애플리케이션으로부터 붙이거나 사례 데이터세트에 분석을 로드 하시오

붙임(paste)

제 2 단계: 운용을 위해 분석 타입, 변수, 예측 주기를 선택하시오:

신경망(선형)

신경망(비선형)

결과 차트, 예측 주기

변수(Vari) 실행(run) 최소(cancel)

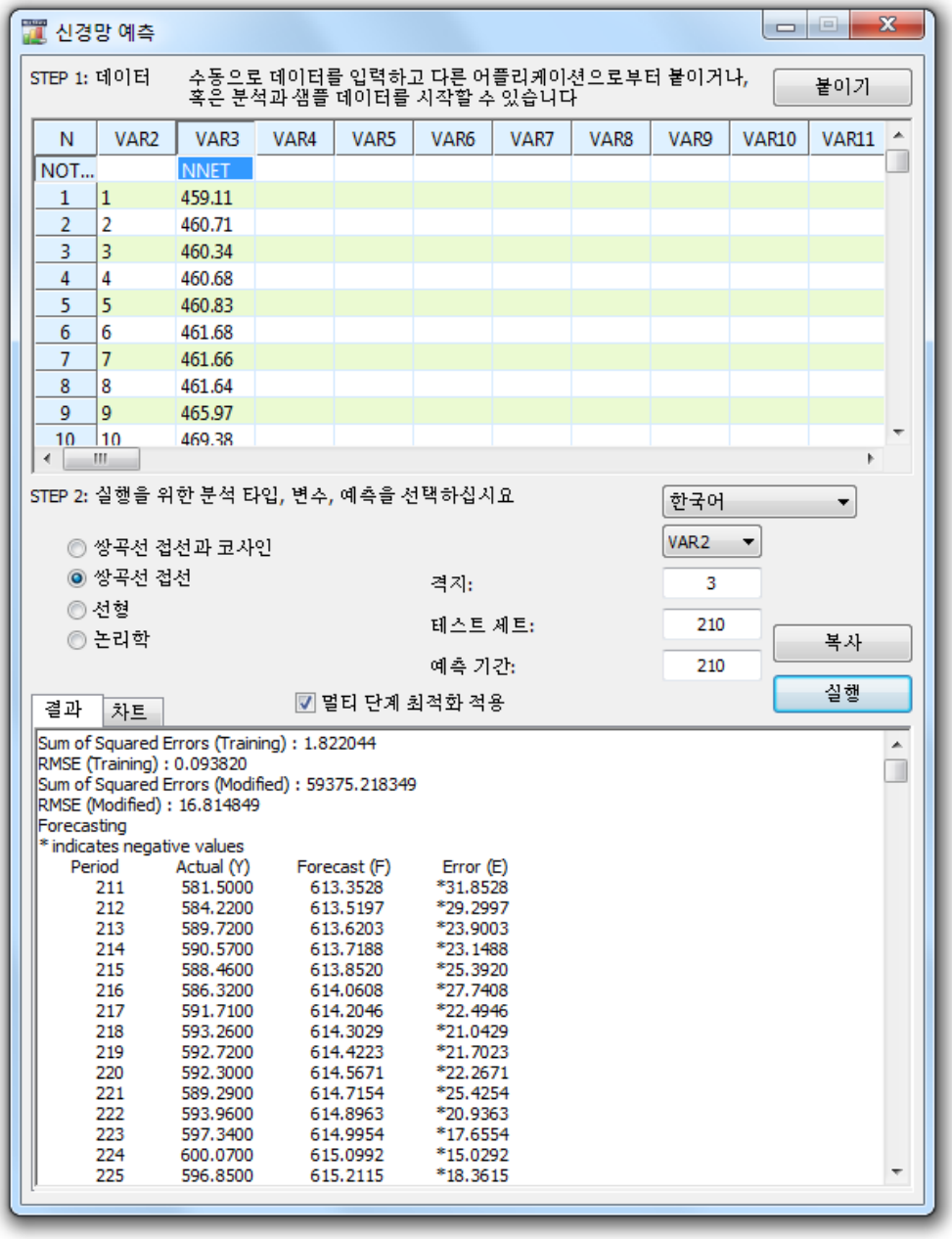


Figure 5.56 – Neural Network Forecast(신경망 예측)

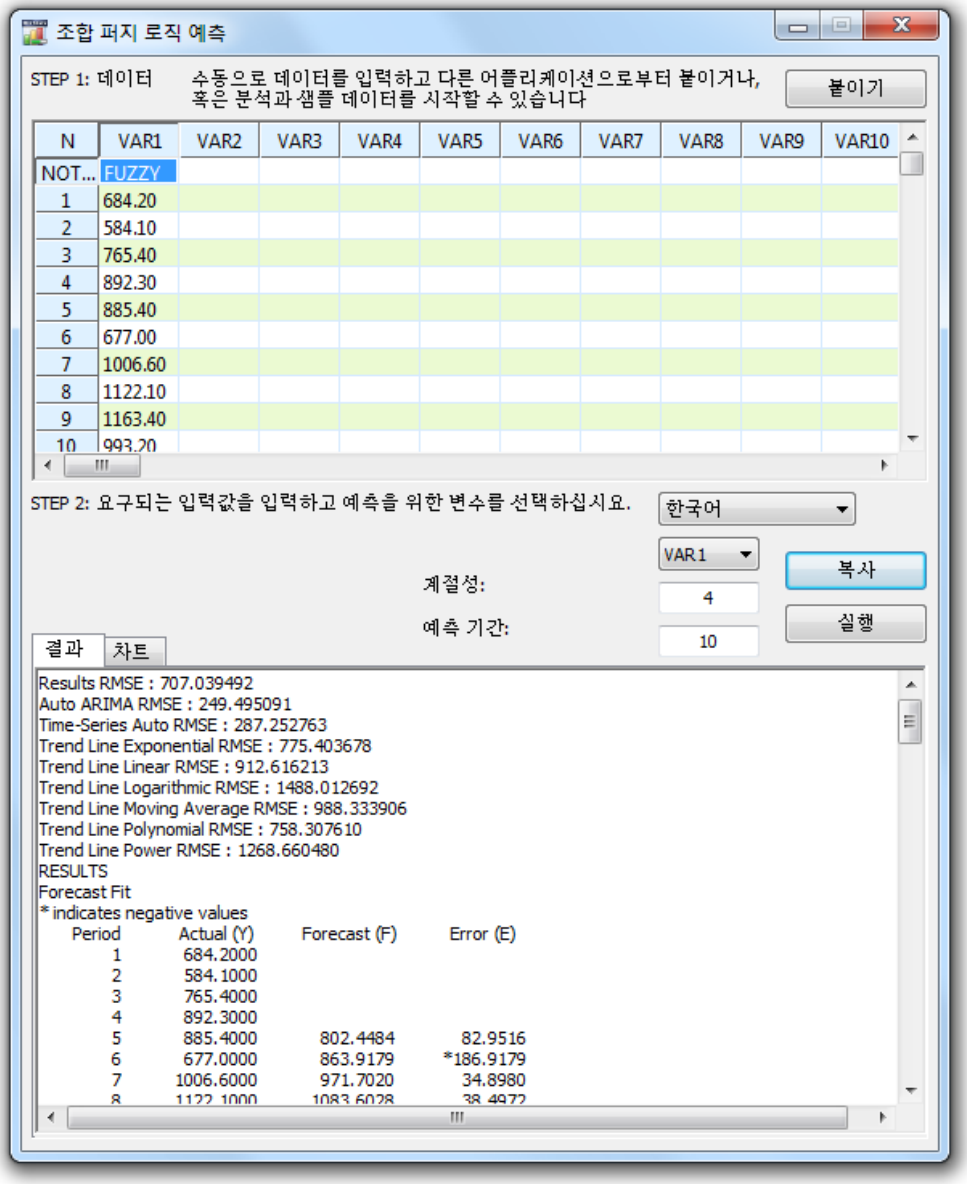


도표 5.57 - 퍼지 논리 시계열 예측

BizStats 로부터 UI(사용자 인터페이스)와 Grid 를 재사용한다, 그리고 메뉴와 많은 것들이 더 이상 필요하지 않다.

이것은 RS 안에서만 운용된다, 패스워드 보호되지 않는다.

조합 퍼지 논리

수동으로 데이터를 입력하거나 다른 애플리케이션으로부터 붙이거나 사례 데이터세트에 분석을 로드 하시오

붙임(paste)

제 2 단계; 요구되는 내용을 입력을 하고 예측하기 위해 변수를 선택하시오.

시계열

예측주기

결과, 차트, 변수, 실행, 복사(copy)

최적화 Goal Seek 목표(Optimizer Goal Seek)

Goal Seek 도구는 모델 안에서 한 개 변수의 솔루션을 찾아내기 위하여 응용되는 탐색 연산법 이다. 여러분들이 공식 이나 모델로부터 원하는 결과를 알지만 그 결과를 얻기 위하여 공식이 필요로 하는 입력 값이 얼마인지 확신하지 못하는 경우, **Risk Simulator | Tools | Goal Seek 부문을 사용하십시오.** Goal Seek 는 오직 한 개의 변수 입력 값에만 작동한다는 점을 주목하십시오. 여러분들이 한 개의 입력 값 이상을 받아드리기를 원한다면 Risk Simulator ' s 고급 수준의 최적 프로그램(advanced Optimization routine)을 사용하십시오. 도표 5.58 은 단순 모델과 Goal Seek 가 어떻게 응용되는 가를 나타내고 있다.

도표 5.58 골 시크(Goal Seek)

하나의 변수 타겟 시크(One Variable Target Seek)

조합 셀(Set cell) 결과(Result)

값(to value)

변동 셀(By changing cell)

실행(run) 최소(cancel)

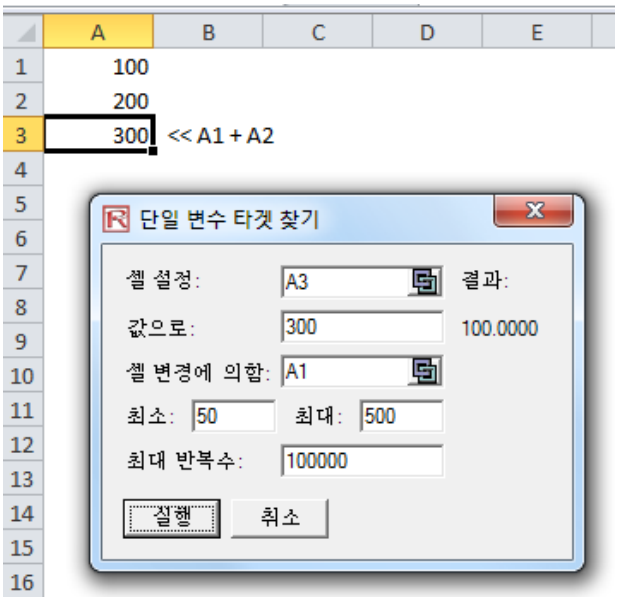


Figure 5.58 – Goal Seek

한 개 변수 최적화 소프트웨어 (Single Variable Optimizer / 단일 변수 옵티마이저)

- 한 개 변수 최적화 소프트웨어 도구는 앞에서 논의한 Goal Seek 프로그램과 똑 같이 모델 안에서 한 개 변수의 솔루션을 찾아내기 위하여 응용되는 탐색 연산법 이다. 여러분들이 하나의 공식으로부터 가능한 최대 또는 최소의 결과를 원하지만 그 결과를 얻기 위하여 공식이 필요로 하는 입력 값이 얼마인지 확신하지 못하는 경우 **Risk Simulator | Tools | Single Variable Optimizer 부문** (도표 5.59)를 사용하십시오. 이 한 개 변수 최적화 소프트웨어가 매우 신속하게 실행되고 한 개 변수 입력을 찾아내는 데 만 응용될 수 있음을 주목하십시오. 여러분들이 한 개의 입력 값 이상을 받아드리기를 원한다면 Risk Simulator ' s 고급 수준의 최적 프로그램 (advanced Optimization routines)을 사용하십시오. 여러분들이 때때로 하나의 결정 변수를 위해 신속한 최적화 계산을 필요로 할 수 있기 때문에 이 도구는 Risk Simulator 에 포함되어 있으며 이 도구는 프로파일, 시뮬레이션 가정, 결정 변수, 대상, 한정이 있는 최적화 모델을 설치할 필요 없이 그러한 능력을 제공함을 주목하십시오.

도표 5.59- 하나의 변수 옵티마이저 (최적화를 위한 소프트웨어)

하나의 변수 쾌속 옵티마이저 (최적화를 위한 변수)(One Variable Quick Optimizer)

목표셀 (ObjectiveCell) 변수 셀(Variable 셀)

최대화(Maximize) 최소화(Minimize)

허용치(Tolerance) 최대 반복(Max Iteration)

최소(Min) 최대(Max)

최적 변수(Optimized Variable)

최적 목표(Optimized Objective)실행(run)최소(cancel)

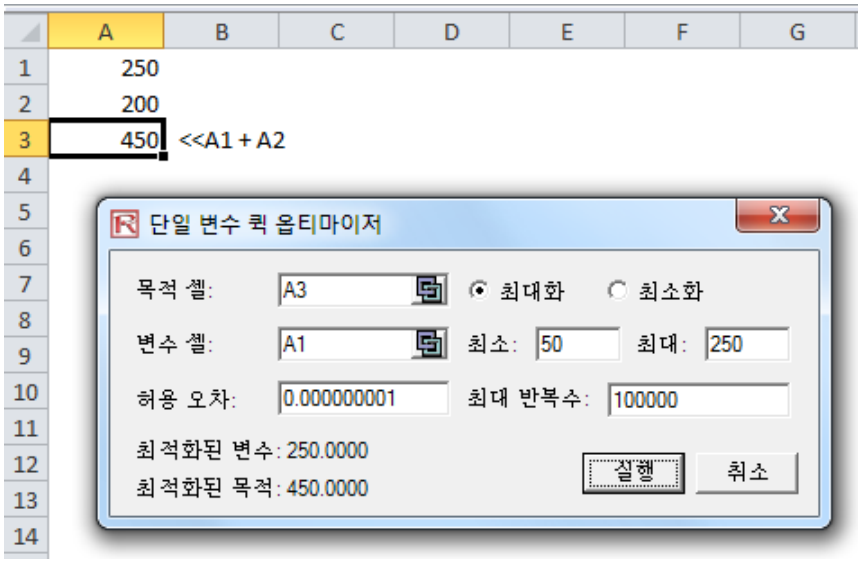


Figure 5.59 – Single Variable Optimizer (단일 변수 옵티마이저)

유전 알고리즘 최적화 (Genetic Algorithm Optimization)

유전 알고리즘은 자연의 진화를 흉내 낸 발견적 탐색이다. 이 발견적 방법은 최적하와 문제 탐색에 대한 유용한 솔루션을 만들어내는 데 일상적으로 사용된다. 유전 알고리즘은 진화적 알고리즘의 더 큰 급에 속하는 데, 이것은 유전, 돌연변이, 도태, 염색체의 교차 등과 같은 자연계의 진화에서 영감을 얻은 테크닉을 사용하여 최적화 문제들에 대한 솔루션을 만들어낸다.

유전 알고리즘은 **Risk Simulator | 도구들 | 유전 알고리즘**(도표 5.60)에서 이용할 수 있다. 결과는 입력에 꽤 민감하기 때문에 모델의 입력을 보정(calibrating)하는 데 주의를 기울이십시오 (가장 일반적인 입력 수준에 대한 지침으로 디폴트 입력들이 제공된다), 그리고 보다 견고한 결과의 조합을 위해 경사 탐색 테스트 (Gradient Search Test)가 선택될 것이 권고된다. (여러분들은 시작하기 위해서 이 옵션을 선택해제 할 수 있고 그리고 나서 이 선택(choice)을 택하고, 분석을 다시 실행(re-run)하고 결과를 비교할 수 있다).

주의: 많은 문제에서 유전 로직은 문제에 대한 전반적인(global)최적보다는 부분적(국지적) 최적 또는 일방적인 지점으로 수렴하는 경향이 있을 수 있음을 주목하십시오. 이것은 장기적인 적합성을 얻기 위해 단기적인 적합성을 희생하는 방법을 모른다는 것을 의미한다. 특수한 최적화 문제들과 문제 실례를 위해서는 다른 최적화 로직이 유전 로직보다 더 좋은 솔루션을 발견할 수도 있다. (동일한 양의 계산 시간을 전제로 한다면). 따라서 여러분들은 처음에 유전 로직을 운영하고 그리고 나서 모델의 견고성을 테스트하기 위해 응용 경사 탐색 테스트 선별(*Apply Gradient Search Test* selection)(도표 5.60)를 체크하여 그것을 재운용(re-run)할 것을 권고한다. 이 경사 탐색은 유전 연산 방법으로 전통적인 최적화 테크닉의 조합을 실행하여 가능한 가장 좋은 솔루션을 가져오려고 시도 할 것이다. 최종적으로 유전 로직을 사용할 특수한 이론적 필요가 없으면, 우리는 더 견고한 결과를 위해 Risk Simulator ' s Optimization module 을 사용할 것을 권고한다, 이것은 여러분들이 더 발전된 Risk-based dynamic 과 통계적 최적 프로그램을 실행할 수 있게 할 것이다.

도표 5.60-유전 연산법(Genetic Algorithm)
목표 셀(Objective Cell)
최대화 최소화
변수 추가(Add)
컬럼 셀(Column /Cell) 컬럼 최소(ColumnMin) 컬럼 최대(ColumnMax)
제한(Constraints)
최대반복(Max Iterations) 돌연변이율(Mutation Rate)
집단 크기(Population Size) 다양성(Diversity)

교차율(Crossover Rate) 엘리트주의(Elitism)

교차무변화(Unchange)실행(run) 결과(Result)

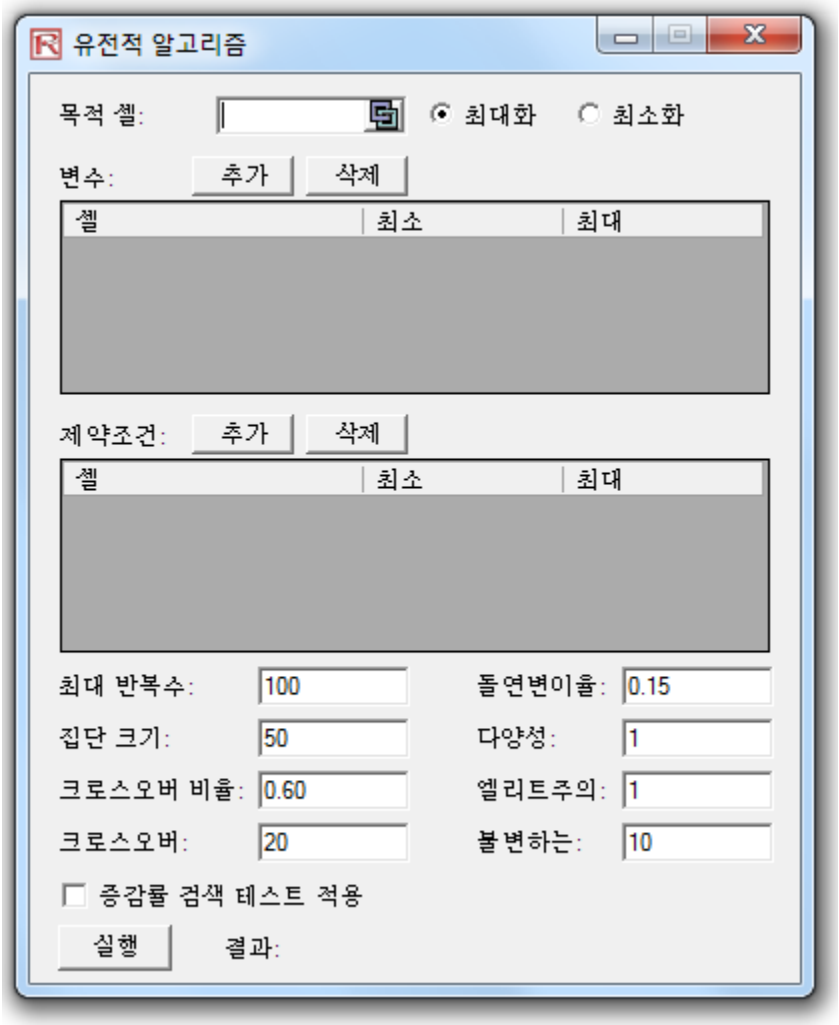


Figure 5.60 – 유전적 알고리즘

ROV 결정 트리 모듈

Decision Tree 의사 결정 트리

ROV Decision Tree (도표 5.61) 결정 트리는 결정 트리 모델을 만들고 가치를 평가하기 위해 사용됩니다. 다음과 같은 고급 방법론 및 분석기법들이 추가로 포함되어 있습니다.

- 결정 트리 모델
- 몬테카를로 리스크 시뮬레이션
- 민감도 분석
- 시나리오 분석
- 베이지안 방법 (결합 및 사후 확률 갱신)
- 정보에 대한 기대 값
- MINIMAX
- MAXIMIN
- 리스크 프로파일

다음 사항들은 이 손쉬운 도구를 사용하기 위해 필요한 몇 가지 주요한 빠른 사용법 습득 요령과 절차들입니다.

- 본 모듈은 11 가지의 언어로 사용 가능하며, 언어 메뉴를 통해 현재 사용되는 언어를 변경할 수 있습니다..
- *옵션* 노드나 *터미널* 노드들을 삽입하려면, 먼저 기존의 노드를 선택하고 나서 옵션 노드 아이콘 (사각형)이나 터미널 노드 아이콘 (삼각형)을 클릭하거나, 아니면 *삽입* 메뉴에 있는 기능을 사용합니다.
- 개별 *옵션 노드*나 *터미널 노드*의 속성들을 수정하려면, 노드를 더블 클릭합니다. 노드를 클릭하면, 때로는 그 아래에 있는 하부 노드들 역시 모두 선택됩니다 (이 기능은 선택된 노드로부터 전체 트리 시작을 가능하게 합니다). 오직 특정 노드만 선택하고 싶은 경우, 빈 배경 위를 클릭한 후 해당 노드를 다시 클릭하면, 해당 노드만 개별적으로 선택됩니다. 또한, 현 설정 상태에 따라 (우측 클릭을 하여 또는 *편집* 메뉴에서 *개별 노드 이동* 아니면 *단체 노드 이동*을 선택합니다) 개별 노드나 선택된 노드로부터 시작된 전체 트리를 이동할 수도 있습니다.
- 다음은 노드 속성 사용자 인터페이스에서 사용자가 정의하고 구성할 수 있는 것들에 대한 일부 개략적인 설명들입니다. 전략 트리 내 어떤 영향을 주는지 알아보려면 다음 각 항목 별로 다른 설정을 시도해 보는 것이 가장 간편한 방법입니다.
  - *이름*. 이름은 노드 위에 나타납니다.
  - *값*. 값은 노드 아래 나타납니다.
  - *엑셀 링크*. 엑셀 스프레드시트의 셀에 있는 값을 연결합니다.
  - *노트*. 노트는 노드의 위나 아래에 삽입할 수 있습니다.
  - *모델로 보기*. 이름, 값, 노트들의 조합을 보여줍니다.

    - *구역 색/전체 색*. 노드 색상은 한 노드에만 국한해서, 또는 전체적으로 변경할 수 있습니다.
    - *라벨 내부 모양*. 노드 안에 문구를 넣을 수 있습니다 (문구가 길어질 경우, 노드 폭을 조정해야 할 수도 있습니다.).
    - *브랜치 이벤트 이름*. 노드를 유발시킨 이벤트를 표시하기 위해 그 노드로 이어지는 브랜치상에 문구를 넣을 수 있습니다.
    - *실 옵션 선택*. 현 노드에 특정 실 옵션 형태를 배정할 수 있습니다. 노드에 실 옵션을 배정함으로써, 필요한 입력 변수들의 목록 생성이 가능합니다.
- *옵션 노드, 터미널 노드, 문자 상자*들의 요소들을 포함하여 전체 요소들은 모두 사용자 정의가 가능합니다. 예를 들어, 각 요소들에 대해 다음과 같은 설정들을 변경할 수 있습니다.
    - 이름, 값, 노트, 라벨, 이벤트 이름의 글꼴 설정.
    - *노드 크기* (최소 및 최대 높이와 폭).
    - *경계선* (선 스타일, 폭, 색).
    - *그림자* (색, 그림자 적용 여부).
    - *전체 색*.
    - *전체 모양*.
- *편집* 메뉴의 *데이터 요구사항 윈도우 보기*를 선택하면 전략 트리의 우측 에 창이 열리며, 옵션 노드나 터미널 노드가 선택되었을 때 그 노드의 속성들을 보여주고 수정도 바로 가능합니다. 매번 노드 위 에서 더블 클릭을 하는 대신 이 기능을 사용할 수 있습니다.
- 전략 트리를 구축하기 시작하는데 도움이 되도록, *파일* 메뉴 안에 *사례 파일들* 을 사용할 수 있습니다.
- *파일* 메뉴에서 *파일 보호*를 선택하면 최대 256-비트의 비밀번호로 전략 트리를 암호화 할 수 있습니다. 비밀번호를 잃어버렸을 경우 파일을 더 이상 열 수 없으므로 파일을 암호화 할 경우 주의가 필요합니다.
- *화면 캡쳐* 또는 기존 모델 인쇄는 *파일* 메뉴를 통해 가능합니다. 캡쳐한 화면은 다른 소프트웨어 애플리케이션으로 붙여 넣기가 가능합니다.
- *전략 트리 추가, 복사, 이름 바꾸기, 삭제*는 전략 트리 탭에서 우측 클릭을 하거나 *편집* 메뉴를 통해 가능합니다.
- 어느 옵션이나 터미널 노드 상에서도 *파일 링크 삽입과 코멘트 삽입*이 가능하며, 배경이나 캔버스 부위 어느 곳에나 문구나 그림을 삽입할 수도 있습니다.
- *기존 스타일*을 변경하거나 또는 전략 트리의 사용자 스타일을 만들고 관리할 수 있습니다 (이 기능은 전체 전략 트리의 크기, 모양, 계획, 글꼴 크기/색 사양들을 포함합니다).
- *결정*이나 *불확실성* 또는 *터미널* 노드들을 삽입하려면, 먼저 기존의 노드를 선택하고 나서 결정 노드 아이콘 (사각형)이나 불확실성 노드 아이콘 (원형) 또는 터미널 노드 아이콘 (삼각형)을 클릭하거나, 아니면 *삽입* 메뉴에 있는 기능들을 사용합니다.

- 개별 결정이나 불확실성 또는 터미널 *노드*의 속성들을 수정하려면, 노드를 더블 클릭합니다. 다음은 노드 속성 사용자 인터페이스에서 사용자가 정의하고 구성할 수 있는 결정 트리 모듈의 부가적인 고유 항목들의 일부입니다
    - 결정 노드: 노드 상의 값을 자동 계산 하거나 사용자가 그 값을 고칠 수 있습니다. 자동 계산 옵션이 기본적으로 설정되며, 완성된 결정 트리 모델 상에서 *실행*을 클릭하면, 결정 노드들이 자동 계산된 결과들로 수정됩니다.
    - 불확실성 노드: *이벤트 명*, *확률*, *시뮬레이션 가정 설정*. 불확실성 브랜치가 만들어지고 난 후에만, 확률 이벤트 명, 확률, 시뮬레이션 가정들을 추가할 수 있습니다.
    - 터미널 노드: *수동 입력*, *엑셀 링크*, *시뮬레이션 가정 설정*. 터미널 이벤트 청산을 수동으로 입력하거나, 엑셀의 셀과 연결하거나 (예, 이 청산을 계산하는 대형 엑셀 모델을 가지고 있다면, 모델을 이 엑셀 모델의 출력 셀과 연결할 수 있습니다), 실행 시뮬레이션에 대한 확률 분포 가정들을 설정할 수 있습니다.
- *편집* 메뉴에서 *노드 속성 윈도우 보기*를 사용할 수 있으며, 노드를 선택하면 선택된 노드의 속성들이 새로 고쳐집니다.
- 결정 트리 모듈 역시 다음과 같은 분석기법들을 가지고 있습니다.
    - 결정 트리에 대한 몬테카를로 시뮬레이션 모델링
    - 사후 확률들을 얻기 위한 베이즈 분석
    - 완벽한 정보에 대한 기대 값, MINIMAX 및 MAXIMIN 분석, 리스크 프로파일, 불완전한 정보의 가치
    - 민감도 분석
    - 시나리오 분석
    - 효용 함수 분석

Simulation Modeling 시뮬레이션 모델링

본 도구는 결정 트리에 대해 몬테카를로 리스크 시뮬레이션을 실행합니다 (그림 5.62). 이 도구를 사용하여 시뮬레이션 실행을 위한 입력 가정으로 확률 분포를 설정할 수 있습니다. 선택한 노드에 대한 가정을 설정하거나, 또는 새 가정을 설정하여 수치 방정식이나 수식에서 이러한 새 가정을 사용할 수 있습니다(또는 이전에 생성한 가정 사용). 예를 들어, Normal(예: 평균이 100 이고 표준 편차가 10 인 정규 분포)이라는 새 가정을 설정하고 의사 결정 트리에서 시뮬레이션을 실행하거나 (100*Normal+15.25)와 같은 수식에서 이 가정을 사용할 수 있습니다. 수식 상자에서 자신의 모델을 생성하십시오. 기본 계산을 사용하거나, 기존 변수 목록을 두 번 클릭하여 기존 변수를 수식에 추가할 수 있습니다. 새 변수는 필요에 따라 수식이나 가정으로 목록에 추가할 수 있습니다.

Bayes Analysis 베이지안 분석

이 베이지안 분석 도구는 하나의 경로를 따라 연결된 2 개의 불확실성 사건에 대해 수행할 수 있습니다 (그림 5.63). 예를 들어, 오른쪽 예제에서 불확실성 A 와 B 는 연결되어 있으며, 이 때 먼저 사건 A 가 발생한 다음 사건 B 가 발생합니다. 첫 번째 사건 A 는 2 개의 결과(유리 또는 불리)가 있는 시장 조사입니다. 두 번째 사건 B 도 2 개의 결과(강함 및 약함)를 가지는 시장 조건입니다. 이 도구는 사전 확률과 신뢰성 조건부 확률을 입력하여 결합, 경계 및 베이지안 사후 갱신 확률을 계산하는 데 사용합니다. 또는 신뢰성 확률은 사후 갱신 조건부 확률이 있을 때 계산할 수 있습니다. 아래에서 원하는 관련도 분석을 선택하고 예제 로드를 클릭하면 선택한 분석에 해당하는 샘플 입력과 오른쪽 모눈에 표시되는 결과뿐만 아니라 그림의 의사 결정 트리에서 입력으로 사용되는 결과가 무엇인지 확인할 수 있습니다.

Quick Procedures

- 단계 1: 첫 번째 및 두 번째 불확실성 사건에 대한 이름을 입력하고 각 사건이 가지는 확률 사건(자연 상태 또는 결과) 개수를 선택합니다.
- 단계 2: 각 확률 사건 또는 결과의 이름을 입력합니다.
- 단계 3: 두 번째 사건의 사전 확률 및 각 사건이나 결과에 대한 조건부 확률을 입력합니다. 확률의 합계는 100%가 되어야 합니다.

Expected Value of Perfect Information, MINIMAX and MAXIMIN Analysis, Risk Profiles, and Value of Imperfect Information 완전 정보의 기대 가치, 최소최대 및 최소최대 분석, 위험 프로필, 불완전 정보의 가치

이 도구는 완전 정보의 기대 가치(EVPI), 최소최대 및 최소최대 분석뿐만 아니라 위험 프로필과 불완전 정보의 가치를 계산합니다 (그림 5.64). 시작하려면, 고려 중인(예: 대규모, 중규모, 소규모 설비 구축) 의사 결정 분기 또는 전략의 수와 불확실한 사건 또는 자연 결과 상태(예: 유리한 시장, 불리한 시장)의 수를 입력하고 각 시나리오 아래에 기대 이익을 입력합니다.

완전 정보의 기대 가치(EVPI)는 수요를 미리 정확히 알고 있다는 가정 하에(시장 조사 또는 확률적 결과를 더 잘 식별할 수 있는 기타 수단을 통해) 자연의 확률적 상태에 대한 나이브 추정값과 비교해, 이러한 정보에 추가된 값이 있는지 여부를 계산합니다(예: 시장 조사에서 값이 추가되는 경우). 시작하려면, 고려 중인(예: 대규모, 중규모, 소규모 설비 구축) 의사 결정 분기 또는 전략의 수와 불확실한 사건 또는 자연 결과 상태(예: 유리한 시장, 불리한 시장)의 수를 입력하고 각 시나리오 아래에 기대 이익을 입력합니다.

최소최대(최대 후회의 최소화) 및 최대최소(최소의 후회 최대화)는 최적의 의사 결정 경로를 찾기 위한 2 개의 대체적 접근 방법입니다. 이 두 개의 접근법은 잘 사용되지 않지만, 여전히 의사 결정 과정에 필요한 통찰력을 제공해 줍니다. 존재하는(예: 대규모, 중규모 또는 소규모 설비 구축) 의사 결정 분기 또는 경로 개수뿐만 아니라 각 경로 아래에 불확실성 사건이나 자연 상태(예: 유리한 경제, 불리한 경제)의 수를 입력합니다. 그리고

여러 시나리오의 수익 테이블을 완료하고 최소최대 및 최대최소 결과를 계산합니다. 예제 로드를 클릭해도 샘플 계산을 확인할 수 있습니다.

Sensitivity 민감도

의사 결정 경로의 값에 미치는 영향을 확인하기 위해 입력 확률의 민감도 분석을 수행합니다 (그림 5.65). 먼저, 아래에서 분석할 의사 결정 노드를 하나 선택하고, 목록에서 테스트할 확률 사건을 하나 선택합니다. 동일한 확률의 불확실성 사건이 여러 개 있는 경우 개별적으로 또는 동시에 분석할 수 있습니다.

민감도 차트는 다양한 확률 수준 아래에 의사 결정 경로의 값을 표시합니다. 숫자값은 결과 테이블에 표시됩니다. 십자선이 있는 경우 십자선의 위치는 특정 의사 결정 경로가 다른 경로보다 우세한 확률 사건을 나타냅니다.

Scenario Tables 시나리오 테이블

입력이 일부 변경된 경우, 시나리오 테이블을 생성하여 출력값을 확인할 수 있습니다 (그림 5.66). 시나리오 테이블의 입력 변수로는 분석할 하나 이상의 의사 결정 경로(선택된 각 경로의 결과는 개별 테이블 및 차트로 표시됨), 그리고 하나 또는 두 개의 불확실성 노드나 만기 노드를 선택할 수 있습니다.

Quick Procedures

- 아래의 목록에서 분석할 의사 결정 경로를 하나 이상 선택합니다
- 사건의 확률을 개별적으로 변경할 것인지 또는 모든 동일한 확률 사건을 한 번에 변경할 것인지 결정합니다.
- 입력 시나리오 범위 입력.

Utility Function Generation 효용 함수 생성

효용 함수인 (그림 5.67) U(x)는 때때로 의사 결정 트리에서 만기 수익의 기대 가치 대신 사용됩니다. U(x)는 모든 가능한 결과에 대한 지루하고 자세한 실험법을 사용하거나 지수 외삽법(여기에서 사용)을 사용하여 개발할 수 있습니다. 이러한 방법은 위험 회피형 의사 결정자(하강 시 잠재력이 동일한 상승보다 피해가 더 큼), 위험 중립형 의사 결정자(상승과 하강이 동일한 매력을 가짐) 또는 위험 선호형 의사 결정자(상승 잠재력이 더 매력적임)에 대해 모델링할 수 있습니다. 효용 곡선 및 테이블을 계산하려면 만기 수익의 최소/최대 기대 가치와 그 사이에 있는 데이터 지점 수를 입력해야 합니다.

참여할 경우 $X 를 벌거나 $X/2 를 잃을 수 있고, 참여하지 않으면 $0 의 수익을 내는 50:50 게임을 할 경우, 이 $X 는 얼마입니까? 예를 들어, 전혀 참여하지 않을 때와 확률이 동일한 경우 $100 를 벌거나 $50 를 잃을 수 있는 베팅 사이에서 위험을 고려하지 않는 다면 X 는 $100 입니다. 아래에서 양의 소득 상자에 X 를 입력합니다. X 가 클수록 위험을 덜 꺼려하고, 이에 반해 X 가 작을수록 보다 더 위험을 꺼려한다는 점을 참고하십시오.

필요한 입력을 입력하고, U(x) 유형을 선택하고, 계산 유틸리티를 클릭하여 결과를 획득합니다. 또한 계산된 U(x) 값을 의사 결정 트리에 적용하여 재실행하거나, 수익의 기대 가치를 사용하기 위해 트리를 되돌릴 수 있습니다.

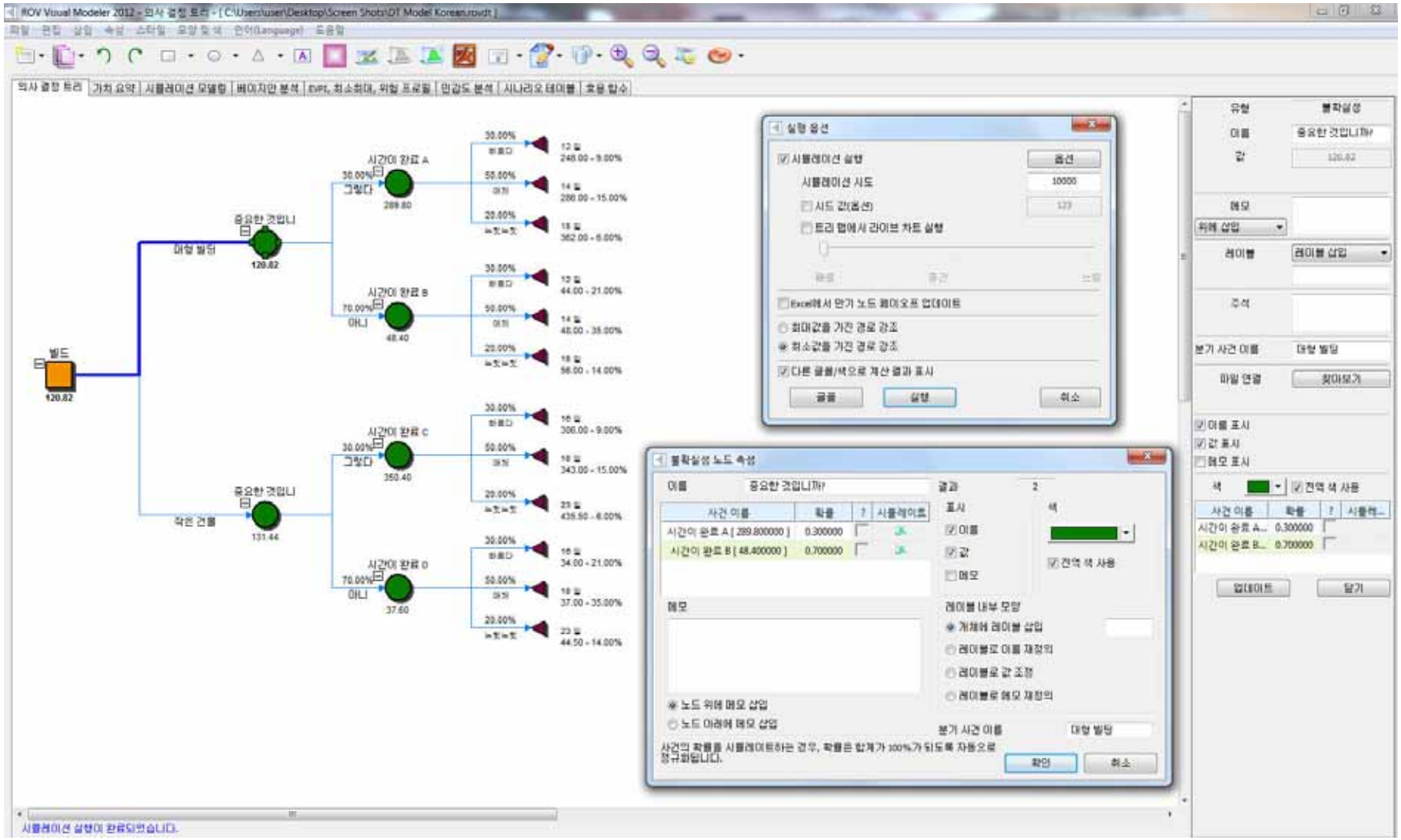


그림 5.61 – ROV 결정 트리 (결정 트리)

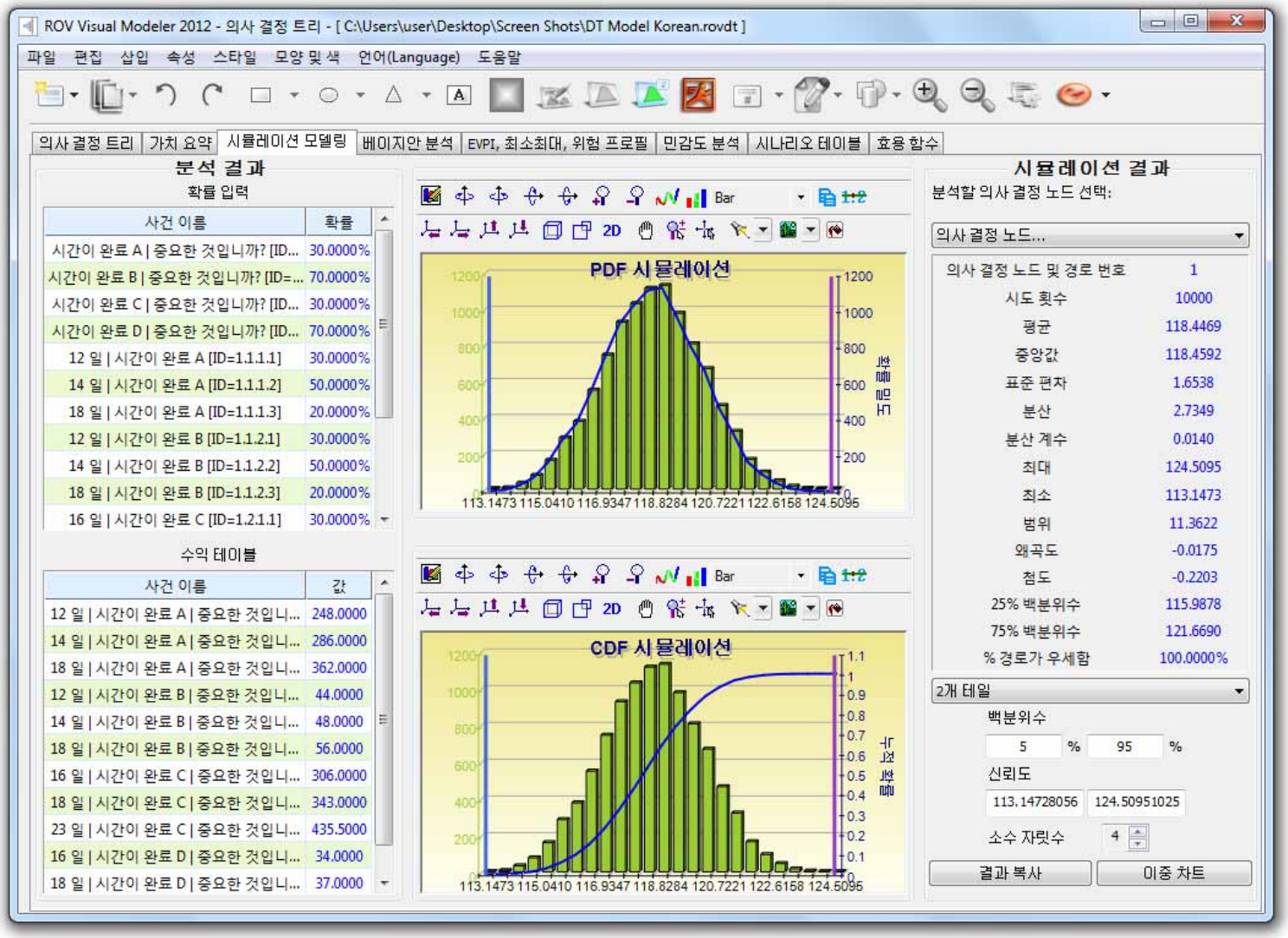


그림 5.62 – ROV 결정 트리 (시뮬레이션 결과)

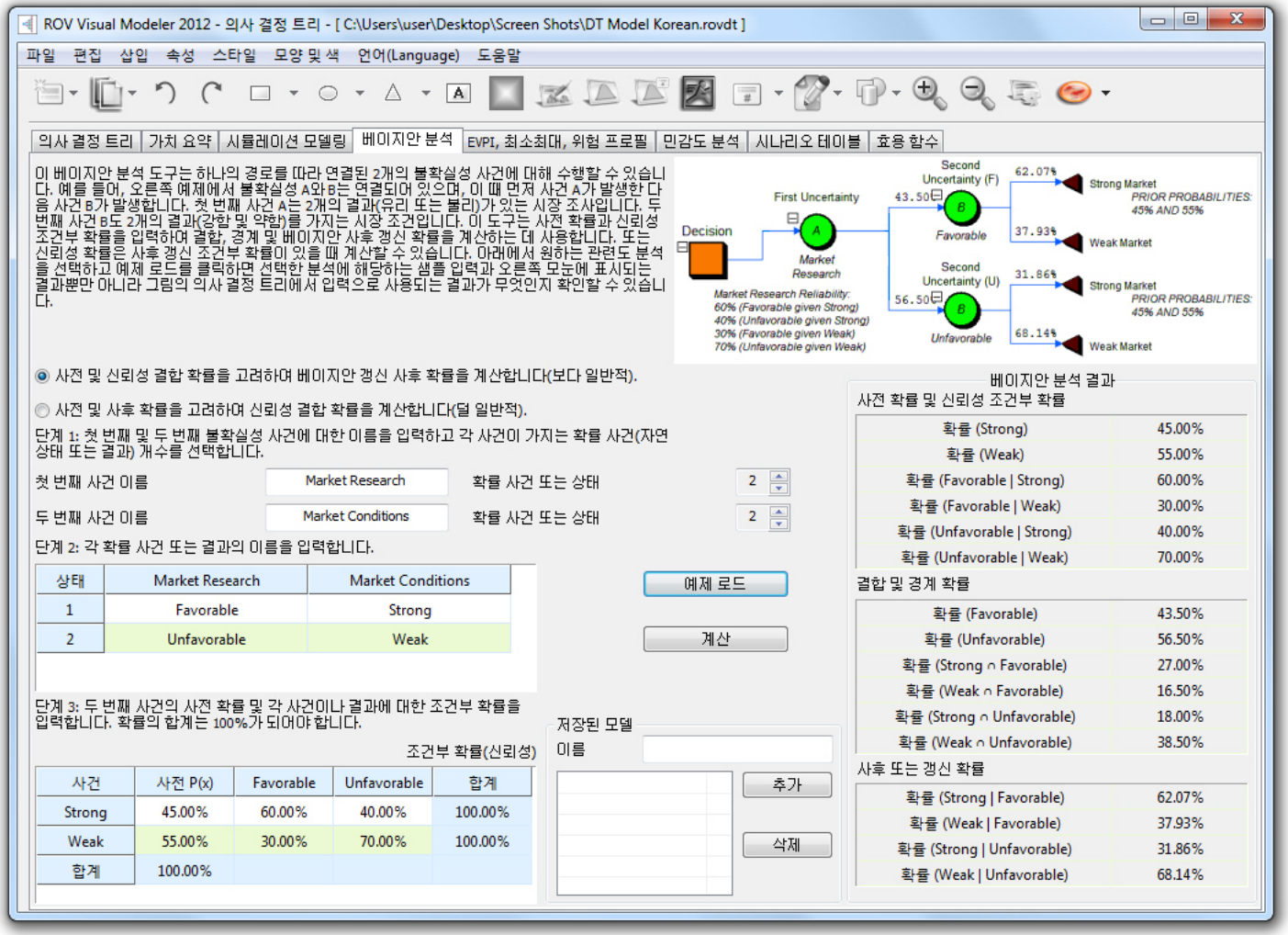


그림 5.63 – ROV 결정 트리 (베이즈 분석)

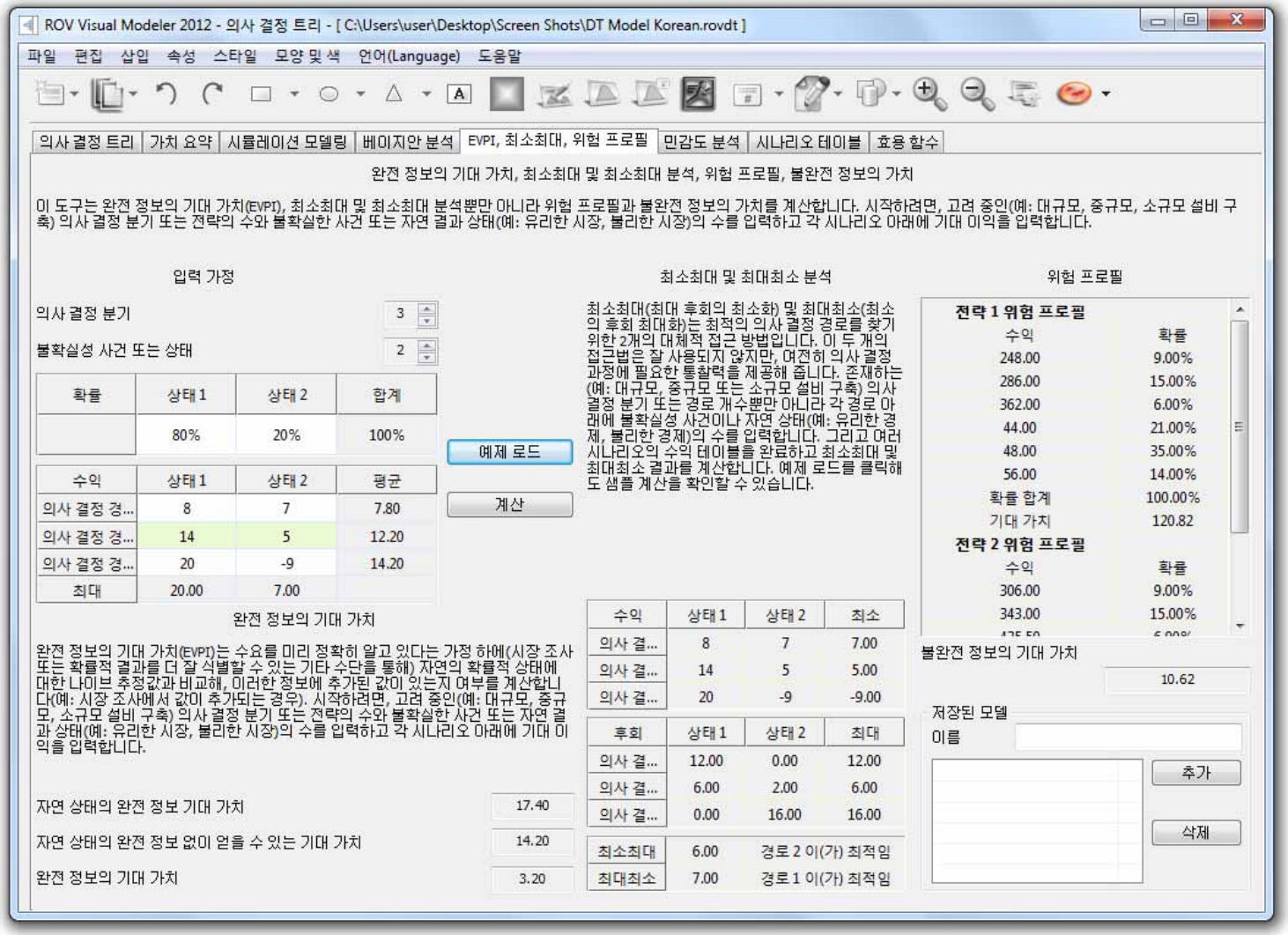


그림 5.64 – ROV 결정 트리 (EVPI, MINIMAX, 리스크 프로파일)

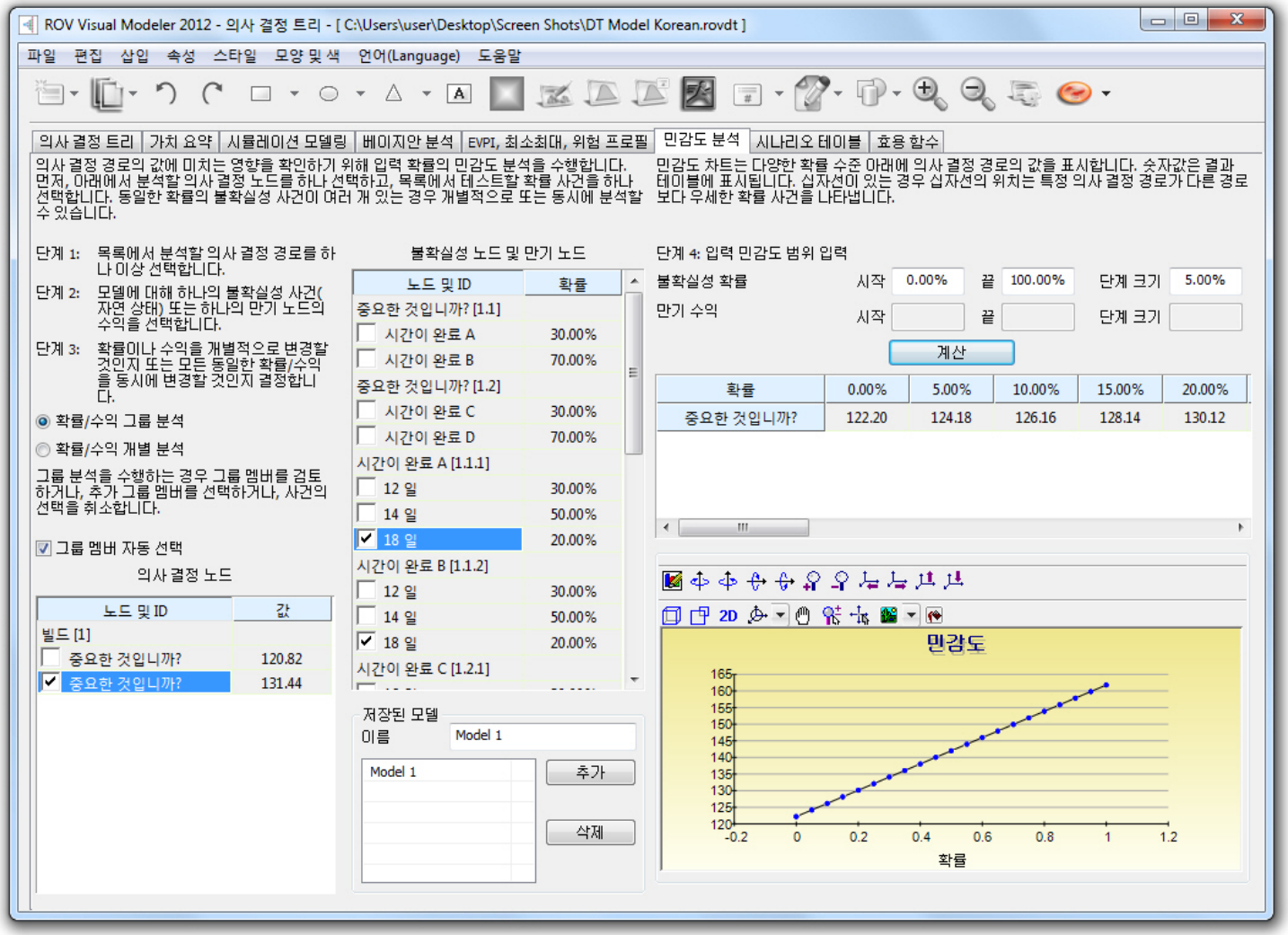


그림 5.65 – ROV 결정 트리 (민감도 분석)

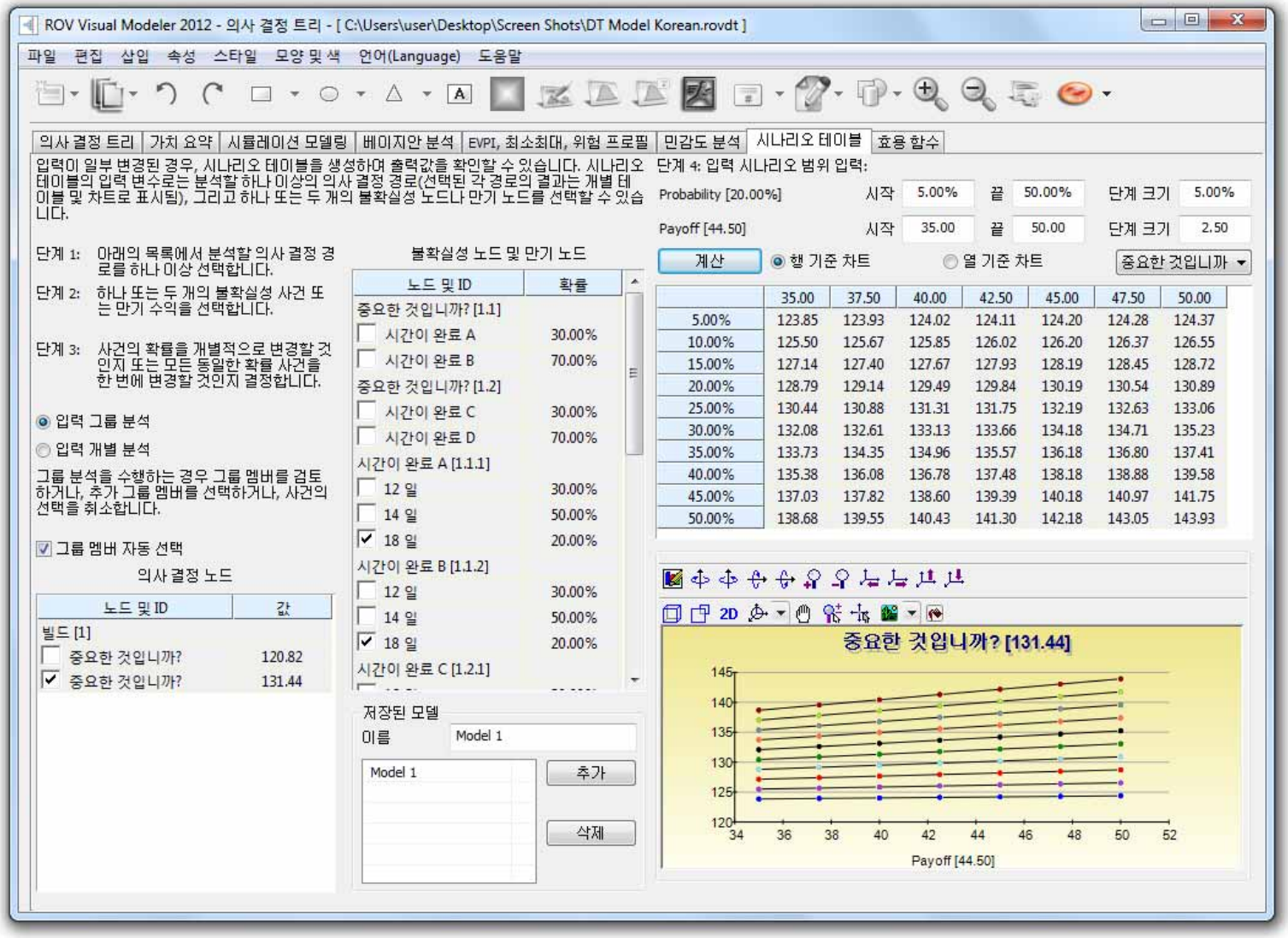


그림 5.66 – ROV 결정 트리 (시나리오 표)

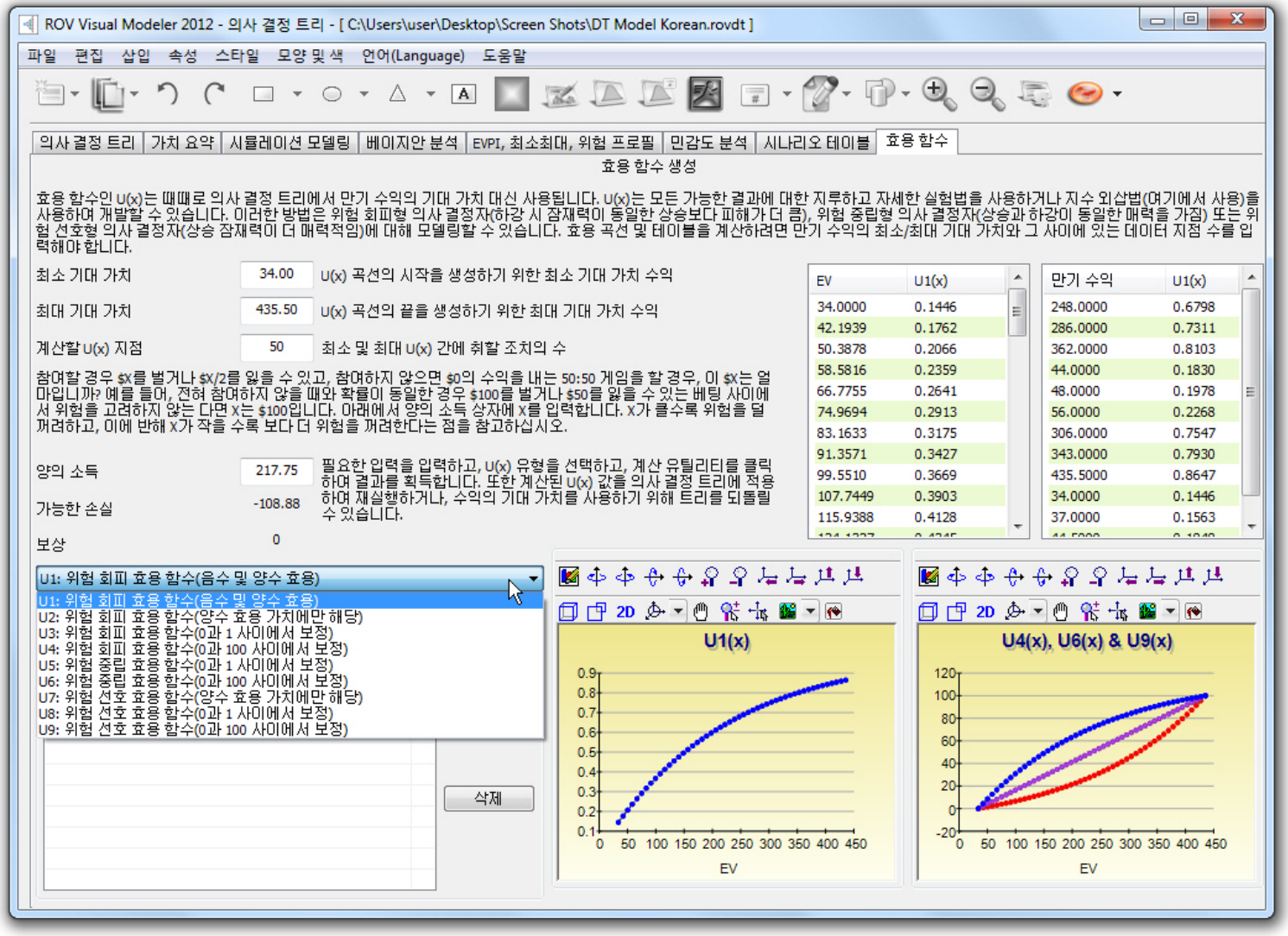


그림 5.67 – ROV 결정 트리 (효용 함수)

도움되는 요령 및 기법

다음은 Risk Simulator 의 고급 사용자에게 도움되는 요령과 간단한 기법들이다. 상세한 툴의 사용법은 매뉴얼의 관련 부분을 참고한다.

요령: 가정 (입력 가정 사용자 인터페이스 설정)

- 퀵 점프—임의로 한개의 분포를 선택하고 임의로 한 글자를 타이프하면, 해당 글자로 시작되는 첫번째 분포로 점프한다 (예: Normal을 클릭하고 W를 치면 Weibull 분포로 간다).
- 우측클릭을 사용하여 보기—임의로 한개의 분포를 선택하고, 우측클릭하고 분포의 다른 보기를 선택한다 (large icons, small icons, list).
- 탭키를 사용한 차트 업데이트—새로운 입력 파라미터를 입력한 후 (예: 새로운 평균이나 표준편차의 값을 타이프함) 키보드의 탭키나 입력박스가 아닌 사용자 인터페이스의 아무 곳이나 클릭하고 분포차트가 자동으로 업데이트되는 것을 확인한다.
- 상관의 입력—쌍의 상관을 여기에 직접 입력한다 (칼럼의 사이즈는 조종 가능). 자동으로 산출하기 위하여 다수의 분포 적합 툴을 사용하고, 모든 쌍의 상관을 입력하거나, 또는 가정을 설정한 후에 수정 상관 툴을 사용하여 상관 매트릭스를 입력한다.
- 가정 셀 내의 등식—오직 공백인 셀이나 정태 값을 가진 셀만이 가정으로 설정될 수 있다. 그러나 때로 함수나 등식이 가정 셀에 필요한 경우가 있다. 이런 경우 셀에 입력 가정을 먼저 입력한 후 등식이나 함수를 타이프하면 된다 (시뮬레이션이 실행되는 동안, 시뮬레이션 값이 함수를 대신하고, 시뮬레이션이 종료되면, 해당 함수나 등식이 다시 나타난다).

요령: 복사/붙이기

- 이스케이프 키를 사용한 복사/붙이기—셀을 선택하고 Risk Simulator의 카피 기능을 사용하면, 셀의 값, 등식, 함수, 색상, 폰트, 사이즈, 가정, 예측, 결정 변수등 모두를 윈도우 클립보드에 복사한다. 그리고 Risk Simulator의 페이스트 기능을 사용할 때, 두가지 옵션이 있다. 첫번째 옵션은 바로

Risk Simulator의 페이스트를 사용하는 것이다. 그러면 모든 셀의 값, 색상, 폰트, 등식, 함수, 파라미터가 새로운 셀에 페이스트 된다. 두번째 옵션은 키보드의 이스케이프 키를 누른 후 Risk Simulator의 페이스트를 사용하는 것이다. 이것은Risk Simulator에게 가정, 예측, 결정 변수만 페이스트하고 셀의 값, 색상, 등식, 함수, 폰트 등등은 포함하지 않는다고 알려주는 것이다. 페이스트하기 이전에 이스케이프 키를 누르면 타겟 셀의 값과 계산을 유지하고 Risk Simulator의 파라미터만 페이스트 한다.

- 다수 셀의 복사/붙이기—다수의 셀을 복사/붙이기할 수 있다 (인접 또는 비인접 가정)

요령: 상관

- 가정 설정—세트 입력 가정 다이얼로그 박스를 사용하여 짝의 상관을 설정 (다수의 상관을 입력하는데 이상적)
- 상관 수정—수동으로나 윈도우 클립보드에서 페이스트하거나 하여 상관 매트릭스를 설정 (큰 상관 매트릭스나 다수의 상관에 이상적)
- 다수 분포의 적합—자동으로 짝의 상관을 계산하고 입력 (다수의 변수 상관 수행에 이상적이고, 자동으로 상관을 계산하고, 통계학적으로 무었이 중요한 상관을 구성하는지 결정)

요령: 데이타 진단 및 통계학적 분석

- 확률적 파라미터 추정— Statistical Analysis and Data Diagnostic 리포트에는 역사적 데이터에 근거한 휘발도, 표류, mean-reversion, jump-diffusion 율 등을 추정하는 확률적 파라미터 추정 탭이 있다. 이 파라미터 결과는 오직 사용된 역사적 데이터에만 근거한 것이고 시간이나 적합한 역사적 데이터의 양에 따라 이 파라미터는 변할 수도 있다는 것을 주지한다. 더우기, 그 분석 결과는 모든 파라미터를 나타내고 어느 확률적 프로세스 모델이 (예: Brownian Motion, Mean-Reversion, Jump-Diffusion, 또는 복합적 프로세스) 가장 적합한지 나타내지 않는다. 예측되는 시간열 변수에 따라 사용자가 이 결정을 하여야 한다. 이 분석은 어느 프로세스가 가장 적합한지 결정하지 못하며 오직 사용자 만이 이것을 할 수 있다 (예:

Brownian Motion이 재고 가격 모델링에 가장 적합하나 그 분석은 분석에 사용된 역사적 데이터가 재고에 대한 데이터인지 다른 변수로 부터 온 것인지 결정할 수 없으며, 오직 사용자만이 이것을 알수있다). 결과적으로, 만일 어떤 파라미터가 일반적인 범주를 벗어나면, 이 입력 파라미터를 요하는 프로세스는 아마도 적합한 프로세스가 아닐 것이라는 것이 좋은 힌트가 된다 (예: 만일 mean-reversion 율 is 110%이면 mean-reversion이 적합한 프로세스가 아닐 것이라는 것 등등).

요령: 분포 분석, 차트 및 확률 테이블

- 분포 분석— Risk Simulator에서 지원되는 42 가지의 확률 분포의 PDF, CDF, ICDF를 빠르게 산출하는 데에 사용되며, 이 값들의 테이블을 리턴한다.
- 분포 차트 및 테이블—동일한 분포에서의 다른 파라미터를 비교하는데 사용 (예: [2, 2], [3, 5], [3.5, 8]의 알파와 베타를 가진 와이블 분포의 모양과 PDF, CDF, ICDF값, 그리고 각각의 위에 하나씩 덮어쓴다).
- 오버레이 차트—다른 분포를 비교하는 데에 사용되며 (이론적 입력 가정 및 경험적 시뮬레이션 출력 예측), 시각적 비교를 위하여 각각의 위에 하나씩 덮어서 나타낸다.

요령: 효율 경계선

- 효율 경계선 변수—경계 변수의 접근. 효율 경계선 변수를 설정하기 이전에 모델의 제약 조건을 먼저 설정

요령: 예측 셀

- 등식없는 예측 셀—등식이나 값이 없는 셀에 출력 예측을 설정할 수 있다 (경고 메세지는 무시한다). 그러나 결과 예측 차트는 공백이 됨을 주지한다. 출력 예측은 일반적으로 계산 되어지는 매크로가 있어서 셀이 지속적으로 업데이트 될 경우 공백 셀에 설정된다.

요령: 예측 차트

- 탭 및 스페이스바—예측 차트를 업데이트하거나 어떤 입력을 하고 백분위수와 신뢰값을 얻을 때에 탭 키를 사용하고, 예측 차트에서 각 탭을 돌아가며 선택할 때에 스페이스바를 사용한다.
- 일반 및 글로벌 뷰—모든 예측 차트의 요소가 함께 나타날 때에 탭 인터페이스와 글로벌 인터페이스를 돌아가며 선택할 때에 이 view를 클릭한다.
- 카피—normal view에 있는지 global view에 있는지에 따라서 예측 차트를 복사하거나 전체 글로벌 뷰를 복사한다.

요령: 예측

- 셀 링크 주소--만일 먼저 스프레드시트에서 데이터를 선택하고 예측 툴을 실행하면, 선택한 데이터의 주소가 자동으로 사용자 인터페이스에 입력될 것이다. 만일 그러지 않으면 직접 셀 주소를 입력하거나 링크 아이콘을 사용하여 관련된 데이터 위치로 링크해야 한다.
- 예측 RMSE—각 모델의 정확도를 직접 비교하는 데에 다수의 예측 모델에 대한 일반적 에러 방법으로 이를 사용

요령: 예측: ARIMA

- 예측 기간—외생 데이터 로우의 수는 시계열 데이터 로우보다 최소한 원하는 예측 기간 이상 많아야 한다 (예: 만일 다섯개의 기간의 미래를 예측하고자 하는데 100개의 시계열 데이터 포인트가 있으면, 외생 변수에 적어도 105개 이상의 데이터 포인트를 가져야 한다. 아니면, 제한없이 원하는 만큼의 기간을 예측하기 위하여 외생 변수없이 그냥 ARIMA를 실행한다

요령: 예측: Basic Econometrics

- 세미콜론의 사용한 변수의 구분—독립 변수들을 세미콜론을 사용하여 구분한다.

요령: 예측: Logit, Probit, and Tobit

- 요건 데이터—종속 변수는 logit 및 probit 모델에서는 이진법 수 (0, 1) 여야 하고, tobit 모델에는 이진법 수와 십진법 수여야 한다. 독립 변수는 세개 모델 모두 어떤 수를 사용하여도 된다.

요령: 예측: Stochastic Processes

- Default Sample Inputs—확실하지 않으면, 자신이 모델을 직접 개발할 때에 디폴트 입력을 선택하여 시작한다.
- Statistical Analysis Tool for Parameter Estimation —자신의 원 데이터에서 그것을 추산하며 확률과정 모델에 사용할 입력 파라미터들을 조정하는 데 이 툴을 사용
- Stochastic Process Model —때로 확률과정 사용자 인터페이스가 너무 오래 걸리면, 입력이 잘못되었거나 잘못 작성되었을 가능성이 있다 (예: 만일 mean-reversion 율 is 110%이면 mean-reversion이 적합한 프로세스가 아닐 것이라는 것 등등). 이럴 경우 다른 입력을 하거나 다른 모델을 사용하여 본다.

요령: 예측: Trendlines

- 예측 결과—예측된 값을 보기위하여 리포트의 가장 밑에까지 스크롤한다.

요령: 기능 호출

- RS Functions —엑셀 스프레드 시트 내에는 사용할 수 있는 set input assumption 과 get forecast statistics 기능들이 있다. 이 기능들을 사용하려면 우선 RS function들을 설치하여야 하고 (Start > Programs > Real Options Valuation > Risk Simulator > Tools > Install Functions), 엑셀 내에서 RS function들을 설정하기 이전에 시뮬레이션을 먼저 실행시켜야 한다. 이 기능의 사용법의 예제들은 예제 모델 24를 참고한다.

요령: 시작 연습 예제 및 시작 참고 비디오

- 시작 연습 예제—단계별로 여러가지 간단한 예제와 결과 해석 연습 예제가 Start > Programs > Real Options Valuation > Risk Simulator shortcut location에 있다. 이 연습 예제들은 소프트웨어를 빨리 습득하는 목적으로 만들어 졌다.
  - 시작 참고 비디오—모든 비디오가 웹사이트에서 무료로 제공된다 (www.realoptionsvaluation.com/download.html 또는 www.rovdownloads.com/download.html).

요령: 하드웨어 ID

- 마우스 우측 버튼을 사용하여 HWID 복사— Install License user interface에서 값을 선택하기 위하여 HWID를 선택하거나 더블클릭하고, 복사하기 위하여 마우스 우측을 클릭하거나 HWID 관련하여 이메일 생성을 위하여 E-mail HWID link을 클릭한다.
- 트러블슈터—Start, Programs, Real Options Valuation, Risk Simulator폴더에서 Troubleshooter를 실행하고, 회사의 HWID를 얻기위하여 Get HWID 툴을 실행한다.

요령: 라틴 초입방추출(LHS)과 몬테칼로 시뮬레이션(MCS)

- 상관—입력 가정들에서 쌍의 상관을 설정할 때에, Risk Simulator, Options menu에서 Monte Carlo setting을 사용할 것을 권한다. Latin Hypercube Sampling은 시뮬레이션에서 correlated copula method와 호환성이 없다.
- LHS Bins —더 많은 수의 bin은 시뮬레이션이 더 오래 걸리나 한편 더 균일한 세트의 시뮬레이션 결과를 제공한다.
- 임의성—Options 메뉴 안의 모든 임의의 시뮬레이션 기법은 검정되었고 모두 양호한 시뮬레이션들이고, 많은 수의 시험이 실행될 때에도 동일한 임의성의 수준이 사용된다.

요령: 온라인 자료

- 서적, 시작 참고 비디오, 모델, 백서—웹사이트에서 무료로 제공

(www.realoptionsvaluation.com/download.html 또는 www.rovdownloads.com/download.html).

요령: 최적화

- 불가능한 결과—만일 실행하는 최적화가 불가능한 결과를 리턴하면, 제한요소를 등호에서 (=) 부등호로 (>= 또는 <=) 바꾸고 다시 시도하여 본다. 이 요령은 효율 경계선 분석을 실행할 경우도 적용된다.

요령: 프로파일

- 다수의 프로파일—하나의 모델에서 다수의 프로파일을 생성하고 바꾸어 선택하여 본다. 이것은 결과에 대한 효과를 확인하기 위하여 입력 파라미터나 모델에서의 분포 타입을 바꾸어 시뮬레이션의 시나리오를 실행할 수 있는 것이다.
- 필요한 프로파일—만일 작동 프로파일이 없으면, 가정, 예측, 결정 변수는 생성될 수 없다. 그러나 이미 프로파일이 있으면, 매번 새로운 프로파일을 생성할 필요가 없다. 실은 가정이나 예측을 추가로 더하여 시뮬레이션 모델을 실행시키고자 하면, 같은 프로파일을 유지하여야 한다.
- 작동 프로파일—엑셀을 저장할 때 마지막으로 사용된 프로파일이 다음번에 엑셀이 시작될 때에 자동으로 작동된다.
- 다수의 엑셀 파일—오픈된 여러 엑셀 모델에서 바꾸어 선택할 때에, 작동 프로파일은 현재 작동 중인 엑셀 모델의 것이다.
- 크로스 워크북 프로파일들—여러 엑셀 파일들이 오픈되어 있고 만일 그 중에서 한 엑셀 파일만 작동 프로파일을 가지고 있을 때는 조심하여야 한다. 만일 실수로 다른 엑셀 파일을 선택하고 그 파일에 가정과 예측을 설정하면, 그 가정과 예측은 실행되지 않고 유효하지 않는다.
- 프로파일 삭제—기존 프로파일을 클로운하고 해당 프로파일을 삭제할 수 있다. 그러나 프로파일을 삭제할 때에 엑셀 파일에 최소한 한개의 프로파일은 남아 있어야 한다.
- 프로파일의 위치—생성한 프로파일은 (가정, 예측, 결정 변수, 목적, 제한의 정보를 보유한) 암호화된 숨겨진 워크시트로 저장된다. 이것이

엑셀 워크북 파일을 저장할 때에 프로파일이 자동으로 저장되는 이유이다.

요령: 마우스 우측 버튼을 사용한 바로가기와 기타 단축키

- 마우스 우측 버튼 클릭—엑셀 내의 어느 셀에서나 마우스 우측 버튼을 클릭하여 Risk Simulator의 바로가기 메뉴를 오픈할 수 있다.

요령: 저장

- 엑셀 파일의 저장—이것은 프로파일 설정, 가정, 예측, 결정 변수, 엑셀 모델을 저장한다 (Risk Simulator의 리포트, 차트, 추출 데이터 포함)
- 차트 설정의 저장—이것은 예측 차트 설정을 저장하여 앞으로 만들어지는 예측 차트에 동일한 설정을 적용할 수 있도록 불러올 수 있다 (예측 차트에서 save와 open 아이콘을 사용).
- 엑셀에서의 시뮬레이션된 데이터의 저장 및 추출—이것은 시뮬레이션되어 실행된 가정과 예측을 추출하고, 엑셀 파일은 이후에 불러올 수 있도록 데이터를 저장하기 위하여 저장되어야 한다.
- Risk Simulator 에서의 시뮬레이션된 데이터 및 차트의 저장— Risk Simulator를 사용하여 데이터 추출 및 **.RiskSim* 파일로 저장하여 이후에는 다시 시뮬레이션을 실행하지 않고 동일한 데이터로 동적이고 생생한 예측 차트를 다시 오픈할 수 있다.
- 저장 및 리포트 생성—시뮬레이션 리포트와 기타 분석 리포트가 추출되어 워크북에서 별도의 워크시트로 작성되며, 이후에 불러올 목적으로 데이터를 저장하기 위하여 엑셀 파일 전체을 저장하여야 한다.

요령: 샘플링 및 시뮬레이션 기법

- 난수 생성기—6가지 난수 생성기가 지원되며 (상세한 내용은 사용자 매뉴얼 참조) 일반적으로 *ROV Risk Simulator* 방법과 *Advanced Subtractive Random Shuffle* 방법 두가지를 추천한다. 사용하는 모델이나 분석이 꼭 그것을 필요로 하지 않으면 다른 방법들은 사용하지 않는다. 만일 필요에 의하여 다른 방법들을 사용하였을 경우에도 그 결과를 추천하는 두가지

방법과 비교할 것을 권한다

요령: 소프트웨어 개발 키트(SDK) 및 DLL 라이브러리

- SDK, DLL, OEM—Risk Simulator의 모든 분석 기능은 본 소프트웨어 밖에서 호출이 가능하고 사용자 독점적인 소프트웨어와 통합될 수 있다. DLL의 분석 파일을 사용하기 위한 본 소프트웨어 개발 키트에 대한 자세한 내용은 admin@realoptionsvaluation.com로 문의한다.

요령: 엑셀에서의 Risk Simulator 시작

- ROV Troubleshooter—라이센스 관계로 컴퓨터의 HWID를 구하거나, 컴퓨터의 설정 및 구비요건 사항을 보거나, Risk Simulator가 사용 불가능으로 되어 있으면 사용 가능으로 할 때에 이 troubleshooter를 실행한다.
- 엑셀이 시작될 때에 Risk Simulator도 함께 시작--엑셀이 시작될 때에 Risk Simulator가 자동으로 시작되게 하거나 매번 수동으로 Start, Programs, Real Options Valuation, Risk Simulator shortcut location에서 시작할 수 있다. 취향에 따라 Risk Simulator, Options menu에서 설정할 수 있다.

요령: 초고속 시뮬레이션

- 모델 개발—만일 모델을 초고속으로 실행하기를 원한면, 모델이 구성되는 동안 최종 결과가 초고속 시뮬레이션으로 실행되는 것을 확인하기 위하여 초고속 시뮬레이션의 검증 실행을 몇번 실행해 보는 것은 바람직하다. 초고속 테스트를 최종 모델이 완성되기까지 기다리지 않는다. 그러지 않하면 어디서 링크가 끊어졌는지 또는 비호환 기능이 있는지 찾기위하여 거꾸로 추적하여야 한다.
- 일반 속도—불확실한 경우 일반 속도의 시뮬레이션으로 한다.

요령: Tornado Analysis

- Tornado Analysis —Tornado Analysis는 절대로 한번만 실행해서는 않된다. 이것은 모델 진단 툴이다. 그것은 이상적으로 동일한 모델이 여러번

실행되어야 함을 의미한다. 예를들면, 큰 모델에서 Tornado는 첫번째는 모든 디폴트 설정을 사용하여 실행하고 모든 precedent가 보여져야 한다 (Show All Variables를 선택). 이 한번의 분석은 커다란 리포트를 작성하게되고 긴 (아마도 보기 흉한) Tornado 차트를 만들게 된다. 그럼에도 불구하고, 이것은 몇개의 precedent가 중요한 성공 요인으로 간주되는지 결정하는 중요한 시작점을 제공하고 (예: Tornado 차트가 첫 5개의 변수는 출력에 많은 영향을 주고 나머지 200개의 변수는 출력에 거의 또는 전혀 영향을 주지 않음을 나타낼 수 있다), 이 경우 두번째 Tornado Analysis는 실행에서 적은 변수를 보일수 있다 (예: 만일 처음 5개의 변수가 중요한 요인이면, Show Top 10 Variables을 선택한다. 그렇게 함으로, 보기 좋은 리포트 및 중요한 요인과 덜 중요한 요인의 비교를 나타내는Tornado 차트를 생성한다; 즉Tornado 차트에서는 출력에서 그것들의 영향을 비교하는 데에 절대로 덜 중요한 변수는 나타내지 않은채 중요한 변수만 나타내지 않는다).

- 디폴트 값—비선형 검사에 디폴트 테스트 포인트는 ±10% 부터 그 이상의 값으로 증가할 수 있다 (Spider chart는 비선형 선을 나타내며 Tornado 차트는 만일 precedent 영향이 비선형이면 한편으로 편향될 것이다).
- Zero Values and Integers—Tornado 분석에서 실행하기 전에 inputs with zero or integer values only는 선택되지 않아야 한다. 그러지 않으면, 백분율의 작은 변화가 모델을 무효화시킬 수 있다 (예: 만일 모델이 순람표를 사용하면, 일월 = 1, 이월 = 2, 삼월 = 3, 등등에서, 값 1을 +/- 10%로 변화시키면 0.9와 1.1이 되는데, 이것은 모델에 의미가 없다).
- 차트 옵션—모델에 사용할 최상의 옵션을 찾기위하여 여러가지 차트 옵션을 시험해 본다.

요령: Troubleshooter

- ROV Troubleshooter —라이센스 관계로 컴퓨터의 HWID를 구하거나, 컴퓨터의 설정 및 구비요건 사항을 보거나, Risk Simulator가 사용 불가능으로 되어 있으면 사용 가능으로 할 때에 이 troubleshooter를 실행한다.