



© All Rights Reserved by Lockheed Martin



도전

지역사회에 친화적인 전투기의
이륙 절차를 수립하기 위한
프로세스 개발

해결책

록히드 마틴 시스템 엔지니어는
다양한 JMP® 도구를 사용하여
이륙 프로파일 최적화

결과

소음 감소 연구에 대한 성과로
록히드 마틴 팀은 엔지니어
협회로부터 Distinguished
Engineering Project
Achievement Award 수상

보다 친화적인 하늘을 위하여

수상 경력에 빛나는 록히드 마틴 엔지니어들은 항공기 이륙 시 소음
문제 해결을 위해 통계적으로 접근하였습니다.

활주로에서 이륙하는 전투기 옆에 서있어
보았거나, 공군 기지 근처에 살아보았다면,
지넷 엘리엇(Jeanette Elliott)의 작업이
얼마나 중요한지 이해할 수 있습니다.

엘리엇은 텍사스 포트워스에 위치한 록히드
마틴 에어로노틱스의 개념설계그룹 시
스템 엔지니어로 일하면서 항공기 설계를
최적화합니다. 그룹의 작업 대부분은 개발
초기 단계에서 이루어지지만, 일단 비행기
가 개발되면 엔지니어는 항공기 운용에서
개선 방법을 다시 한 번 검토합니다. 그룹의
주요 고객은 군사 기관입니다.

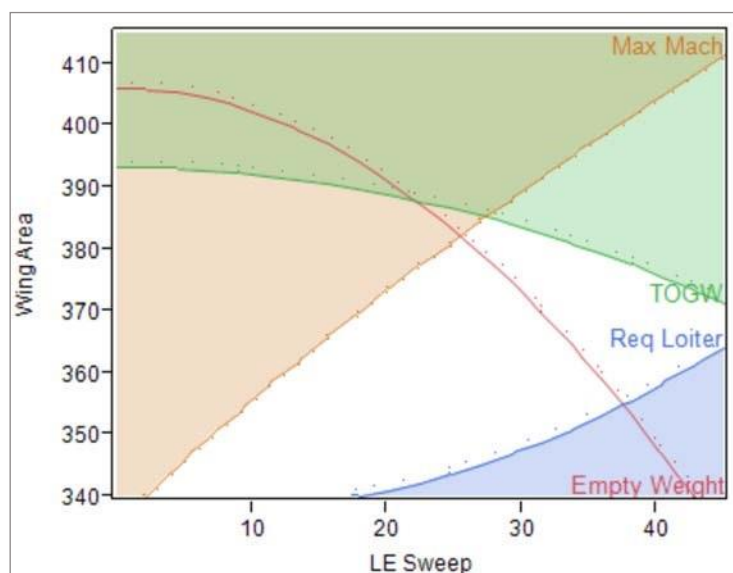
2011 년 엘리엇과 동료들은 주변 지역에 영
향을 미치는 소음 최소화를 위해 전투기의
비행 패턴을 연구하는 프로젝트로 전미 공
학상을 수상했습니다. SAS 의 통계적 발견
소프트웨어 JMP®는 연구원들이 기지 근처
에서 비행 패턴을 평가하는 데 도움이 되었
고, 프로젝트는 엔지니어 협회의 특별 공로
상을 수상했습니다.

전체 프로세스인 RPMDM(Rapid Profile
Development Methodology)은 정확한
결과를 신속하게 생성할 뿐만 아니라 창의
적인 솔루션을 내도록 자극합니다.

“JMP 를 사용하면
프로세스가 훨씬 쉽고
빨라집니다. 몇 시간에서
며칠씩 걸리던 작업을
몇 초 만에 끝낼 수 있습니다.”

지넷 엘리엇

록히드 마틴 개념설계그룹
시스템 엔지니어



등고선 프로파일러는 한 번에 두 가지 요인에 대한 적합 모델의 등고선을 보여
주며 타당성 영역을 표시합니다.

“JMP 를 사용하면 손쉽게 디자인 공간을 설계한 다음,
데이터와 시간을 보다 효율적으로 활용할 수 있습니다.”

지넷 엘리엇

엘리엇은 이 방법론의 개발로 비행기 매개 변수와 비행 조건을 신속하게 변경한 다음 지역 사회의 소음에 미치는 영향을 조사할 수 있었습니다.

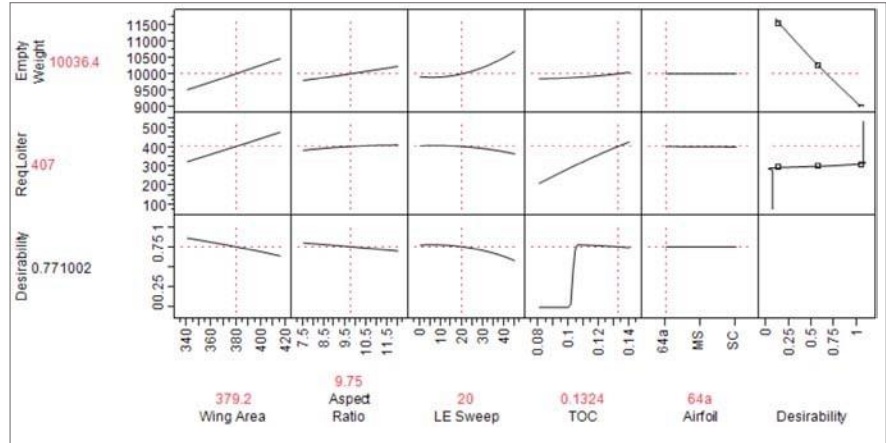
데이터를 이해로 전환시키기

항공기 소음은 성가시지만 한 게 아닙니다. 주택 가치에도 영향을 줄 수 있습니다. 이 문제를 해결하는 것은 군대가 이웃과 좋은 관계를 유지하는 데 도움이 됩니다. 록히드 마틴 팀은 특정 공군기지 내 다양한 기종의 전투기에 대한 최적의 ‘이륙 프로파일’을 찾아내서 지역사회와 조종사 모두에게 친화적인 절차를 수립하는 프로세스를 개발했습니다. 비행 안전에 대한 조종사의 우려와, 소음에 대한 지역사회 우려 모두를 고려해야 합니다.

진행중인 프로세스는 이륙 거리 및 상승 속도와 같은 항공기 성능 측정을 통합합니다. JMP 회귀 방정식은 비행 절차와 관련해 제안된 변경사항의 소음 감소 가능성을 판단하기 위해 소음 수준을 계산하는 미 공군 및 연방 항공국의 컴퓨터에 연결됩니다.

그런 다음 조종사는 시뮬레이터에서 각 프로파일의 효과를 테스트하여 특정 설정에 가장 긍정적인 영향을 줄 수 있습니다. 테스트는 F-35 에서 수행되었으나, 록히드 마틴의 F-16 등 모든 기존 항공기에서도 쉽게 수행할 수 있습니다.

팀의 연구는 출력 설정, 상승 각도 및 기타 매개변수를 조정하면 소음이 크게 줄어 들 수 있음을 보였습니다. 엘리엇은 JMP 를 사용하여 발견 프로세스를 보다 신속하고 효율적으로 만듭니다. 그녀의 주요 임무는 ‘데이터를 이해로 전환하고 더 나은 결정을 내릴 수 있게 돕는 것’입니다.



프로파일 러는 한 특성의 변경이 다른 특성에 어떤 영향을 미치는지 보여주고 가정 분석을 수행하는 데 사용됩니다.

분석 결과에서 그녀의 팀은 항공기 윤곽 변경이 소음 윤곽에 미치는 영향을 보고 비행 윤곽을 변경하는 방법을 제안할 수 있습니다. “비행기 프로파일을 노이즈 코드에 연결하면 즉시 그 효과를 볼 수 있습니다. JMP 를 사용하면 이 프로세스가 훨씬 빠르고 쉽습니다.” 엘리엇은 말합니다.

“이 프로세스는 수기 입력 오류를 줄일 뿐만 아니라 이전에 몇 시간 또는 며칠이 걸리던 작업을 몇 초 만에 달성할 수 있습니다.”

또한 JMP 에 분석 결과가 있으면 자세한 분석 코드를 다시 조사하지 않고도 새로운 프로파일을 개발할 수 있습니다.

엘리엇은 말합니다. “더 이상 코드 전문가가 아니어도 더 많은 사람들이 결과를 함께 사용할 수 있습니다. 자세한 코드로 돌아가지 않고도 새로운 프로파일을 신속하게 구성할 수 있게 해줍니다.”

최적의 디자인을 정확하게 산출

엘리엇은 또한 초기 디자인 단계에서부터 JMP 를 사용합니다. 처음 항공기가 완성된 후 엔지니어는 실험을 설계하고 다분야 설계 최적화(MDO)를 수행해 설계에 가장 적합한 변수 조합을 결정합니다. 예를 들어 항공기의 길이 또는 날개 특성 변경이 성능, 비용 또는 기타 측정에 어떤 영향을 미치는지를 평가합니다.

엘리엇은 JMP 에서 실험 설계(DOE)를 위한 최첨단 기능을 사용하여 가능한 요인 설정 조합을 탐색합니다. “데이터를 생성한 다음이 데이터를 JMP 로 가져와 회귀를 생성하고 곡선을 구합니다. 분석 시나리오로 돌아가지 않고도 다양한 시나리오를 살펴보고 요구 사항을 변경하고 다시 최적화할 수 있습니다.”

엘리엇은 JMP 프로파일 러를 사용하여 한 특성의 변경이 다른 특성에 미치는 영향을 보여 줄 수 있습니다.

“100 가지 비행기 디자인, 다양한 거리, 무게와 임무 시간을 가지고 있다고 가정해 봅시다. 제약 조건들을 설정하고 ‘이만큼까지 가는 가장 가벼운 비행기를 주세요’라고 말할 수 있습니다. JMP 를 사용하면 해당 디자인을 정확히 찾아 낼 수 있습니다.”

궁극적으로 이 프로세스는 항공기의 최적 설계를 산출합니다.

“좋은 점은 누군가가 돌아와서 무언가를 바꾸고 싶다고 말하면, 예를 들어 조금 더 멀리 여행하고 싶다면, 돌아가서 모든 것을 다시 실행할 필요가 없습니다. 최적화 프로그램에서 제약 조건만 변경한 다음 새로운 디자인에 어떤 영향을 미치는지 보여줄 수 있습니다.”

JMP 는 그녀가 최적의 요점을 찾도록 도와줍니다. “JMP 가 아니라면 어떻게 이걸 할 수 있을지 모르겠네요.”

디자인 스페이스 설계

엘리엇은 또한 단계적 회귀 분석에 JMP 를 사용하여 어떤 변수가 중요하고 따라서 설계 방정식에 포함되어야 하는지를 결정합니다.

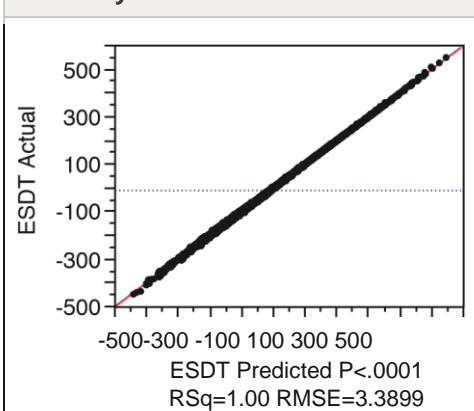
때로는 항공기 설계와 마찬가지로 방정식에서 차수 변수를 제거할 수 있습니다. “작은 방정식을 갖는 것이 확실히 더 좋습니다. 특히 변수가 많은 경우일 때 그렇습니다. 모든 것을 포함하기에는 너무 압도적입니다.”라고 엘리엇은 설명합니다.

또한 JMP 윤곽선 프로파일러를 사용하여 한 번에 두 가지 요인에 대해 적합 모델의 윤곽선을 표시합니다. 또한 추세를 감지하기 위해 커브-피팅을 수행하기 전에 소프트웨어의 Fit Y by X 기능을 사용하여 데이터를 먼저 검토합니다.

엘리엇은 JMP 를 위한 새로운 애플리케이션을 계속 배웁니다. 그녀는 드래그앤드롭으로 동작하는 그래프 빌더, 품질 및 안정성 데이터 분석, 효율적인 실험 설계, 대화식으로 모델 비교 및 사용자 정의 된 응용 프로그램 작성을 위한 소프트웨어의 최근 개선 사항을 찾아봅니다.

엘리엇의 결론은 간단합니다. “JMP 를 사용하면 쉽게 디자인 공간을 설계한 다음, 데이터와 시간을 보다 효율적으로 활용할 수 있습니다.”

Actual by Predicted Plot



Summary of Fit

RSquare 0.999469
RSquare Adj 0.999461
Root Mean Square Error 3.389913 Mean
of Response -10.7912
Observations (or Sum Wgts) 3944

Analysis of Variance

Source	DF	Sum of Squares	Mean Square	F Ratio
Model	59	83982889	1423439123868.7	Error 3884
44633	11	Prob > F	C. Total 3943	84027522 <.0001*

설계 시뮬레이션 데이터는 Fit Model 플랫폼에서 피팅하고 분석합니다.



SAS Institute Inc.

JMP is a software solution from SAS. To learn more about SAS, visit sas.com

For JMP sales in the Korea, call 02-2191-7117/7225 or go to jmp.com

SAS and all other SAS Institute Inc. product or service names are registered trademarks or trademarks of SAS Institute Inc. in the USA and other countries. ® indicates USA registration. Other brand and product names are trademarks of their respective companies. 106217_S105350.0313

The results illustrated in this article are specific to the particular situations, business models, data input, and computing environments described herein. Each SAS customer's experience is unique based on business and technical variables and all statements must be considered non-typical. Actual savings, results, and performance characteristics will vary depending on individual customer configurations and conditions. SAS does not guarantee or represent that every customer will achieve similar results. The only warranties for SAS products and services are those that are set forth in the express warranty statements in the written agreement for such products and services. Nothing herein should be construed as constituting an additional warranty. Customers have shared their successes with SAS as part of an agreed-upon contractual exchange or project success summarization following a successful implementation of SAS software.