



THEME 02

감성기반 다차원 통합설계 기술

전 인 기 | VP KOREA(주), 대표이사 | e-mail : ikjun@vp-korea.co.kr

제품에 대한 고객의 감성적 기대 수치가 높아짐에 따라 제품의 성능과 수명뿐만 아니라 감성품질의 고급화도 중요한 시대가 되었다. 기존의 가상 제품 개발 환경에 설계와 해석 소프트웨어의 유기적 통합과 가상 감성 평가 기술을 더 한 다차원 통합설계 기술의 개발이 한창 진행 중이며, 이러한 기술을 통한 제품의 고급화 실현 및 감성 수명 예측이 머지 않아 가시화될 것으로 생각된다.

컴퓨터의 발전으로 산업 각 분야의 설계, 평가, 벤치 마킹, 제품기획, 신뢰성, 품질 및 최적화 등 대부분의 엔지니어링 활동이 가상 제품 개발환경으로 전산화되어 왔으며, 이제는 각각 다른 목적으로 전산화 된 요소 기술들을 동시공학적인 관점에서 하나의 프로세스로 연결하는 다차원 통합 설계 기술에 관심이 모아지고 있다. 또한 가상 제품개발환경의 구축을 통해 가상공간에서 설계, 생산 및 품질관리를 수행하고 시제품 제작 전에 설계 검증 및 최적화를 수행함으로써 품질 문제를 사전에 예방하고 강건한 제품을 개발할 수 있는 기술 확보가 필수적인 시대가 되었다.

제품이 점차 고품질화 되면서 품질에 대한 고객의 감성적 기대 수치가 높아졌지만 품질 특성은 다양한 산포 특성으로 나타나므로 가상 제품 개발 환경에서는 쉽게 발견되지 않고 양산 후에 발생하여 제품의 브랜드 가치를 하락시키는 경우가 많다. 초기 품질의 관점에서는 문제가 없다가 내구 품질의 문제가 발생하는 경우에는 더욱이 현재의 가상 제품 개발 환경에서는 검출하기가 매우 어렵다. 이러한 다양한 품질 문제를 사전에 예방하기 위한 방법으로 강건 설계를 수행하는 사례가 늘고 있으며, 점차 가상 환경의 설계 시스템에서 강건 설계를 달성하기 위한 전산 실험계획법 등의 역할이 커져가고 있다. 하지만 일부 품질 문제는 감성적 품질로서 가상환경에서 분석하기가 쉽지는 않기에 향후 가상 감성 품질 평가 기법을 개발할 필요성

이 있다. 대부분의 품질 문제는 설계자가 예기치 못한 변동에서 기인하며 이러한 변동에 대한 성능의 변화를 선행 설계 단계에서 검출하는 것은, 막대한 금형 수정 비용이 발생하는 시험평가를 통한 품질 개선활동 보다 훨씬 효율적이라 할 수 있다.

다차원 통합설계는 다양한 차원의 정보를 정량화하고 연계하여 통합적으로 설계하는 방법을 말한다. 이러한 설계 방법을 실제로 적용하기 위해서는 제품 자체 고유기능과 사용 환경에 대한 다양한 요구 특성을 함께 고려하는 실용적 설계도구가 필요하다. 이를 위해 다양한 설계지원 정보(재료, 공차, 사용 환경, 열화 특성, 친환경성 등)에 대한 데이터베이스와 각 설계 정보를 토대로 다양한 요구사항을 수용하는 다차원 설계 소프트웨어가 필요하다. CAD를 통한 제품개발환경이 정착된 이후 컴퓨터 하드웨어 기반 기술로서 슈퍼컴퓨팅 기술의 진화, CAD 기반의 CAE 툴의 상용화, CAD 기반의 3차원 공차 분석 소프트웨어의 상용화, 다목적 최적화 기술의 발전 및 DFSS (Design for Six Sigma)와 식스시그마(Six Sigma) 활동의 전파 등의 다양한 관점에서의 접근이 시도되었다. 이러한 기술의 발전이 다차원 통합설계기술의 기반이 되고 있다.

제품이 고성능, 고부가가치화 됨에 따라, 기능이 다양해지고 복잡한 시스템이 되어 가고 있지만 그와 상반되게 경쟁력을 확보하기 위해 제품개발기간 및 개발 비용을 줄이는 요구가 높아지고 있다. 특히 자동차, 항

공기 등의 복잡한 제품에 대해 다양한 설계 목표에 대해 전문적인 분석과 설계 정보가 요구되며 여러 분야의 공학문제를 동시에 고려하여 설계의 통합화 및 최적화가 필요하며, 이러한 절차를 자동화하여 실질적인 설계 프로세스로 정착되어야 한다.

감성기반 다차원 통합설계 시스템은 가상환경의 설계 시스템에 대하여 성능, 기능뿐만 아니라 감성품질을 확보할 수 있는 설계 환경을 의미한다. 이러한 시스템을 구축하기 위해서는 최적화 기술, 컴퓨터 기반 구조기술, 개념설계 기술, CAD-CAE 연동 기술, 다분야 연계 해석 기술, CAD 정보 및 CAE 모델의 관리, 공차 설계 해석 기술, 신뢰성 평가 기술, 감성품질 평가 기술 및 품질 관리 기술이 필요하며, 궁극적인 목표는 개발 비용의 절감, 개발기간의 단축, 최적화 제품의 개발, 설계의 자동화, 제품 개발 과정의 효율성 증대 및 감성공학적 제품설계라 할 수 있다. 그림 1에 감성적 품질 문제, 신뢰성 문제 및 제품의 기본 기능을 동시에 고려하는 감성기반 다차원 설계 프레임워크의 사례를 나타내

었다.

제품 개발 과정을 통합이라는 관점에서 고려하며, 다음 다섯 가지의 통합과정을 고려할 수 있다. 첫 번째는 통합 데이터베이스이다. 여기에서 설명하고자 하는 데이터베이스는 재료, 환경, 공차에 대한 통계적 정보에 대한 CAD 모델 및 유한요소모델의 관리와 각종 설계 정보 및 물성, 성능 등에 대한 통합 데이터베이스이다.

가상 환경의 설계 시스템에 있어 기초적인 과정이 바로 정보의 관리 및 적용이라 할 수 있다. 어떠한 시스템이라도 기하공차, 제조공차 등의 산포를 가지고 있으며 많은 경우에 유한요소해석을 통해 얻어진 설계안에 따라 제품을 제작한 경우 상이한 결과를 나타낸다. 주요 변동요인으로는 물성 정보의 차이, 설계 정보의 변경, 공차 산포의 발생 그리고 제조기술인자의 변동이라 할 수 있다. 이러한 다양한 변동요인을 고려한 데이터베이스의 구축을 통해 보다 실질적인 시뮬레이션으로 가상 환경 설계 시스템을 운용할 수 있다. 이미

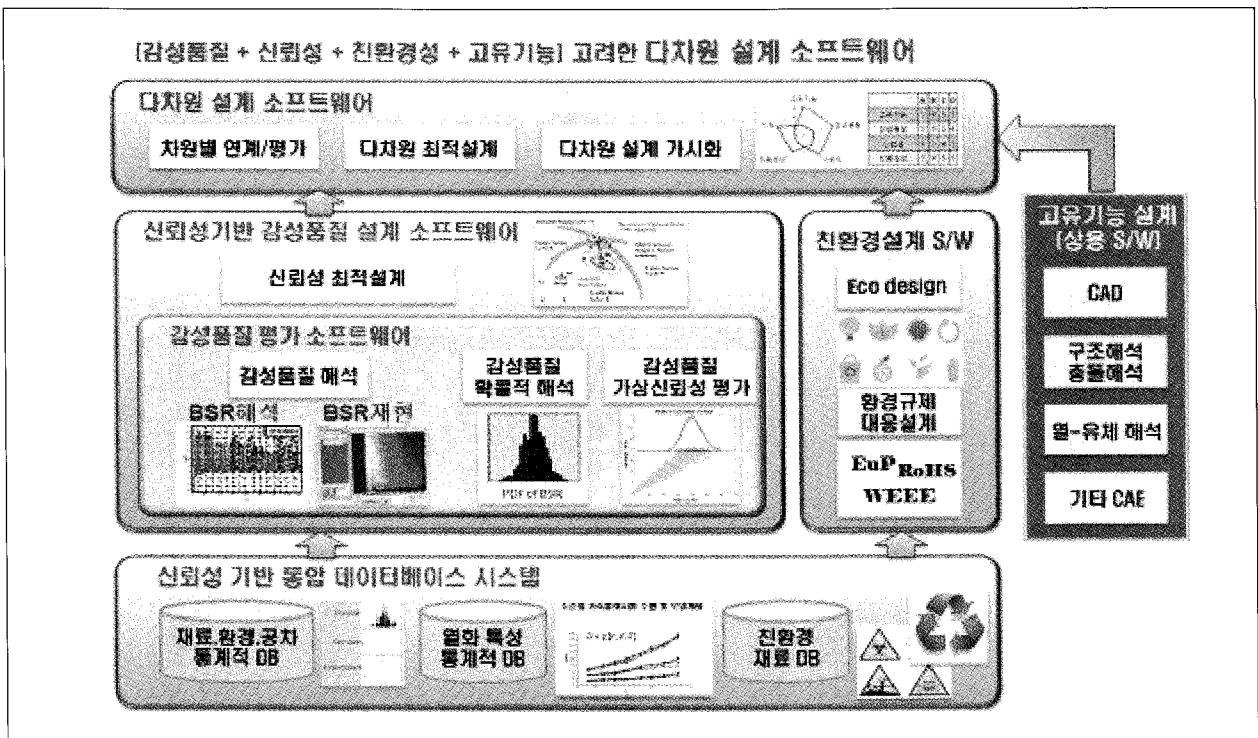


그림 1 감성품질 문제와 열화 신뢰성 문제를 복합적으로 고려하는 다차원 설계의 개념도

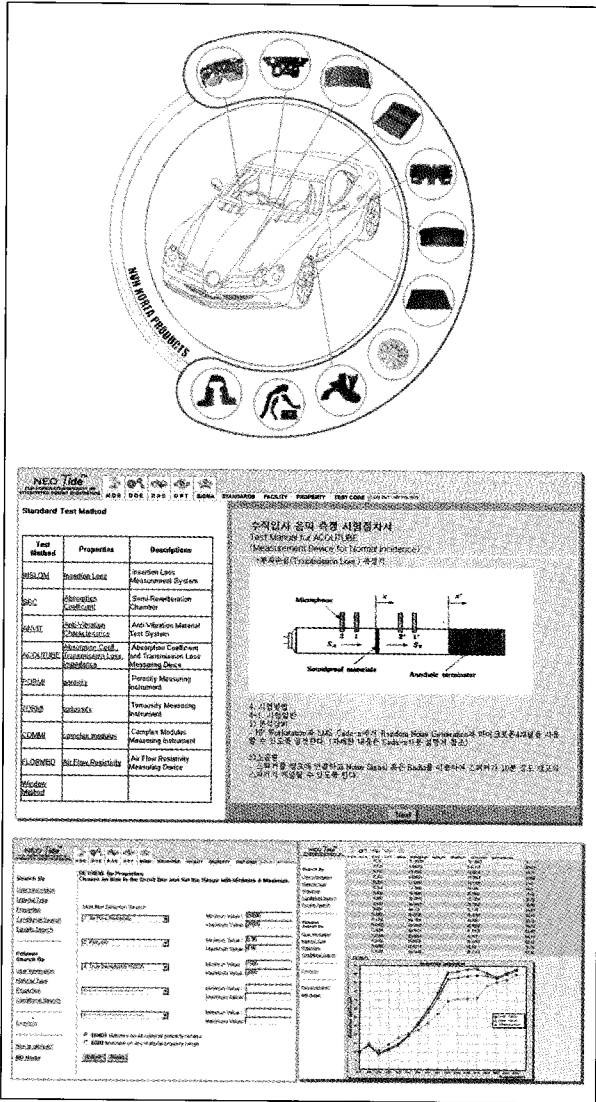


그림 2 자동차 내장재의 흡차음재 물성 데이터베이스

3DCS, CETOL 등의 3차원 공차해석 소프트웨어가 상용화되고 3차원 누적공차의 계산과 중력 부하 후의 공차 특성까지 실질적인 가상 환경을 구현할 수 있는 환경이 구성되었다. 그림 3은 소재, 부품, 실차 음향 성능을 분석하기 위해 제조인자를 고려한 반응표면모델(RSM: Response Surface Model) 기반의 데이터베이스 구축 사례를 나타내고 있다.

시뮬레이션 기술은 제품개발 단계에서 점점 활용이 증대되고 있으며, 제품의 다양화와 개발비용의 최소화를 위해서는 효율적인 시뮬레이션 수행과정이 필요하다. 그러나 기존의 시뮬레이션은 전사적인 협업프로세

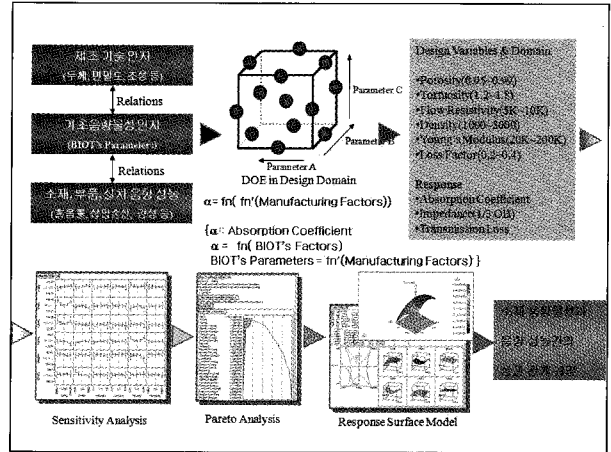


그림 3 제조인자를 고려한 반응표면모델 기반의 데이터베이스 구축 사례

스와 별도로 제품의 성능을 평가하거나 품질문제가 발생한 후에 활용되는 경우가 많았다. 제품설계 정보관리시스템(PDM: Product Data Management System)의 경우 설계 진행과정의 BOM관리, 도면 관리, 기술문서관리, 설계변경 이력관리, 시각화 등 설계 정보 통합 관리의 의미로서의 역할을 하고 있지만, 전체 설계 정보 통합화라는 관점에서 제품개발에 관련된 모든 시뮬레이션과 분석 데이터의 지식을 저장하고 관리할 수 있고, 부서간 팀원간 협업을 위한 시뮬레이션 프로세스 관리 기술이 필요하다. 그러나 아직까지는 유한요소모델링 소요시간이 길고 각 분야별 유한요소모델 구성 방법이 상이하여 유한요소모델의 통합 관리와 이력관리가 난해하다. 향후에는 CAD 시스템과 CAE 솔루션의 결합을 통해 CAD-CAE 모델의 통합관리가 가능하게 되고 Mesh-Free 유한요소코드의 개발이 이루어져 해석 분야에 국한되지 않는 모델 공용화가 이루어질 것으로 예측된다. 최근 국내에서 충돌해석 분야의 보행자 안전 해석에 대해 시뮬레이션 프로세스와 정보를 관리하고, 모델의 재사용, 데이터 및 지식 관리를 수행한 사례와 단품 또는 서브시스템 규모의 유한요소모델에 대해 템플릿 기반의 데이터베이스를 구축하는 사례가 있다.

두 번째는 시험과 해석의 상관성 확보를 통한 제품개발 평가 과정에 대한 엔지니어링 프로세스의 통합

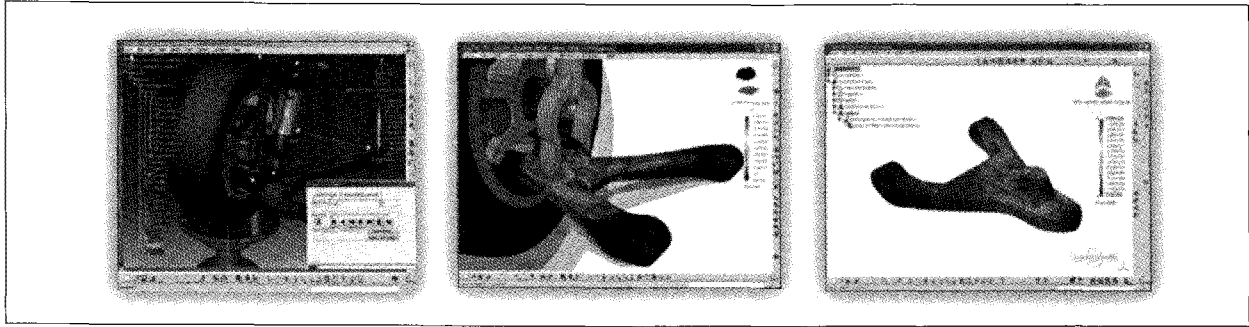


그림 4 CAD 기반 시뮬레이션 수행 사례

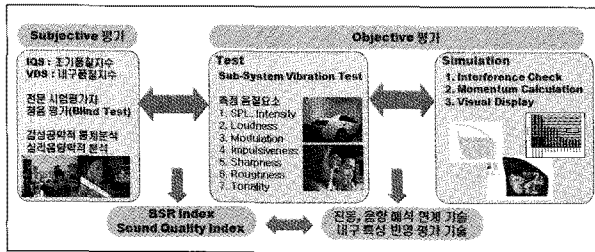


그림 5 감성품질의 시험 해석 상관성 분석

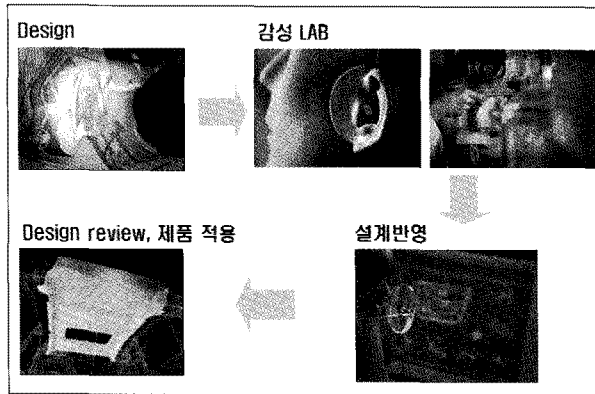


그림 6 감성 기반 설계 과정

이다. 시험적 평가에 있어 계측 시험 장비를 통해 정량적으로 평가하던 부분은 상관성 확보가 가능하지만 감성품질은 주관 평가와 시험측정 결과와의 상관관계 분석을 통한 감성 품질 인덱스의 개발이 필요하다. 점차 시험으로 검증하던 제품 평가과정이 가상환경에서 이루어지기 때문에 시험과 해석의 상관성 확보가 통합 설계 과정의 유효성을 가름할 주요한 요인이 된다. 가상 시뮬레이션의 감성적인 평가를 수행하기 위해 심리음향학적 감성품질 평가와 계측기를 통한 시험결과 및 시뮬레이션 결과의 상관성을 확보하여 가상 감성품질 평가 시스템을 구성하는 것이 좋은 사례라 할

수 있다.

세 번째는 다차원의 설계 프로세스 개발을 통한 여러 분야의 설계 목표를 통합하는 것이다. 다차원 설계 기술에 있어 다차원 비교기법을 통해 의사결정을 지원하는 API 구축 기술이 필요하다. 다분야 통합 해석 기반의 설계를 수행하기 위해서 매우 많은 계산시간이 요구되며, 계산시간을 단축하기 위해 병렬 처리시스템을 도입하는 것이 필수적이다. 그러나 다분야통합해석에 기존의 병렬처리기법을 적용하기 위해서는 해석에 필요한 모든 CAE 소프트웨어들이 병렬처리시스템의 모든 서버에 설치되어 있어야 하며, 이는 매우 큰 CAE 소프트웨어의 비용을 필요로 한다. 웹 브라우저를 통하여 여러 개의 해석 서버를 동시에 관리하는 통계 해석 기반의 분산 병렬 처리가 가능한 원격자원관리 시스템으로 계획된 실험방법에 따라 전산실험을 실시하고, 그 결과를 통계적인 방법으로 분석하는 실험계획법 프로그램이 필요하다.

네 번째는 CAD와 CAE의 통합이다. CAD 환경에서의 CAE 솔버를 운영할 수 있는 솔루션으로 Simulia AFC, MSC SimDesiner 등의 제품이 출시되어, 구조, 충돌, 동역학, 비선형, 진동 해석 등 다양한 분야의 CAD 기반의 CAE 적용이 가능하게 되었다. 설계 프레임워크를 구성함에 있어 매개변수화를 통해 기하형상의 자동생성이 가능하며, 설계 영역의 선정 및 공차 기입을 통해 기하형상을 자동변경하고 유한요소모델을 자동으로 생성하여 다분야의 서버들을 운용할 공용 유한요소모델의 생성/ 관리 시스템을 구축할 수 있다. 또한 외부의 통합화 인터페이스 프로그램을 통해 CAD 프

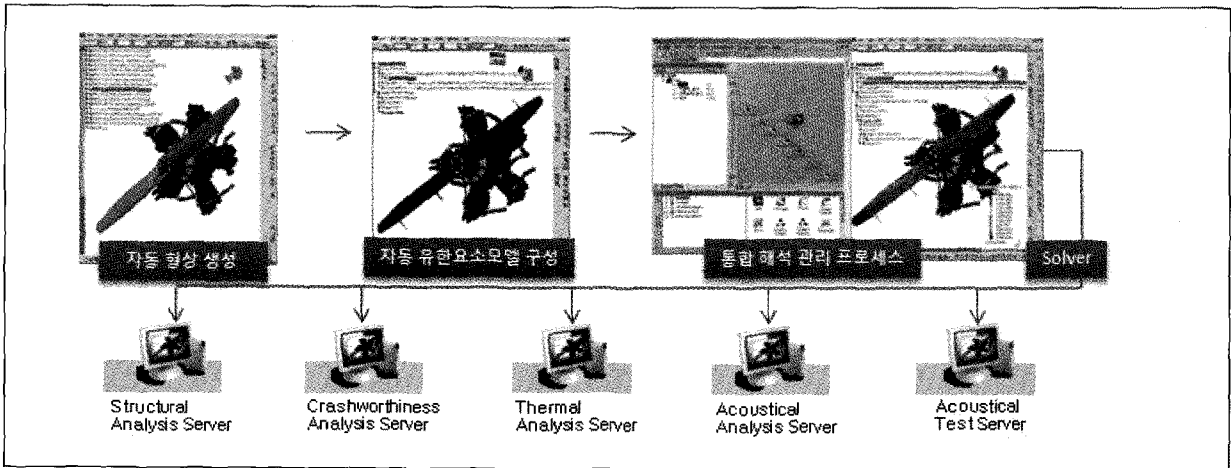


그림 7 다차원 설계를 위한 설계 해석 자동화의 개념

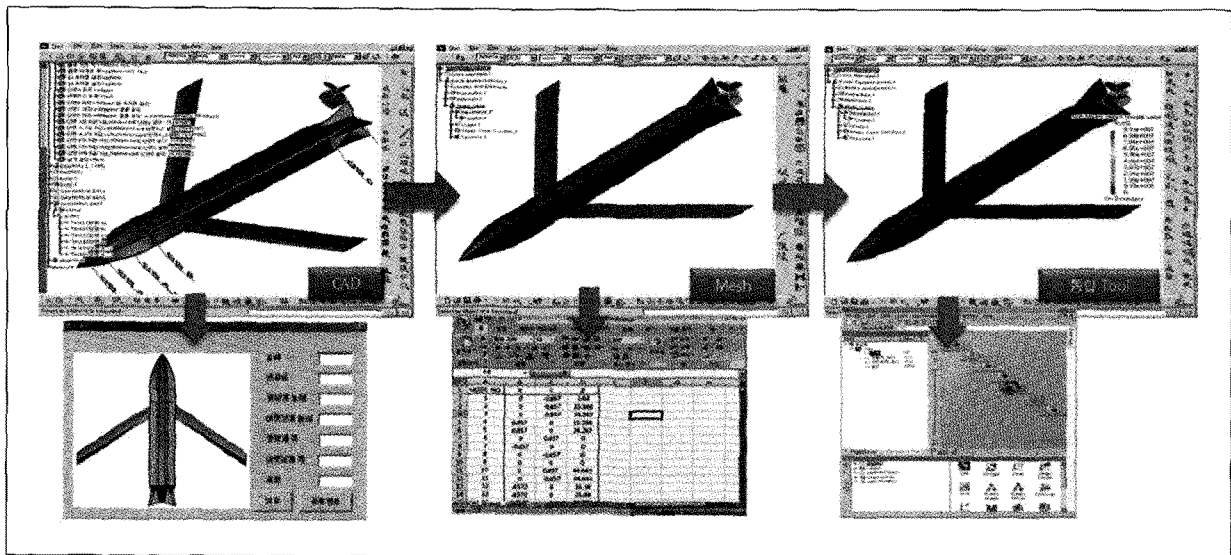


그림 8 미사일 설계과정에서의 매개변수화를 통한 형상설계 및 CAD-CAE 통합 프로세스

로그를 Background 제어할 수 있으며, 설계자의 의도된 실험계획에 따라 각기 다른 목적의 CAE 해석을 수행하기 위한 CAE 입력데이터를 자동으로 구성할 수 있다.

다섯 번째는 제품개발 프로세스의 통합이다. 제품개발은 기획/제안, 요구분석, 초기 개념설계, 벤치마킹, 선행 해석을 통한 초기 성능 검토, 구현 및 평가, 신뢰성 분석, 최적설계 및 품질관리 등의 다양한 분야의 프로세스가 필요하다. 통합 솔루션은 이러한 다양한 단계의 정보와 프로세스를 제품 수명주기에 따라 전체 프로세스로 일관되게 지원하기 위한 PLM(Product Life

cycle Management) 시스템으로 확장되어야 하며, 개별적으로 시스템을 운용하던 단계에서 벗어나, 일관된 프로세스를 통해 노하우의 통합화 및 지식의 체계화를 실현해야 한다.

지금까지 살펴본 통합화 과정을 통해 프로세스 공유, 협업 지원, 해석 프로세스 및 데이터 관리를 위한 전사적 환경의 설계 솔루션과 제품의 심미적인 가상 감성평가 시스템을 개발할 수 있다. 또한 다양한 상용 설계/해석 코드 및 기타 응용프로그램과의 유기적인 통합을 위해 다양한 형태의 인터페이스가 구축되어 점차 가상 환경에서의 실질적인 설계 환경이 조성될 것이다.