

	<h2 style="text-align: center;">구조 소음·진동 관련 상용 소프트웨어</h2> <p style="text-align: center;">이상엽* · 이재규 (LMS Korea)</p>
--	---

1. 머리말

소음·진동 엔지니어링을 위한 도구로서의 상용 소프트웨어는 지난 20여년 간 많은 변화를 겪었으며, 이는 제품 생산 프로세스에서의 삼위 일체로 불리는 도구(기술, 사람), 프로세스, 정보의 인프라와 마찬가지로, 엔지니어링 작업에서의 도구로서의 소프트웨어의 역할에서, 프로세스와 데이터베이스를 지원하는 형태로 일부 변화되었으며, 일부는 변화되어 가고 있는 추세이다.

특히 개인용 컴퓨터의 발달과 더불어 여러 사람이 공유하여 사용되었던 계측기기(“소프트웨어가 내장된”) 및 해석 관련 소프트웨어(대형 컴퓨터에서만 사용되었던)로부터, 개인용 컴퓨터에서 양자를 함께 사용하는 디지털 중심의 hybrid, multi disciplinary, multi attribute 소프트웨어로 융화되어 가고 있으며, 또한 엔지니어링을 위한 하나의 도구로서의 소프트웨어 기능은 디지털 중심의 기술 통합에 결과로서 하나의 개발과정을 단순한 입력과 출력 모델로 묘사되는 프로세스 자체를 지원(여러가지의 요소 기술 통합 및 데이터의 상호 호환 모델이 제정 되어야만 가능함) 하는 형태로 변화 되었다. 이로 인해 한편에서는 프로세스에서 사용되는 다양한 데이터 모델의 표준이 제정되고 있으며, 다른 한편으로는

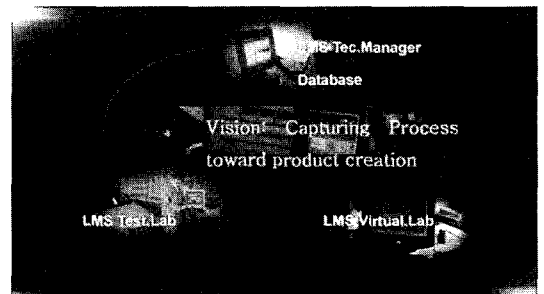
이를 지원하기 위한 데이터베이스 소프트웨어가 상용화되고 있다.

이들 3가지 요소(도구, 프로세스, 데이터베이스)는 제품 개발 과정에서 기존의 결과를 참조 사용하여 미래의 제품 개발 적용 등의 폭넓은 소프트웨어를 활용하기 위해서는 구매 시에 반드시 고려해야 되는 요소이다.

제품의 개발/생산 과정에서 발생하는 엔지니어링 프로세스 상의 도전과제를 나열하면 대체적으로 아래와 같다.

- 개발 비용 절약 및 무게의 감소.
- 기존 부품 활용 및 기술 혁신을 통한 제품 개발기간의 단축.
- 보다 정확한 시뮬레이션 예측을 통한 시제품 절약, 자원 감축 및 기존 제품의 재사용과 인건비 절약을 통한 생산성 향상.

OEM 과 협력업체 사이의 정보망 구축으로 인



한 동질성의 확보 등은 필수적인 요소이다.

이를 위한 엔지니어링으로서, 필자가 속한 L사에서는 Virtual.lab 소프트웨어 개발 시 다음 3가지의 항목을 차세대 기능 성능 엔지니어링을 위해 필수적인 항목으로 분리 하였으며, 이는 새로이 세계화로 형성된 무한 경쟁 체제에서 생존 및 성장을 향한 전략 수립을 위한 필수 불가결한 엔지니어링 요소이다.

- (1) CAE와 테스트의 분리 독립되어 있는 엔지니어링에서 정확하고 실제적인 제품 성능 엔지니어링을 위해 테스트와 CAE의 협력 결합 사용 방식인 하이브리드 엔지니어링으로의 의식 체계의 전환
- (2) 부품의 성능 개선 만이 아닌 완제품에서의 각 부품의 기여도 해석 및 완제품의 성능 향상을 목적으로 한 엔지니어링으로의 사고의 전환
- (3) 서로 상충되는 Attribute간의 문제를 통합하여 해석하는 기술의 융합으로 인한 신속한 의사 결정.

이는 LMS사의 차세대 소프트웨어 제품 개발에 있어서 가장 중요시하는 핵심 요소이며, 이를 지원하기 위한 제품 군으로서 시험에 사용되는 Test.lab 소프트웨어, 가상 제품 성능 예측에 사용되는 Virtual.lab 및 엔지니어링 데이터베이스 구축에 사용되는 tec.manager 등이 있다.

소프트웨어 각각의 기능 설명에 앞서 테스트에

서 사용되는 소프트웨어 또한 디지털 중심의 기술 통합에 적합하도록 소프트웨어 개발 과정에서 고려된 3가지 전략적 요소로서는 다음과 같다.

비용 절감 : Workflow 지원으로 인한 시험 방법의 효율적인 개선과 이로 인한 제품 원형 수감 감소로 인한 비용 절감.

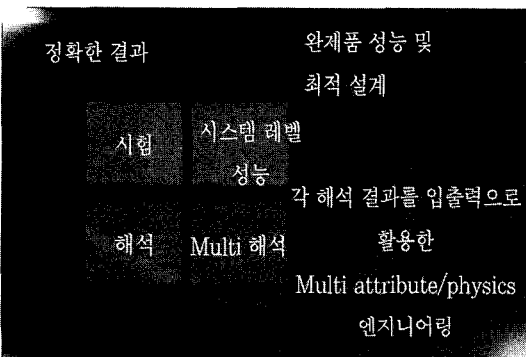
생산성 향상 : 동시 측정모드의 지원으로 인한 측정 시간의 단축과 템플레이트 사용 및 시험 자동화 지원에 의한 생산성 향상.

기술 혁신 및 정보 공유 : 소음 · 진동 센서 뿐만 아니라, 압력, 온도, 앵글, Torsion 측정 지원으로 인한 복합 시험 지원, CAE와 테스트 결합 해석(hybrid simulation), 가상 성능 예측 지원을 위한 데이터 공유 모델 개발, 측정 데이터 색인 및 문서화 지원으로 인한 정보의 공유 모델 지원함으로써 기술 혁신을 도모 하였다.

2. 소음 진동 시험분야에 차세대 기술 혁신 LMS Test.Lab

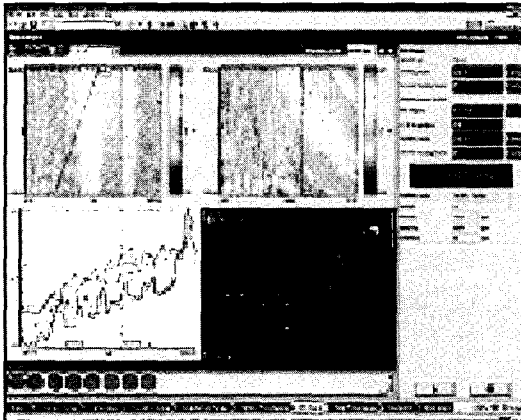
LMS Test.Lab 은 시험 기반 소음 · 진동 엔지니어링을 위한 가장 완벽한 응용 소프트웨어이며, 구조 진동, 회전체, 소음 시험 및 분석, 환경시험, 보고 및 데이터 공유 등의 기능을 포함 하고 있습니다. 컴퍼넌트 기반 모듈 개발과 공통 개방 표준을 채택하여 개발됨으로써 신뢰성 기준은 물론이고, 타 Windows응용 소프트웨어와 통합이 간편하게 될 수 있도록 설계되어 있고, Window에서 사용되는 대화형 사용자 환경을 채택하여, 모든 시험 모듈의 사용자 환경을 통합함으로써, 새로운 응용 소프트웨어를 추가 시 단지 투자의 증가 만 있을 뿐이지 어떠한 추가 교육도 필요치 않습니다.

Test.Lab 은 작업 흐름도 형식의 workbook 개념, 템플릿 기능과 ADD-In 개념 도입으로 인하여 사용자의 특정 요구에 맞는 광범위한 측정 및 분석 과정을 제공합니다.



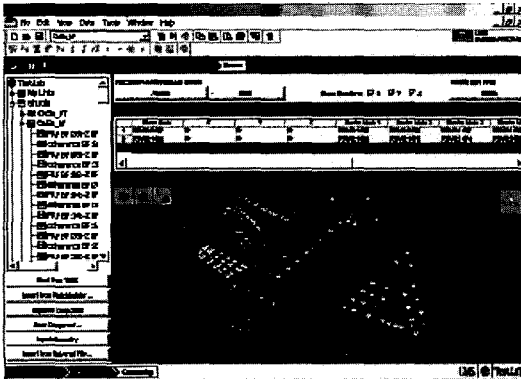
2.1 Test.Lab Desktop

LMS Test.Lab Desktop은 Test.Lab 제품군의 기본 모듈로 사용되며, 모든 형태의 데이터에 투명하게 접근이 가능한 개방형 구조로써, 측정 데이터의 비교 분석 및 문서화, 프린팅, 보고서 관리에 요구되는 기능을 제공 합니다. 특히 active/bitmap 형태의 전자파일 또는 paper로의 출력 기능 등을 포함하고 있고, 사용자가 원하는 임의의 graph format을 만들 수 있으며, batch printing과 데이터의 조작을 위한 block editor 및 data conditioning기능을 지원합니다.



2.2 Test.Lab Structural Testing

LMS Test.Lab Structural Testing 은 다채널 구조 시험 및 분석을 위해 설계된 제품 군입니다. Test.lab에서는 측정 매개변수의 정의, 센서 calibration, 채널 설정 정의 시 발생하는 오류를 줄



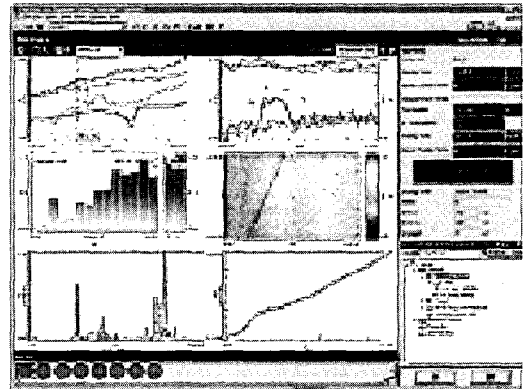
이고, 생산성 및 사용자 편의성을 증가시키기 위해, 작업이 각 단계별로 이루어집니다. 측정단계에서는 spectral acquisition, modal impact, source control 등이 제공되고, 데이터의 분석을 위해 geometry, modal analysis와 polyMAX modal analysis, operational deflection shapes & time animation, operational modal analysis 등의 모듈이 선택 사양으로 제공되고 있습니다.

2.3 Test.Lab Rotating Machinery

회전체 신호 측정 모듈은 회전 기계 장치 류의 운행 중 발생하는 소음 및 진동 레벨을 평가하는데 사용됩니다.

기존의 어떠한 장비도 narrow band spectra, synchronously sampled orders, ANSI compliant 1/3 Octave 와 long time data(TDF data file)등을 동시에 측정 할 수 있는 것은 없었습니다. 그러나 LMS Test.lab 은 위와 같은 신호의 동시 측정 기능을 제공할 뿐만 아니라, 이로 인한 측정시간의 단축이 가능 합니다. 또한, 압력, 온도의 측정에 사용되는 slow channel, RPM 신호 측정에 사용되는 Tacho 채널 및 Tacho 채널로부터 속도 및 거리의 계산에 사용되는 Derived 채널 등을 지원 합니다.

Test.Lab은 operational deflections shape을 포함한 온라인 및 오프라인의 병행 처리가 가능하므로, 엔지니어에게 보다 나은 엔지니어링 능력을 가질 수 있도록 해줍니다. 관련된 모듈로는



signature testing, signature acquisition, signature data post-processing, throughput validation and processing host, signature throughput processing, order tracking acquisition, order tracking during signature acquisition 등이 있으며, 측정된 데이터들을 비교하고 평균값들을 취하기 위한 run data averaging and comparison 모듈이 제공됩니다.

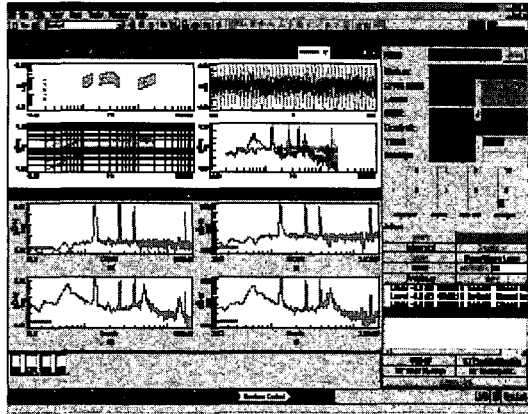
2.4 Test.Lab Acoustics Testing

LMS Test.Lab acoustic testing은 음향 레벨과 주관적인 소리 인지의 평가에 사용됩니다.

LMS SCADAS III front-end은 ICP/Voltage sensors, 콘덴서 마이크로폰, Strain gauge, 디지털 인공 헤드 등의 하드웨어를 지원합니다.

Sound power 측정 기능과 함께 1/3 옥타브 분석 기능을 제공 할 뿐만 아니라, 객관적인 음질 평가를 위한 sound metrics 계산이 가능하며, 주관적 평가를 위해 타임 신호의 저장 기능을 제공합니다.

Road noise 전달경로 분석을 위한 입력 데이터로서 multi-reference cross-power spectrum이 실시간으로 계산됩니다.



할 수 있는 장비를 요구하며, 연구 엔지니어는 현황 기술 형태를 갖춘 장비를 찾을 것 입니다. LMS Test.lab 은 이러한 다양한 형태의 응용 요구에 맞게 시스템을 공급 할 수 가 있습니다. 관련된 모듈로는 online random and acoustic reduction, online sine reduction, random control, shock control, sine control, tracked sine dwell 등이 있습니다.

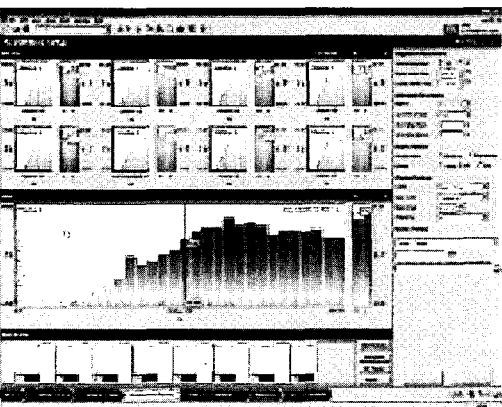
3. 기능성 엔지니어링을 위한 프로세스 통합환경으로서 LMS Virtual.Lab

소음, 진동, 음향 해석, 다물체 동역학, 승차감 및 조종 안정성, 피로 해석, 충격 및 안락도 해석 등의 기능 성능 엔지니어링을 위한 통합 프로세스 솔루션을 제공합니다.

3.1 3가지 특징

(1) 통합기능 : 기능 성능 관련 통합 프로세스 솔루션을 제공하기 위하여 해석 솔루션 간의 데이터 호환 장벽 제거뿐만 아니라, CAD, CAE, CAT모델 사이의 인터페이스 구축 및 이의 동일 해석 환경 제공합니다.

(2) 엔지니어링 기술 혁신 : 시험 모델과 해석 모델이 결합된 하이브리드 모델링 지원, 컴퍼넌트에 대한 성능 예측뿐 아니라 다양한 결합 방식



2.5 Test.Lab Environmental Testing

LMS Test.lab Environment testing은 다채널 환경 진동 시험 시스템 입니다. 일반적으로 기술 엔지니어는 사용하기 쉬운 장비를 찾을 것 이며, 개발 엔지니어는 챔버와 셰이커 제어 기능을 결합

및 결합 모델링 방식을 지원하고, 시스템 레벨의 성능 예측이 가능하며, 서로 상충되는 multiple attribute, 즉 진동/음향 성능과 내구 성능 등등에 대한 동일 솔루션 환경 제공 및 최적 설계 개념의 도입으로 기술 혁신을 꾀하였습니다.

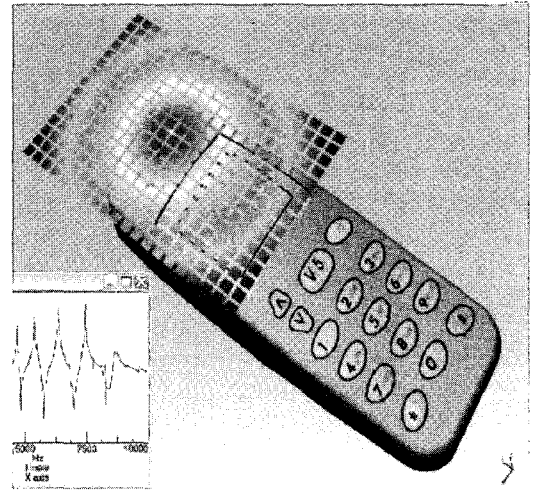
(3) Parametric analysis : 모든 엔지니어링 작업 내역의 기록, 작업 내역에 대한 템플릿 생성 기능, 입력 변수의 매개 변수화 기능 등의 제공으로 인한 프로세스 솔루션을 제공하고 있으며 이로 인한 표준화 작업 작성 과 이의 재사용이 용이 하므로 해석 결과에 대한 일률적인 결과 및 에러의 추적이 수월 하여, 결과적으로 해석 정확도 개선 및 시간과 비용을 절감을 꾀하였으며. 또한, morphing 기능의 도입으로 형상 최적 설계가 가능합니다.

3.2 Virtual.Lab의 구성

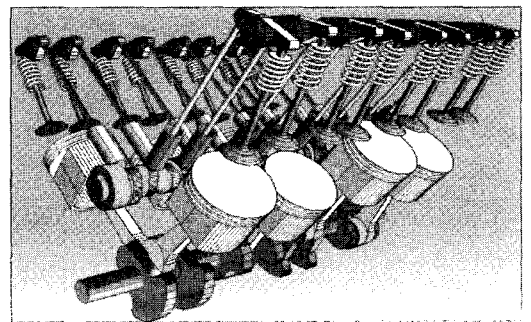
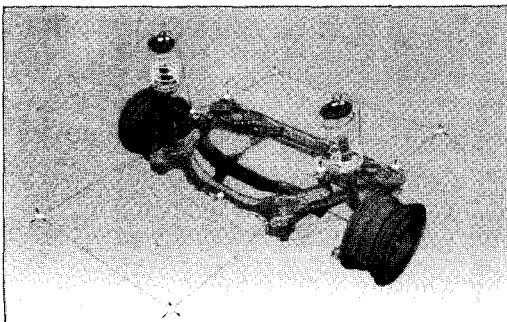
- **Virtual.Lab NVH** : NVH response analysis configuration, system level NVH response analysis configuration, NVH load analysis & contribution analysis configuration 등이 있으며, 해석 및 실험 모델로 표시되는 각 부 구조물의 다양한 결합 방식 및 해석 모델이 제공되며, 하중 유형은 spectral data, waterfall, order data 등이 가능하고 LMS cada-X, Test.Lab, universal file 등이 지원됩니다. 운행 중 하중을 받는 시스템의 소음과 진동 응답 예측이 가능하고, 시스템의 결합 해석과 구조 전달 경로의 기여도 해석 및 모달 기여도 해석 등에 사용

됩니다.

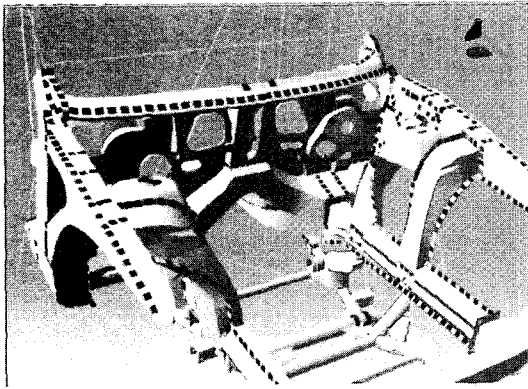
- **Virtual.Lab Acoustic** : Pre-acoustics configuration, boundary element acoustics configuration, numerical vibro-acoustics configuration, engine acoustics configuration 등이 있습니다. 구조 메시를 음향 메시로 단 시간에 자동으로 만들어 주고, BEM 메시와 메시에 가해진 경계 조건으로 실내/외 부의 음향 방사 해석이 가능하며, 구조물-음향, 음향-음향의 연성 해석 가능합니다.



- **Virtual.Lab Motion** : Standard motion simulation configuration, powertrain motion simulation configuration 등이 있습니다. 모든 파트의 하중을 예측할 수 있는 기능을 제공하고, 이 하중은 다시 FEA나 피로, 내구 및 음향 해석의 입력 값으로 사용 가능합니다.



- **Virtual.Lab Durability** : Component level durability 와 System level durability 가 있습니다. 실험이나 Virtual.Lab motion으로부터 얻어진 load data로부터 피로 수명 예측을 가능하게 하며, spot weld 및 seam weld가 포함된 구조물에 대한 피로 내구 해석이 가능합니다.



- **Virtual.Lab Optimization** : Standard optimization configuration 이 있습니다.

다양한 DOE 기법을 사용하여 Virtual.Lab을 사용한 기능 성능의 시뮬레이션 시 최적 설계가 가능하도록 필요한 도구를 제공한다. 일반 구속 문제 해결을 위한 최적 설계 알고리즘으로 - sequential quadratic programming과 generalized reduced gradient 기법이 제공됩니다.

4. Data Analysis & Acquisition System : SCADAS-III

LMS SCADAS III 는 다채널 동적 데이터 수집을 위한 최적의 모듈 기반 front-end이며, 채널 수로는 4 채널 부터 성능의 감소 없이 최대 1,000 채널까지 확장 할 수 있습니다.

Scadas III 는 FFT spectrum, overall RMS 레벨 및 동시 실시간 옥타브 분석을 실행 하기 위한 능력을 가지고 있으며, 채널 수 증가에 따른 데이터 수집 성능의 감소를 방지하기 위해 각 모듈 별 DSP를 보유하고 있습니다.

Scadas III 는 LMS Test.Lab 및 CADA-X 시스템에 통합되어 필드 시험과 실험실 시험 모두에 알맞도록 설계되어 있으며, 뛰어난 신호 대 잡음비를 지원하고 있습니다.

특징 ;

- 시험실 또는 필드 시험 용으로 구성
- 최소 4 채널, 최대 1,000 채널 지원
- ICP/Voltage, Charge, microphone, TEDS, bridge sensor 지원
- 106 dB dynamics range
- 4MS/s 의 throughput rate 유지
- 다양한 성능의 DSP 및 mainframe 구성

