

Oracle® Crystal Ball Decision Optimizer

OptQuest User's Guide

릴리스 11.1.2.4

저작권 정보

Oracle® Crystal Ball Decision Optimizer OptQuest User's Guide, 11.1.2.4

Copyright © 1988, Oracle and/or its affiliates. All rights reserved.

만든 이: EPM 정보 개발 팀

Oracle과 Java는 Oracle Corporation 및/또는 그 자회사의 등록 상표입니다. 기타의 명칭들은 각 해당 명칭을 소유한 회사의 상표일 수 있습니다.

Intel 및 Intel Xeon은 Intel Corporation의 상표 내지는 등록 상표입니다. SPARC 상표 일체는 라이선스에 의거하여 사용되며 SPARC International, Inc의 상표 내지는 등록 상표입니다. AMD, Opteron, the AMD 로고 및 AMD Opteron 로고는 Advanced Micro Devices의 상표 내지는 등록 상표입니다. UNIX는 The Open Group의 등록 상표입니다.

본 소프트웨어와 관련 문서는 사용 제한 및 기밀 유지 규정을 포함하는 라이선스 계약서에 의거해 제공되며, 지적 재산법에 의해 보호됩니다. 라이선스 계약서 상에 명시적으로 허용되어 있는 경우나 법규에 의해 허용된 경우를 제외하고, 어떠한 부분도 복사, 재생, 번역, 방송, 수정, 라이선스, 전송, 배포, 진열, 실행, 발행, 또는 전시될 수 없습니다. 본 소프트웨어를 리버스 엔지니어링, 디스어셈블리 또는 디컴파일하는 것은 상호 운용에 대한 법규에 의해 명시된 경우를 제외하고는 금지되어 있습니다.

이 안의 내용은 사전 공지 없이 변경될 수 있으며 오류가 존재하지 않음을 보증하지 않습니다. 만일 오류를 발견하면 서면으로 통지해 주기 바랍니다.

만일 본 소프트웨어나 관련 문서를 미국 정부나 또는 미국 정부를 대신하여 라이선스한 개인이나 법인에게 배송하는 경우, 다음 공지 사항이 적용됩니다.

U.S. GOVERNMENT END USERS:

Oracle programs, including any operating system, integrated software, any programs installed on the hardware, and/or documentation, delivered to U.S. Government end users are "commercial computer software" pursuant to the applicable Federal Acquisition Regulation and agency-specific supplemental regulations. As such, use, duplication, disclosure, modification, and adaptation of the programs, including any operating system, integrated software, any programs installed on the hardware, and/or documentation, shall be subject to license terms and license restrictions applicable to the programs. No other rights are granted to the U.S. Government.

본 소프트웨어 혹은 하드웨어는 다양한 정보 관리 애플리케이션의 일반적인 사용을 목적으로 개발되었습니다. 본 소프트웨어 혹은 하드웨어는 개인적인 상해를 초래할 수 있는 애플리케이션을 포함한 본질적으로 위험한 애플리케이션에서 사용할 목적으로 개발되거나 그 용도로 사용될 수 없습니다. 만일 본 소프트웨어 혹은 하드웨어를 위험한 애플리케이션에서 사용할 경우, 라이선스 사용자는 해당 애플리케이션의 안전한 사용을 위해 모든 적절한 비상-안전, 백업, 대비 및 기타 조치를 반드시 취해야 합니다. Oracle Corporation과 그 자회사는 본 소프트웨어 혹은 하드웨어를 위험한 애플리케이션에서의 사용으로 인해 발생하는 어떠한 손해에 대해서도 책임지지 않습니다.

본 소프트웨어 혹은 하드웨어와 관련문서(설명서)는 제 3자로부터 제공되는 콘텐츠, 제품 및 서비스에 접속할 수 있거나 정보를 제공합니다. Oracle Corporation과 그 자회사는 제 3자의 콘텐츠, 제품 및 서비스와 관련하여 어떠한 책임도 지지 않으며 명시적으로 모든 보증에 대해서도 책임을 지지 않습니다. Oracle Corporation과 그 자회사는 제 3자의 콘텐츠, 제품 및 서비스에 접속하거나 사용으로 인해 초래되는 어떠한 손실, 비용 또는 손해에 대해 어떠한 책임도 지지 않습니다.

목차

설명서 접근성	9
설명서 피드백	10
1장. 시작	11
소개	11
설명서의 구성 방법	11
화면 캡처 참고 사항	12
도움말 보기	12
추가 리소스	12
2장. 개요	15
소개	15
OptQuest 기능	15
OptQuest 작동 방식	16
최적화 모델 정보	17
최적화 목표	18
예측 통계	18
최소화 또는 최대화	18
요구 사항	18
요구 사항 예제	19
결정 변수	19
제약 조건	20
모델 및 해 적합성	20
효율적 경계 분석	21
효율적 포트폴리오	21
OptQuest 및 프로세스 기능	23
3장. 모델 설정 및 최적화	25
소개	25
개요	25
OptQuest 11.1.1.x 이전 버전 사용자의 경우	26
Crystal Ball 최적화 모델 개발	26
워크시트 개발	26
가정, 결정 변수 및 예측 정의	27
Crystal Ball 실행 환경설정 지정	27
OptQuest 시작	27
예측 목표 선택	28
최적화할 결정 변수 선택	29
제약 조건 지정	30
단순 입력 모드에서 제약 조건 지정	31
고급 입력 모드에서 제약 조건 지정	31

고급 입력 예제	31
제약 조건 편집기 및 관련 단추	33
제약 조건 규칙 및 구문	33
고급 입력 모드의 제약 조건 및 셀 참조	34
제약 조건 유형	35
대량 제약 조건 사용	35
대량 제약 조건에 대한 규칙	36
대량 제약 조건 예제	36
옵션 설정	40
고급 옵션	40
최적화 실행	41
OptQuest 제어판 단추 및 명령	41
OptQuest 결과 창	42
최상의 해 보기	42
해 분석 보기	44
효율적 경계 차트	46
결과 해석	47
해 분석 보기	48
범위 분석	48
민감도 분석	48
결과의 장기 시뮬레이션 실행	49
OptQuest 결과 인쇄	49
Crystal Ball에서 차트 보기	49
OptQuest 보고서 생성	49
OptQuest 데이터 추출	52
최적화 모델 및 설정 저장	53
OptQuest 닫기	54
OptQuest에서 효율적 경계 분석 설정	54
효율적 경계 변수 범위 예제	54
.opt 파일에서 설정 전송	54
OptQuest에 대해 자세히 알아보기	56

4장. OptQuest 자습서 57

소개	57
자습서 1 - Futura Apartments 모델	57
OptQuest 실행	59
자습서 2 - 포트폴리오 할당 모델	64
문제 설명	64
OptQuest 사용	65
Crystal Ball 모델 생성	65
결정 변수 정의	67
OptQuest 시작 및 예측 목표 정의	67
최적화할 결정 변수 선택	68
제약 조건 지정	69

옵션 설정 및 최적화 실행	71
결과 해석	73
최적화 설정 편집	74
결과 해석	77
포트폴리오 할당 최적화 요약	77
용어집	79

설명서 접근성

Oracle의 접근성 개선 노력에 대한 자세한 내용은 <http://www.oracle.com/pls/topic/lookup?ctx=acc&id=docacc>에서 Oracle Accessibility Program 웹 사이트를 방문하십시오.

Oracle 지원 액세스

Oracle 고객은 My Oracle Support를 통해 온라인 지원에 액세스할 수 있습니다. 자세한 내용은 <http://www.oracle.com/pls/topic/lookup?ctx=acc&id=info>를 참조하거나, 청각 장애가 있는 경우 <http://www.oracle.com/pls/topic/lookup?ctx=acc&id=trs>를 방문하십시오.

설명서 피드백

본 제품 설명서에 대한 피드백을 다음 전자메일 주소로 보내주십시오. epmdoc_ww@oracle.com

다음 소셜 미디어 사이트에서 EPM 관련 정보를 팔로우하십시오.

LinkedIn - http://www.linkedin.com/groups?gid=3127051&goback=.gmp_3127051

Twitter - <http://twitter.com/hyperionepminfo>

Facebook - <http://www.facebook.com/pages/Hyperion-EPM-Info/102682103112642>

Google+ - <https://plus.google.com/106915048672979407731/#106915048672979407731/posts>

YouTube - <http://www.youtube.com/user/OracleEPMWebcasts>

1

시작

이 절의 내용:

소개	11
설명서의 구성 방법	11
화면 캡처 참고 사항	12
도움말 보기	12
추가 리소스	12

소개

Oracle Crystal Ball Decision Optimizer에서 사용 가능한 최적화 기능인 OptQuest를 시작합니다.

OptQuest는 시뮬레이션 모델에 대한 최적 해를 자동으로 검색하고 찾아서 Crystal Ball Decision Optimizer를 항상 시킵니다. 시뮬레이션 모델 자체는 모든 상황에 대해 가능한 결과 범위만 제공할 수 있습니다. 상황을 제어하여 최상의 결과를 얻는 방법은 제공하지 않습니다.

OptQuest는 고급 최적화 기법을 사용하여 정확한 결과를 생성할 올바른 변수 조합을 찾습니다. 시뮬레이션 모델을 사용하여 "다음 달 예상 매출량은?" 등의 질문에 대답한다고 가정합니다. 이제 월별 매출을 최대화하는 가격 포인트를 찾을 수 있습니다. "새 유전의 예상 생산율은?" 질문을 가정합니다. 이제 순현재가치를 최대화하기 위해 굴착할 유정 수를 결정할 수도 있습니다. "선택할 주식 포트폴리오는?" 질문을 가정합니다. OptQuest를 사용하여 제한된 위험으로 최대 이익을 생성하는 포트폴리오를 선택할 수 있습니다.

OptQuest가 포함된 Crystal Ball Decision Optimizer는 배우고 사용하기 쉽습니다. 마법사 기반 디자인을 사용하여 1시간 이내에 고유한 모델의 최적화를 시작할 수 있습니다. Crystal Ball 스프레드시트 모델을 사용하는 방법만 알면 됩니다. 이 설명서는 이후 과정을 단계별로 안내하고 OptQuest 용어, 절차 및 결과를 설명합니다.

설명서의 구성 방법

이 시작 장 외에도 *OptQuest* 사용자 설명서에는 다음과 같은 추가 장과 부록이 있습니다.

- [2장, 개요\(15페이지\)](#)

이 장에서는 최적화 모델과 해당 구성 요소에 대해 설명합니다.

- [3장, 모델 설정 및 최적화\(25페이지\)](#)

이 장에서는 OptQuest에서 최적화를 설정 및 실행하기 위한 단계별 지침을 제공합니다.

- [4장, OptQuest 자습서\(57페이지\)](#)

이 장에는 OptQuest의 기능을 간단히 설명하고 프로그램 사용 방법을 보여 주도록 디자인된 2개의 자습서가 있습니다. OptQuest의 기본 사항을 이해해야 하는 경우 이 장을 참조하십시오.

- 용어집

이 섹션에는 이 설명서에 사용된 통계 용어 및 OptQuest와 관련된 용어가 컴파일되어 있습니다.

OptQuest 예제, OptQuest 작동 방식 및 성능 최적화에 대한 정보, 참고 문헌은 *Oracle Crystal Ball* 참조 및 예제 가이드를 참조하십시오.

OptQuest의 메뉴 요약과 키보드에서 직접 실행할 수 있는 명령 목록은 *Oracle Crystal Ball* 액세스 가능 가이드를 참조하십시오.



화면 캡처 참고 사항

이 문서의 모든 화면 캡처는 달리 명시되지 않은 경우 Crystal Ball 실행 환경설정 임의 시드 설정 999를 사용하여 생성되었습니다.

다양한 시스템 구성 간의 반올림 차이 때문에 예제에 표시된 결과와 다른 계산 결과가 표시될 수도 있습니다.

도움말 보기

OptQuest에서 작업할 때 다양한 방법으로 온라인 도움말을 표시할 수 있습니다.

- 대화 상자에서 도움말 단추  를 누릅니다.
- Crystal Ball 리본 끝에 있는 도움말 단추  를 누릅니다.
- 대화 상자에서 F1 키를 누릅니다.



참고:

분포 갤러리 또는 다른 Crystal Ball 대화 상자를 보고 있지 않은 경우 F1 키를 누르면 Microsoft Excel 도움말이 표시됩니다.



팁:

도움말이 열릴 때는 [검색] 탭이 선택되어 있습니다. 도움말의 목차를 보려면 [목차] 탭을 누릅니다.

추가 리소스

Oracle은 Crystal Ball 제품을 사용하는 효율성을 높이기 위한 기술 지원, 교육 및 추가 리소스를 제공합니다.

이러한 모든 리소스에 대한 자세한 내용은 Crystal Ball 웹 사이트를 참조하십시오.

<http://www.oracle.com/crystalball>

2

개요

이 절의 내용:

소개	15
OptQuest 기능	15
OptQuest 작동 방식	16
최적화 모델 정보	17
최적화 목표	18
결정 변수	19
제약 조건	20
모델 및 해 적합성	20
효율적 경계 분석	21
OptQuest 및 프로세스 기능	23

소개

이 장에서는 최적화 모델의 세 가지 주요 요소인 목표, 결정 변수 및 선택적 제약 조건에 대해 설명합니다. 또한 예측 통계, 요구 사항 등 불확신도가 있는 모델에 필요한 다른 요소에 대해 설명하고 적합성, 효율적 경계 분석, Crystal Ball의 프로세스 기능에 최적화 사용에 대한 토론으로 끝냅니다.

OptQuest 기능

대부분의 시뮬레이션 모델에는 임대료로 청구할 금액 또는 투자할 금액과 같은 제어할 수 있는 변수가 있습니다. Crystal Ball에서는 이러한 제어 변수를 결정 변수라고 합니다. 결정 변수의 최적 값을 찾는 작업에 따라 중요한 목표에 도달하는지 여부가 결정될 수 있습니다.

최적 값을 얻으려면 일반적으로 반복적 또는 특별한 방식으로 검색해야 합니다. 더 엄격한 메소드는 가능한 모든 대안을 체계적으로 열거합니다. 이 프로세스는 작은 모델에서도 매우 지루하고 시간이 걸릴 수 있으며, 시뮬레이션마다 값을 적절하게 조정하는 방법이 명확하지 않은 경우가 많습니다.

OptQuest는 시뮬레이션 모델에 대한 최적 해를 지능적으로 검색하여 특수 및 열거형 메소드의 제한을 모두 극복합니다. OptQuest에서 최적화 문제를 설명한 다음 사전 정의된 목표를 최대화하거나 최소화하는 결정 변수 값을 검색하게 합니다. 거의 모든 경우에서 OptQuest는 일부만 탐색할 때도 가능한 대안 세트 중에서 최적 해 또는 거의 최적 해를 효율적으로 찾습니다.

OptQuest의 기능을 이해하는 가장 쉬운 방법은 간단한 예제에 적용하는 것입니다. [자습서 1 - Futura Apartments 모델\(57페이지\)](#)은 기본 OptQuest 작업을 보여 줍니다.

OptQuest 작동 방식

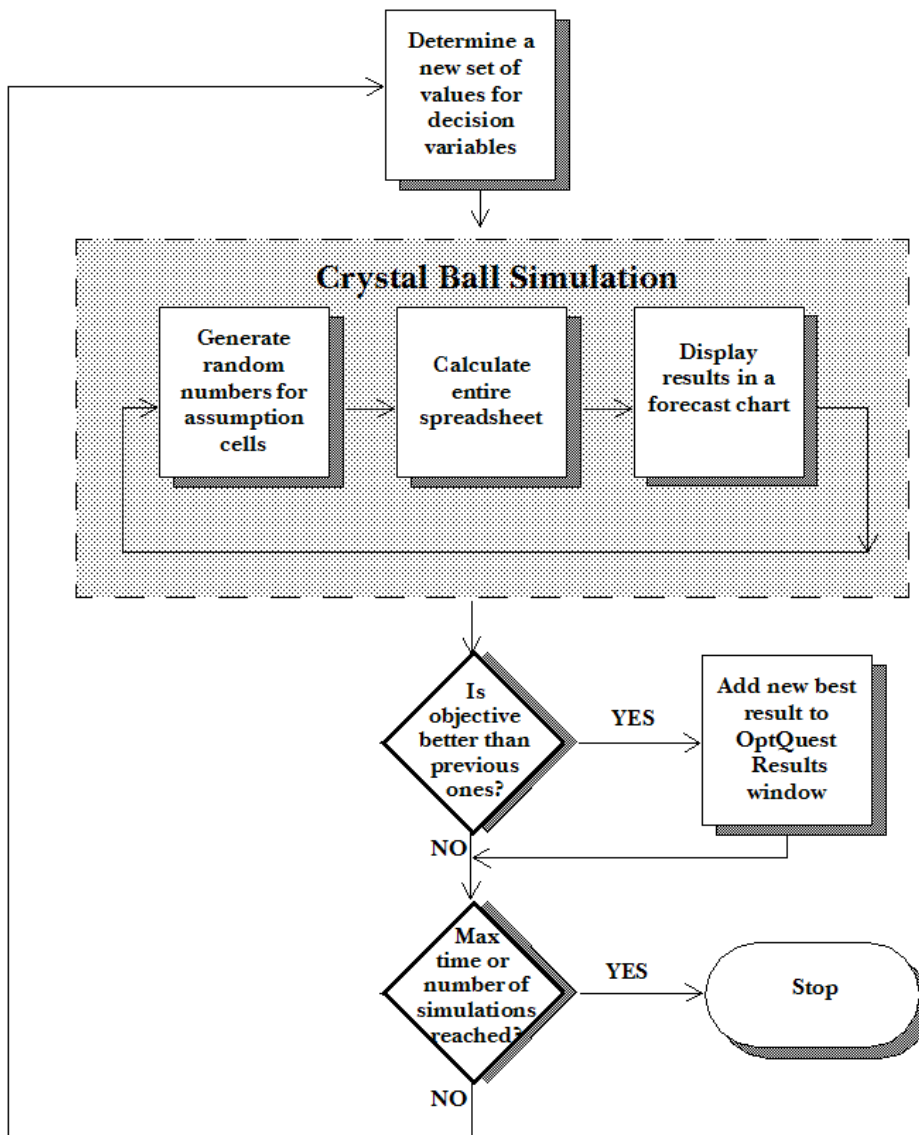
기술 검색 메소드는 정확하게 알려진 모델 데이터를 사용하여 지정된 시작점을 중심으로 로컬 해를 찾을 때 효과적입니다. 그러나 상당한 불확신도가 포함된 실제 문제에 대한 글로벌 해를 검색할 때 이 메소드는 실패합니다. 최적화의 최근 개발에서는 불확신도 요소와 관련된 복잡한 문제에 대한 최적 해를 찾을 수 있는 효율적인 검색 메소드를 생성했습니다.

OptQuest는 메타 휴리스틱을 통합하여 검색 알고리즘에서 더 나은 해를 찾도록 안내합니다. 이 방법은 일종의 적응형 메모리를 사용하여 이전에 효과적인 해를 기억하고 더 나은 새로운 해로 다시 결합합니다. 이 기법은 일반적인 해 찾기의 언덕 오르기(hill-climbing) 방법을 사용하지 않으므로 로컬 해에 갇히지 않고 모호한(불확실) 모델 데이터에 의해 벗어나지 않습니다. *Oracle Crystal Ball* 참조 및 예제 가이드의 OptQuest 섹션에 나열된 게시 참조의 OptQuest 검색 방법에 대한 자세한 정보를 확인할 수 있습니다.

결정 변수와 목표를 선택하고 제약 조건과 요구 사항을 적용하여 최적화 문제를 설명하면 OptQuest는 Crystal Ball을 호출하여 다양한 결정 변수 값 세트에 대한 시뮬레이션 모델을 평가합니다. OptQuest는 시뮬레이션 모델의 통계 출력을 평가하고, 분석한 다음 이전 시뮬레이션 실행의 출력과 통합하고, 평가할 새로운 값 세트를 결정합니다. 새로운 값 세트를 연속적으로 생성하는 반복 프로세스입니다. 이러한 모든 값이 목표를 향상시키는 것은 아니지만, 시간 경과에 따라 이 프로세스는 최상의 해에 도달하는 효율적인 궤적을 제공합니다.

다음 순서도에 표시된 대로 검색 프로세스는 OptQuest가 종료 기준, 검색에 할당된 시간의 제한 또는 최대 시뮬레이션 수에 도달할 때까지 계속됩니다.

그림 1. OptQuest 플로우



최적화 모델 정보

오늘날의 경쟁적인 글로벌 경제에서는 많은 어려운 결정을 내려야 합니다. 이러한 결정에는 수천 개 또는 수백만 개의 잠재적 대안이 관련될 수 있습니다. 모델은 결정을 분석하고 적절한 해를 찾는 데 유용한 지원을 제공할 수 있습니다. 모델은 문제의 가장 중요한 기능을 캡처하고 해석하기 쉬운 형식으로 표시합니다. 대체로 모델은 직관만으로 제공할 수 없는 통찰을 제공합니다.

OptQuest 최적화 모델에는 목표, 선택적 요구 사항, Crystal Ball 결정 변수 및 선택적 제약 조건의 네 가지 주요 요소가 있습니다.

- **최적화 목표(18페이지)** - 예측 및 관련 결정 변수에 따라 이익 최대화, 비용 최소화 등의 최적화 대상 목표를 나타내는 요소입니다.

- [요구 사항\(18페이지\)](#) - 예측 통계에 적용된 선택적 제한입니다. 해가 최적으로 고려되려면 모든 요구 사항을 충족해야 합니다.
- [결정 변수\(19페이지\)](#) - 제어할 수 있는 변수입니다. 예를 들어 생산할 제품 수량, 각 투자에 할당할 금액(달러) 또는 제한된 세트 중에서 선택할 프로젝트입니다.
- [제약 조건\(20페이지\)](#) - 결정 변수 값에 적용된 선택적 제한입니다. 예를 들어 제약 조건은 다양한 투자에 할당된 총 금액이 지정한 금액을 초과하지 않거나 특정 그룹의 프로젝트를 하나 이상 선택하도록 할 수 있습니다.

모델 설정 및 최적화 실행을 직접 경험하려면 [자습서 2 - 포트폴리오 할당 모델 \(64페이지\)](#)을 참조하십시오.

최적화 목표

각 최적화 모델에는 수학적으로 모델의 목표를 가정 및 결정 변수 셀의 함수와 모델의 다른 공식으로 나타내는 목표 한 개가 있습니다. OptQuest의 작업은 결정 변수의 여러 값을 선택하고 향상시켜 목표의 최적 값을 찾는 것입니다.

모델 데이터가 불확실하고 확률 분포로만 설명할 수 있는 경우 목표 자체에 결정 변수 세트에 대한 확률 분포가 포함됩니다. 목표를 예측으로 정의하고 Crystal Ball을 통해 모델을 시뮬레이션하여 이 확률 분포를 찾을 수 있습니다.

예측 통계

전체 예측 분포를 목표로 사용할 수는 없지만 한 분포를 다른 분포와 비교하고 선택하기 위해 단일 요약 측정값을 사용하여 분포 특성을 정해야 합니다. 따라서 OptQuest를 사용하려면 한 예측의 특성을 목표로 선택해야 합니다. 목표를 최대화 또는 최소화할지 여부를 선택하거나 대상 값으로 설정해야 합니다.

선택한 통계는 목표에 따라 달라집니다. 일부 수량을 최대화 또는 최소화하려는 경우 평균값 또는 중앙값이 중심경향의 측도로 사용되는 경우가 많으며 평균이 두 값 중 더 일반적입니다. 그러나 비대칭 분포의 경우 평균이 두 값 중 덜 안정적(표준 위험이 더 큼)일 수 있으므로 중앙값이 더 나은 중심경향의 측도입니다.

Y 내 X 가능성 통계는 목표가 아니라 요구 사항에만 사용할 수 있습니다.

전체 위험을 최소화하려는 경우 표준 편차와 목표 차이를 사용하는 것이 좋습니다. 목표의 극값을 최대화 또는 최소화하려는 경우 낮거나 높은 백분위수가 적절한 통계일 수 있습니다. 목표의 형태나 범위를 제어하려는 경우 비대칭도, 첨도 또는 확신도 통계를 사용할 수 있습니다. Six Sigma 또는 다른 프로세스 품질 프로그램으로 작업하는 경우 목표 정의 시 프로세스 기능 메트릭을 사용할 수 있습니다. 이러한 통계에 대한 자세한 내용은 용어집, 온라인 도움말 및 온라인 *Oracle Crystal Ball* 통계 가이드를 참조하십시오.

최소화 또는 최대화

목표를 최대화 또는 최소화할지 여부는 최적화하도록 선택한 통계에 따라 달라집니다. 예를 들어 예측이 이익이고 평균을 통계로 선택하는 경우 이익 평균을 최대화하려고 합니다. 그러나 표준 편차를 통계로 선택하는 경우 예측의 불확신도를 제한하기 위해 최소화할 수 있습니다.

요구 사항

요구 사항에 따라 예측 통계가 제한됩니다. 제약 조건은 결정 변수(또는 결정 변수 간의 관계)를 제한하므로 요구 사항은 제약 조건과 다릅니다. 요구 사항을 확률적 제약 조건, 가능성 제약 조건, 부수적 제약 조건 또는 목표라고도 합니다.

요구 사항을 정의하는 경우 먼저 예측(목표 예측 또는 다른 예측)을 선택합니다. 목표와 마찬가지로, 해당 예측의 통계를 선택하지만 최대화 또는 최소화하는 대신 상한, 하한 또는 둘 다(범위)를 제공합니다.

효율적 경계 분석을 수행하려는 경우 변수 범위를 사용하여 요구 사항을 정의할 수 있습니다. 자세한 내용은 [효율적 경계 분석\(21페이지\)](#)을 참조하십시오.

요구 사항 예제

4장, [OptQuest 자습서\(57페이지\)](#)의 포트폴리오 할당 예제에서 투자자는 총 수익률의 표준 편차를 제한하는 조건을 적용하려고 합니다. 표준 편차는 예측 통계이고 결정 변수가 아니므로 이 제한은 요구 사항입니다.

다음은 지정할 수 있는 예측 통계에 대한 요구 사항의 몇 가지 예입니다.

95번째 백분위수 ≥ 1000

-1 \leq 비대칭도 ≤ 1

범위 1000-2000 $\geq 50\%$ 확신도

결정 변수

결정 변수는 임대료로 청구할 금액 또는 뮤추얼 펀드에 투자할 금액과 같은 제어할 수 있는 모델의 변수입니다. 결정 변수는 Crystal Ball 모델에는 필요하지 않지만 OptQuest 모델에 필요합니다. Crystal Ball 리본에서 [결정 정의] 단추를 눌러 Crystal Ball의 결정 변수를 정의합니다.

Crystal Ball에서 결정 변수를 정의하는 경우 다음을 정의합니다.

- **범위** - 변수의 상한 및 하한을 정의합니다. OptQuest는 이러한 범위 내에서만 결정 변수의 해를 검색합니다.
- **유형** - 변수 유형이 이산, 연속, 이진, 범주 또는 사용자 정의인지 여부를 정의합니다.
 - 연속 - 소수일 수 있는 변수(즉, 정수가 아니어도 되고 하한과 상한 사이의 모든 값을 가질 수 있음)입니다. 단계 크기가 필요하지 않으며 지정된 범위에 무한 개수의 가능한 값이 포함됩니다.
 - 이산 - 하한에 단계 크기의 배수를 더한 값과 같은 값만 가정할 수 있는 변수입니다. 단계 크기는 0보다 크고 변수 범위보다 작은 임의의 숫자입니다.
 - 이진 - 예-아니오 결정을 나타내기 위해 0 또는 1일 수 있는 결정 변수입니다. 이 경우 0 = 아니요, 1 = 예입니다.
 - 범주 - 속성과 인덱스를 나타내는 결정 변수입니다. 경계값을 포함한 하한과 상한 사이의 임의의 이산 정수를 가정할 수 있습니다. 여기서 값의 순서(또는 방향)는 중요하지 않습니다(명목상). 범위는 정수여야 합니다.
 - 사용자 정의 - 특정 값 목록(둘 이상의 값)의 임의의 값을 가정할 수 있는 결정 변수입니다. 스프레드시트에 값 목록이나 값 목록에 대한 셀 참조를 입력할 수 있습니다. 셀 참조를 사용하는 경우 둘 이상의 값이 있도록 셀을 둘 이상 포함해야 합니다. 범위에 포함된 공백 및 비슷자 값은 무시됩니다. 목록에 값을 입력하는 경우 쉼표, 세미콜론, Windows 국가별 및 언어 설정에 지정된 다른 값 등 적합한 목록 구분 기호로 구분해야 합니다.

자세한 내용은 *Oracle Crystal Ball* 사용자 가이드를 참조하십시오.

- **단계 크기** - 정의된 범위에서 이산 결정 변수의 연속 값 차이를 정의합니다. 예를 들어 범위가 1-5이고 단계 크기가 1인 이산 결정 변수는 값 1, 2, 3, 4, 5만 포함할 수 있습니다. 범위가 0-2이고 단계 크기가 0.25인 이산 결정 변수는 값 0, 0.25, 0.5, 0.75, 1.0, 1.25, 1.5, 1.75 및 2.0만 포함할 수 있습니다.

셀 값은 기본 사례 값이나 최적화 시작 값이 됩니다.



참고:

결정 변수 유형을 변경할 때 기본 사례가 해당 유형에 적합한 값 범위를 벗어날 경우 새 기본 사례 값이 선택됩니다. 기본 사례가 새 유형에 허용되는 가장 가까운 값으로 변경됩니다.

최적화 모델에 정의된 모든 결정 변수 목록에서 최적화할 결정 변수를 선택합니다. 선택한 결정 변수 값은 각 결정 변수에 대한 최상의 값이 사용 가능한 시간 또는 시뮬레이션 제한 내에서 검색될 때까지 각 시뮬레이션마다 변경됩니다.

제약 조건

제약 조건은 최적화 모델의 선택적 설정입니다. 제약 조건은 결정 변수 간의 관계를 정의하여 결정 변수를 제한합니다. 예를 들어 2개의 뮤추얼 펀드에 투자된 총 금액이 \$50,000여야 하는 경우 다음과 같이 정의할 수 있습니다.

뮤추얼 펀드 #1 + 뮤추얼 펀드 #2 = 50000

OptQuest는 합계가 \$50,000인 2개의 뮤추얼 펀드에 대한 값의 조합만 고려합니다.

또는 예산에 따라 가솔린 및 차량 서비스 지출을 \$2,500로 제한하는 경우 다음과 같이 정의할 수 있습니다.

가솔린 + 서비스 ≤ 2500

이러한 경우 OptQuest는 \$2,500 이하인 가솔린 및 서비스에 대한 값의 조합만 고려합니다.

모든 최적화 모델에 제약 조건이 필요한 것은 아닙니다.

모델 및 해 적합성

실행가능해는 정의된 모든 제약 조건과 요구 사항을 충족하는 해입니다. 전체 요구 사항 및 제약 조건 세트를 충족할 수 있는 결정 변수 조합이 없는 경우 불가능 해입니다. 해(결정 변수의 단일 값 세트)가 문제 요구 사항이나 제약 조건을 충족하지 못해 불가능할 수 있지만 문제나 모델 자체가 불가능하다는 의미는 아닙니다.

그러나 전체 모델이 불가능하도록 제약 조건과 요구 사항을 정의할 수 있습니다. 예를 들어 1장의 포트폴리오 할당 문제에서 투자자가 다음과 같은 제약 조건으로 최적 투자 포트폴리오를 찾으려 한다고 가정합니다.

수익형 펀드 + 공격적 성장 펀드 ≤ 10000

수익형 펀드 + 공격적 성장 펀드 ≥ 12000

수익형 펀드 및 공격적 성장 펀드의 합계를 \$10,000 이하인 동시에 \$12,000보다 크거나 같도록 하는 투자 조합은 없습니다.

또는 동일한 예제에서 결정 변수의 범위가 다음과 같다고 가정합니다.

\$15,000 ≤ 수익형 펀드 ≤ \$25,000

제약 조건은 다음과 같습니다.

수익형 펀드 ≤ 5000

이 경우에도 불가능한 문제가 생성됩니다.

제약 조건에 따라 모델링된 관계의 불일치를 수정하여 불가능한 문제를 가능하게 만들 수 있습니다. OptQuest는 제약 조건에서 불가능한 최적화 모델을 검색하고 보고합니다.

모델이 제약 조건에서 가능한 경우 OptQuest는 항상 실행가능해를 찾고 최적 해(즉, 모든 제약 조건을 충족하는 최상의 해)를 검색합니다.

최적화 모델에 요구 사항이 포함된 경우 제약 조건에 따른 최적 해가 하나 이상의 요구 사항에서 불가능할 수도 있습니다.

먼저 제약 조건 적합성을 충족한 후 OptQuest는 우선 순위가 높은 다음 사용자 작업이 요구 사항에 따른 최적 해를 찾는 것이라고 가정합니다. 따라서 요구 사항에 따른 실행가능해를 찾은 다음 모델의 목표에 따라 이 해를 향상시키는 데 집중합니다.

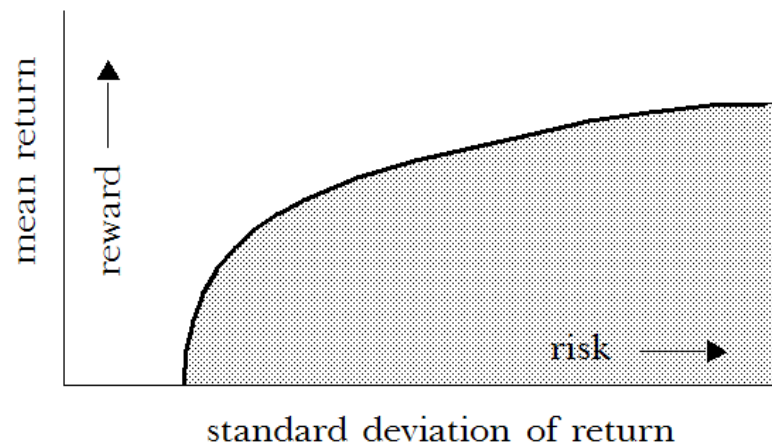
효율적 경계 분석

효율적 경계 분석은 요구 사항 또는 제약 조건 변경과 비교하여 목표 값을 그리는 곡선을 계산합니다. 일반적으로, 투자자가 수익률을 최대화하고 위험을 최소화할 수 있도록 다양한 위험 레벨에 대해 포트폴리오 반환값을 비교하는 데 사용됩니다. 이 분석 유형을 사용하려는 경우 요구 사항 또는 제약 조건 범위에 대해 값 범위를 정의해야 합니다. 지침과 자세한 내용은 [OptQuest에서 효율적 경계 분석 설정\(54페이지\)](#)을 참조하십시오.

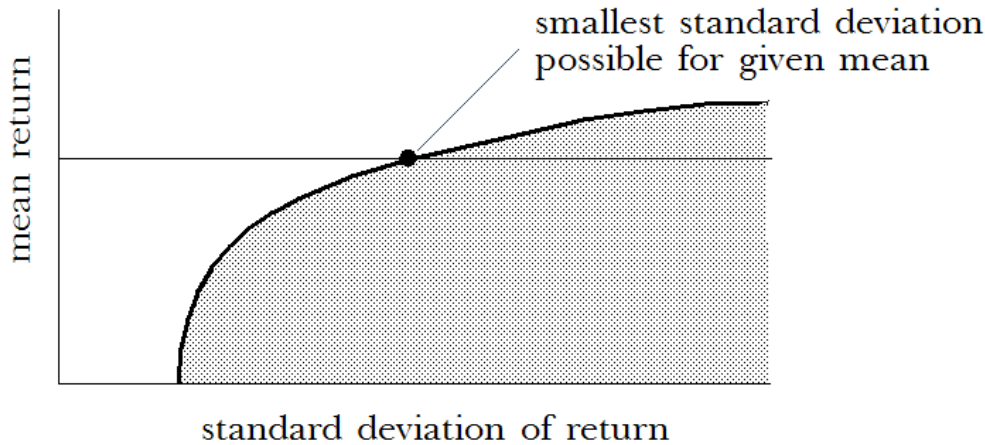
일례로, 효율적 경계 분석은 가장 효율적인 방법으로 투자 포트폴리오에 펀드를 할당하는 데 사용됩니다. 이 기법은 Portfolio Revisited EF.xlsx의 설명 페이지에서 설명합니다. 다음 [효율적 포트폴리오\(21페이지\)](#)에서는 배경 개념을 제공합니다.

효율적 포트폴리오

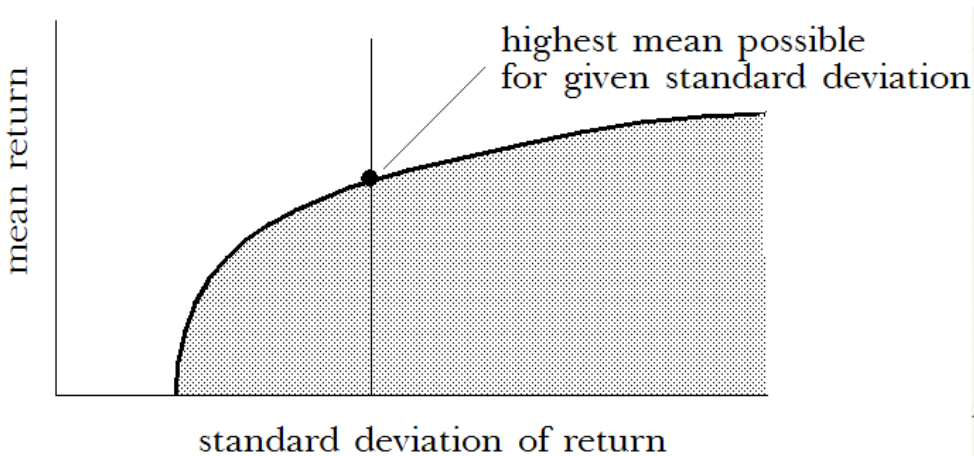
Portfolio Revisited.xlsx에 대해 설명된 자산 투자 전략의 가능한 모든 조합을 검사하면 각 포트폴리오에 특정 평균 수익률 및 연결된 수익률 표준 편차가 있음을 확인할 수 있습니다. 한 축에 평균을 그리고 다른 축에 표준 편차를 그리면 다음과 같은 그래프를 생성할 수 있습니다.



곡선이나 그 아래에 있는 점(곡선보다 낮은 값)은 가능한 투자 조합을 나타냅니다. 곡선 위에 있는 점(곡선보다 높은 값)은 사용 가능한 특정 자산 세트에서 얻을 수 없는 조합입니다. 지정된 평균 수익률에서 가능한 가장 작은 표준 편차가 한 포트폴리오에 포함됩니다. 이 포트폴리오는 곡선에서 수익률 평균과 교차하는 포인트에 있습니다.



마찬가지로, 지정된 수익률 표준 편차에서 얻을 수 있는 가장 높은 평균 수익률이 한 포트폴리오에 포함됩니다. 이 포트폴리오는 곡선에서 수익률 표준 편차와 교차하는 포인트에 있습니다.



곡선에 있는 포트폴리오를 효율적이라고 합니다(*Oracle Crystal Ball* 참조 및 예제 가이드에 나열된 Markowitz, 1991 참조). 더 높은 표준 편차를 생성하지 않으면 더 높은 평균 수익률을 얻을 수 없고, 더 낮은 평균 수익률을 생성하지 않으면 더 낮은 표준 편차를 얻을 수 없기 때문입니다. 효율적 포트폴리오의 곡선을 효율적 경계라고도 합니다.

값이 곡선보다 낮은 포트폴리오를 비효율적이라고 하며, 더 높은 수익률, 더 낮은 표준 편차 또는 둘 다를 충족하는 더 나은 포트폴리오가 있음을 의미합니다.

[자습서 2 - 포트폴리오 할당 모델 \(64페이지\)](#)의 예제는 한 기법을 사용하여 효율적 경계에서 최적 해를 검색합니다. 이 메소드는 수익률 평균 및 표준 편차를 위험과 보상의 균형 조정 기준으로 사용합니다.

다른 기준을 포트폴리오 선택에 사용할 수도 있습니다. 평균 수익률을 사용하는 대신 중앙값 또는 최빈값을 중심경향의 측도로 선택할 수 있습니다. 이러한 선택 기준을 중앙값-표준 편차 효율적 또는 최빈값-표준 편차 효율적이라고 합니다. 수익률 표준 편차를 사용하는 대신 차이, 범위 최소값 또는 최소값 백분위수를 위험 또는 불확신도 측정값으로 선택할 수 있습니다. 이러한 선택 기준은 평균-차이 효율적, 평균-범위 최소값 효율적 또는 평균-백분위수 효율적입니다.

최빈값은 일반적으로 시뮬레이션 중 이산 값이 두 번 이상 발생할 수 있는 이산 값 예측 분포에만 사용할 수 있습니다.

OptQuest 및 프로세스 기능

OptQuest를 사용하여 6시그마, DFSS(Six Sigma 디자인), 간결한 원칙 및 비슷한 품질 이니셔티브와 같은 프로세스 기능 프로그램을 지원할 수 있습니다. 이렇게 하려면 [실행 환경설정] 대화 상자의 [통계] 탭에서 [기능 메트릭 계산]을 선택하여 Crystal Ball 프로세스 기능을 활성화합니다. 활성화한 후 [예측 정의] 대화 상자에서 예측에 대해 LSL(하한 사양 제한), USL(상한 사양 제한) 또는 둘 다를 정의합니다. 선택적 값 대상을 정의할 수도 있습니다.

사양 제한 중 하나 이상을 정의한 후 해당 예측에 대한 기능 메트릭을 최적화할 수 있습니다. 프로세스 기능 메트릭은 OptQuest 목표 패널에 다른 예측 통계와 함께 표시됩니다. 값을 다시 모델에 복사하면 최적화된 값, 관련 예측 차트 및 기능 메트릭 테이블이 통합 문서에 표시됩니다. 자세한 내용은 *Oracle Crystal Ball* 사용자 가이드를 참조하십시오.

3

모델 설정 및 최적화

이 절의 내용:

소개	25
개요	25
Crystal Ball 최적화 모델 개발	26
OptQuest 시작	27
예측 목표 선택	28
최적화할 결정 변수 선택	29
제약 조건 지정	30
옵션 설정	40
최적화 실행	41
결과 해석	47
최적화 모델 및 설정 저장	53
OptQuest 닫기	54
OptQuest에서 효율적 경계 분석 설정	54
.opt 파일에서 설정 전송	54
OptQuest에 대해 자세히 알아보기	56

소개

이 장에서는 OptQuest 사용 방법을 단계별로 설명합니다. 또한 OptQuest의 각 패널 및 대화 상자에 대한 세부 정보를 제공합니다.

개요

➤ OptQuest를 사용하여 모델을 설정 및 최적화하려면 다음 단계를 따르십시오.

1. 문제의 Crystal Ball 모델을 생성합니다.
2. Crystal Ball 내에서 결정 변수를 정의합니다.
3. OptQuest에서 예측 목표를 선택하고 요구 사항을 정의합니다.
4. 최적화할 결정 변수를 선택합니다.
5. 결정 변수의 제약 조건을 지정합니다.
6. 최적화 설정을 선택합니다.

7. 최적화를 실행합니다.
8. 결과를 해석합니다.

OptQuest 11.1.1.x 이전 버전 사용자의 경우

OptQuest 11.1.1.x 이전 버전을 사용한 경우 몇 가지 중요한 변경 내용을 확인합니다. 사용자 인터페이스가 사용하기 쉽도록 다시 디자인되었습니다. 유연성 강화를 위해 이제 5가지 유형의 결정 변수가 있습니다.

다른 차이점은 이제 .opt 파일이 최적화 설정을 저장하는 데 사용되지 않는다는 것입니다. 최적화 설정 및 옵션 저장에 대한 자세한 내용은 [최적화 모델 및 설정 저장\(53페이지\)](#)을 참조하십시오. .opt 파일의 설정을 현재 모델 통합 문서로 전송하기 쉽도록 .opt 파일 뷰어가 제공됩니다. 자세한 내용은 [.opt 파일에서 설정 전송\(54페이지\)](#)을 참조하십시오.

Crystal Ball 최적화 모델 개발

OptQuest를 사용하기 전에 먼저 유용한 Crystal Ball 모델을 개발해야 합니다. 이 경우 Microsoft Excel에서 잘 테스트된 스프레드시트를 작성한 다음 Crystal Ball을 사용하여 가정과 예측 셀을 정의합니다. Crystal Ball 모델을 구체화하고 여러 가지 시뮬레이션을 실행하여 모델이 정확하게 작동하는지, 결과가 예상대로 나타나는지 확인해야 합니다.

워크시트 개발

좋은 디자인의 원칙을 사용하여 스프레드시트를 작성해야 합니다. 이렇게 하면 더 쉽게 이해하고 수정할 수 있기 때문입니다.

스프레드시트에는 다음 항목이 포함되어야 합니다.

- 설명 제목.
- 출력 및 모든 작업 공간과 분리된 입력 데이터 영역. 모든 입력 변수를 해당 셀에 넣습니다. 나중에 이러한 셀에서 입력 변수를 가정 또는 결정 변수로 정의할 수 있습니다.
- 모든 복잡한 계산, 공식 및 데이터 테이블의 작업 공간.
- 모델 결과를 제공하는 별도의 출력 섹션.

예제를 보려면 포트폴리오 할당 스프레드시트 모델([그림 23\(66페이지\)](#))을 참조하십시오.

모든 가정은 5-8행에 있습니다. 13-16행은 결정 변수에 예약되며, OptQuest 자습서 중에 사용자가 생성합니다. 예측 셀은 계산에 값을 직접 사용하지 않고 이러한 입력 변수 셀을 참조합니다. 따라서 모든 값을 쉽게 변경할 수 있으며, 예측 계산이 자동으로 갱신됩니다.

스프레드시트의 유용성을 향상시키는 기타 팁은 다음과 같습니다.

- 변경 내용이 전체 워크시트에 자동으로 반영되도록 셀 참조 또는 범위 이름만 사용해서 입력 데이터를 참조합니다.
- 통화 또는 십표 형식 등의 형식을 적절하게 사용합니다.
- 복잡한 계산을 여러 개의 셀로 나누어 오류 가능성을 최소화하고 이해를 향상시킵니다.
- 필요한 경우 설명을 위해 공식 셀 옆에 설명을 넣습니다.
- 좋은 스프레드시트 디자인에 대한 자세한 내용은 *Oracle Crystal Ball* 참조 및 예제 가이드에 나열된 참조 등의 참조 내용을 참조하십시오.

가정, 결정 변수 및 예측 정의

스프레드시트를 작성하고 테스트한 후 가정, 결정 변수 및 예측을 정의할 수 있습니다. 가정, 결정 변수 및 예측 정의에 대한 자세한 내용은 *Oracle Crystal Ball* 사용자 가이드를 참조하십시오.

Crystal Ball 실행 환경설정 지정

Crystal Ball 실행 환경설정을 지정하려면 Oracle Crystal Ball 리본에서 [실행 환경설정]을 선택합니다. 최적화를 위해 일반적으로 다음과 같은 Crystal Ball 설정을 사용해야 합니다.

- 시행 탭 - 실행할 최대 시행 수는 1000으로 설정됩니다.

평균, 중앙값, 최빈값 등의 집중 경향 통계는 일반적으로 시뮬레이션당 500-1000회 시행에서 충분히 안정화됩니다. 맨 끝 백분위수와 최대 및 최소 범위 값은 일반적으로 2000회 이상의 시행이 필요합니다.

- 샘플링 탭 - 샘플링 메소드는 기본 bin 크기를 사용한 라틴 하이퍼큐브로 설정됩니다.

라틴 하이퍼큐브 샘플링은 해의 품질, 특히 평균 통계의 정확도를 향상시킵니다.

- 샘플링 탭 - 난수 생성이 [동일한 난수 순서 사용]으로 설정되고 [초기 시드 값]은 999입니다.

초기 시드 값은 가정 셀에 대해 생성되는 난수 순서의 첫 번째 숫자를 결정합니다. 그런 다음 동일한 난수 세트에 시뮬레이션을 반복하여 시뮬레이션 결과를 정확하게 비교할 수 있습니다. 초기 시드 값을 설정하지 않으면 OptQuest는 자동으로 임의의 시드를 선택하고 실행되는 각 시뮬레이션에 이 시작 시드를 사용합니다.

Crystal Ball 예측에 극값 이상치가 있는 경우 여러 가지 시드 값으로 최적화를 실행하여 해의 안정성을 테스트합니다.

- 속도 탭 - 가능한 경우 극한 속도로 실행합니다.



참고:

극한 속도를 사용하면 특정 상황에서 모델 호환성 문제가 발생할 수 있습니다. 자세한 내용은 *Oracle Crystal Ball* 사용자 가이드의 실행 환경설정 섹션 및 부록 C를 참조하십시오.

Crystal Ball에서 가정, 결정 변수 및 예측을 정의한 후 OptQuest에서 최적화 프로세스를 시작할 수 있습니다.

OptQuest 시작

- ▶ OptQuest를 시작하려면 다음을 수행합니다.

1. Crystal Ball 리본에서 **OptQuest**를 선택합니다.

OptQuest 마법사가 시작됩니다.

2. 각 마법사 패널을 완료하여 최적화를 설정합니다. 이 프로세스의 첫 번째 단계는 최적화할 예측 목표를 선택하는 것입니다.



참고:

이 버전의 OptQuest는 .opt 파일을 사용하지 않습니다. 기존 .opt 파일에서 이 버전의 OptQuest에 사용할 설정을 검색하려는 경우 [.opt 파일에서 설정 전송\(54페이지\)](#)을 참조하십시오.

예측 목표 선택

OptQuest 마법사가 시작되면 [그림 15\(56페이지\)](#)와 비슷한 목표 패널이 열립니다. 마법사를 처음 시작하면 [시작] 화면이 열립니다. [다음]을 눌러 [목표] 패널을 표시합니다.

[목표] 패널에서 최대화, 최소화 또는 대상 값으로 설정할 예측 통계 한 개를 선택합니다. 선택적으로, 목표 예측 또는 다른 예측에서 하나 이상의 요구 사항을 정의할 수 있습니다.

[그림 24\(68페이지\)](#)에서는 모델에 있는 첫 번째 예측을 포함하여 기본 목표를 보여 줍니다.



참고:

둘 이상의 목표를 정의할 수 있지만 한 번에 하나씩만 사용할 수 있습니다. **제외**를 선택하여 현재 최적화에서 목표를 제거합니다.

▶ 예측 목표를 정의하고, 선택적으로 요구 사항을 정의하려면 다음을 수행합니다.

1. 둘 이상의 통합 문서가 열려 있는 경우 **기본 통합 문서** 목록을 사용하여 최적화할 데이터가 포함된 통합 문서를 선택합니다.
2. **목표 추가**를 누릅니다.

기본 목표가 [목표] 영역에 표시됩니다.

3. 기본 목표 정의를 검토합니다. 작업, 통계, 예측 형식이 사용됩니다.
 - a. 먼저 모델에 둘 이상의 예측이 있는 경우 목표에 포함할 예측과 동일한 예측이 기본 목표에 포함됩니까? 포함되지 않는 경우 밑줄이 표시된 예측을 누르고 선택 항목으로 바꿉니다. 10개보다 많은 예측을 사용할 수 있는 경우 목록의 맨아래에 **추가 예측**이 표시됩니다. 선택하면 예측 선택 대화 상자가 표시됩니다.
 - b. 해당 예측에 대한 통계를 최대화하시겠습니까? 통계를 최소화하거나 대상 값으로 설정하려는 경우 밑줄이 표시된 작업을 누르고 대안을 선택합니다.
 - c. 마지막으로, 밑줄이 표시된 통계가 사용하려는 통계입니까? 아닌 경우 해당 통계를 누르고 다른 통계를 선택합니다. Crystal Ball의 프로세스 기능을 활성화하고 LSL 또는 USL을 정의한 경우 통계 목록에서 프로세스 기능 통계를 사용할 수 있습니다.



참고:

대부분의 문제에서는 예측의 평균(예상 값)이 최적화하기에 가장 적합한 통계이지만 항상 그런 것은 아닙니다. 예를 들어 포트폴리오의 상승 잠재력을 최대화하려는 투자자는 90번째 또는 95번째 백분위수를 목표로 사용할 수 있습니다. 결과는 가능한 최대 수익률을 낼 가능성이 가장 큰 해가 됩니다. 마찬가지로, 포트폴리오의 하락 잠재력을 최소화하려는 경우 큰 손실 가능성을 최소화하기 위해 5번째 또는 10번째 백분위수를 목표로 사용할 수 있습니다. 다른 통계를 사용하여 다양한 목표를 실현할 수 있습니다. 사용 가능한 모든 통계에 대한 설명은 용어집, 온라인 도움말 및 온라인 Oracle Crystal Ball 통계 가이드를 참조하십시오.

4. 선택 사항: 요구 사항을 정의합니다.

- 요구 사항을 추가하려면 **요구 사항 추가**를 누릅니다. 기본 요구 사항이 표시됩니다.
- 먼저 기본 통계를 확인합니다. 사용하려는 통계입니까? 사용 가능한 선택 항목 목록을 검토하려면 밑줄이 표시된 통계를 누르고, 원하는 경우 다른 통계를 선택합니다. 선택 항목에 따라 요구 사항 문이 변경될 수 있습니다.
- 예측을 검토합니다. 원하는 경우 밑줄이 표시된 예측을 누르고 다른 예측을 선택합니다.
- 그런 다음 요구 사항 연산자를 검토합니다. 선택한 통계는 선택한 값보다 작거나 같거나, 선택한 값보다 크거나 같거나, 경계를 포함한 두 선택한 값 사이에 있을 수 있습니다. 밑줄이 표시된 제한을 눌러 다른 제한을 선택합니다. **Between**을 선택하면 추가 대상 값이 표시됩니다.
- 마지막으로, 대상 값을 검토하고 조정합니다. 값을 변경하려면 값을 누른 다음 새 숫자를 겹쳐서 입력합니다.
- 3a-3e 단계를 반복하여 요구 사항을 더 추가할 수 있습니다. 새 요구 사항은 마지막으로 입력한 요구 사항의 중복입니다.
- 선택 사항:** 효율적 경계 분석의 변수 범위를 설정하려는 경우 변수를 선택하고 **효율적 경계**를 누릅니다. 자세한 내용은 [효율적 경계 분석\(21페이지\)](#)을 참조하십시오.



참고:

동시에 모두 사용하지 않고 여러 요구 사항을 생성할 수 있습니다. **제외**를 선택하면 해당 요구 사항이 현재 OptQuest 최적화에 사용되지 않습니다.

- 선택 사항:** 이전 OptQuest 버전의 .opt 파일이 있는 경우 **가져오기**를 눌러 새 목표, 요구 사항 및 제약 조건 정의를 지원할 파일을 엽니다. 자세한 내용은 [.opt 파일에서 설정 전송\(54페이지\)](#)을 참조하십시오.
- 선택 사항:** 요구 사항을 삭제하려면 요구 사항을 누른 다음 **삭제**를 누릅니다.
- 목표 및 요구 사항 설정이 완료되면 **다음**을 누릅니다.

결정 변수 패널이 열립니다.

최적화할 결정 변수 선택

[목표] 패널에서 [다음]을 누르면 [그림 25\(69페이지\)](#)와 비슷한 [결정 변수] 패널이 열립니다. 고정 여부에 관계없이, 열려 있는 모든 Microsoft Excel 통합 문서에 정의된 모든 결정 변수가 나열됩니다.

최적화 프로세스의 다음 단계는 최적화할 결정 변수를 선택하는 것입니다. 각 결정 변수의 값은 OptQuest가 최상의 목표를 생성하는 값을 찾을 때까지 각 시뮬레이션마다 변경됩니다. 일부 분석의 경우 특정 결정 변수의 값을 수정하고 나머지를 최적화할 수도 있습니다.

기본적으로, 모델에서 고정된 결정 변수를 포함하여 열려 있는 모든 통합 문서의 모든 결정 변수가 표시됩니다. 고정된 결정 변수는 [고정] 열에 확인 표시가 있습니다. 원하는 경우 확인 표시를 지우고 최적화에 포함할 수 있습니다. 하지만 결정 변수를 고정하거나 고정 취소하는 경우 모델에서도 변경됩니다.

OptQuest는 결정 변수를 정의할 때 입력한 제한, 기본 사례(시작 값) 및 결정 변수를 사용합니다.

[셀 위치 표시]를 선택하면 [셀 주소], [워크시트] 및 [통합 문서] 열이 [결정 변수] 패널에 추가로 표시됩니다.

▶ 선택 내용을 확인하고 변경하려면 다음을 수행합니다.

1. 나열된 변수를 검토합니다. OptQuest 최적화에 포함하지 않을 변수에 대해 **고정**을 선택합니다.
2. **선택 사항:** 나열된 결정 변수에 대한 하한 및 상한, 기본 사례 또는 결정 변수 유형을 변경합니다. 기존 값을 강조 표시하고 겹쳐서 입력합니다. 워크시트에서 결정 변수 정의가 변경됩니다.

이러한 설정과 관련해서 다음 사항을 확인합니다.

- 지정한 범위가 좁을수록 OptQuest가 최적 해를 찾기 위해 검색해야 하는 값이 줄어듭니다. 그러나 이러한 효율성을 얻는 대신 지정한 범위 바깥쪽에 있을 경우 최적 해가 누락될 수 있습니다.
- 기본적으로 OptQuest는 Crystal Ball 모델의 기본 사례 셀 값을 제안된 시작 해로 사용합니다. 제안된 값이 지정한 범위 바깥쪽에 있거나 문제 제약 조건을 충족하지 않는 경우 OptQuest는 해당 값을 무시합니다.



참고:

[결정 변수] 패널의 결정 변수를 이름, 유형, 고정 상태, 셀 주소, 워크시트 또는 통합 문서를 기준으로 정렬할 수 있습니다. 정렬하려면 열 머리글을 누릅니다. 화살표가 표시되어 정렬 방향을 보여 줍니다. 결정 변수의 정렬 열과 방향은 글로벌 환경설정으로 저장되며, 보고서 및 추출된 데이터에서 결정 변수의 순서를 설정하는 데도 사용됩니다.

3. 결정 변수 선택이 완료되면 다음을 누릅니다.

제약 조건 패널이 열립니다.

제약 조건 지정

OptQuest에서 제약 조건은 결정 변수 간의 관계와 관련해서 모델에 대한 가능한 해를 제한합니다. [제약 조건] 패널을 사용하여 선형 및 비선형 제약 조건을 지정할 수 있습니다. 예를 들어 [자습서 2 - 포트폴리오 할당 모델 \(64페이지\)](#)에서 총 투자는 \$100,000로 제한되었습니다. [제약 조건] 패널에서 이 제한은 다음과 같은 공식으로 표현됩니다.

$MMF(\text{Money Market Fund}) + \text{수익형 펀드} + \text{성장 및 수익형 펀드} + \text{공격적 성장 펀드} = 100000$

기본적으로 [제약 조건] 패널은 [단순 입력] 모드로 열립니다. 이 모드에서는 대부분의 제약 조건 공식이 스프레드시트의 셀에 입력됩니다. Sheet!A1 <= 100 등의 단순 조건식을 사용하여 [제약 조건] 패널에서 제약 조건 공식을 완료합니다.

자세한 내용은 다음 섹션인 [단순 입력 모드에서 제약 조건 지정\(31페이지\)](#)을 참조하십시오.

[고급 입력] 모드로 이동하면 제약 조건 공식을 직접 입력할 수 있습니다. [고급 입력 모드에서 제약 조건 지정\(31페이지\)](#)을 참조하십시오.



참고:

동시에 모두 사용하지 않고 여러 제약 조건을 생성할 수 있습니다. **제외**를 선택하면 해당 제약 조건이 현재 OptQuest 최적화에 사용되지 않습니다.

이제 단순 입력 및 고급 입력 모드에서 제약 조건 공식의 양쪽에 셀 범위를 사용하여 대량 제약 조건을 생성할 수 있습니다([대량 제약 조건 사용\(35페이지\)](#)).

단순 입력 모드에서 제약 조건 지정

[결정 변수] 패널에서 [다음]을 누르거나 탐색 목록에서 [제약 조건]을 누르면 [그림 26\(70페이지\)](#)와 비슷한 [제약 조건] 패널이 열립니다.

기본적으로 [제약 조건] 패널은 [단순 입력] 모드로 열립니다. **제약 조건 추가**를 누르면 제약 조건 공식의 왼쪽 및 오른쪽에 공식을 사용하여 셀을 참조하고 연산자를 선택할 수 있습니다. 또는 오른쪽이나 왼쪽의 값을 입력할 수 있습니다. 허용되는 제약 조건 공식에 대한 자세한 내용은 [제약 조건 규칙 및 구문\(33페이지\)](#)을 참조하십시오.

단순 입력 모드를 사용한 예제는 [제약 조건 지정\(69페이지\)](#)을 참조하십시오.

고급 입력 모드에서 제약 조건 지정

➤ [고급 입력] 모드에서 [제약 조건] 패널을 사용하려면 다음을 수행합니다.

1. [제약 조건] 편집기 모서리에서 **고급 입력**을 선택하여 [고급 입력] 모드로 전환합니다.
2. [제약 조건] 편집기에서 수학적 공식을 입력합니다. **제약 조건** 패널의 맨아래에 있는 단추를 사용하여 공식을 편집할 수 있습니다.

제약 조건 편집기 구문에 대한 자세한 내용은 [제약 조건 규칙 및 구문\(33페이지\)](#)을 참조하십시오.

스프레드시트 셀에 제약 조건 공식의 일부를 입력한 다음 공식에서 해당 셀을 연산자로 구분하여 참조할 수도 있습니다. [고급 입력 모드의 제약 조건 및 셀 참조\(34페이지\)](#)를 참조하십시오.

3. 해당 줄에 추가 제약 조건을 입력합니다.
4. 마쳤으면 **다음**을 눌러 **옵션** 패널을 표시합니다.



참고:

[고급 입력] 모드에서 Ctrl+c 및 Ctrl+v를 통해 제약 조건을 복사하고 붙여넣어 추가 편집을 위해 복제할 수 있습니다. 클립보드에서 공식을 붙여넣을 수도 있으며, 이 기능은 [고급 입력] 모드에서만 사용할 수 있습니다.

고급 입력 예제

[고급 입력] 모드를 시작하려면 OptQuest 마법사의 [제약 조건] 패널에서 [고급 입력]을 선택합니다. [제약 조건] 편집 상자가 열립니다.

처음에는 [제약 조건] 편집 상자가 비어 있습니다. 대화 상자의 맨아래에 있는 일련의 단추는 공식을 생성하는 데 도움이 될 수 있습니다. 선형 또는 비선형 공식을 입력할 수 있으며, 각 제약 조건 공식이 해당 라인에 있는 한 원하는 개수만큼 공식을 입력할 수 있습니다. 자세한 내용은 [제약 조건 편집기 및 관련 단추\(33페이지\)](#)를 참조하십시오.

이 경우 [자습서 2 - 포트폴리오 할당 모델 \(64페이지\)](#)에 설명된 대로 모든 결정 변수 값을 더하고 \$100,000에 같도록 지정하는 공식을 생성하려 한다고 가정합니다.

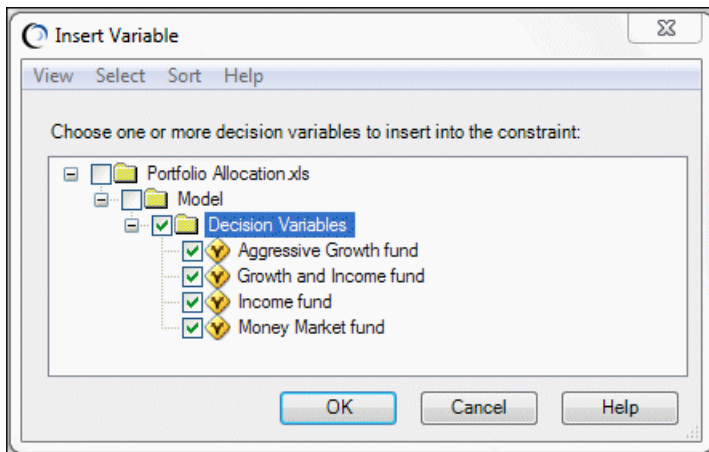
제약 조건 편집기 예제

▶ 이 공식을 생성하려면 다음을 수행합니다.

1. 변수 삽입을 누릅니다.

변수 삽입 대화 상자가 열립니다.

그림 2. 변수 삽입 대화 상자, 포트폴리오 할당 모델



2. 제약 조건 공식에 4개 결정 변수를 모두 포함하려고 하므로 각 이름을 선택합니다. 4개를 동시에 모두 선택하려면 **결정 변수** 앞의 상자를 선택합니다. **확인**을 누릅니다.

변수가 편집 상자에 합계로 표시됩니다.

Constraints		Type	Exclude
1	Aggressive Growth fund + Growth and Income fund + Income fund + Money Market fund		<input type="checkbox"/>

3. MMF(Money Market Fund) 뒤에 같음 기호(=)를 입력합니다.
4. 최종 제약 조건이 다음과 같이 표시되도록 총 투자를 \$100,000(달러 기호 또는 쉼표 제외)로 입력합니다.

MMF(Money Market Fund) + 수익형 펀드 + 성장 및 수익형 펀드 + 공격적 성장 펀드 = 100000



참고:

제약 조건에 "\$" \$ 또는 쉼표를 사용하지 마십시오. 제약 조건 공식에 대한 다른 규칙은 [제약 조건 규칙 및 구문\(33페이지\)](#)을 참조하십시오.

5. 다음을 눌러 계속합니다.

제약 조건 규칙 및 구문(33페이지)과 비슷한 옵션 패널이 열립니다.

제약 조건 편집기 및 관련 단추

[제약 조건] 패널의 위쪽 부분은 [제약 조건] 편집기입니다. [제약 조건] 패널의 아래쪽 부분에는 [고급 입력] 모드에서 다음 작업을 수행하는 단추가 있습니다.

단추	설명
변수 삽입	삽입할 수 있는 모든 결정 변수를 나열합니다. 결정 변수를 둘 이상 선택하면 [제약 조건] 편집기에 자동으로 추가되고 더하기(+) 기호로 연결됩니다.
참조 삽입	셀 참조 대화 상자를 표시합니다. 여기서 셀을 가리키거나 생성 중인 제약 조건 공식에 포함할 공식을 입력할 수 있습니다. 자세한 내용은 고급 입력 모드의 제약 조건 및 셀 참조(34페이지) 를 참조하십시오.
설명 추가	설명 추가 대화 상자를 표시합니다. 여기서 제약 조건을 설명하는 설명을 입력할 수 있습니다. 제약 조건 패널에서 제약 조건 근처에 설명이 표시됩니다. 제약 조건을 식별하기 위해 OptQuest 결과 창에도 표시되며 보고서에 포함됩니다.
효율적 경계	효율적 경계 분석에 사용할 변수 상한 또는 하한이 있도록 선택한 제약 조건을 변경합니다. 자세한 내용은 효율적 경계 분석(21페이지) 을 참조하십시오. 목표 패널에서 변수 요구 사항을 이미 추가한 경우 선택한 제약 조건을 대신 사용할지 여부를 묻는 메시지가 표시됩니다.
삭제	현재 선택한 제약 조건을 삭제합니다.

제약 조건에 대한 참조 또는 변수를 추가하려면 변수를 추가할 위치에 커서를 놓고 변수 이름을 입력하거나 변수 삽입 단추를 누르고 목록에서 변수를 하나 이상 선택합니다. 원하는 개수만큼 제약 조건을 정의할 수 있습니다.

제약 조건 규칙 및 구문

일반적으로 제약 조건 공식은 표준 Microsoft Excel 공식과 비슷합니다. 각 제약 조건 공식은 다음과 같습니다.

- 제약 조건, 선택한 결정 변수 및 기타 요소의 수학적 조합으로 구성됩니다.
- 각각 해당 줄에 있어야 합니다.
- 선형 또는 비선형일 수 있습니다. 결정 변수에 상수를 곱할 수 있으며(선형), 다른 결정 변수를 곱할 수도 있습니다(비선형).
- 쉼표, 달러 기호 또는 다른 비수학적 기호를 사용할 수 없습니다.

[고급 입력] 모드에서는 결정 변수를 이름으로 직접 입력할 수 있지만, [단순 입력] 모드에서는 셀 위치 또는 범위 이름으로 스프레드시트 공식 내에서 참조할 수만 있습니다.

[단순 입력] 모드에서는 공식 표현식에 포함되고 격리된 셀 참조 또는 범위 이름이 아닌 경우에만 셀 참조와 범위 이름 앞에 빼기 기호를 추가하여 다른 항목에서 추출되도록 나타낼 수 있습니다.

[단순 입력] 모드에서 셀 선택기를 사용하는 경우 단순 셀 참조 또는 범위 이름만 선택할 수 있습니다. 계수 또는 수치 연산자는 포함할 수 없습니다.

일반적으로, 제약 조건 공식은 항상 하나 이상의 결정 변수를 직접 또는 간접적으로 참조해야 합니다. 그러나 다른 수단(예: 사용자 정의 매크로 또는 기타 프로세스)으로 제약 조건 공식의 값을 설정하려는 경우도 있을 수 있습니다. 이 경우 셀 참조 < 상수 형식으로 제약 조건을 입력해야 합니다. OptQuest는 이 제약 조건을 상수 유형으로 식별하고

(결정 변수를 포함하지 않으므로), 주의하지 않을 경우 제약 조건으로 인해 실행가능해가 생성되지 않을 수 있다고 경고합니다.

제약 조건 공식에서 허용되는 수치 연산은 다음과 같습니다.

표 1. OptQuest 제어판의 수치 연산

연산	구문	예제
더하기	항 사이에 + 사용	$var1 + var2 = 30$
빼기	항 사이에 - 사용	$var1 - var2 = 12$
곱하기	항 사이에 * 사용	$4.2 * var1 \geq 9$
나누기	항 사이에 / 사용	$4.2 / var1 \geq 18$
등식 및 부등식	제약 조건의 왼쪽과 오른쪽 사이에 =, <= 또는 >= 사용. < 및 >은 연속 결정 변수를 포함하는 제약 조건에서 <= 및 >=으로 처리됩니다.	$var1 * var2 \leq 5$
지수	항과 지수역 사이에 ^ 사용	$var1^3$

표 1(34페이지)에 있는 예제는 [고급 입력] 모드에서 사용됩니다. [단순 입력] 모드에서는 연산자 왼쪽의 표현식이 스프레드시트 셀에 입력됩니다. [제약 조건] 패널의 실제 공식에는 셀 참조 및 연산자와 값 또는 다른 셀 참조가 포함됩니다. 예제는 [그림 29\(71페이지\)](#)을 참조하십시오.



참고:

이러한 예제에서는 항상 연산자 왼쪽에 공식이 표시되지만 실제로 왼쪽 또는 오른쪽에 공식(스프레드시트의 공식에 대한 셀 참조)이 있을 수 있습니다.

제약 조건 공식에 Microsoft Excel 함수 및 범위 이름을 사용할 수도 있습니다.

[고급 입력] 모드를 사용하는 경우 곱하기와 나누기가 먼저 수행되고 더하기와 빼기가 수행되는 우선 순위에 따라 계산이 수행됩니다. 예를 들어 $5 * E6 + 10 * F7 - 26 * G4$ 는 E6 셀의 값에 5를 곱한 다음 그 값을 F7 셀의 값에 10을 곱한 값에 더한 다음 G4 셀의 값에 26을 곱한 값을 결과에서 빼는 것을 의미합니다. 괄호를 사용하여 우선 순위를 재정의할 수 있습니다. [단순 입력] 모드를 사용하는 경우 Microsoft Excel에서 공식을 생성하며 Microsoft Excel의 우선 순위 규칙이 적용됩니다.



참고:

A1:A3 < B1:B3 등의 셀 범위가 포함된 제약 조건 공식이 이제 OptQuest에서 지원됩니다. 자세한 내용은 [대량 제약 조건 사용\(35페이지\)](#)을 참조하십시오.

고급 입력 모드의 제약 조건 및 셀 참조

단순 입력 모드에서 제약 조건 지정(31페이지)은 스프레드시트 셀에서 공식을 생성한 다음 제약 조건을 생성할 때 참조하는 방법에 대해 설명합니다. [고급 입력] 모드에서 셀 참조를 사용하여 제약 조건 공식을 간소화할 수도 있습니다.

➤ [고급 입력] 모드에서 이렇게 하려면 다음을 수행합니다.

1. 제약 조건 왼쪽의 공식을 스프레드시트 셀에 입력합니다. **단순 입력 모드에서 제약 조건 지정(31페이지)**의 예제에서는 G13 셀에 $=SUM(C13:C16)$ 이 입력되었습니다.

2. 공식의 오른쪽에 사용할 내용을 고려합니다. 단일 값이나 상수로 확인되는 공식일 수 있습니다.
3. 왼쪽과 오른쪽 간의 관계를 결정합니다(=, <=, >=).
4. OptQuest를 실행하고 **제약 조건** 패널을 표시합니다.
5. 제약 조건 공식 편집 상자에 커서를 놓고 **참조 삽입**을 누릅니다. 공식의 왼쪽이 포함된 셀을 가리킨 다음 **확인**을 누릅니다.
6. 셀 참조 뒤에 관계 연산자를 입력합니다.
7. **참조 삽입**을 다시 누르고 공식 오른쪽의 셀을 가리킵니다. **확인**을 다시 누릅니다. 또는 셀 참조를 사용하는 대신 숫자 값을 입력할 수 있습니다.

추가 제약 조건이나 다른 OptQuest 설정을 추가하고, 설정이 완료되면 최적화를 실행할 수 있습니다.

최상의 결과를 얻으려면 연산자를 포함한 전체 공식을 셀에 넣은 다음 공식이 true 또는 false인지 테스트하는 제약 조건 공식에서 해당 셀을 참조하는 방법을 사용하지 마십시오. 예를 들어 G6 셀에 =SUM(B2:E2) >= 10이 포함되어 있다고 가정합니다. 제약 조건을 G6 = TRUE로 정의하지 않도록 해야 합니다. 이 메소드는 해를 향상시키는 데 필요한 정보를 OptQuest에 제공하지 않습니다.

대신, 등식의 왼쪽 부분과 오른쪽 부분을 나누고 제약 조건 패널에 조건 연산자(=, >=, <=)를 입력해야 합니다. 이 예제에서는 G6 셀에 =SUM(B2:E2)가 포함될 수 있으며 제약 조건을 G6 >= 10으로 기록할 수 있습니다.

제약 조건 유형

제약 조건은 선형, 비선형, 상수(특별한 상황) 또는 혼합일 수 있습니다.

- **선형** 제약 조건은 시행할 실행가능해를 생성하는 데 더 효율적입니다. 해를 생성하기 전에 OptQuest에서 평가됩니다.
- **비선형** 제약 조건은 시뮬레이션이 실행되기 전에 Microsoft Excel에서 평가됩니다. 많은 Microsoft Excel 함수를 포함하거나 스프레드시트의 많은 공식을 참조하는 경우 평가 속도가 느려질 수 있습니다. 실행가능해를 생성하는 데 덜 효율적입니다.
- **상수** 제약 조건은 일반적으로 사용자 정의 매크로 또는 Crystal Ball 자동 추출 기능을 사용하여 참조된 스프레드시트 셀에서 값을 설정하지 않는 한 오류입니다. 사용자 정의 매크로 및 상수 제약 조건에 대한 자세한 내용은 *Oracle Crystal Ball* 개발자 가이드의 OptQuest 개발자 키트 정보를 참조하십시오.
- **혼합** 제약 조건은 둘 이상 유형의 제약 조건이 포함된 대량 제약 조건 세트입니다.

제약 조건을 생성하면 해당 유형이 공식 뒤에 표시됩니다.

대량 제약 조건 사용

부제

- [대량 제약 조건에 대한 규칙](#)
- [대량 제약 조건 예제](#)

Crystal Ball Decision Optimizer의 대량 제약 조건 기능을 사용하면 A1:A3 < B1:B3 등의 셀 범위를 사용하여 제약 조건을 결합할 수 있습니다. 이는 3개 제약 조건(A1 < B1, A2 < B2, A3 < B3)을 정의하기 위한 약식 표기법입니다.

규칙과 예제는 이 섹션의 시작 부분에 나열된 항목을 참조하십시오.

대량 제약 조건에 대한 규칙

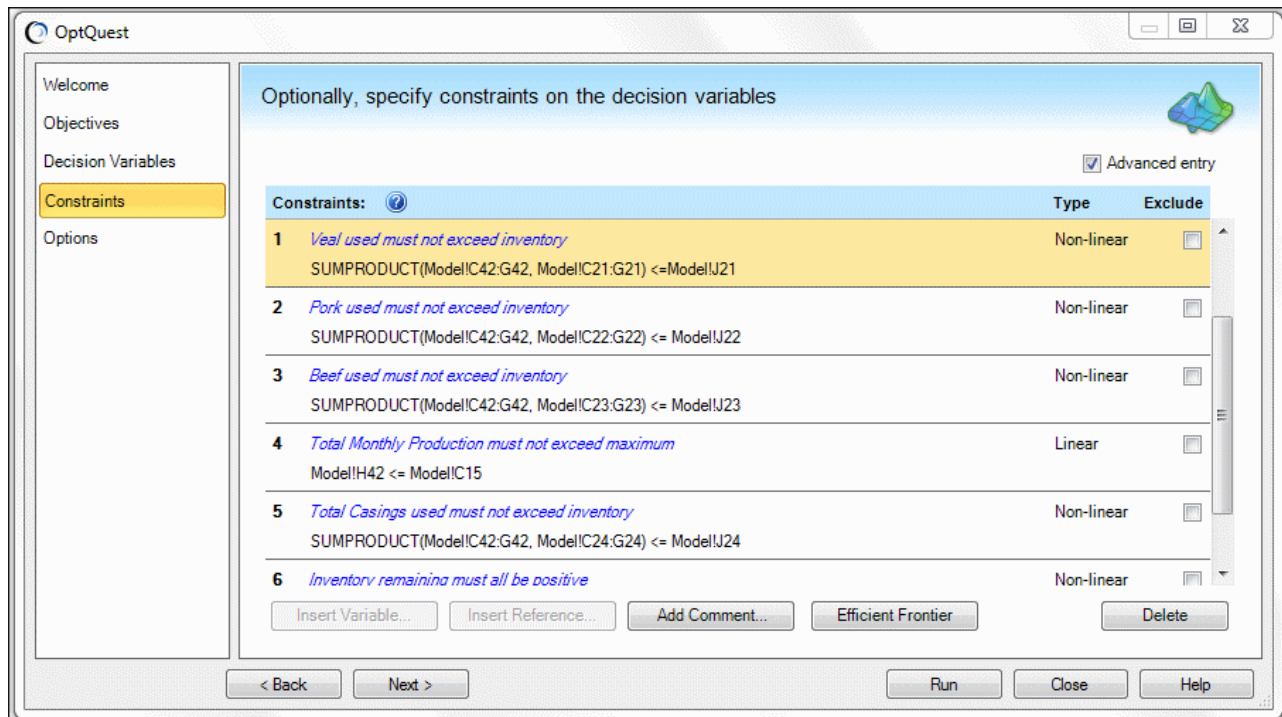
대량 제약 조건을 생성하는 경우 다음 규칙을 고려합니다.

- [기본 입력] 또는 [고급 입력] 모드에서 대량 제약 조건을 입력할 수 있습니다.
- 대량 제약 조건 공식의 오른쪽은 범위 대신 단일 상수 또는 셀 참조로만 구성될 수 있습니다.
- 2개의 셀 범위를 입력하는 경우 동일한 개수의 셀이 있어야 합니다.
- 두 범위에서 모두, 동일한 포인트에 빈 셀이 있는 경우 제약 조건이 무시됩니다.
- 제약 조건이 모두 동일한 경우 유형 열에 **선형**, **비선형** 또는 **상수**가 표시됩니다. 그렇지 않으면 유형은 **혼합**입니다.
- 최상의 성능을 얻으려면 셀 범위에 1,000개 미만의 셀이 포함되어야 합니다.
- **제약 조건** 패널에서 대량 제약 조건을 선택하면 **효율적 경계** 단추가 비활성화됩니다.
- 대량 제약 조건 공식에 오류가 있는 경우 대량 제약 조건에 대한 오류가 빨간색 아이콘으로 표시됩니다.
- 각 셀 범위는 연속적이며, 단일 사각형 셀 블록이어야 합니다.

대량 제약 조건 예제

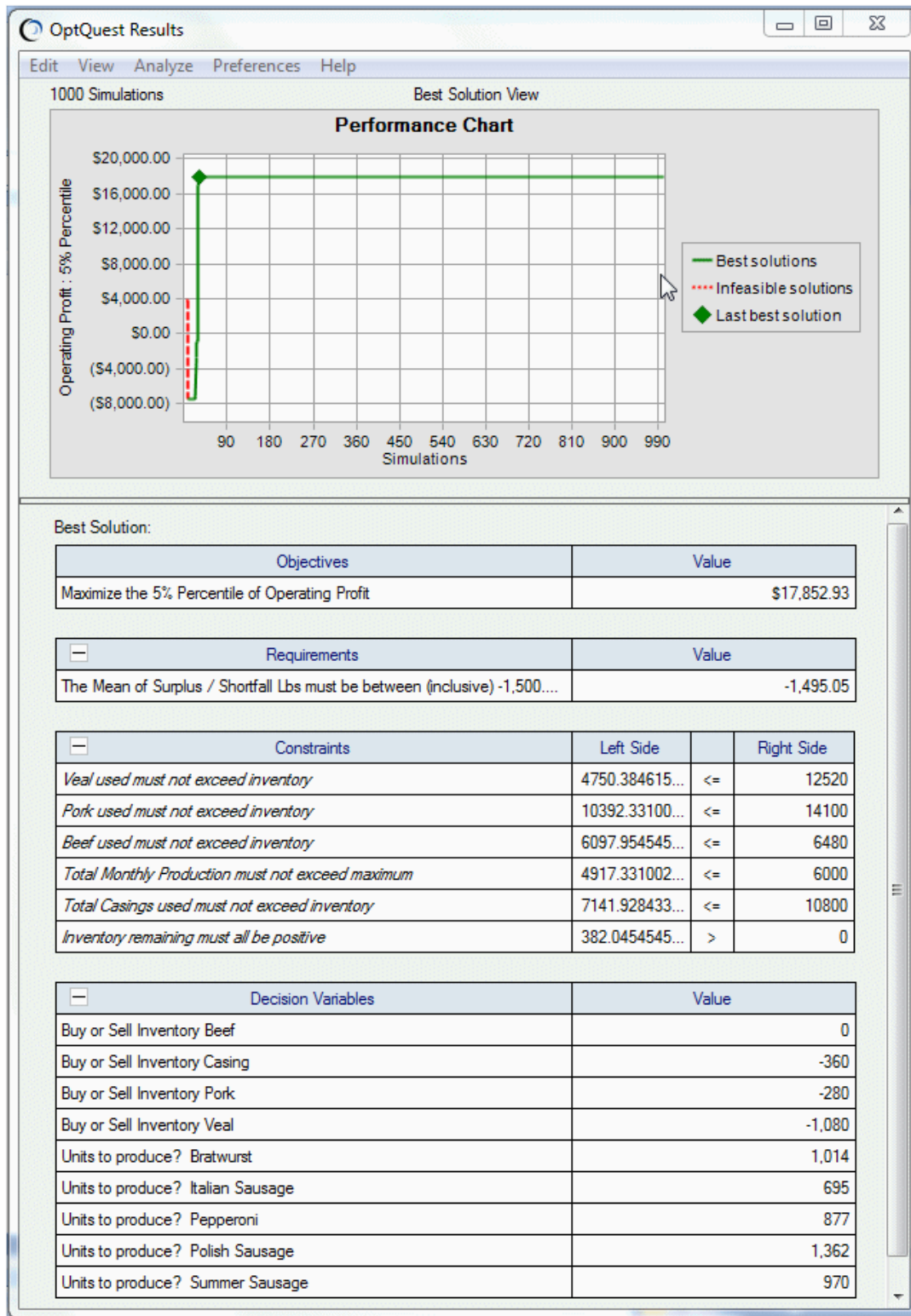
이 예제에서는 Product Mix.xlsx라는 Crystal Ball Decision Optimizer 샘플 파일을 사용합니다. 파일을 열고 OptQuest를 시작한 다음 **제약 조건**을 선택하면 **제약 조건** 패널이 표시됩니다(그림 3(36페이지)).

그림 3. 제품 혼합 예제 파일에 대한 제약 조건 패널



세 가지 고기 유형(송아지고기, 돼지고기 및 소고기)에 대해 각각 Microsoft Excel SUMPRODUCT 공식이 있습니다. 이 공식은 5개 제품(파운드)에 각각 생산 수량을 곱한 다음 생산 수량이 보유 재고 수량보다 작거나 같아야 한다고 표시합니다. 목표 및 요구 사항은 OptQuest 결과 창에 표시된 대로 문제를 추가로 제한합니다(그림 4(37페이지)). 설명을 사용하여 제약 조건에 레이블이 지정됩니다.

그림 4. 기본 제약 조건을 사용한 제품 혼합 결과



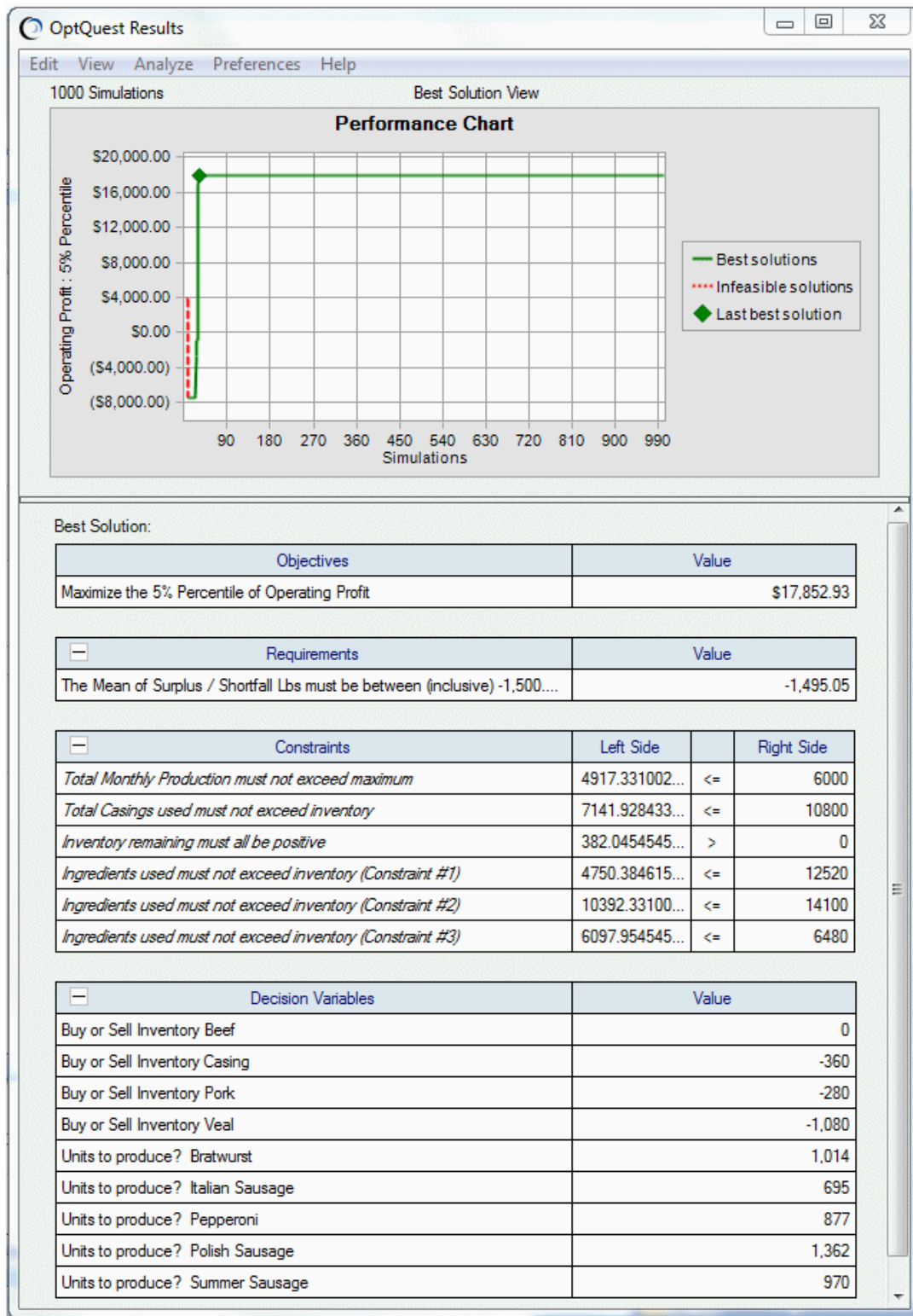
대량 제약 조건을 사용하기 위해 SUMPRODUCT 공식이 P21, P22 및 P23 셀에 배치되고 보유 재고는 J21, J22 및 J23 셀에 배치됩니다. 예를 들어 P21 셀에 =SUMPRODUCT(Model!C42:G42, Model!C21:G21)가 포함되어 있습니다. 제약 조건 공식이 해당 셀을 참조하도록 재작성됩니다(그림 5(38페이지)).

그림 5. 하나의 대량 제약 조건 공식으로 재작성된 세 가지 제약 조건

Constraints: ?		Type	Exclude
1	<i>Ingredients used must not exceed inventory</i> Model!P21:P23 <=Model!J21:J23	Non-linear	<input type="checkbox"/>
2	<i>Total Monthly Production must not exceed maximum</i> Model!H42 <= Model!C15	Linear	<input type="checkbox"/>
3	<i>Total Casings used must not exceed inventory</i> SUMPRODUCT(Model!C42:G42, Model!C24:G24) <= Model!J24	Non-linear	<input type="checkbox"/>
4	<i>Inventory remaining must all be positive</i> MIN(Model!M21:M24) > 0	Non-linear	<input type="checkbox"/>
>			<input type="checkbox"/>

그림 6(39페이지)는 그림 5(38페이지)에 설명된 제약 조건 공식을 사용한 결과를 보여 줍니다. 두 최적화에 동일한 시드 값이 사용되었기 때문에 프레젠테이션 순서는 다르지만 결과가 동일합니다. 원래 하나의 등식으로 정의되었지만 각 제약 조건 공식에 대해 별개의 결과가 표시되는 방식을 확인합니다.

그림 6. 대량 제약 조건 공식을 사용한 제품 혼합 결과



옵션 설정

[계약 조건] 패널에서 [다음]을 누르거나 탐색 목록에서 [옵션]을 누르면 [그림 20\(62페이지\)](#)와 비슷한 [옵션] 패널이 열립니다.

[옵션] 패널을 사용하여 최적화 길이(시뮬레이션 수 또는 시간), Crystal Ball 시뮬레이션 환경설정, 최적화 유형(시뮬레이션 포함 또는 제외), 창 표시, 자동 결정 변수 값 설정 등을 비롯한 OptQuest 옵션을 설정할 수 있습니다.



참고:

OptQuest 11.1.1 이전 버전에서 설정을 저장한 경우 이 버전의 OptQuest에서 새 옵션을 설정해야 합니다.

➤ 설정을 변경하려면 다음을 수행합니다.

1. 원하는 설정을 선택하고 새 숫자 값을 입력합니다.

설정은 다음과 같습니다.

표 2. OptQuest 옵션 패널 설정

옵션	설명
최적화 제어	최적화가 실행되는 기간을 제어하는 설정입니다. 실행 기간: __회 시뮬레이션 또는 실행 기간: __분을 선택하고 대상 값을 입력합니다. 기본값은 1000회 시뮬레이션과 5분입니다. 실행 환경설정을 눌러 Crystal Ball 실행 환경설정 대화 상자에서 설정을 변경할 수도 있습니다.
최적화 유형	시뮬레이션 포함(확률적)을 선택하여 가정 변수에서 시뮬레이션을 실행하거나 시뮬레이션 제외(결정적)를 선택하여 가정 셀에 기본 사례(셀 값)를 사용합니다.
실행 중	차트 창 표시를 제어하는 설정입니다. 최대 정보를 위해 정의된 대로 차트 창 표시를 선택하거나 가장 빠른 성능을 위해 대상 예측 창만 표시를 선택합니다. 새 최상의 해에 대해서만 갱신은 성능을 향상시키기 위해 기본적으로 선택되며 최상의 해와 관련된 결과만 표시합니다. 이 설정을 선택 취소하면 각 해에 대한 예측 결과가 표시됩니다.
결정 변수 셀	원래 값으로 설정 유지를 선택하여 결정 변수 셀의 원래 기본 사례 값(기본값)을 유지합니다. 원하는 경우 최적화의 끝에 OptQuest가 시행한 해(최상의 해 포함)를 이러한 셀에 복사할 수 있습니다. 자동으로 최상의 해로 설정을 선택하여 최적화의 끝에 통합 문서의 결정 변수 셀을 발견된 최상의 해로 갱신합니다.
고급 옵션	이 단추를 눌러 고급 옵션 대화 상자를 표시합니다. 여기서 향상되지 않은 해의 개수 또는 대상 신뢰도 레벨이 충족되는 경우 시뮬레이션을 조기에 중지할 수 있습니다. 자세한 내용은 고급 옵션(40페이지) 을 참조하십시오.

2. 옵션 설정 및 다른 모든 필수 OptQuest 설정이 완료되면 실행을 누릅니다.

고급 옵션

OptQuest 고급 옵션은 최적화가 특정 조건에서 자동으로 중지되는지 여부를 제어합니다.

- 첫 번째 설정인 **저신뢰도 테스트 활성화**는 예측 목표 중심의 신뢰 구간이 현재 해가 현재 최상의 해보다 열등함을 나타낼 경우 활성 최적화를 중지합니다. 이 설정은 예측 목표에 사용되는 통계가 평균, 표준 편차 또는 백분위수인 경우에만 작동합니다.

이 설정은 **실행 환경설정** 대화 상자의 **실행** 탭에 있는 **신뢰도 레벨** 설정을 사용하여 신뢰 구간을 결정합니다.

- 두 번째 설정인 **항상되지 않은 해 개수가 ___개에 도달하면 자동으로 중지**는 새 최상의 해를 생성하지 않고 지정한 개수의 해가 계산될 경우 활성 시뮬레이션을 중지합니다. 기본 설정은 선택 취소(해제)되며, 값은 500입니다.



참고:

신뢰도 테스트를 선택하면 OptQuest에서 동일한 시드가 선택된 경우에도 다른 결과를 생성할 수 있습니다. 최적화 간에 결과가 완전히 동등하게 하려면 **저신뢰도 테스트 활성화**를 선택하지 마십시오.

최적화 실행

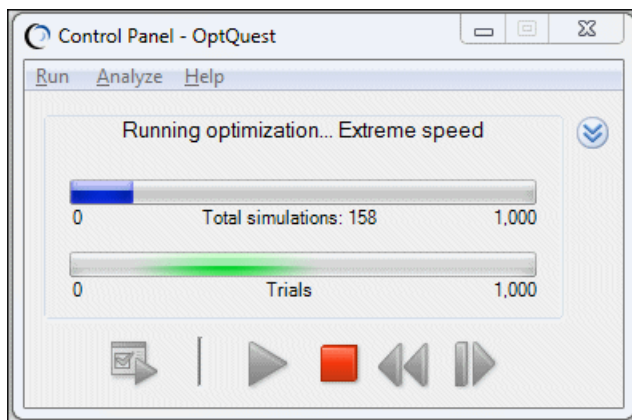
최적화를 실행하려면 OptQuest 마법사 패널의 맨아래에서 **실행**을 누릅니다. 최적화가 시작된 후 제어판의 단추를 사용하여 언제든지 중지, 일시 중지, 계속 또는 다시 시작할 수 있습니다.

최적화를 실행할 때 Crystal Ball 또는 Microsoft Excel에서 작업하거나 OptQuest에서 변경할 수는 없지만 다른 프로그램에서 작업할 수 있습니다. 최적화를 실행하는 동안 Microsoft Excel, Crystal Ball 또는 OptQuest를 닫지 마십시오.

OptQuest 제어판 단추 및 명령

OptQuest 제어판의 단추와 명령을 사용하여 최적화를 시작 및 중지할 수 있습니다([그림 7\(41페이지\)](#)).


그림 7. OptQuest 제어판



제어판 메뉴는 Crystal Ball 실행 및 분석 메뉴와 동일합니다. [도움말] 메뉴는 제어판을 설명합니다. 사용 가능한 단추는 다음과 같습니다.

작업	단추	설명
실행 환경설정		최적화 제어에 사용되는 대화 상자를 엽니다.
시작 또는 계속		새 최적화를 시작하거나 일시 중지된 최적화를 계속합니다.
일시 중지 또는 중지		현재 최적화를 일시 중지하거나 중지합니다.
재설정		현재 최적화를 재설정하고 모든 결과를 닫습니다.

진행률 표시줄을 통해 개별 시뮬레이션과 전체 최적화를 추적할 수 있습니다. 시뮬레이션이 초당 1초보다 빨리 실행되는 경우 움직이는 텍스트 스타일 진행률 표시줄이 표시됩니다. 최적화가 최대 시간 동안 실행되도록 설정된 경우 위쪽 진행률 표시줄에 시뮬레이션 개수 대신 경과 시간이 표시됩니다. 신뢰도 레벨에 도달하거나 설정된 개수의 시뮬레이션 동안 해 향상이 없었기 때문에 최적화가 조기에 중지된 경우 알림 메시지가 표시됩니다.

더 보기 단추  를 누르면 최적화에 대한 추가 정보가 포함된 패널이 열립니다.

OptQuest 결과 창

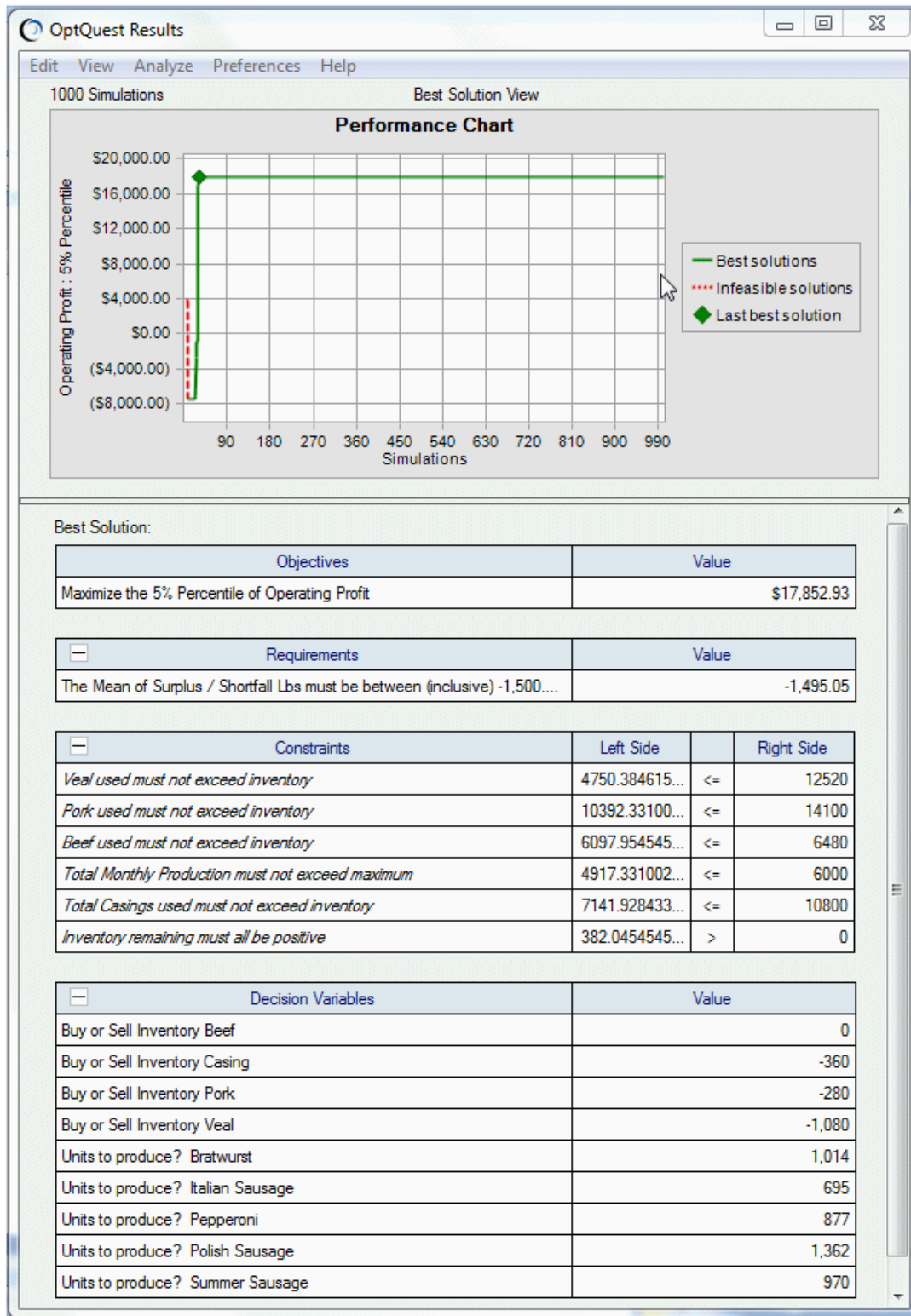
최적화가 완료되면 OptQuest 결과 창에서 현재 최적화에 대한 정보를 볼 수 있습니다. 다음 섹션에서는 다양한 결과 창 보기에 대해 설명합니다.

- [최상의 해 보기\(42페이지\)](#)
- [해 분석 보기\(44페이지\)](#)
- [효율적 경계 차트\(46페이지\)](#)

최상의 해 보기

[그림 8\(43페이지\)](#)는 OptQuest 예제 모델, Product Mix.xlsx에 대한 최상의 해 보기 결과를 보여 줍니다.

그림 8. OptQuest 결과 창, 최상의 해 보기



OptQuest 결과 창의 최상의 해 보기에는 분석 중에 발견된 최상의 해를 그리는 성능 차트가 표시됩니다. 또한 목표, 요구 사항, 제약 조건 및 포함된 모든 결정 변수에 대해 발견된 최상의 해 한 개도 표시됩니다.

성능 차트

성능 차트에는 검색 궤적(즉, 최상의 목표 값이 검색 중에 변경된 비율)이 표시됩니다. 이 궤적은 시뮬레이션(해) 개수의 함수로 생성된 최상의 목표 값 도표로 표시됩니다. 요구 사항이 지정된 경우 라인이 처음에는 빨간색으로 표시되어 해당 해가 요구 사항에 따라 최적이 아님을 나타낼 수 있습니다. 녹색 라인은 실행가능해를 나타냅니다.

OptQuest가 실행가능해를 발견한 후 이 라인은 대체로 검색 초기 단계에서 대부분의 향상이 발생하는 지수 감소 형태(최소화)를 보여 줍니다.

최상의 해 값

OptQuest가 최적화 중에 더 나은 해(적합성에 더 가깝거나 더 나은 목표 포함)를 식별할 때마다 성능 차트에 새 포인트가 그려지고 차트와 함께 제공되는 테이블이 갱신됩니다.

효율적 경계 분석을 요청한 경우 효율적 경계 보기를 표시할 수도 있습니다([효율적 경계 분석\(21페이지\)](#)).

메뉴

OptQuest 결과 창에는 결과를 스프레드시트에 복사하고, 차트를 복사하고, 결과를 인쇄하고, 다른 차트를 보는 작업 등에 사용할 수 있는 여러 메뉴가 있습니다. 메뉴 명령 및 해당 바로 가기 목록은 *Oracle Crystal Ball* 액세스 가능 가이드를 참조하십시오.

해 분석 보기

OptQuest 결과 창에서 해 분석 보기에는 최적화 중에 발견된 최상의 해가 나열됩니다. 기본적으로 상위 5% 해가 목표 값별로 정렬됩니다. 창의 맨아래에 있는 컨트롤은 표시할 해 개수를 나타냅니다. 표시된 해에 대한 통계가 계산됩니다.



참고:

OptQuest가 실행되는 동안 효율적 경계 분석을 제외한 해 분석 보기에 새로운 최상의 해가 표시됩니다. 상위 10개 해는 효율적 경계 분석이 실행되는 경우에도 표시됩니다.

해 분석 보기를 표시하려면 OptQuest 결과 창 메뉴 모음에서 **보기**, **해 분석** 순으로 선택합니다.

그림 9. 해 분석 보기

OptQuest Results

Edit View Analyze Preferences Help

1000 Total Solutions Solution Analysis View 50 Displayed

Rank	Solution #	Objective Maximize 5% Percentile Operating Profit	Requirements Mean between (inclusive) -1,500.00-1,500.00 Surplus / Shortfall Lbs	Constraints Veal used SUMPRODUCT(
1	31	\$17,852.93	-1,495.05	4750.3846
2	30	\$16,909.05	-1,407.06	4870.3846
3	984	\$15,769.26	-1,443.36	5650.3846
4	813	\$15,549.48	-1,421.07	5660.3846
5	802	\$15,537.72	-1,421.07	5660.3846
6	779	\$15,525.96	-1,421.07	5660.3846
7	816	\$15,515.85	-1,442.09	5660.3846
8	762	\$15,509.69	-1,421.07	5660.3846
9	811	\$15,499.58	-1,442.09	5660.3846
10	826	\$15,487.82	-1,442.09	5660.3846
11	789	\$15,477.71	-1,463.28	5660.3846
12	783	\$15,464.17	-1,421.07	5660.3846
13	786	\$15,464.17	-1,421.45	5655.3846
14	776	\$15,418.66	-1,421.45	5655.3846
15	778	\$15,280.15	-1,381.25	5640.3846
16	801	\$15,271.41	-1,463.89	5650.3846
17	796	\$15,258.08	-1,422.67	5640.3846
18	760	\$15,205.93	-1,360.85	5640.3846
19	780	\$15,185.52	-1,360.85	5640.3846
20	773	\$15,185.19	-1,465.86	5630.3846
21	793	\$15,182.64	-1,381.25	5640.3846
22	729	\$15,171.86	-1,421.68	5625.3846

Statistics:

	Minimum	Mean	Maximum	Std. Dev.
Objective	\$14,312.45	\$15,199.99	\$17,852.93	\$561.63
Requirements	-1,495.05	-1,396.18	-1,254.53	57.24
Constraints	4750.3846	5567.5846	5690.3846	173.881733

Show the best

☐ 15 solutions

☒ 5 % of solutions

☐ All feasible solutions (94)

☐ New best solutions (5)

Include

☒ Feasible solutions (50)

☐ Infeasible solutions (0)

최상의 해 표시 그룹에서 특정 개수 또는 백분율의 최상의 해를 표시할지, 아니면 모든 해를 표시할지를 나타냅니다. 입력 내용은 분석 범위를 정의합니다. 예를 들어 모든 해의 상위 10%를 검사하려는 경우 **__% 해**를 선택하고 상자에 10을 입력합니다.

최적 해, 불가능 해 또는 모든 해를 포함할지 여부를 선택할 수 있습니다. 효율적 경계 분석을 요청한 경우 특정 효율적 경계 테스트 포인트에 대한 해만 선택하거나 **모든 테스트 포인트 표시(최상의 해만)**를 선택하여 모든 테스트 포인트에 대한 데이터를 표시할 수 있습니다. 이 설정을 선택하면 다음과 같이 변경됩니다.

- 그리드가 변경되어 각 테스트 포인트에 대해 하나씩, 최상의 해 목록을 표시합니다.
- [순위] 열이 [테스트 포인트]로 변경됩니다.
- 요구 사항 또는 제약 조건 연산자의 오른쪽 값이 변경되어 테스트 포인트 범위를 표시합니다. 보고서에도 이 범위가 표시됩니다.
- 창의 오른쪽 위에 표시되는 해 개수는 테스트 포인트 수를 보여 줍니다.

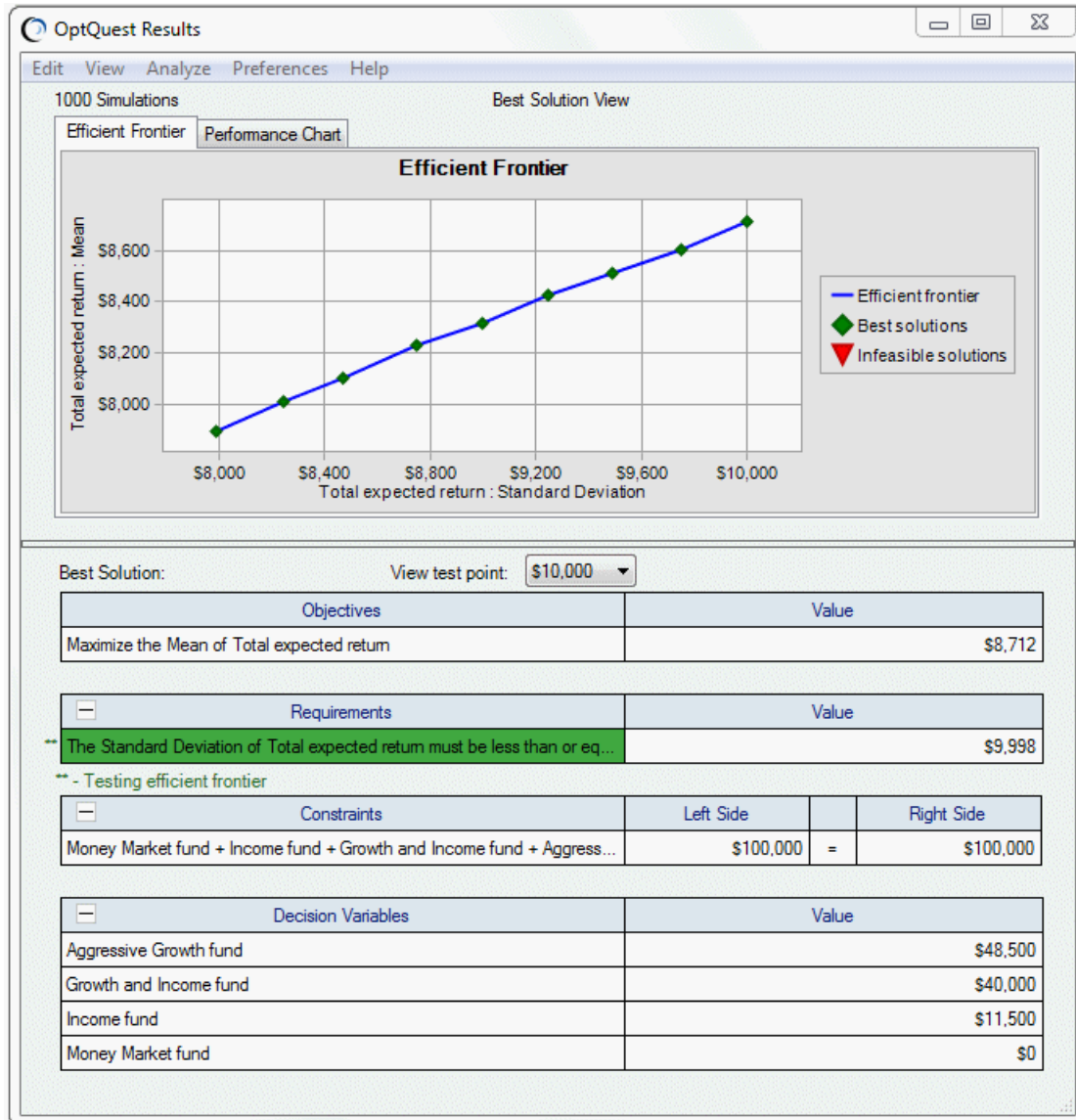
항목을 선택하면 표시 선택에 따라 맨아래의 4개 행에 모든 열에 대한 통계(최소값, 평균, 최대값 및 표준 편차 값)가 계산됩니다.

열 머리글 옆의 - 또는 +를 눌러 섹션을 축소하거나 더 많은 열을 화면에 표시할 수 있습니다. 머리글을 눌러 해당 머리글을 기준으로 정렬할 수도 있습니다. 작은 삼각형이 표시됩니다. 열을 눌러 오름차순이나 내림차순으로 열을 정렬할 수 있습니다.

효율적 경계 차트

최적화에 대한 변수 요구 사항을 입력한 경우 [효율적 경계] 탭이 열리고 최상의 해 보기에 [성능 차트] 탭이 표시됩니다([그림 10\(47페이지\)](#)).

그림 10. 효율적 경계 차트, 최상의 해 보기



[효율적 경계] 창에는 테스트 중인 요구 사항 또는 제약 조건과 비교하여 목표 값의 도표가 표시됩니다. 각 테스트 포인트에 대한 최상의 해가 차트에 녹색 다이아몬드로 표시됩니다. 차트와 함께 제공되는 테이블에 특정 테스트 포인트에 대한 최상의 해 값이 표시됩니다. [테스트 포인트 보기] 드롭다운 메뉴를 선택하거나 차트에서 다이아몬드 기호를 눌러 보려는 최상의 해를 선택할 수 있습니다. 효율적 경계 분석에 대한 자세한 내용은 [OptQuest에서 효율적 경계 분석 설정\(54페이지\)](#)을 참조하십시오.

결과 해석

OptQuest를 사용하여 최적화 문제를 해결한 후 다음을 수행할 수 있습니다.

1. 해 분석을 보고 결과의 견고성을 확인합니다.

2. 결정 변수의 최적 값으로 장기 Crystal Ball 시뮬레이션을 실행하여 권장 해의 위험을 보다 정확하게 평가합니다.
3. Crystal Ball의 분석 기능을 사용하여 최적 해를 추가로 평가합니다.

해 분석 보기

▶ 최적화가 완료된 후 최적화 결과를 해석합니다.

1. OptQuest 결과 창에서 **보기**, **해 분석** 순으로 선택합니다.

해 분석 보기가 열리고 OptQuest가 최적화 중에 시행한 해의 부분 목록이 표시됩니다. 해가 위쪽 그리드의 행 전체에 표시되고 더 작은 그리드에 각 열에 대한 통계가 제공됩니다.

OptQuest 결과 창에는 결과를 스프레드시트에 복사하고, 차트를 복사하고, 결과를 인쇄하고, 다른 차트를 보는 작업 등에 사용할 수 있는 여러 메뉴가 있습니다. 메뉴 명령 및 해당 바로 가기 키 목록은 *Oracle Crystal Ball* 액세스 가능 가이드를 참조하십시오.

2. 보려는 해를 선택합니다.

두 그리드와 함께 보려는 해를 필터링하는 데 사용할 수 있는 컨트롤 그룹이 있습니다. 모든 컨트롤이 결합되어 해 세트를 필터링합니다. 일부 컨트롤은 포함될 해 개수를 괄호 안에 표시합니다.

- 첫 번째 그룹에서 상위 개수 또는 백분위수의 최상의 해(최고 또는 최저 목표 값)만 표시하거나, 모든 해를 표시하거나, 새로운 최상의 해(성능 차트에서 상승 또는 하락 "점프"에 해당)만 표시하도록 선택합니다.
- 다음 그룹에서 최적 해, 불가능 해 또는 두 유형의 해를 모두 포함할지 여부를 선택합니다.
- 효율적 경계 분석을 요청한 경우 마지막 그룹의 드롭다운 메뉴에서 테스트 포인트를 선택합니다. 최적화의 이전 또는 이후 테스트 포인트에서 평가된 경우에도 모든 해가 특정 테스트 포인트에 대해 고려됩니다.

분석할 해 세트를 선택한 후 열 머리글을 눌러 해당 머리글을 기준으로 해를 정렬할 수 있습니다. 작은 삼각형은 정렬 순서의 방향을 나타냅니다. 열 그룹 옆의 + 또는 - 기호를 눌러 표시되는 정보 양을 축소하거나 확장할 수도 있습니다.

범위 분석

해 분석 보기는 특히 여러 범위가 관련되어 있는 경우 요구 사항 또는 제약 조건에 대한 범위가 얼마나 제한적인지 확인하는 데 유용합니다. 최적화에 대한 최상의 해를 볼 때 요구 사항 또는 제약 조건의 값이 대부분 특정 범위에 있거나 가까운 경우 요구 사항 또는 제약 조건이 목표에 대해 얻을 수 있는 값에 상당한 영향을 주고 있음을 나타냅니다.

민감도 분석

해 분석 보기는 모델의 목표와 관련해서 결정 변수의 민감도를 확인하는 데 유용합니다. 최적화에 대한 최상의 해를 볼 때 각 결정 변수에 대해 범위의 상대 크기를 비교합니다. 일반적으로, 더 작은 상대 범위를 가진 결정 변수는 목표에 대한 영향이 더 큼을 나타냅니다. 결정 변수를 조금만 변경해도 해가 최적보다 작을 수 있기 때문입니다. 반대로, 더 넓은 상대 범위를 가진 결정 변수는 다양한 값이 최상의 해 세트를 변경하지 않는 것처럼 보이기 때문에 목표에 대한 영향이 더 작음을 나타냅니다.

이는 일반적인 지침일 뿐입니다. 상황에 대한 결과는 최적화 유형과 길이, 결정 변수에 대해 정의된 초기 범위 및 기타 요소의 영향을 받을 수 있습니다.

결과의 장기 시뮬레이션 실행

- ▶ 권장 해를 더 정확하게 평가하려면 결정 변수의 최적 값으로 장기 Crystal Ball 시뮬레이션을 실행합니다.
- 1. OptQuest 결과를 **옵션** 패널에서 설정된 모델 통합 문서로 자동으로 복사하도록 선택하지 않은 경우 OptQuest 결과 창에서 **편집, 스프레드시트에 해 복사** 순으로 선택할 수 있습니다.

OptQuest는 선택한 해에서 Microsoft Excel 모델로 결정 변수 값을 복사합니다.

- 2. Crystal Ball에서 최적화를 재설정하고 **실행 환경설정** 단추를 누른 다음 시뮬레이션당 최대 시행 수를 늘립니다.
- 3. 시뮬레이션을 실행합니다.
- 4. Crystal Ball 분석 도구를 사용하여 결과를 분석합니다.

이러한 도구 사용에 대한 자세한 내용은 *Oracle Crystal Ball* 사용자 가이드를 참조하십시오.

OptQuest 결과 인쇄

- ▶ OptQuest 결과 보기에서 결과를 인쇄하려면 다음을 수행합니다.
- 1. OptQuest 최적화를 실행하고 OptQuest 결과 창을 엽니다.
- 2. OptQuest 결과 창 메뉴 모음의 **보기** 메뉴에서 보기를 선택합니다.
- 3. OptQuest 결과 창 메뉴 모음에서 **편집**을 선택합니다.
- 4. [편집] 메뉴의 맨아래에서 인쇄와 관련된 적절한 명령(**페이지 설정, 인쇄 미리 보기 및 인쇄**)을 선택합니다.

Crystal Ball에서 차트 보기

최적화가 완료되면 Crystal Ball 리본에서 **차트 뷰, 예측 차트** 순으로 선택하여 최상의 해 결과에 따라 예측 차트 및 기타 차트를 볼 수 있습니다. 그러나 최상의 해와 다른 해 분석 보기에서 해를 복사한 경우 볼 차트를 선택하기 전에 Crystal Ball에서 시뮬레이션을 실행해야 합니다. 자세한 내용은 *Oracle Crystal Ball* 사용자 가이드를 참조하십시오.

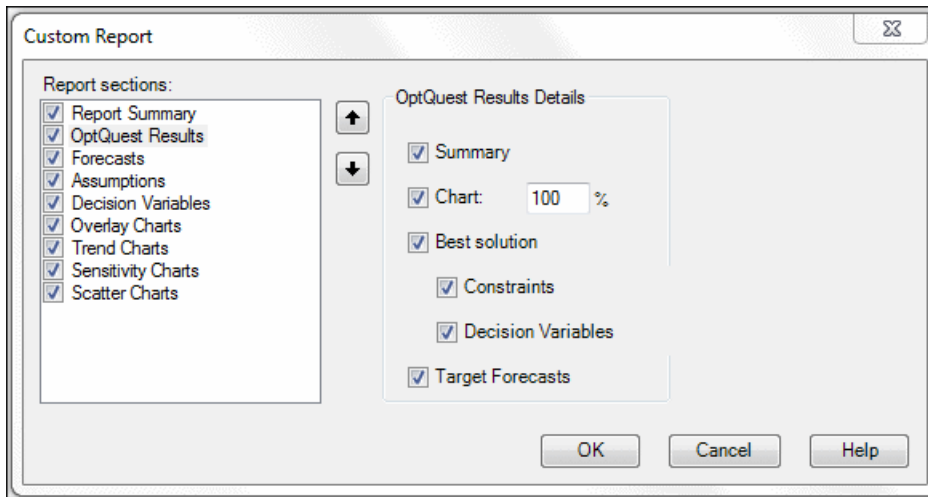
OptQuest 보고서 생성

최적화 후에 여러 가지 유형의 OptQuest 보고서를 생성할 수 있습니다.

- ▶ OptQuest 보고서를 생성하려면 다음을 수행합니다.
- 1. OptQuest에서 최적화를 실행합니다.
- 2. Crystal Ball 리본에서 **보고서 생성**을 선택합니다.
- 3. **보고서 생성 환경설정** 대화 상자에서 다음 중 하나를 선택합니다.
 - **전체** - 최상의 해에 대한 시뮬레이션 결과를 포함하여 전체 OptQuest 보고서를 생성합니다.
 - **OptQuest** - OptQuest 결과만 포함된 보고서를 생성합니다.
 - **사용자 정의** - [사용자 정의 보고서] 대화 상자를 표시합니다. 여기서 OptQuest 결과를 포함하여 보고서에 표시할 정보를 선택할 수 있습니다.

그림 11(50페이지)은 사용자 정의 보고서의 OptQuest 결과 섹션에 포함하도록 선택할 수 있는 요소를 보여 줍니다.

그림 11. 사용자 정의 보고서 대화 상자의 OptQuest 결과 설정



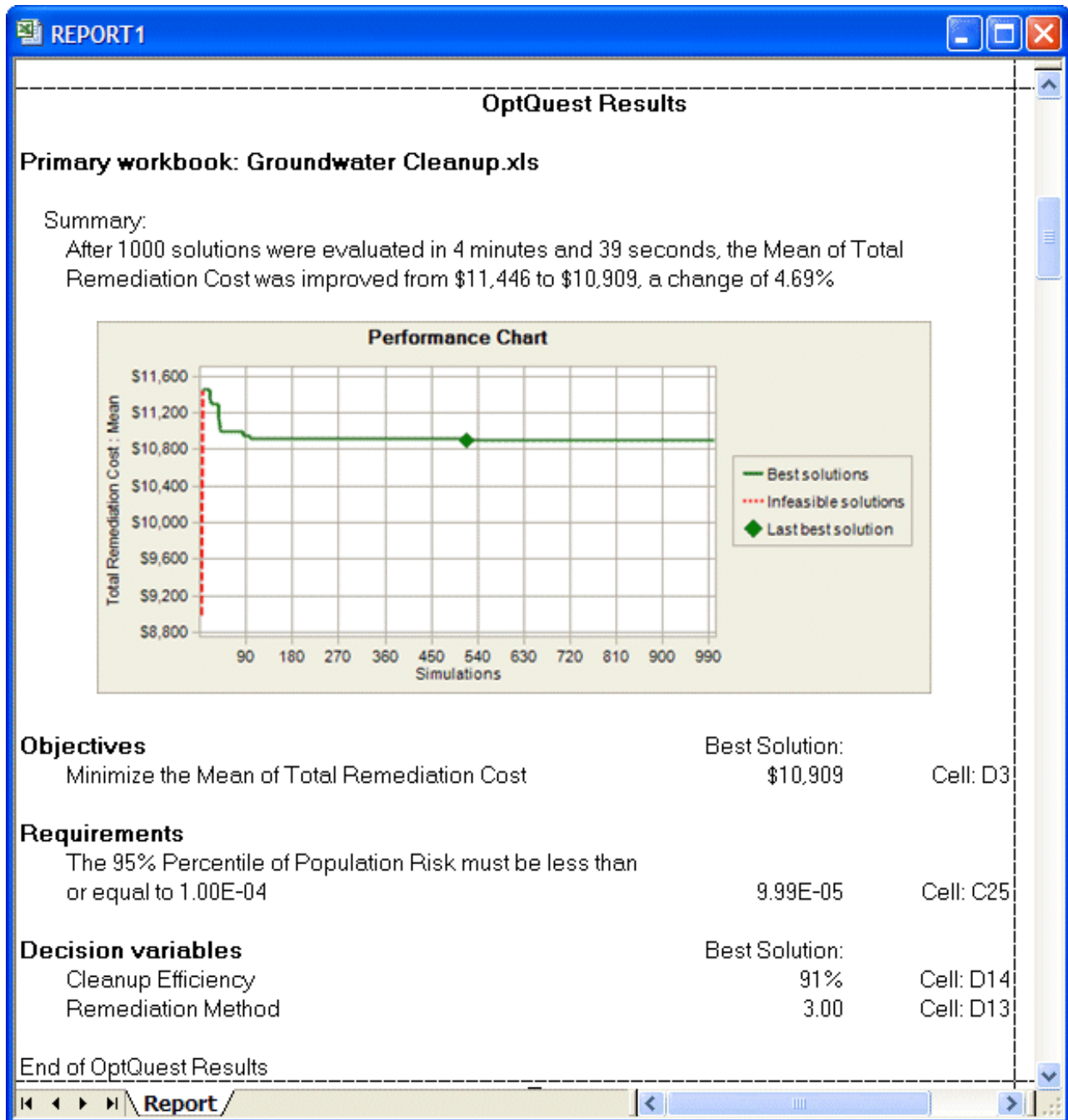
4. [보고서 생성 환경설정] 대화 상자에서 **확인**을 눌러 보고서를 생성합니다(그림 12(51페이지)).

첫 번째 정보 세트는 텍스트와 숫자로, 관련 실행 환경설정, 실행 통계, 기타 통계(예: 실행불가능해 개수), Crystal Ball 데이터(요구 사항, 제약 조건, 가정, 결정 변수, 예측 및 "고정" 항목 수)입니다.

두 번째 정보 세트는 그림 12(51페이지)에 표시된 것과 비슷한 그래픽이며, OptQuest 결과 창에 표시되는 정보를 포함합니다.

Crystal Ball 보고서에 대한 자세한 내용은 온라인 *Oracle Crystal Ball* 사용자 가이드를 참조하십시오.

그림 12. 사용자 정의 보고서의 그래픽 OptQuest 결과



참고:

효율적 경계 최적화를 실행하는 경우 기본 OptQuest 보고서만 생성할 수 있습니다. 이는 각 테스트 포인트에 대해 최상의 시뮬레이션 한 개가 있기 때문입니다. 효율적 경계 분석을 사용하여 사용자 정의 보고서 또는 다른 유형의 보고서를 생성하려면 테스트 포인트를 선택하고 시뮬레이션을 실행합니다.

OptQuest 데이터 추출

▶ 추가 분석을 위해 여러 유형의 OptQuest 데이터를 워크시트 셀로 추출하려면 다음을 수행합니다.

1. 최적화를 실행하고 Crystal Ball 리본에서 **데이터 추출**을 선택합니다.

데이터 추출 환경설정 대화 상자가 열립니다. 기본적으로 **OptQuest 데이터** 탭이 선택됩니다.

2. OptQuest 해, OptQuest 통계 또는 둘 다를 추출할지 여부를 선택한 다음 모든 결정 변수에 대해 추출할지, 아니면 선택한 항목만 추출할지 지정합니다.



참고:

효율적 경계 분석을 수행하고 **OptQuest 해**를 선택하는 경우 현재 테스트 포인트에 대해 해를 추출할지, 아니면 모든 테스트 포인트에 대해 최상의 해를 추출할지 선택할 수 있습니다. 두 번째 설정을 선택하면 요구 사항 및 제약 조건 열에 값 범위가 표시되고 범위 내의 각 테스트 포인트에 대한 해가 표시됩니다.

3. **선택 사항:** **시뮬레이션 데이터** 탭을 눌러 *Oracle Crystal Ball* 사용자 가이드에 설명된 대로 최상의 해에 대한 시뮬레이션 데이터만 추출합니다.
4. **선택 사항:** **옵션** 탭을 눌러 새 통합 문서 또는 워크시트로 데이터를 추출할지 여부를 지정하거나 해당 데이터 시트에 사용할 이름을 지정합니다.
5. 모든 설정이 완료되면 **확인**을 눌러 데이터를 추출합니다.

[그림 13\(53페이지\)](#)는 OptQuest 해와 OptQuest 통계를 선택할 때 발생하는 결과를 보여 줍니다. OptQuest 통계 데이터를 표시하기 위해 일부 OptQuest 해 데이터 행이 생략되었습니다. 이 그림에서 데이터는 기본 설정을 사용하여 추출되었습니다.

그림 13. Hotel Design.xlsx에서 추출된 데이터

	A	B	C	D	E	F	G	H	I
1				Objective	Requirements	Decision Variables			
2				Maximize Mean	80% Percentile <= 450.00				
3	Rank	Solution #		Total Revenue	Total room demand	Gold price	Platinum price	Standard price	
4	1	370		\$40,447.14	449	\$108.00	\$120.00	\$81.00	
5	2	407		\$40,443.14	450	\$107.00	\$121.00	\$81.00	
6	3	429		\$40,435.67	450	\$106.00	\$122.00	\$81.00	
7	4	371		\$40,425.71	448	\$109.00	\$120.00	\$81.00	
8	5	431		\$40,423.76	449	\$108.00	\$121.00	\$81.00	
9	6	372		\$40,418.32	449	\$107.00	\$122.00	\$81.00	
10	7	433		\$40,409.41	449	\$106.00	\$123.00	\$81.00	
11	8	511		\$40,406.61	449	\$110.00	\$133.00	\$80.00	
12	9	357		\$40,402.25	447	\$110.00	\$120.00	\$81.00	
13	10	377		\$40,398.94	448	\$108.00	\$122.00	\$81.00	
54									
55									
56				Objective	Requirements	Decision Variables			
57				Maximize Mean	80% Percentile <= 450.00				
58	Statistics			Total Revenue	Total room demand	Gold price	Platinum price	Standard price	
59	Minimum			\$40,226.67	444	\$101.00	\$120.00	\$80.00	
60	Mean			\$40,334.78	448	\$106.22	\$126.92	\$80.84	
61	Maximum			\$40,447.14	450	\$110.00	\$138.00	\$81.00	
62	Std. Dev.			\$61.96	1	\$2.29	\$4.80	\$0.37	
63									
64									
65	Notes:								
66	Extracted data for top 5% of solutions								
67									

출력은 필터링 옵션과 열 정렬 순서를 포함하여 OptQuest 결과 창의 [해 분석] 보기에 표시되는 정보와 거의 동일합니다. 다른 해 세트를 보려면 [해 분석] 뷰를 표시하고 **데이터 추출**을 선택하기 전에 옵션을 변경합니다.

데이터 추출에 대한 자세한 내용은 온라인 *Oracle Crystal Ball* 사용자 가이드를 참조하십시오.

최적화 모델 및 설정 저장

최적화를 실행하면 [옵션] 패널과 [고급 옵션] 대화 상자의 현재 설정이 환경설정 파일에 자동으로 저장되며 이후 최적화에 적용됩니다.

목표, 요구 사항, 제약 조건 정의 등의 기타 설정은 [목표] 패널의 드롭다운 목록에서 선택한 기본 통합 문서에 저장됩니다. 최적화를 실행할 때 통합 문서에 저장되지만 기본 통합 문서 자체를 저장해야 영구적으로 저장됩니다.

최적화 값을 모델에 복사하도록 선택하면 이러한 값이 새로운 셀 값으로 표시되며 모델을 저장할 때 함께 저장됩니다. 각 통합 문서에 하나의 최적화 설정 세트가 있을 수 있습니다.

최적화를 실행하기 전에 OptQuest 마법사에서 [닫기]를 누르면 설정을 저장할지 여부를 묻는 메시지가 표시됩니다. [예]를 선택하면 현재 설정이 통합 문서에 저장됩니다. 그렇지 않으면 현재 설정이 삭제되고 마지막으로 저장한 설정이 유지됩니다.

OptQuest 닫기

최적화를 실행하지 않고 OptQuest를 종료하려면 OptQuest 마법사에서 [닫기]를 누릅니다.

최적화 설정에 대한 변경 내용을 저장하지 않은 경우 기본 통합 문서에 저장하라는 메시지가 표시됩니다.

OptQuest에서 효율적 경계 분석 설정

효율적 경계 분석은 요구 사항 또는 제약 조건 변경과 비교하여 목표 값을 그리는 곡선을 계산합니다. 일반적으로, 투자자가 수익률을 최대화하고 위험을 최소화할 수 있도록 다양한 위험 레벨에 대해 포트폴리오 반환값을 비교하는 데 사용됩니다. 이론적 토론은 [효율적 경계 분석\(21페이지\)](#)을 참조하십시오. 효율적 경계 차트의 그림은 [그림 10\(47페이지\)](#)를 참조하십시오. 예를 보려면 *Oracle Crystal Ball* 참조 및 예제 가이드를 참조하십시오.

OptQuest에서 효율적 경계 분석을 요청하려면 OptQuest 마법사의 [목표] 또는 [제약 조건] 패널에서 변수 범위를 사용하여 요구 사항이나 제약 조건을 정의해야 합니다.

▶ 효율적 경계 분석에 대한 변수 범위를 정의하려면 다음을 수행합니다.

1. **목표** 패널에서 수정할 기존 요구 사항을 선택하거나 새 요구 사항을 추가하고 선택합니다.
또는 **제약 조건** 패널에서 제약 조건을 선택합니다.
2. **효율적 경계**를 누릅니다.
3. 효율적 경계 행이 요구 사항 또는 제약 조건 근처에 열립니다. 밑줄이 표시된 요소를 조정하여 요구 사항 또는 제약 조건의 범위 하나 또는 둘 다에 대한 값 범위를 정의합니다.

단일 포인트 대신 요구 사항 또는 제약 조건 범위의 범위를 정의하는 경우 단계 수량을 설정하여 범위 내에서 확인할 포인트 수도 정의합니다. OptQuest는 가장 제한적인 요구 사항 테스트 포인트로 시작하여 범위의 각 테스트 포인트에 대해 하나의 전체 최적화를 실행합니다. 그런 다음 요구 사항을 엄격하게 하거나 느슨하게 하여 영향을 확인할 수 있습니다.

효율적 경계 변수 범위 예제

[자습서 2 - 포트폴리오 할당 모델 \(64페이지\)](#)에서 투자자는 총 수익률의 표준 편차를 제한하는 조건을 적용하려고 합니다. 표준 편차는 예측 통계이고 결정 변수가 아니므로 이 제한은 요구 사항입니다.

그러나 투자자는 요구 사항이 약간 변경되어도 투자 수익률이 급증하는지 확인하려는 경우 변수 상한이 있는 요구 사항으로 설정할 수 있습니다. 이 경우 최대 표준 편차가 제한되기 때문입니다. 투자자는 하한 \$8,000와 상한 \$10,000를 사용하여 이 상한을 정의할 수 있습니다. 이 기법의 예제는 Portfolio Revisited EF.xlsx를 참조하십시오.


.opt 파일에서 설정 전송

이전 릴리스의 Crystal Ball(11.1.1.x 이전)과 함께 제공된 OptQuest 버전은 최적화 설정을 .opt 파일에 저장했습니다. [최적화 모델 및 설정 저장\(53페이지\)](#)에 설명된 대로 이 버전의 OptQuest는 통합 문서에 설정을 저장합니다. .opt 파일의 설정을 이 버전으로 전송하기 쉽도록 .opt 파일 뷰어가 제공됩니다.

➤ .opt 파일 뷰어를 사용하려면 다음을 수행합니다.

1. Crystal Ball 11.1.1 이전 버전에서 생성된 최적화 모델을 엽니다. 모델에 예측과 결정 변수가 하나 이상 정의되어 있어야 합니다. "더미" 데이터 셀일 수 있으며, 필요한 경우 나중에 삭제할 수 있습니다.

2.

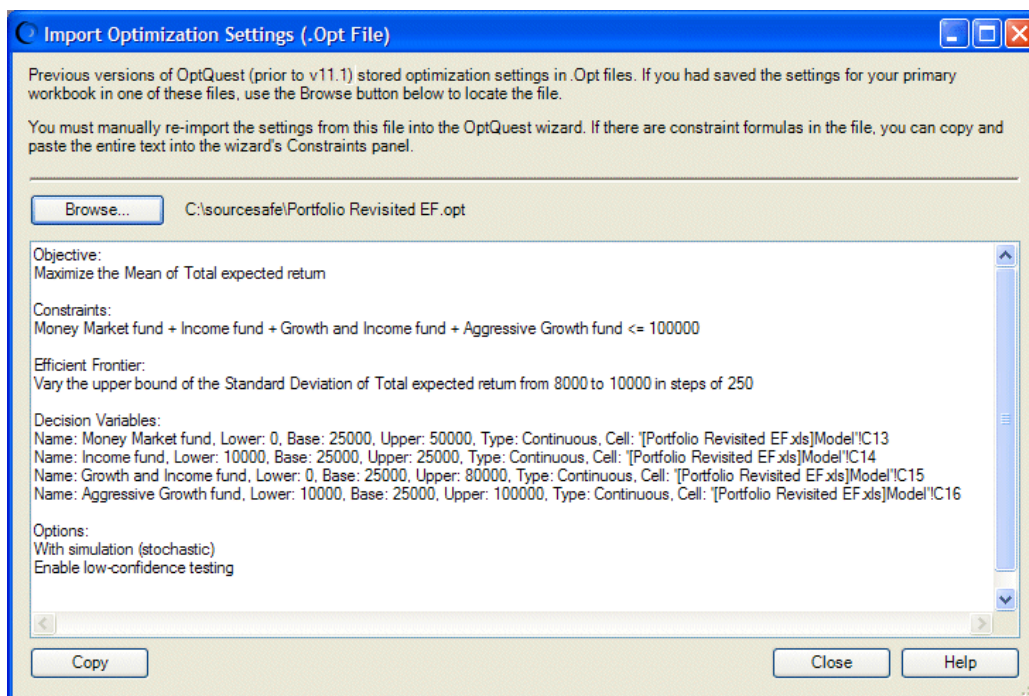
 **OptQuest** 를 선택합니다.

3. 목표 패널이 열리면 가져오기를 누릅니다.

최적화 설정 가져오기 대화 상자가 열립니다.

4. 찾아보기를 눌러 .opt 파일을 찾습니다. 폴더에 도달한 후 파일을 두 번 누릅니다. 해당 설정이 최적화 설정 가져오기 대화 상자에 표시됩니다(다음 [그림 14\(55페이지\)](#)).

그림 14. Portfolio Revisited EF.xlsx에서 가져온 설정



목표와 요구 사항 또는 제약 조건이 맨위에 표시됩니다. 결정 변수와 옵션은 맨아래에 표시됩니다.

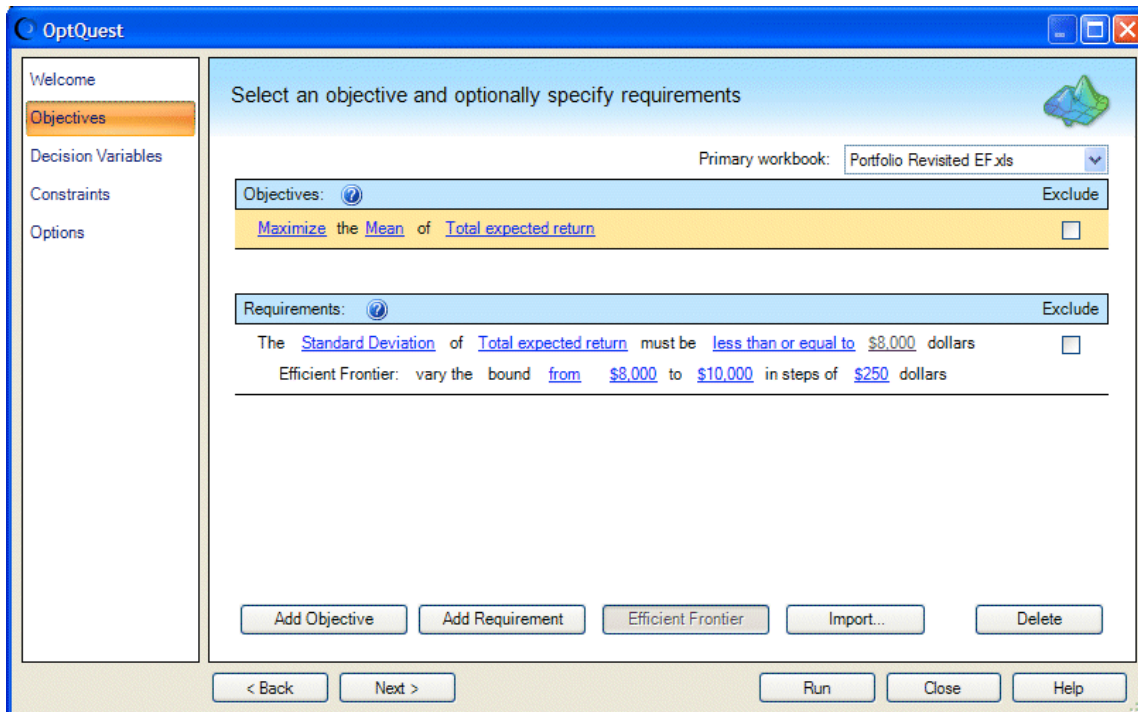
.opt 파일에 효율적 경계 분석에 대한 변수 요구 사항이 포함된 경우 결정 변수 근처에 표시되고 위의 [그림 14\(55페이지\)](#)과 같이 "효율적 경계"라는 레이블이 지정됩니다.

옵션 설정은 최적화가 확률적 또는 결정적인지 여부와 지정된 조건이 충족될 때 최적화를 자동으로 중지하도록 저신뢰도 테스트가 활성화되었는지 여부를 나타냅니다.

.opt 파일을 뷰어로 가져온 후 OptQuest 마법사의 각 패널로 정보 전송을 시작할 수 있습니다.

5. 목표 패널에서 목표를 추가하고 뷰어의 텍스트와 일치하도록 설정합니다.
6. 요구 사항 또는 변수 요구 사항이 있는 경우 해당 요구 사항을 추가하고 텍스트와 일치하도록 편집합니다. [그림 15\(56페이지\)](#)는 [그림 14\(55페이지\)](#)에서 효율적 경계라는 레이블이 지정된 요구 사항과 목표를 입력하는 방법을 보여 줍니다.

그림 15. 목표 패널, Portfolio Revisted EF.xlsx



7. 제약 조건 패널에서 제약 조건을 입력합니다. 뷰어에서 제약 조건 공식을 하나 이상 선택하고, [복사] 단추를 누른 다음 Ctrl+V를 사용하여 빈 제약 조건 행에 제약 조건을 붙여넣습니다. 제약 조건을 두 번 이상 붙여넣으면 각 별개의 행에 자동으로 배치됩니다.
8. 새 결정 변수가 필요한 경우 Crystal Ball에서 추가해야 합니다. 필요한 경우 뷰어에서 메모장으로 결정 변수를 복사하고 인쇄한 다음 새 결정 변수를 생성할 때 인쇄물을 참조할 수 있습니다.

결정 변수가 정의된 경우 OptQuest를 다시 시작합니다. 결정 변수 패널을 눌러 모두 정확하게 입력되었는지 확인합니다.

9. 이제 최적화를 실행할 수 있습니다. 모든 새 설정이 통합 문서에 저장되며, 다음에 저장할 때 통합 문서와 함께 영구적으로 저장됩니다.

추가 통합 문서에 설정을 저장하고 단일 모델에 사용할 수 있습니다. 자세한 내용은 *Oracle Crystal Ball* 참조 및 예제 가이드의 "모델에 대해 여러 최적화 설정 유지 관리"를 참조하십시오.

OptQuest에 대해 자세히 알아보기

OptQuest에 대해 자세히 알아보려면 [4장, OptQuest 자습서\(57페이지\)](#)의 자습서를 완료합니다. 그런 다음 *Oracle Crystal Ball* 참조 및 예제 가이드의 예제를 검토합니다. 자세한 내용을 보려면 Crystal Ball 웹 사이트에서 교육 기회를 확인하십시오.

<http://www.oracle.com/crystalball>.

4

OptQuest 자습서

이 절의 내용:

소개	57
자습서 1 - Futura Apartments 모델	57
자습서 2 - 포트폴리오 할당 모델	64

소개

첫 번째 자습서인 Futura Apartments 모델은 *Oracle Crystal Ball* 사용자 가이드의 첫 번째 Crystal Ball 자습서에 사용된 모델의 확장이며 아파트의 최적 임대료를 찾습니다. 이 모델은 실행할 준비가 거의 되었으므로 OptQuest 작동 방식을 빨리 확인할 수 있습니다.

두 번째 자습서인 포트폴리오 할당 모델은 최적화 자체를 설정 및 정의하는 방법을 보여 줍니다. 이 모델은 위험과 투자 수익률 포트폴리오의 균형을 이루는 최적 투자 세트를 찾습니다.

자습서 1 - Futura Apartments 모델

최근에 Futura Apartments 단지를 구입했다고 가정합니다. 중요한 결정 중 하나는 청구할 임대료 금액입니다. 상황을 조사하고 적절한 결정을 내리는 데 유용한 스프레드시트 모델을 생성했습니다.

비슷한 아파트 단지의 가격 구조와 임대료 분석을 통해 임대 단위의 수요가 청구된 임대료의 선형 함수이며 다음과 같이 표현된다고 예상했습니다.

임대된 단위 수 = $-.1(\text{단위당 임대료}) + 85$

임대료는 \$400에서 \$600 사이가 됩니다.

또한 전체 단지의 운영 비용이 월별 평균 \$15,000라고 예상했습니다.



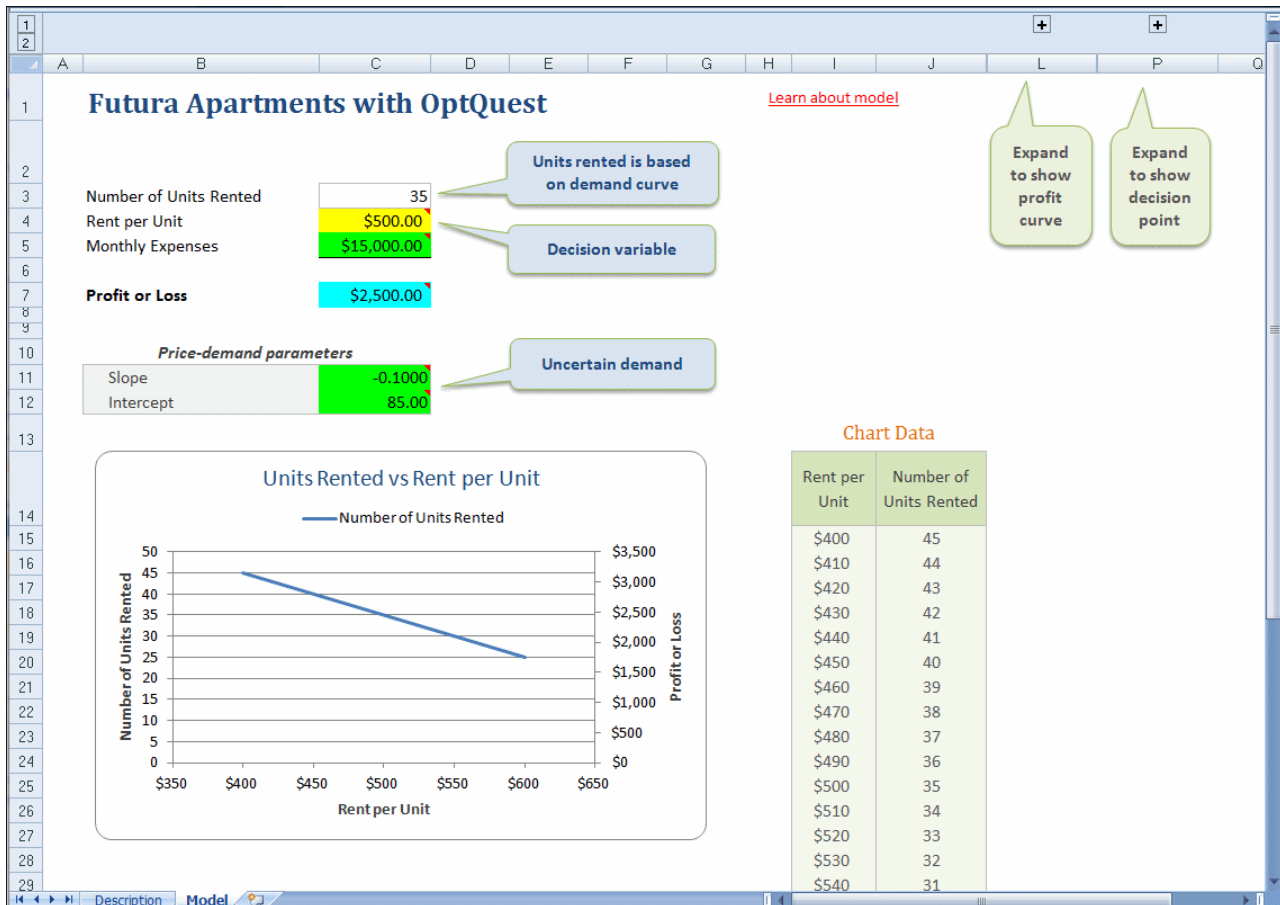
참고:

Crystal Ball과 함께 제공된 Predictor를 사용하여 하나 이상의 독립 변수에 대한 종속 변수의 선형 관계를 찾을 수 있습니다.

➤ 자습서를 시작하려면 다음을 수행합니다.

1. Crystal Ball을 시작합니다.
2. Crystal Ball **예제 모델 목록**([그림 16\(58페이지\)](#))에서 **Futura With OptQuest.xlsx** 통합 문서를 엽니다.

그림 16. Futura Apartments 통합 문서



임대료는 \$500으로 설정되었습니다. 이 경우 공식은 다음과 같습니다.

$$\text{임대된 단위 수} = -.1(500) + 85 = 35$$

총 이익은 \$2,500입니다. 모든 데이터가 확실하면 단순 데이터 테이블을 사용하여 임대료의 최적 값을 찾을 수 있습니다. 그러나 보다 현실적인 상황에서 월별 운영 비용과 가격-수요 함수 매개 변수(-.1 및 85)는 확실하지 않습니다(이러한 가정의 확률 분포는 이 예제에 이미 정의되어 있음). 따라서 최상의 임대 가격을 결정하는 간단한 연습이 아닙니다.

3. OptQuest를 실행하기 전에 Crystal Ball 리본에서 **실행 환경설정**을 선택하고 다음 실행 환경설정을 지정합니다.
 - 실행할 최대 시행 수는 1000(기본값)으로 설정됨
 - 샘플링 메소드는 **라틴 하이퍼큐브**로 설정됨
 - **라틴 하이퍼큐브의 샘플 크기**가 500으로 설정됨
 - 난수 생성이 **동일한 난수 순서** 사용으로 설정되고 초기 시드 값은 999임

OptQuest 실행

▶ 다음 단계를 사용하여 OptQuest를 시작하고 Futura Apartments 모델을 최적화합니다.

1.

OptQuest를 시작하려면 **OptQuest**  를 선택합니다.

OptQuest 마법사가 시작됩니다.

OptQuest를 처음 실행한 경우 OptQuest **시작** 패널이 열립니다. 그렇지 않으면 **목표** 패널이 열립니다.



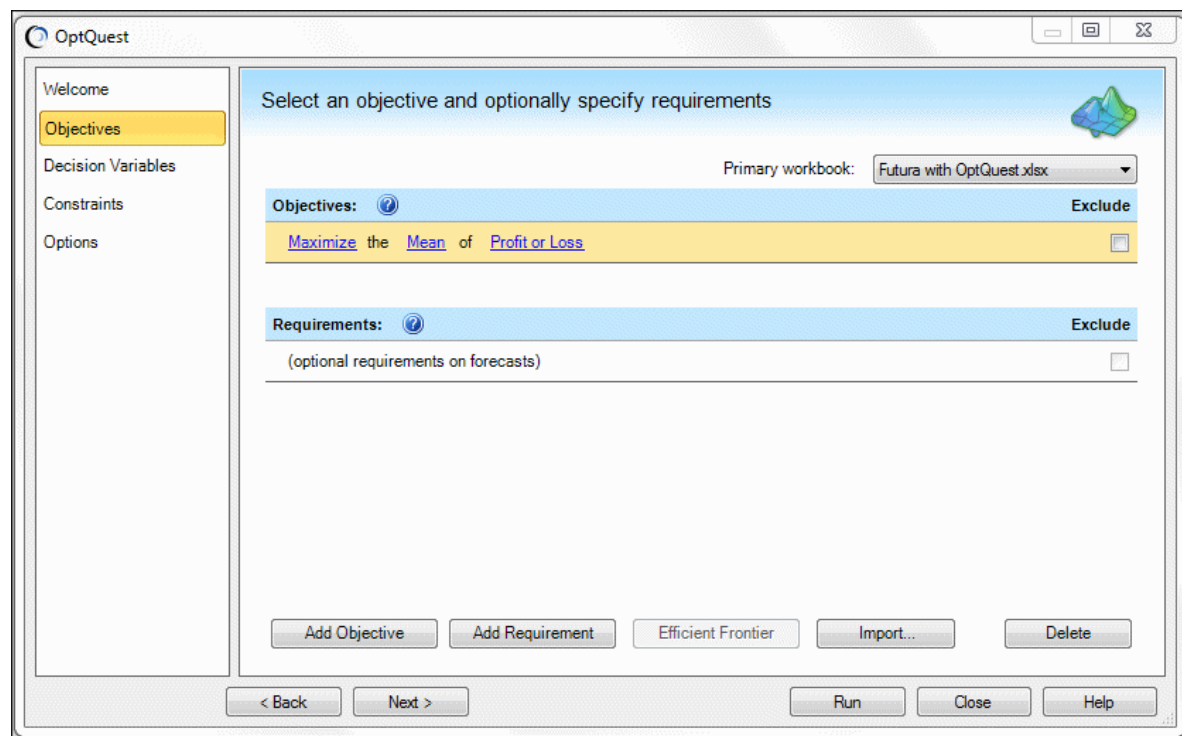
참고:

최적화를 실행하면 모든 OptQuest 설정이 통합 문서에 저장된다는 텍스트가 시작 패널의 맨아래에 표시됩니다.

2. **선택 사항:** 시작 패널이 열리면 다음을 누릅니다.

목표 패널이 열립니다([그림 17\(59페이지\)](#)).

그림 17. 목표 패널, Futura with OptQuest 예제



이 예제의 목표는 이익 또는 손실 예측의 평균을 최대화하는 것입니다.

3. 목표를 정의하려면 **목표 추가**를 누릅니다. 이 예제의 경우 목표가 이미 추가되었습니다. 기본 목표가 **목표 목록**에 표시됩니다.

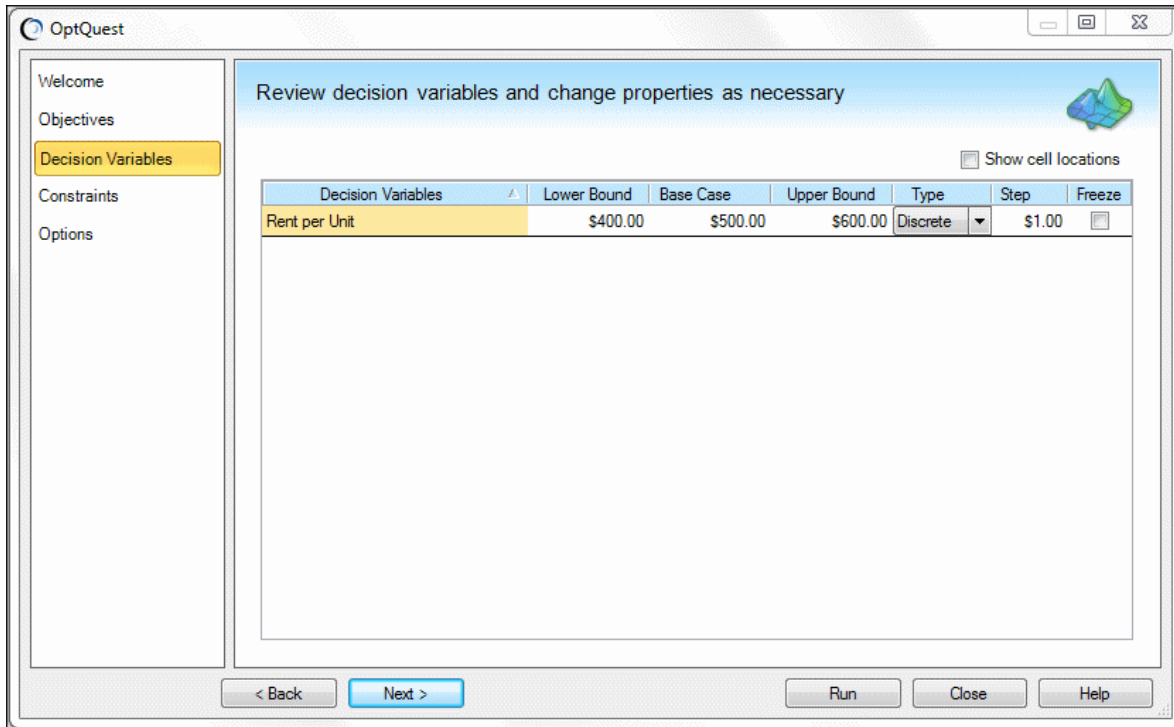
이익 또는 손실 평균 최대화

원하는 목표이므로 추가로 편집할 필요는 없습니다.

4. 다음을 눌러 계속합니다.

그림 18(60페이지)에 표시된 대로 결정 변수 패널이 열립니다.

그림 18. 결정 변수 패널, Futura with OptQuest 예제



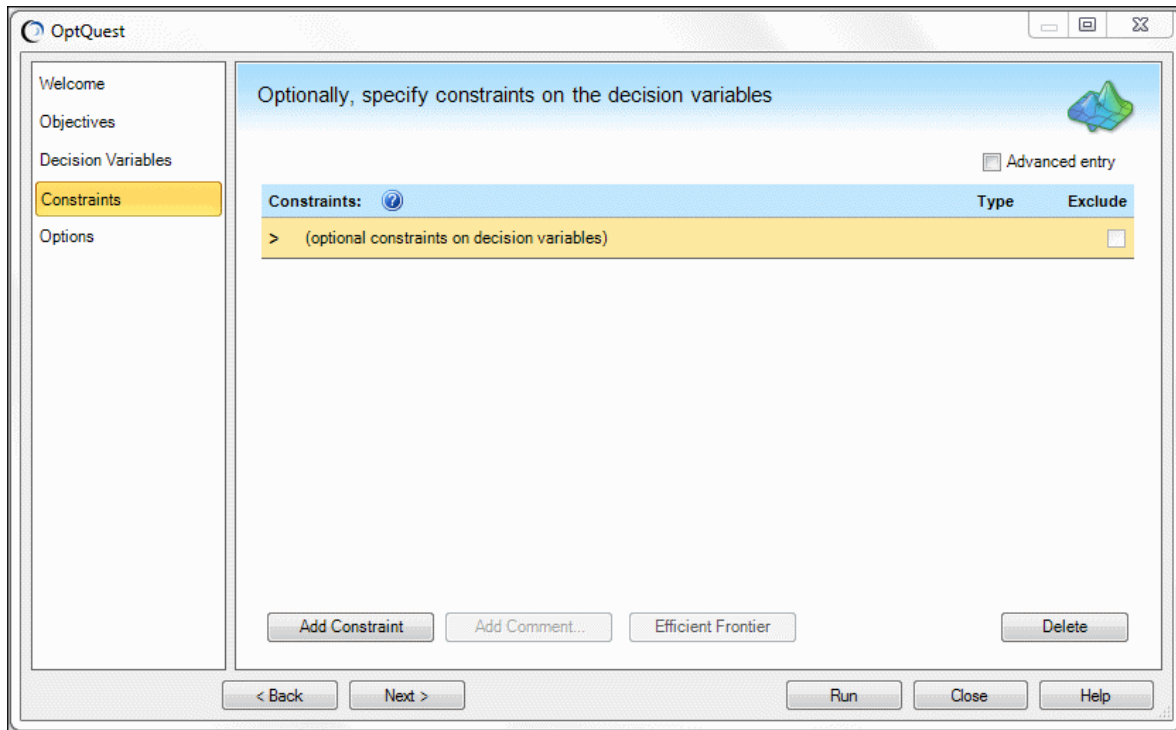
5. 결정 변수 패널에는 단위당 임대료라는 결정 변수 한 개가 표시됩니다.

변수의 하한은 400이고 상한은 600이며 기본 사례는 500입니다(워크시트의 현재 값). 변수 유형은 [이산]으로 나열됩니다. [고정]이 선택되지 않은 경우 이 결정 변수가 OptQuest 시뮬레이션에 포함됩니다.

6. 다음을 눌러 계속합니다.

그림 19(61페이지)에 표시된 대로 제약 조건 패널이 열립니다.

그림 19. 제약 조건 패널, Futura with OptQuest 예제

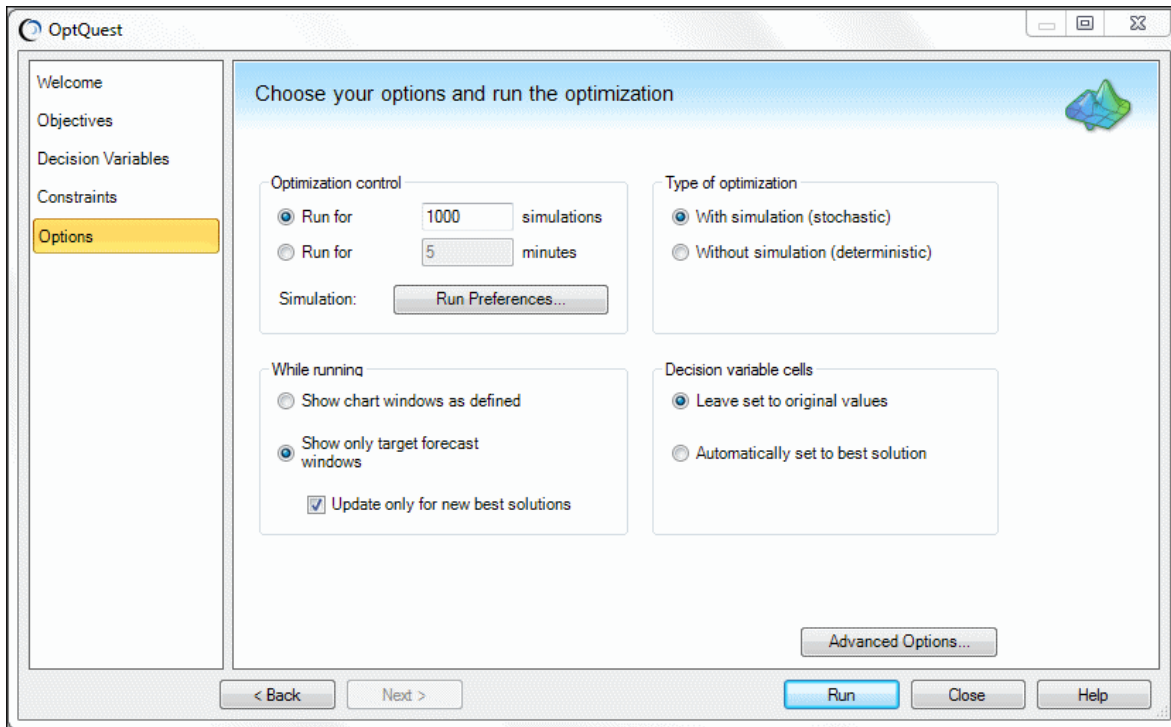


이 예제에서는 결정 변수에 제약 조건이 없으므로 여기서 추가하지 마십시오.

7. 제약 조건 패널에서 다음을 누릅니다.

옵션 패널이 열립니다.

그림 20. 옵션 패널, Futura with OptQuest 예제

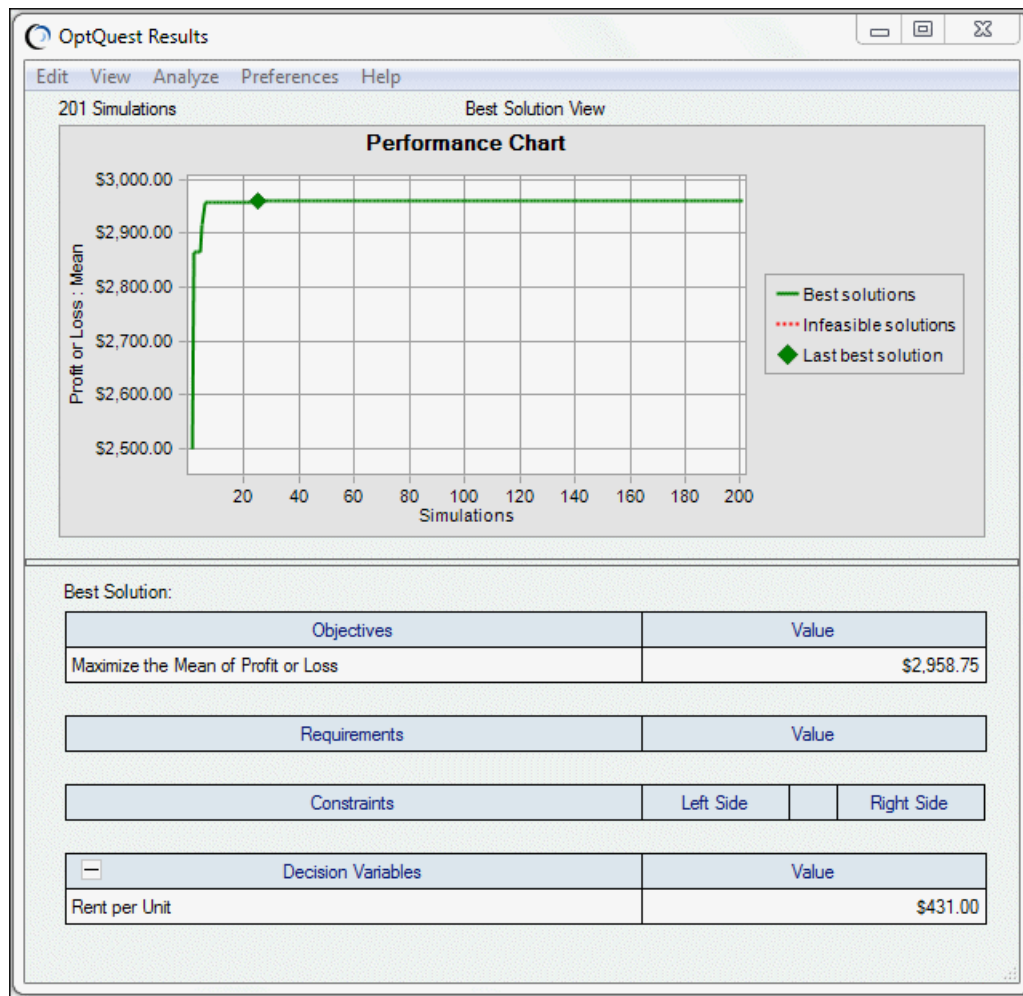


8. 1000개 시뮬레이션에 대해 실행할 OptQuest 설정, 기본값
9. 옵션 패널에서 실행을 누릅니다.

OptQuest는 실행가능해 세트 중에서 이익 또는 손실 예측의 평균값을 향상시키는 해를 체계적으로 검색합니다.

짧은 시간 내에 OptQuest는 최상 해를 찾고 OptQuest 결과 창을 표시합니다(그림 21(63페이지)).

그림 21. Futura Apartments 모델에 대한 OptQuest 결과



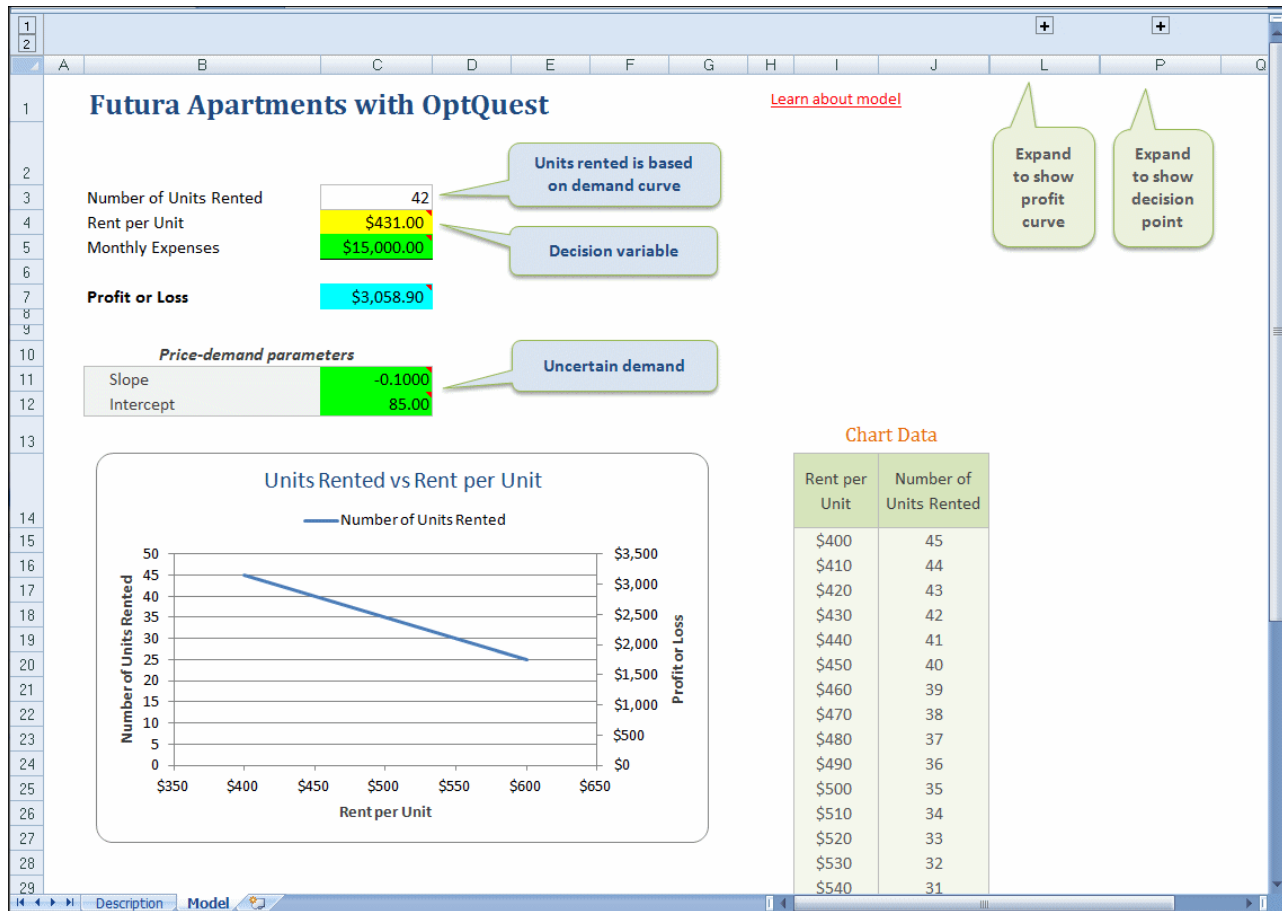
성능 차트에는 OptQuest에서 계산된 해가 표시됩니다. 숫자 결과가 차트 아래의 테이블에 표시됩니다. 이 최적화의 경우 시뮬레이션 25에서 최상의 해가 검색되었습니다. 단위당 최적 임대료 \$431에서 최대 평균 예상 이익 \$2,958.75가 생성되었습니다.

[옵션] 패널에서 요청한 것처럼 최상의 해에 대한 예측 차트가 표시됩니다. 예측 차트 메뉴 모음에서 **보기**, **통계** 순으로 선택하면 표시된 예측 분포의 평균이 OptQuest 결과 창에 표시된 최대 평균 예상 이익(\$2,958.75)과 같음을 확인할 수 있습니다.

10. OptQuest 결과 창 메뉴 모음에서 **편집**, **스프레드시트에 최상의 해 복사** 순으로 선택합니다.

Futura with OptQuest 통합 문서를 살펴보면 C4 셀, 결정 변수가 OptQuest에서 계산된 단위당 임대료 값, \$431로 설정된 것을 확인할 수 있습니다. 스프레드시트에는 결정 변수의 최적 값에 따라 결정적 계산이 포함됩니다. C3 및 C7 셀에 C4를 포함하는 공식이 포함되어 있으므로 해당 셀의 값도 [그림 22\(64페이지\)](#)에 표시된 대로 변경되었습니다. 이제 대략 \$3,059의 최대 이익을 얻기 위해 임대료가 각각 \$431인 42개 단위가 필요합니다.

그림 22. 최대 이익을 위해 최적화된 Futura with OptQuest



참고:

최적화를 실행하면 마법사 설정이 통합 문서에 자동으로 저장됩니다. 자세한 내용은 [최적화 모델 및 설정 저장\(53페이지\)](#)을 참조하십시오.

자습서 2 - 포트폴리오 할당 모델

OptQuest가 포함된 Crystal Ball Decision Optimizer를 사용하여 최적화 모델을 설정 및 실행하는 과정을 안내하는 자세한 자습서입니다. 목표, 제약 조건 등의 기본 최적화 용어를 잘 모르는 경우 [2장, 개요\(15페이지\)](#)를 참조하십시오.

문제 설명

투자자에게 4개 자산에 투자할 \$100,000가 있습니다. 다음은 투자자가 각 투자에 할당하려는 최소 및 최대 금액과 자산의 예상 연간 수익률 목록입니다.

표 3. 포트폴리오 할당 예상 수익률 및 투자 범위

투자	연간 수익률	하한	상한
MMF(Money Market Fund)	3%	\$0	\$50,000
수익형 펀드	5%	\$10,000	\$25,000
성장 및 수익형 펀드	7%	\$0	\$80,000
공격적 성장 펀드	11%	\$10,000	\$100,000

이 문제의 불확신도 소스는 각 자산의 연간 수익률입니다. 더 보수적인 자산인 수익형 펀드와 MMF(Money Market Fund)는 비교적 안정적인 연간 수익률을 제공하는 반면, 공격적 성장 펀드는 변동성이 더 큼니다.

그런 다음 결정 문제는 위험을 허용 레벨로 유지 관리하고 각 투자를 최소 및 최대 제한 범위에서 유지하는 동시에 총 예상 연간 수익률을 극대화하기 위해 각 자산에 투자할 금액을 결정하는 것입니다.

OptQuest 사용

OptQuest 사용은 다음과 같은 단계로 이루어집니다.

1. 문제의 Crystal Ball 모델을 생성합니다.
2. Crystal Ball 내에서 결정 변수를 정의합니다.
3. OptQuest를 시작합니다.
4. OptQuest에서 예측 목표와 요구 사항을 정의합니다.
5. 최적화할 결정 변수를 선택합니다.
6. 결정 변수의 제약 조건을 지정합니다.
7. 최적화 설정을 선택합니다.
8. 최적화를 실행합니다.
9. 결과를 해석합니다.

Crystal Ball 모델 생성

➤ 이 경우 모델이 이미 생성되었습니다. 검토하려면 다음을 수행합니다.

1. Crystal Ball을 시작하고 **예제 모델** 목록에서 **Portfolio Allocation.xlsx** 통합 문서를 엽니다.

이 문제의 워크시트는 [그림 23\(66페이지\)](#)에 다음과 같이 표시됩니다.

그림 23. 포트폴리오 할당 워크시트

Investments	Annual return	Lower bound	Upper bound
Money Market fund	3.0%	\$0	\$50,000
Income fund	5.0%	\$10,000	\$25,000
Growth and Income fund	7.0%	\$0	\$80,000
Aggressive Growth fund	11.0%	\$10,000	\$100,000
Total amount available		\$100,000	

Decision variables	Amount invested
Money Market fund	\$25,000
Income fund	\$25,000
Growth and Income fund	\$25,000
Aggressive Growth fund	\$25,000
Total expected return	\$6,500

Total amount invested: \$100,000

Maximize return

이 예제에서 문제 데이터 값은 5-9행에 지정됩니다. 모델 입력(결정 변수의 값), 모델 출력(예측 목표) 및 제약 조건(총 투자 금액)은 워크시트의 아래쪽 절반에 있습니다.

이 모델의 가정과 예측 셀은 Crystal Ball에서 이미 정의되었습니다. 결정 변수는 이 자습서의 일부로 정의됩니다.

- 가정이 다음과 같이 정의되었는지 확인합니다.

가정	셀	분포	매개 변수
MMF(Money Market Fund)	C5	균일	최소: 2% 최대: 4%
수익형 펀드	C6	정규	평균: 5% 표준 편차: 5%
성장 및 수익형 펀드	C7	정규	평균: 7% 표준 편차: 12%
공격적 성장 펀드	C8	정규	평균: 11% 표준 편차: 18%

가정 또는 예측을 보거나 정의하는 방법에 대한 도움말이 필요한 경우 *Oracle Crystal Ball* 사용자 가이드를 참조하십시오.

-

Crystal Ball 리본에서 실행 환경설정  을 선택하고 다음 실행 환경설정을 지정합니다.

- 실행할 최대 시행 수는 1000으로 설정됨

- 샘플링 메소드는 라틴 하이퍼큐브로 설정됨
- 라틴 하이퍼큐브의 샘플 크기가 500으로 설정됨
- 난수 생성이 동일한 난수 순서 사용으로 설정되고 초기 시드 값은 999임

결정 변수 정의

▶ 다음 단계는 모델에서 결정 변수를 식별하고 정의하는 것입니다. OptQuest 모델에는 결정 변수가 하나 이상 있어야 합니다.

1. 첫 번째 결정 변수를 정의합니다.

a. C13 셀을 선택합니다.

b.

결정 정의  를 선택합니다.

c. 변수 유형을 연속으로 설정합니다.

d. 표 3(65페이지) 및 그림 23(66페이지)에 표시된 대로 문제 데이터(워크시트의 D 및 E 열)에 따라 하한과 상한을 설정합니다.

D5, E5 셀과 펀드 이름(B5 셀)에 대해 셀 참조를 입력할 수 있습니다. 입력을 완료하면 셀 참조가 해당 값으로 변경됩니다.

2. 1단계에서 설명한 프로세스를 수행하여 워크시트의 D 및 E 열 값에 따라 C14, C15 및 C16 셀의 결정 변수를 정의합니다.

1단계에서 정의한 결정 변수의 이름, 하한 및 상한에 대한 셀 참조를 사용한 경우 Crystal Ball의 데이터 복사 및 데이터 붙여넣기 명령을 사용하여 나머지 결정 변수를 정의할 수 있습니다.

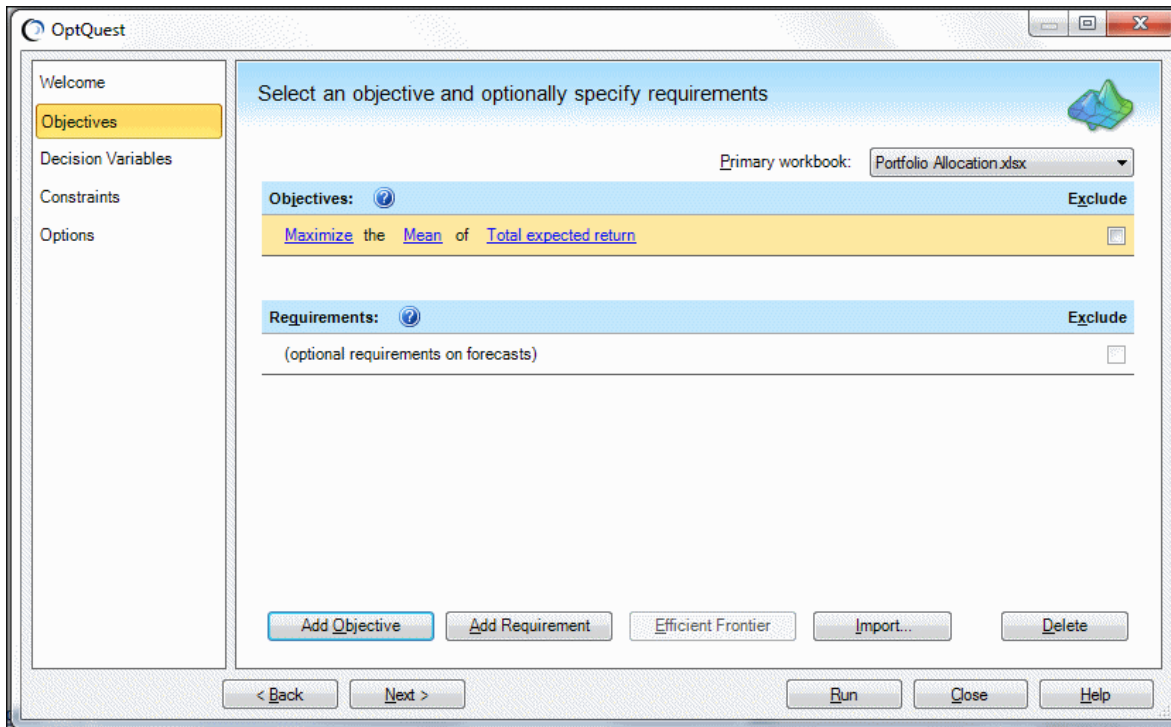
OptQuest 시작 및 예측 목표 정의

▶ OptQuest 시뮬레이션을 실행하려면 먼저 예측 목표를 정의해야 합니다. 이 작업을 하려면 다음을 수행합니다.

1. Crystal Ball 리본에서 OptQuest를 선택하여 OptQuest를 시작합니다.

OptQuest를 한 번 이상 시작했으므로 목표 패널이 열립니다(그림 24(68페이지)).

그림 24. 목표 패널, 포트폴리오 할당 예제(목표 추가됨)



OptQuest에서는 최소화, 최대화 또는 대상 값으로 설정할 **목표**로 예측 통계 한 개를 선택해야 합니다. 목표 정의 외에도 **최적화 설정 편집**에 설명된 최적화 **최적화 설정 편집(74페이지)**을 정의할 수 있습니다.

앞에서 설명한 대로 이 예제 문제의 목표는 총 예상 수익률을 최대화하는 것입니다. OptQuest는 Crystal Ball과 함께 작동하여 예측을 분포(값 범위)로 계산하므로 총 예상 수익률 예측의 평균은 목표에 대해 설정할 통계를 잘 나타냅니다.

2. 목표를 정의하려면 **목표 추가**를 누릅니다. 기본 목표가 표시됩니다. **그림 24(68페이지)**에서 기본 목표가 이미 추가되었습니다.

총 예상 수익률 평균 최대화

원하는 목표이므로 편집할 필요는 없습니다.

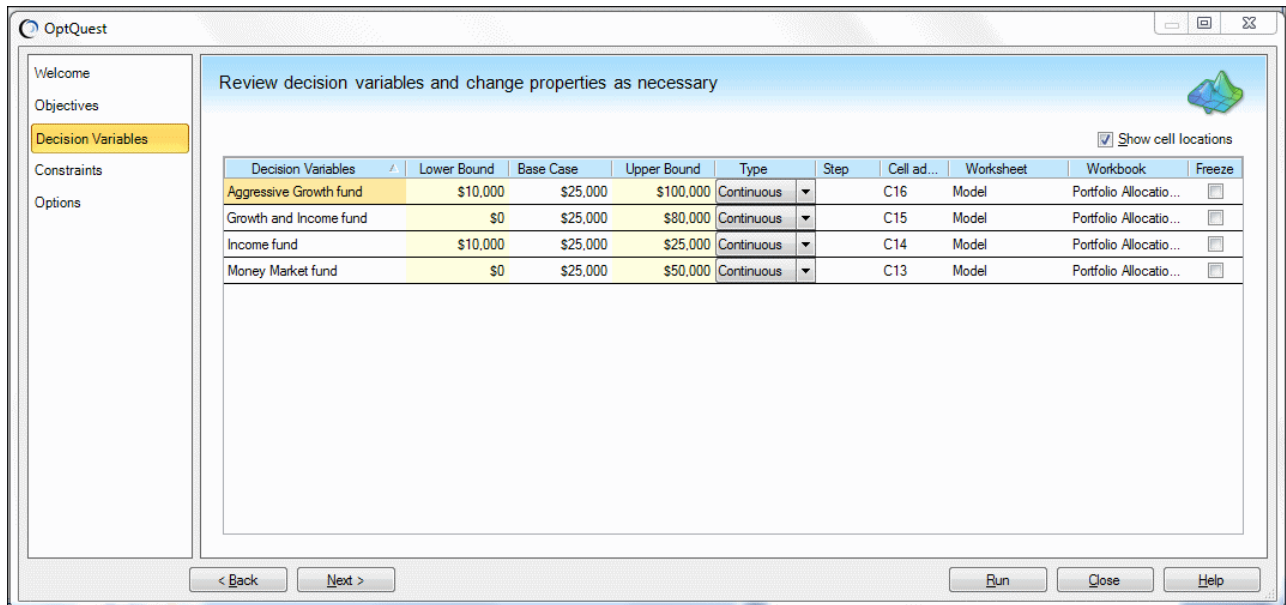
3. 다음을 눌러 계속합니다.

결정 변수 패널이 열립니다.

최적화할 결정 변수 선택

다음을 누르면 **그림 25(69페이지)**와 비슷한 **결정 변수** 패널이 열립니다.

그림 25. 셀 위치가 포함된 결정 변수 패널, 포트폴리오 할당 예제



Crystal Ball 모델에 정의된 각 결정 변수는 [결정 변수] 패널에 표시됩니다. 마지막 열은 변수가 "고정"되었거나 최적화에서 제거되었는지 여부를 나타냅니다. 그림 25(69페이지)에서는 셀 위치 표시가 선택되었으므로 셀 주소가 마지막 열 앞에 표시됩니다.

다른 열에는 각 변수의 범위, 기본 사례(현재 모델 값), 유형 및 단계가 표시됩니다.

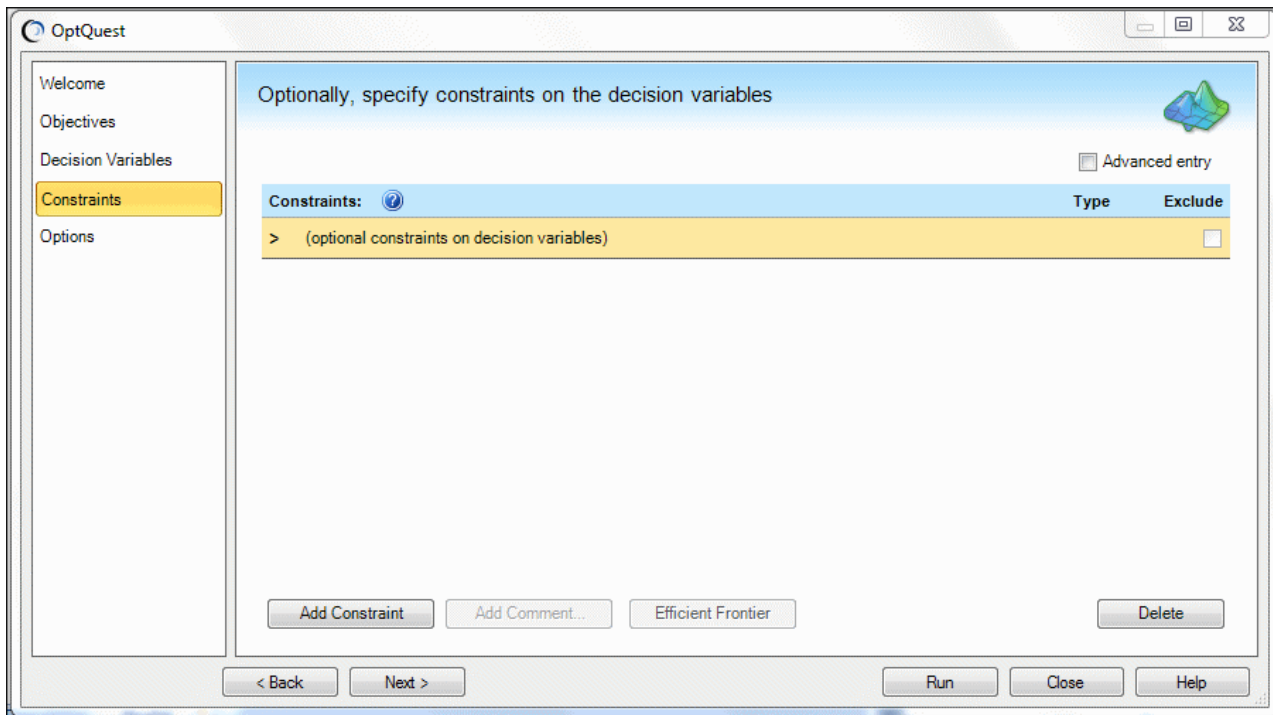
▶ 이 예제에 대한 설정이 정확하므로 셀 위치 표시를 선택하고 다음을 눌러 계속합니다.

그림 26(70페이지)에 표시된 대로 제약 조건 패널이 열립니다.

제약 조건 지정

결정 변수에서 다음을 누르면 제약 조건 패널이 열립니다.

그림 26. 데이터가 없는 제약 조건 패널, 단순 입력 모드



선택적으로, [제약 조건] 패널을 사용하여 결정 변수로 정의할 수 있는 제한을 지정합니다. 이 모델의 제약 조건 때문에 초기 투자는 \$100,000로 제한됩니다.

기본적으로 [제약 조건] 패널은 [단순 입력] 모드로 열립니다. 이 모드에서는 대부분의 제약 조건 공식이 스프레드시트의 셀에 입력됩니다. Sheet!A1 <= 100 등의 단순 조건식을 사용하여 [제약 조건] 패널에서 제약 조건 공식을 완료합니다.

예를 들어 이전에 예제로 지정된 제약 조건 공식을 고려합니다.

$$\text{MMF(Money Market Fund)} + \text{수익형 펀드} + \text{성장 및 수익형 펀드} + \text{공격적 성장 펀드} = 100000$$

각 펀드 값은 Oracle Crystal Ball Decision Optimizer에서 결정 변수로 정의됩니다. 이 예제에서 이러한 결정 변수는 [그림 25\(69페이지\)](#)에 표시된 대로 C13-C16 셀에 정의됩니다.

이전에 표시된 제약 조건 공식의 왼쪽은 포트폴리오 할당 예제의 모델 워크시트 G13 셀에 이미 입력되어 있습니다.

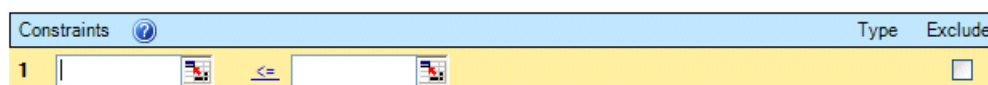
$$=\text{SUM}(C13:C16)$$

▶ 제약 조건 패널에 제약 조건을 입력하려면 다음을 수행합니다.

1. **제약 조건 추가**를 누릅니다.

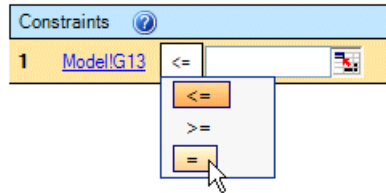
2개의 편집 상자가 포함된 행이 [그림 27\(70페이지\)](#)와 같이 표시됩니다.

그림 27. 단순 입력 모드의 제약 조건 편집기



2. 첫 번째 상자에 제약 조건 공식의 왼쪽이 포함된 셀(이 경우 G13 셀)을 입력합니다. =G13을 입력하거나 셀 선택기를 사용하여 해당 셀을 가리킬 수 있습니다. 셀에 범위 이름이 있는 경우 셀 주소 대신 범위 이름을 사용할 수 있습니다.
3. 기본 연산자는 <=입니다. 이 경우 공식은 =를 호출합니다. 밑줄이 표시된 연산자를 누르고 원하는 연산자를 선택합니다(그림 28(71페이지)).

그림 28. 제약 조건 연산자 변경



4. 등식의 오른쪽 값을 입력하려면 숫자를 입력하거나 값 또는 공식이 포함된 셀 또는 범위 이름을 참조합니다. 그림 29(71페이지)에서 숫자 100000이 입력되었습니다.

그림 29. 단순 입력 모드로 입력된 제약 조건



5. 이제 다음 중 하나를 수행할 수 있습니다.
 - 다른 제약 조건 추가
 - 설명 추가
 - 효율적 경계 분석에 대한 변수 범위 추가
 - 다음을 눌러 옵션 패널로 이동
 - 실행을 눌러 최적화 실행

설명 및 변수 범위 추가에 대한 자세한 내용은 [제약 조건 편집기 및 관련 단추\(33페이지\)](#)를 참조하십시오.

또는 [고급 입력] 모드를 사용하여 제약 조건 공식을 직접 입력할 수 있습니다. 예제는 [고급 입력 모드에서 제약 조건 지정\(31페이지\)](#)을 참조하십시오.

6. 제약 조건 설정이 완료되면 다음을 눌러 계속합니다.

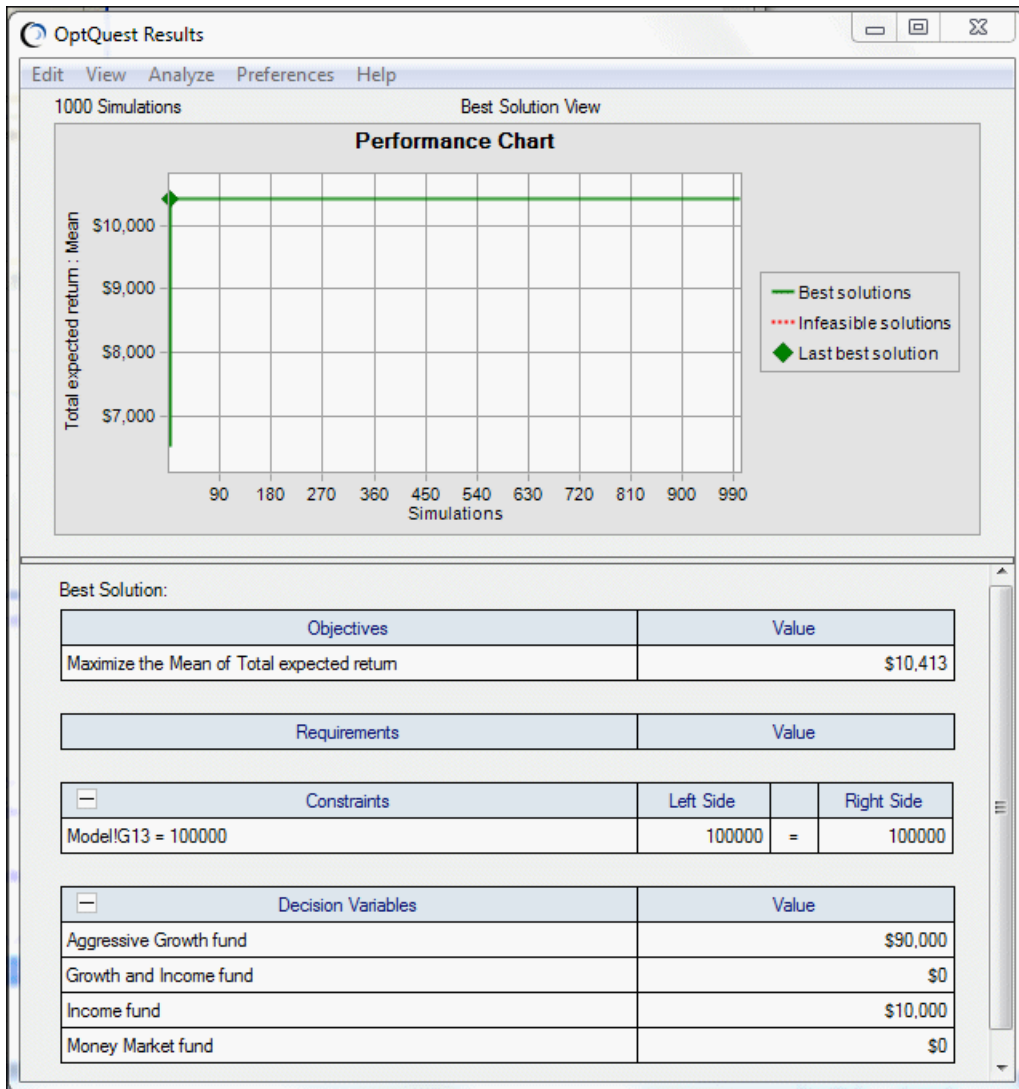
[그림 20\(62페이지\)](#)와 비슷한 옵션 패널이 열립니다.

옵션 설정 및 최적화 실행

- ▶ [옵션] 패널에서 최적화 프로세스 제어 옵션을 설정합니다. 자세한 내용을 보려면 [도움말] 단추를 누르십시오.
1. 이 자습서의 경우 최대 시뮬레이션 수를 1000으로 설정합니다.
 2. 실행을 누릅니다.

OptQuest 결과 창이 열립니다(그림 30(72페이지)). 최적화 중에 발견된 최상의 해 개요를 제공하는 최상의 해 보기에 표시됩니다.

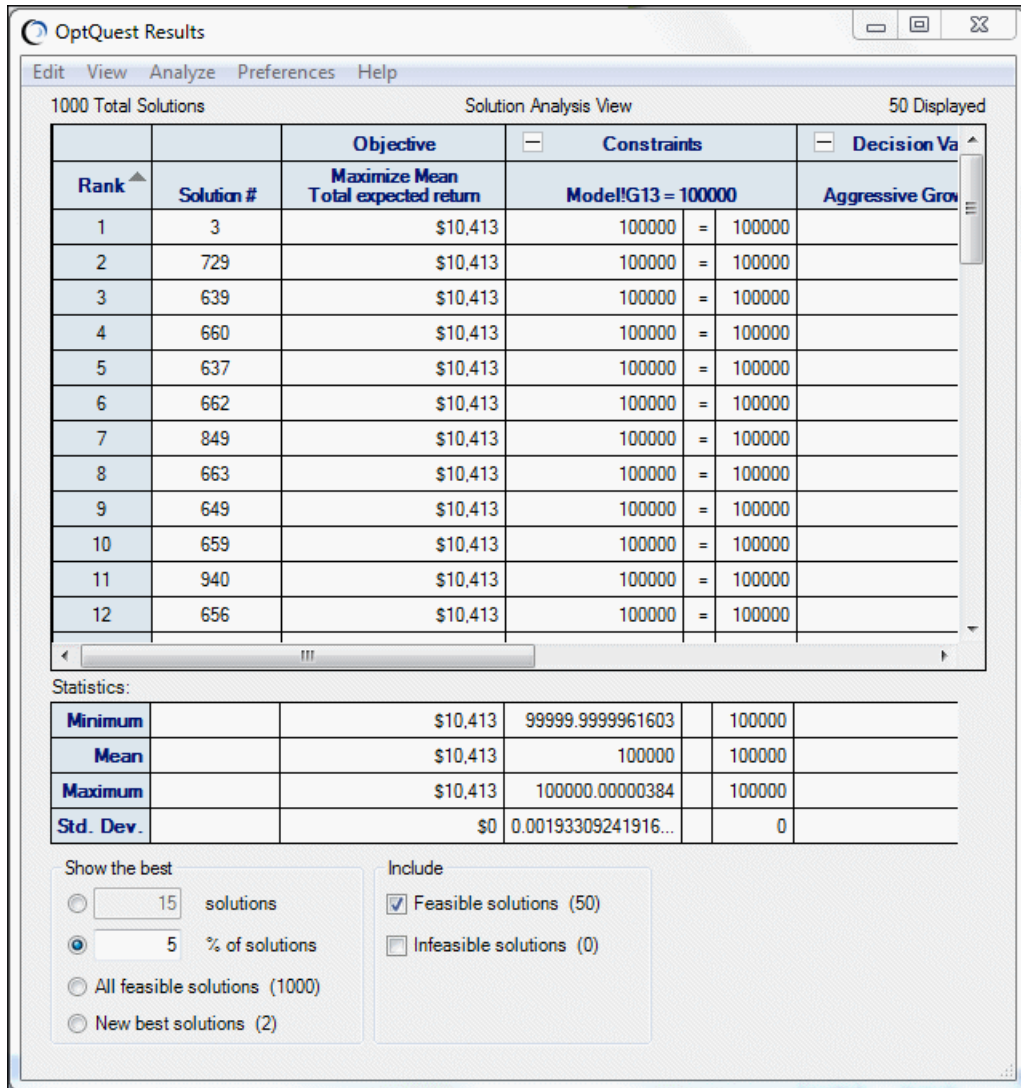
그림 30. OptQuest 결과 창 - 최상의 해 보기, 포트폴리오 할당 모델



총 예상 수익률 예측의 평균 \$10,413이 목표 테이블에 표시됩니다. 결정 변수 테이블에서 목표에 도달하기 위해 각 펀드에 할당할 금액을 확인할 수 있습니다. 공격적 성장 펀드 = \$90,000, 성장 및 수익형 펀드 = \$0, 수익형 펀드 = \$10,000 및 MMF(Money Market Fund) = \$0.

메뉴 모음에서 보기, 해 분석 순으로 선택하면 [해 분석] 테이블이 표시됩니다.

그림 31. OptQuest 결과 창 - 해 분석 보기, 포트폴리오 할당 모델



Rank	Solution #	Objective Maximize Mean Total expected return	Constraints Model!G13 = 100000	Decision Variables Aggressive Growth
1	3	\$10,413	100000 = 100000	
2	729	\$10,413	100000 = 100000	
3	639	\$10,413	100000 = 100000	
4	660	\$10,413	100000 = 100000	
5	637	\$10,413	100000 = 100000	
6	662	\$10,413	100000 = 100000	
7	849	\$10,413	100000 = 100000	
8	663	\$10,413	100000 = 100000	
9	649	\$10,413	100000 = 100000	
10	659	\$10,413	100000 = 100000	
11	940	\$10,413	100000 = 100000	
12	656	\$10,413	100000 = 100000	

Statistics:	Objective	Constraints	Decision Variables
Minimum	\$10,413	99999.9999961603	100000
Mean	\$10,413	100000	100000
Maximum	\$10,413	100000.00000384	100000
Std. Dev.	\$0	0.00193309241916...	0

Show the best

☐ 15 solutions

☒ 5 % of solutions

☐ All feasible solutions (1000)

☐ New best solutions (2)

Include

☒ Feasible solutions (50)

☐ Infeasible solutions (0)

기본적으로 해 목록에는 목표 값별로 순위가 지정된 상위 5% 해가 표시됩니다. 목록을 스크롤하면 최상의 해를 검색하는 동안 OptQuest가 시행한 결정 변수 값 세트를 확인할 수 있습니다. 이러한 결정 변수에 따라 계산된 제약 조건 공식과 요구 사항 값을 확인할 수도 있습니다.

해 목록 아래의 통계 테이블에는 목표의 최소, 평균, 최대 및 표준 편차 값, 제약 조건 및 각 결정 변수(테이블의 열)가 표시됩니다.

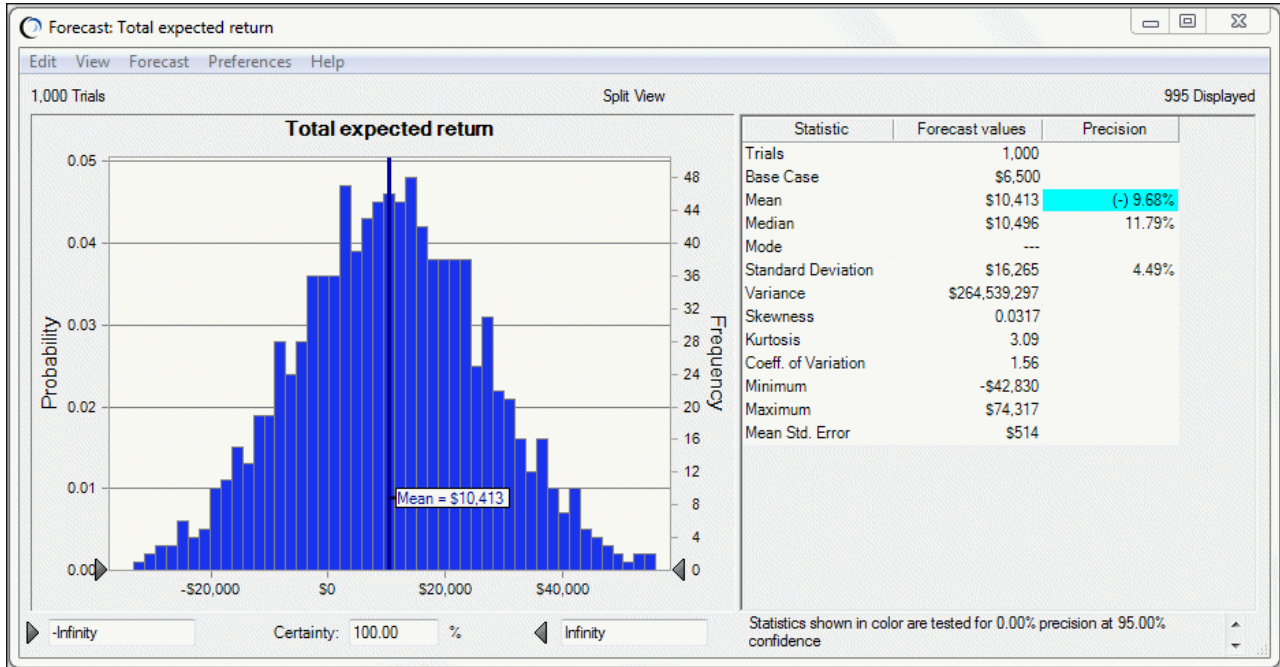
이 경우 투자 전략은 포트폴리오의 수익률을 최대화하지만 변동성이 높고 다각화가 적기 때문에 위험이 큼니다. 실제로 최상의 전략입니까? 확인하려면 투자자가 결과를 해석해야 합니다.

결과 해석

OptQuest 결과를 해석하려면 먼저 최상의 시뮬레이션에 대한 예측 차트를 확인합니다. 아직 화면에 없는 경우 [차트 뷰], [예측 차트], [총 예상 수익률] 순으로 선택합니다.

그림 32(74페이지)는 예측 차트와 통계를 분할 뷰에 표시합니다. 예측의 표준 편차는 평균 수익률 \$10,413에 비해 \$16,265로 훨씬 높습니다. 이러한 두 값의 비율인 변동 계수는 1.56 또는 150%보다 높게 표시됩니다. 할당된 자금은 대부분 공격적 성장 펀드에 사용되었으며, 해당 펀드의 수익률 불확신도가 매우 높아서 투자의 상대 위험을 나타냅니다.

그림 32. 포트폴리오 할당 예측 차트, 분할 뷰



최적화 설정 편집

포트폴리오 관리에서 해의 가변성을 제어하여 위험을 최소화하는 것은 큰 예상 수익률을 얻는 것만큼 중요할 수 있습니다. 이 투자자는 예상 수익률을 최대화하는 동시에 포트폴리오에 대한 수익률의 불확신도를 줄이려고 한다고 가정합니다. 표준 편차가 훨씬 작은, 가령 \$8,000 미만인 최상의 해를 찾을 수도 있습니다.

OptQuest 설정을 편집하여 이 위험 제한을 추가하고 총 예상 수익률을 최대화할 수 있습니다.

▶ OptQuest를 편집하려면 다음을 수행합니다.

1. **Portfolio Allocation.xlsx**를 열고 이 자습서의 앞에서 설명한 설정을 사용하여 Oracle Crystal Ball 리본에서 **OptQuest**를 선택합니다. 조직을 실행한 경우 **OptQuest 제어판**에서 **재설정**을 누릅니다. 재설정 프롬프트가 표시되면 **OptQuest 마법사 시작**을 선택하고 **예**를 누릅니다.
2. **선택 사항:** 아직 열려 있지 않은 경우 OptQuest 마법사의 탐색 창에서 **목표**를 누릅니다.

패널이 열리고 **총 예상 수익률의 평균 최대화**가 목표로 나열됩니다.

3. **요구 사항 추가**를 누릅니다.

요구 사항 영역에 새 행이 생성됩니다.

Requirements:	Exclude
The <u>Mean</u> of <u>Total expected return</u> must be <u>greater than or equal to</u> <u>\$100</u> dollars	<input type="checkbox"/>

4. 새 행에서 **평균**을 누릅니다. 목록에서 **표준 편차**를 선택합니다.
5. **greater than or equal to**을 누르고 **less than or equal to**로 변경합니다.
6. 100을 누르고 8000으로 변경합니다.

이 경우 최적 해로 간주되려면 예상 수익률의 표준 편차가 \$8,000보다 작거나 같아야 한다는 요구 사항이 추가됩니다.

그림 33. 새 요구 사항이 포함된 목표 패널

Objectives: ?		Exclude
Maximize the Mean of Total expected return		<input type="checkbox"/>

Requirements: ?		Exclude
The Standard Deviation of Total expected return must be less than or equal to \$8,000 dollars		<input type="checkbox"/>

7. 실행을 누릅니다.

새 결과가 [그림 34\(76페이지\)](#)에 표시됩니다.

그림 34. 위험이 있는 포트폴리오 할당 최적화 결과

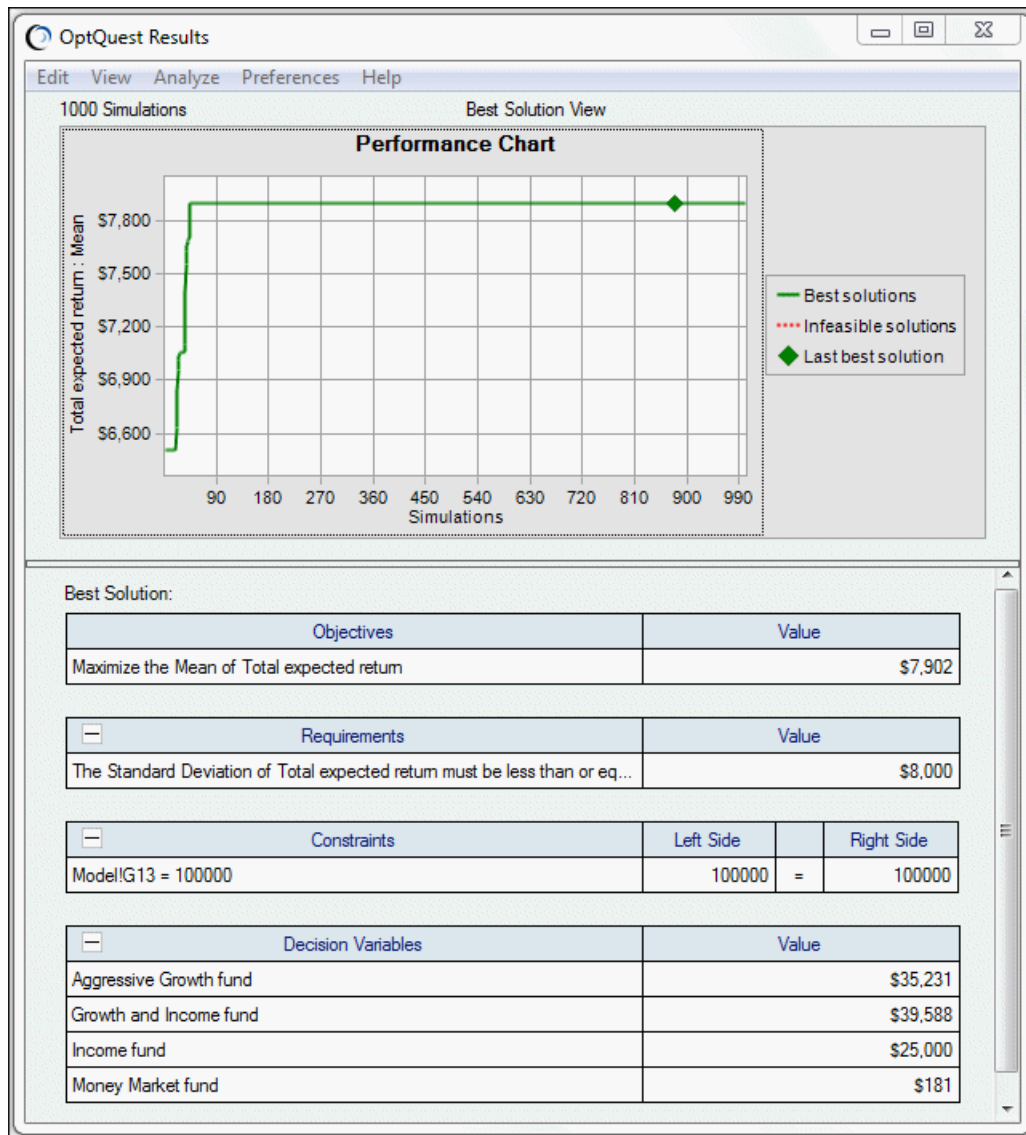
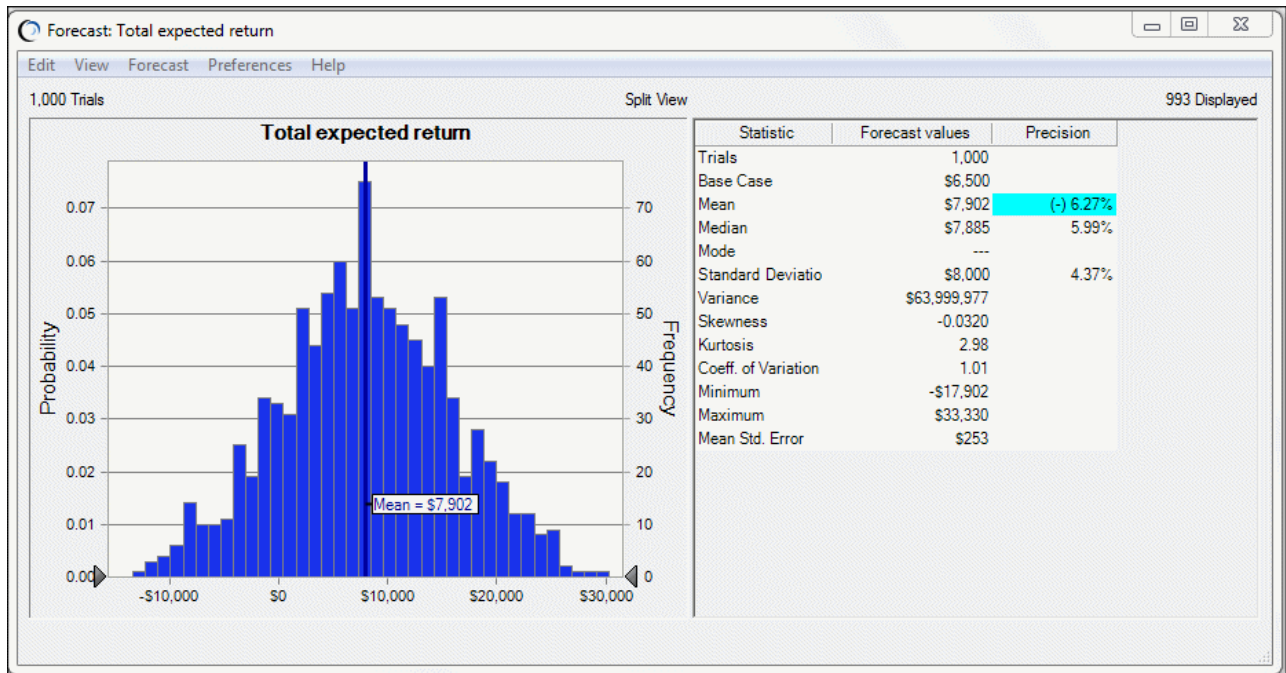


그림 34(76페이지)에 표시된 대로 OptQuest는 요구 사항을 충족하는 해도 찾았습니다. 총 예상 수익률의 표준 편차는 \$8,000 바로 아래입니다. 하지만 목표 값은 위험 제한 내에서 이전 해보다 훨씬 낮습니다(그림 30(72페이지)).

포트폴리오 할당 모델로 돌아가서 결과 예측 차트를 분할 뷰에 표시하면(그림 35(77페이지)) 새 값이 표시되는 것을 확인할 수 있습니다. 총 예상 수익률의 표준 편차는 \$8,000보다 약간 작고 변동 계수는 1보다 약간 큼니다.

그림 35. 위험 요구 사항이 더 낮은 최상의 최적 해



결과 해석

이 해는 현재 평균 수익률은 약간 더 낮지만 총 예상 수익률의 가변성이 약간 감소했습니다. 포트폴리오는 보수적 및 공격적 투자의 최상의 다각화를 찾아서 이러한 결과를 얻었습니다. 따라서 투자자는 큰 위험의 큰 수익률과 낮은 위험의 낮은 수익률 간에 타협해야 합니다.

이 해를 높은 위험 해와 비교하려면 어떻게 해야 합니까? 이 질문에 대답하기 위해 [그림 32\(74페이지\)](#)를 [그림 35\(77페이지\)](#)와 비교할 수 있습니다. [그림 35\(77페이지\)](#)에서는 평균 수익률이 더 낮지만 표준 편차, 차이 및 변동 계수(위험 지표)도 더 낮습니다.

포트폴리오 할당 최적화 요약

식별된 최상의 OptQuest 해는 문제의 진정한 최적 해가 아닐 수도 있지만 진정한 최적 해에 가깝습니다. 결과의 정확도는 검색에 대해 선택한 시간 제한, 시뮬레이션당 시행 수, 결정 변수 개수 및 문제의 복잡성에 따라 달라집니다. 결정 변수가 많을수록 더 많은 개수의 시뮬레이션이 필요합니다. 검색 절차의 자세한 내용은 *Oracle Crystal Ball* 참조 및 예제 가이드의 OptQuest 섹션에서 확인할 수 있습니다.

OptQuest를 사용하여 최적화 문제를 해결한 후 결정 변수의 최적 값으로 장기 Crystal Ball 시뮬레이션을 실행하여 권장 해의 위험을 보다 정확하게 계산합니다.

용어집

가정	스프레드시트 모델에 대한 입력 또는 예상 값입니다. 가정은 확률 분포를 사용하여 모델 데이터의 불확신도를 캡처합니다.
결정 변수	제어할 수 있는 모델의 변수입니다.
결정적	단일 값 결과를 생성하는 임의 변수가 없는 모델 또는 시스템입니다.
난수	확률 분포를 준수하기 위해 공식에서 생성되었거나 테이블에서 선택된, 수학적으로 선택한 값입니다.
난수 생성기	일련의 독립 난수를 생성할 수 있는, 컴퓨터 프로그램에서 구현된 메소드입니다.
다목적 최적화	반환 최대화, 위험 최소화 등 충돌하는 여러 목표를 하나의 목표로 결합하는 기법입니다.
단계 크기	정의된 범위에서 이산 결정 변수의 연속 값 차이를 정의합니다. 예를 들어 범위가 1-5이고 단계 크기가 1인 이산 결정 변수는 값 1, 2, 3, 4, 5만 포함할 수 있습니다. 범위가 0-17이고 단계 크기가 5인 이산 결정 변수는 값 0, 5, 10, 15만 포함할 수 있습니다.
라틴 하이퍼큐브 샘플링	<p>가정의 확률 분포를 동일한 확률 간격으로 나누는 샘플링 메소드입니다. 간격 수는 [Crystal Ball 실행 환경설정] 대화 상자에서 사용 가능한 [샘플 크기] 옵션에 해당합니다. 각 간격에 대한 난수가 생성됩니다.</p> <p>기존의 몬테카를로 샘플링과 비교하여 라틴 하이퍼큐브 샘플링은 전체 분포 범위가 보다 일관된 방식으로 샘플링되므로 더 정확합니다. 이 메소드의 정확도가 증가하면 각 가정의 전체 라틴 하이퍼큐브 샘플을 포함하기 위한 메모리 요구 사항이 추가됩니다.</p>
마법사	최적화 모델을 생성 및 실행하는 단계를 안내하는 기능입니다. 이 마법사는 완료할 패널을 올바른 순서대로 표시합니다.
메타 휴리스틱	유전자 알고리즘, 모의 담금질, 타부 탐색법, 분산 탐색법 및 해당 하이브리드가 포함된 최적화 방법군입니다.
모델	Excel과 같은 스프레드시트 응용 프로그램의 문제 또는 시스템 표현입니다.
목표	모델 목표의 수학적 표현을 제공하는 결정 변수 측면의 예측 공식입니다.
민감도	가정 또는 결정 변수 셀의 불확신도(확률 분포) 및 모델 민감도 둘 다의 결과인 예측 셀의 불확신도 양입니다.
민감도 분석	가정 또는 결정 변수 셀과 관련해서 예측 셀의 민감도 계산입니다.
백분위수	값과 같거나 더 작은 확률 분포의 퍼센트를 나타내는 0에서 100까지 스케일의 숫자입니다(기본 정의).
범위	각 결정 변수에 대해 설정한 최대 또는 최소 제한입니다.
범위	데이터 세트에서 가장 큰 값과 가장 작은 값 사이의 차이입니다.
변동 계수	표준 편차를 평균과 비교하는 상대 변동 측정값입니다. 비교를 위해 결과를 백분율로 나타낼 수 있습니다.

변수	값 세트 중 하나를 가정할 수 있고 일반적으로 공식에서 참조되는 수량입니다.
분포	확률 분포를 참조하십시오.
비대칭	비대칭 분포입니다.
비대칭도	비대칭 분포 기준에서 곡선의 편차 정도 측정값입니다. 비대칭도가 클수록 곡선 최고점의 한쪽에 반대쪽보다 많은 곡선의 포인트가 있습니다. 비대칭도가 없는 정규 분포 곡선은 대칭입니다.
비선형	공식의 하나 이상 항이 비선형인 수학적 관계입니다. x^2 , xy , $1/x$ 또는 $3.1x$ 와 같은 항은 비선형 관계를 만듭니다. 선형을 참조하십시오.
빈도 분포	그룹으로 세분화하고 빈도 개수를 표시하여 값 목록을 그래픽으로 요약하는 차트입니다.
상관 계수	가정 셀 간의 양수 또는 음수 상관 정도를 수학적으로 지정하는 -1과 1 사이의 숫자입니다. 상관이 1이면 완벽한 양수 상관이고, -1이면 완벽한 음수 상관이고, 0이면 상관이 없음을 나타냅니다.
상관관계	가정 셀 사이에 있는 종속성입니다.
선형	공식의 모든 항에 단일 변수와 상수의 곱만 포함될 수 있는 수학적 관계입니다. 예를 들어 $3x-1.2y$ 는 첫 번째 항과 두 번째 항에 상수와 변수를 곱한 값만 포함되기 때문에 선형 관계입니다.
성능	최적화 프로그램의 경우 고품질 해결 방법을 가능한 한 빨리 찾는 능력입니다.
순위 상관	Crystal Ball이 상관 계수를 계산하기 전에 최저 값에서 최고 값(1-N)까지의 순위로 가정 값을 바꾸는 메소드입니다. 이 메소드를 사용하면 가정의 상관관계를 설정할 때 분포 유형을 무시할 수 있습니다.
스프레드시트 모델	실제 또는 가상 시스템이나 관계 세트를 나타내는 스프레드시트입니다.
시드 값	난수 순서에서 첫 번째 숫자입니다. 지정된 시드 값은 시뮬레이션을 실행할 때마다 가정 값에 대해 동일한 난수 순서를 생성합니다.
시뮬레이션	Crystal Ball 시행 세트입니다. OptQuest는 다양한 결정 변수 값 세트에 대해 여러 시뮬레이션을 실행하여 최적 해를 찾습니다.
시행	Crystal Ball에서 가정 셀에 대해 난수를 생성하고, 스프레드시트 모델을 다시 계산하고, 결과를 예측 차트에 표시하는 3단계 프로세스입니다. Crystal Ball 시뮬레이션은 여러 시행으로 구성됩니다.
실행가능해	결정 변수에 적용된 제약 조건과 예측 통계에 적용된 요구 사항을 모두 충족하는 해입니다.
안전 재고	계획된 사용률 이상으로 재고를 유지할 추가 수량입니다.
연속	소수일 수 있는 변수입니다(하한과 상한 사이의 임의 값을 사용할 수 있음). 단계 크기는 필요하지 않으며 지정된 범위에 무한 개수의 가능한 값이 있습니다. 또한 연속은 연속 변수만 포함된 최적화 모델을 설명합니다.
예측	스프레드시트 모델에 그래픽 또는 숫자로 출력된 수학적 가정 조합의 통계 요약입니다. 예측은 가능한 모델 결과의 빈도 분포입니다.

예측 목표	OptQuest에서 최적화의 주요 목표로 사용하는 모델의 단일 예측입니다. OptQuest는 예측의 분포 통계를 최대화 또는 최소화합니다.
예측 통계	예측 분포의 요약 값입니다(예: 평균, 표준 편차 또는 차이). 예측 통계를 최대화 또는 최소화하거나 대상 값으로 설정하여 최적화를 제어합니다.
요구 사항	해가 최적으로 고려되기 위해 통계가 지정한 하한과 상한 사이에 와야 하는 예측 통계의 제한입니다.
위험	일부 이벤트 또는 결정 결과의 불확신도 또는 가변성입니다.
위험 요소	미국 재무성 채권 등의 표준을 기준으로 투자 위험을 나타내는 숫자이며, 특히 APT에서 사용됩니다.
이산 변수	하한에 단계 크기의 배수를 더한 값과 같은 값만 가정할 수 있는 변수입니다. 단계 크기는 0보다 크고 변수 범위보다 작은 임의의 숫자입니다. 또한 이산은 이산 변수만 포함된 최적화 모델을 설명합니다.
재고	나중에 사용하기 위해 비축된 리소스입니다(예: 원자재, 반제품, 완제품). 재고에는 사람, 재무 및 기타 리소스도 포함됩니다.
재고 레벨	입고되지 않은 주문 수량을 계산하지 않은 보유 재고 수량입니다.
재고 위치	보유 재고 수량에 입고되지 않은 주문 수량을 더하고 이월 주문을 뺀 수량입니다.
재주문 시점	재주문할 때의 재고 위치입니다.
제약 조건	모델에 대한 가능한 해를 제한하는 제한입니다. 결정 변수 측면에서 제약 조건을 정의해야 합니다.
주문 수량	재고가 재주문 시점에 도달할 때 재주문하는 표준 제품 수량입니다.
중앙값	가능한 가장 작은 값과 가능한 가장 큰 값 사이의 중간(순서 측면) 값입니다.
차이	<p>합계가 실제 평균을 생성하는 n이 아니라 $n-1$로 나눈 값이라는 점을 제외하고 표준 편차가 대략 평균값에서 관찰값 개수(n) 편차의 제곱 합계 평균인 표준 편차 제곱입니다.</p> <p>차이는 평균을 중심으로 하는 값 세트의 분산 측정값으로 정의될 수도 있습니다. 값이 평균에 가까운 경우 차이가 작습니다. 값이 평균을 중심으로 넓게 분산된 경우 차이가 더 커집니다.</p>
첨도	곡선의 뾰족함 정도 측정값입니다. 첨도가 높을수록 곡선의 포인트가 곡선의 최빈 값에 더 가깝게 놓입니다. 정규 분포 곡선의 첨도는 3입니다.
최대	데이터 세트의 가장 큰 값입니다.
최빈값	존재할 경우 데이터 세트에서 자주 발생하는 값입니다.
최소	데이터 세트의 가장 작은 값입니다.
최적 해	최상의 결과를 생성하는 결정 변수 세트입니다.
최적화	모델에 대한 최적 해를 찾는 프로세스입니다.
최적화 모델	이익 또는 위험과 같은 수량(목표)을 최대화하거나 최소화하는 모델입니다.

최종 값	시뮬레이션 중 예측에 대해 계산된 마지막 값입니다. 최종 값은 시뮬레이션 시행 간에 값을 누적하는 함수가 예측에 포함되어 있고 예측이 다른 예측의 통계를 계산하는 함수인 경우에 유용합니다.
평균	숫자 관찰값 세트의 산술 평균으로, 관찰값 합계를 관찰값 개수로 나눈 값입니다.
평균 표준 오차	가능한 샘플 평균 분포의 표준 편차입니다. 이 통계는 시뮬레이션의 정확도를 나타내는 한 가지 표시를 제공합니다.
표준 편차	분포에 대한 변동의 제곱근입니다. 분포의 가변성, 즉 평균을 중심으로 하는 값의 분산 측정값입니다.
혼합	이산 및 연속 결정 변수가 둘 다 포함된 최적화 모듈 유형입니다.
확률	이벤트 발생 가능성입니다.
확률	하나 이상의 임의 변수가 있는 모델 또는 시스템입니다.
확률 분포	가능한 모든 이벤트 세트 및 관련 확률입니다.
확신도	범위 내에 해당하는 시뮬레이션 결과 비율입니다.
효율적 경계	요구 사항 또는 제약 조건 변경과 비교하여 목표 값을 그리는 곡선입니다. 일반적으로, 다양한 위험 레벨에 대해 포트폴리오 반환값을 비교하는 데 사용됩니다.
효율적 포트폴리오	하위 반환값을 생성하지 않고, 상위 위험 또는 하위 위험을 생성하지 않고 상위 반환값을 가져올 수 없는 자산 조합입니다. 효율적 포트폴리오는 효율적 경계 바로 아래에 있습니다.
휴리스틱	해를 향상하기 위한 자가 교육 근사 기법입니다.
APT	차익거래가격결정이론(Arbitrage Pricing Theory)의 약어입니다.
EOQ	경제적 주문량(Economic Order Quantity)의 약어입니다.
NPV	순현재가치(Net Present Value)의 약어입니다. NPV는 현재 값에서 초기 투자를 뺀 값입니다.
RAROC	위험이 조정된 자본 수익률을 계산하는 다목적 함수입니다.
STOIIP	Stock Tank Oil Initially In Place의 약어입니다. STOIIP는 유전의 예상 보유량(백만 배럴 단위)입니다.