

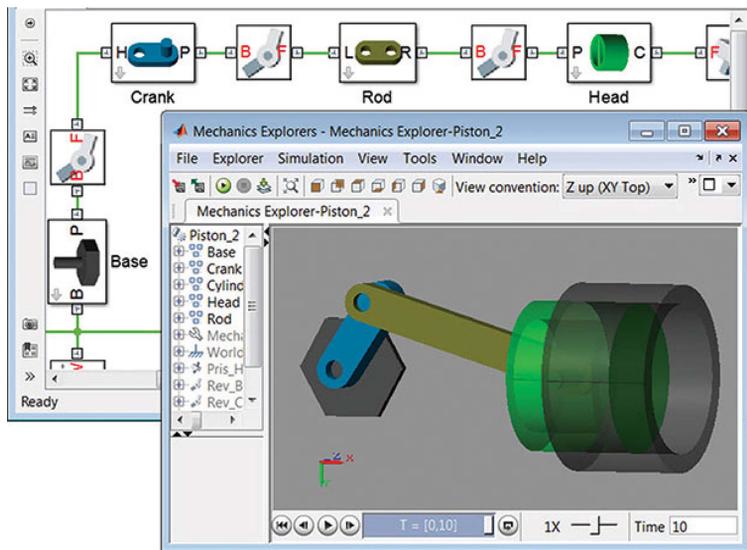
## CAD 대 시스템 모델링 (CAD vs. System Modeling)

[발췌인] 김병철  
동아대학교  
mir7942@dau.ac.kr

영국과 미국은 공통 언어를 사용하지만 분리된 두 개의 국가이다. CAD 모델링과 시스템 모델링도 동일하다고 할 수 있다. 두 분야에서는 각자의 영역에서 서로 다른 대상과 실체를 표현하기 위해 모델, 모델 기반 설계(model-based design), 컴포넌트(components), 입력 매개변수(input parameters) 및 시뮬레이션과 같은 동일한 어휘를 사용한다.

CAD 모델러들이 “모델”에 대해 이야기 할 때는 일반적으로 전기적 컴포넌트, 표준 기계 부품, 와이어 하니스(wire harness) 및 생산 정보를 완전히 포함한 상세 3차원 조립체 모델을 말한다. 시스템 모델러들은 차량, 비행기, 로봇, 플랜트 또는 다른 복잡한 시스템의 내부 동작을 보여주는 데이터 흐름, 입출력 관계 및 컴포넌트 계층구조를 표현하기 위해 사용하는(주로 2차원) 개략도를 기술할 때, “모델”이라는 동일한 단어를 사용한다. CAD 모델러는 벽 두께, 돌출 길이, 트림 각도 및 설계 형상을 정의하는 값들을 입력으로 사용한다. 시스템 모델러는 팬 속도, 밸브 조절, 온도 및 전력을 입력으로 사용해 작업한다. CAD에서 시뮬레이션은 응력, 압력 및 힘이 설계 무결성에 어떻게 영향을 주는지를 연구하는 것을 의미한다. 반면, 시스템 모델러는 설계 전체 구조에 대해 입력을 변화시킬 때의 영향력을 계산하기 위해 시뮬레이션을 수행한다. 두 그룹은 다른 소프트웨어 도구를 사용한다. 그래서 다른 한 쪽에서 끝난 작업이 다른 쪽에 도움이 되지 않는다.

“우리뿐만 아니라 다른 시스템 모델링 및 시뮬레이션 업계에서 사용하는 도구는 지난 5년 동안 큰



<Simscape에서 만든 모델은 모델링 한 시스템과 동일한 구조를 가진다. 위의 이미지에서, 피스톤의 일부분이 Simscape 모델 및 3D 애니메이션에서 명확하게 나타난다. 매스웍스(MathWorks)社 제공 이미지>

도약을 했습니다. 그러나 CAD 커뮤니티와 잘 이야기한 것 같지는 않습니다. 대부분의 시스템 모델링 도구들은 CAD 모델을 불러올 수 있도록 하는 방향으로 움직이고 있습니다. 우리의 경우, 시스템 모델링을 시작할 때 골격 구조를 얻을 수 있도록 일부분이 자동화 되었습니다.”라고 볼프람(Wolfram)사의 커널 개발자 Johan Rhodin은 말한다.

“전산유체역학 모델 또는 이것의 단순화된 모델은 VisSim(비선형 동역학 시스템 모델링을 위한 알테어 [Altair]사의 소프트웨어)에서 시스템 모델을 구동할 수 있습니다.”라고 알테어사의 VisSim 최고 기술전문가인 Richard Kolk는 말한다.

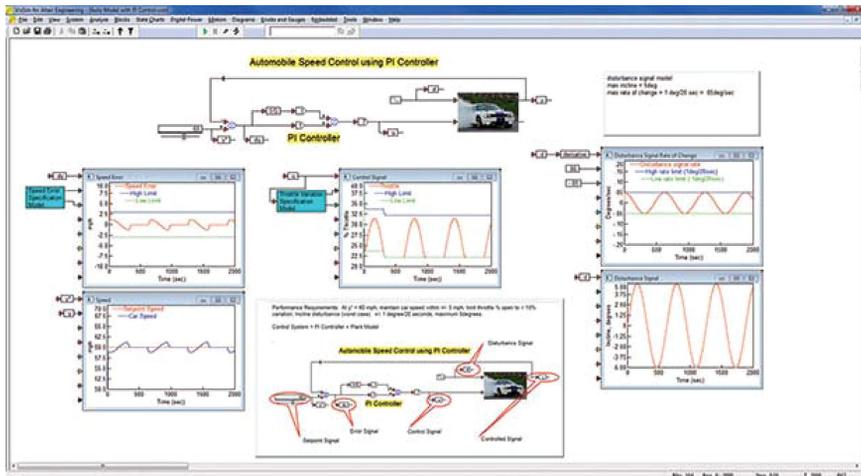
### CAD와 시스템 모델링이 만나는 곳

제품 형상을 정의하는 상세 3차원 CAD 모델은 일반적으로 시스템 모델링 소프트웨어에서 잘 읽히지 않는다. 따라서 CAD에서 이미 입력한 기계적 거동, 기하학적 수치 및 구성요소 형상들을 다른 시스템 모델링 소프트웨어에서 처음부터 다시 그려야 한다. 그러나 시스템 모델링 전문가에 의하면, CAD 모델은 시작점이 될 수 있다.

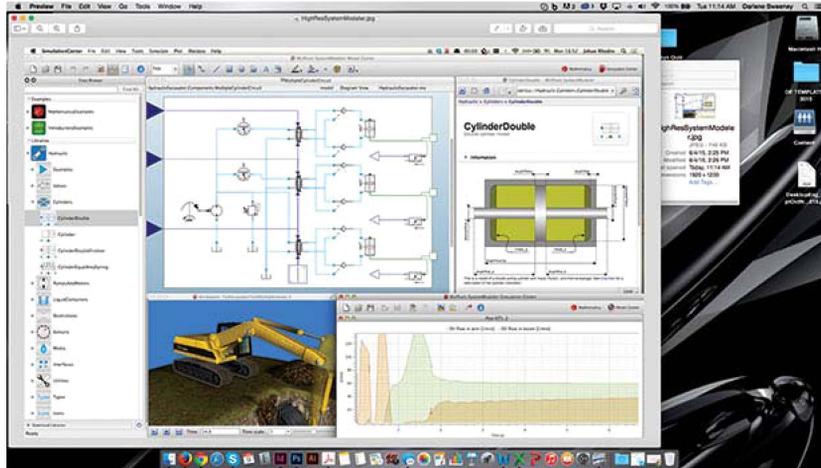
“질량-스프링-댐퍼 모델은 시스템 모델을 위한 가장 기본적인 빌딩 블록(building block)입니다. VisSim에서는 가장 간단한 수준에서 CAD 모델을 한 개의 질량-스프링-댐퍼 모델로 변환할 수 있습니다. 그런 다음, 제어 시스템을 충분히 표현하기 위해 다른 질량 집중점들을 추가하여 그 모델을 구체화시킬 수 있습니다.”라고 Kolk는 말한다.

“CAD 시스템에 포함된 모든 관련된 데이터는 Simscape 모델에서 사용할 수 있도록 추출할 수 있습니다. 종종, Simscape 모델에 필요한 모든 데이터가 존재하지 않을 수도 있습니다. 예를 들면, 부품들이 서로에 대해 움직이는 방식을 정의하는 제약조건은 항상 정의되어 있지는 않습니다. 왜냐하면 CAD 엔지니어는 오직 부품의 형상을 설계하는 데에만 관심이 있고 부품들이 움직이는 방식에는 관심이 없기 때문입니다.”라고 매스웍스사의 Simscape 기술 마케팅 매니저인 Steve Miller는 말한다.

사이버-기계 시스템의 시뮬레이션 작업을 실시간으로 보여주기 위해 테스트에서 얻은 센서 데이터인 시스템 모델 변수를 CAD에 입력으로 사용하는 것은 불가능하지 않다. 볼프람社は 자사의 소프트웨어인 SystemModeler의 특징을 설명할 때 사용자가



<여기서 VisSim은 스로틀 위치와 경사각의 함수를 가지고 차의 속도 응답을 모델링하기 위해 사용된다. 그 목적은 경사각이 동적으로 변함에 따라 목표값으로 차량 속도를 유지시켜주는 속도 제어기의 성능을 설계하고 시뮬레이션 하는 것이다. 알테어社 이미지 제공>



〈CAD와 인스턴트 3차원 가시화를 구동하기 위해 시스템 모델의 입력 매개변수들을 연결하는 것은, HBM-nCode사의 SystemModeler에서 보여주는 것처럼, 불가능한 일이 아니다. 볼프람 연구소 제공 이미지〉

“CAD 소프트웨어에서 가져온 가시화 형상을 구성요소 에 붙일 수 있고, 3차원 기계 컴포넌트를 가진 모델에 대해 3차원 라이브 애니메이션을 자동으로 만들 수 있습니다.”라고 설명한다.

“DIAdem을 사용해 프로토타입에 부착된 센서와 3차원 모델을 연결하고 3차원 CAD 모델에 대해 테스트를 재생하여 그 결과를 볼 수 있습니다.”라고 내셔널인스트루먼트사의 DIAdem 제품 매니저인 Stephanie Amrite는 말한다.

### 센서 데이터 수집 및 분석

정확한 시스템 모델을 개발하는 것과 관련된 도전 중 일부는 센서 데이터 수집 및 분석과 관련된다. 실제 테스트를 통해 기록된 이런 데이터는 엔지니어들이 다른 시스템 컴포넌트들 간의 상관 관계와 각 컴포넌트가 전체 시스템 행동에 어떻게 영향을 주는지 이해할 수 있도록 해준다.

내셔널인스트루먼트사의 Amrite가 설명하길, “예를 들어 자동차 분야에서는 특정 컴포넌트의 설계를 조정하고 어떤 조합이 어떤 환경에서 최고의 성능을 내는지 보기 위해, 예를 들면, 매우 짧은 시간에 발생하는 충돌 시험을 통해 수집된 대량의 데이터를

후처리한 충돌 테스트 분석, 또는 컴포넌트나 부품이 파괴되는 지점을 이해하기 위한 피로 분석 등과 같은 데이터 분석을 통해 엔지니어들이 컴포넌트 테스트를 수행할 것입니다.”

DIAdem이 가진 장점은 모든 파일 형식을 불러와 해당 데이터를 찾기 위한 복잡한 질의를 수행할 수 있는 능력이다. “DIAdem은 또한 개별 채널에 있는 데이터를 끌어와서, 각각의 파일을 열고, 복사하고 필요한 채널을 엑셀이나 다른 도구로 붙이기를 하는 등의 작업을 하지 않고도 파일 1, 7, 19 및 34에서 열전대(thermocouple) A를 단일 보기에서 검토하는 것을 가능하게 합니다.”라고 Amrite는 말한다.

HBM-nCode사가 출판한 사례 연구에 의하면, 헬리콥터 가스 터빈 엔진 제조사인 사프란(Safran) 그룹의 터보메카(Turbomeca)사에 있어, 새로운 엔진에 대해 고도 시험을 수행하는 것은 “온도, 압력, 속도 센서 및 가속도 센서로부터 오는 400 채널의 데이터를 수집하고, 전체 5000개의 다른 파일을 생성하는 것”을 의미했다.

HBM-nCode사의 제품 관리 이사인 Jon Aldred는 표 데이터 관리를 위한 편리한 도구인 엑셀이 터보메카사의 목표에 이상적이지 않다고 설명했다. “데이터 파일은 100,000행 이상을 가진 아스키(ASCII) 파

일이다. 엑셀은 이 데이터를 빠르게 읽지 못합니다.”라고 그는 말했다.

터보메카社は 현재 테스트 데이터를 수집, 분석 및 관리하기 위해 HBM社의 nCode GlyphWorks와 nCode Automation 소프트웨어를 사용한다. “아스키 형식을 직접 지원하는 형식으로 GlyphWorks에 추가하였고, 이로 인해 읽는 것이 훨씬 더 빠릅니다. 어떤 경우에는 GlyphWorks가 아스키 형식을 이진 형식(binary format)으로 변환하는데 사용되기도 하는데, 이는 데이터 연속 읽기가 훨씬 더 빠르다는 것을 의미합니다.”라고 Aldred는 말한다. 사례 연구에서는 엑셀에서 여는데 5분이 걸리던 것이 지금은 단지 몇 초만 걸린다고 지적했다.

nCode GlyphWorks를 가지고, 터보메카社は 데이터 분석을 수행하는데 필요한 시간을 단축시켰다. 같은 일을 하는데 VBA(Visual Basic for Applications) 스크립트로 할 때 걸리는 시간의 3분의 2만 걸렸다. “대부분의 분석은 표준 ‘글리프(glyph)’ (분석 빌딩 블록)를 사용해 할 수 있습니다. 이 글리프들은 매우 계산 효율적이고 대용량 데이터에 대해 최적화 되어 있습니다. 어떤 경우에는, VBA에서 특정 방법을 복사하는데 사용자 정의 글리프 내의 파이선 스크립트를 사용합니다.”라고 Aldred는 말한다.

## 노 코딩(No-Coding) 또는 로우 코딩(Low-Coding)

시스템 모델을 만드는 것은 표준 컴포넌트 라이브러리에 있는 객체를 가지고 와서 3차원 모델을 만드는 것과 매우 유사하다. 지금 드래그-앤-드롭(drag-and-drop) 인터페이스와 컴포넌트 라이브러리는 시스템 모델링 프로그램의 일반 기능이다.

“전문가나 일반 사용자는 nCode GlyphWorks의 드래그-앤-드롭 인터페이스만을 이용해 측정 데이터 처리를 위한 광범위 기능들을 조작할 수 있습니다. 그래픽적이고 프로세스 중심 인터페이스의 단순성은 엔지니어가 프로세스를 개발하는데 시간을 소비하는 것이 아니라, 결과를 해석하는데 시간을 소비할 수 있도록 합니다.”라고 Aldred는 말한다.

“VisSim 모델은 데이터 흐름입니다. 당신은 스칼라, 벡터 또는 행렬 형태의 신호를 생성하는 데이터 소스를 갖고 있습니다. 이들은 유선으로 전달되고, 당신은 곱하기, 나누기 등과 같은 VisSim의 기본 블록들을 사용해 기능을 구축합니다. 모델링 환경은 직관적입니다. 제 경험 상, 기계공학, 화학공학 또는 음향공학의 배경을 가진 사람은 약 두 시간 내에 VisSim을 선택할 것입니다.”라고 알테어社의 Kolk는 말한다.

“당신은 모터와 베어링 같은 SystemModeler에 있는 컴포넌트를 가지고 있습니다. 당신은 이들을 다른 컴포넌트에 연결해 모델 구축을 시작할 수 있습니다.”라고 볼프람社의 Rhodin은 말한다.

“Simscape 모델을 구축하는 것은 단지 전기 회로를 그리는 것과 같습니다. 당신은 구성요소를 선택하고, 도식 안에 구성요소를 조립합니다. 모델을 구축하고, 시뮬레이션을 실행하고, 결과를 검토하기 위해, 한 줄의 코드도 작성할 필요가 없습니다. 물론, MATLAB은 Simscape 모델에서 넓은 범위의 매개변수 값을 테스트하거나 시뮬레이션 결과를 분석하는 것과 같은 어떤 반복적인 일을 자동화 하는 것을 도와줍니다. 그러나 코딩은 시스템 시뮬레이션을 위한 선행조건이 결코 아닙니다.”라고 매스웍스社의 Miller는 말한다.

내셔널인스트루먼트社의 Armitage는 DIAdem 사용자가 데이터 분석을 실행할 수 있는 세 가지 방법을 나열했다. 그 중 두 가지는 프로그래밍 지식이 필요하지 않다.

(1) 계산을 구성하기 위해 대화형 대화상자를 사용할 수 있다. 매개변수 설정 인터페이스 역할을 하는 대화상자를 가지고 수식을 프로그래밍 한다. DIAdem은 Crash Analysis Toolkit과 함께 공학에 특화된 수백 개의 함수가 미리 로딩된다.

(2) 계산기를 사용해 사용자 정의 방정식을 추가할 수 있다. 어떤 프로그래밍도 필요하지 않은 계산기를 사용해, 작동하는 공식을 입력할 수 있다. 또한 이전 계산 결과를 이용해 DIAdem에서 작동하는 여러 개의 방정식을 만들 수도 있다.

(3) 사용자 정의 루틴을 만들기 위해 DIAdem의 스크립트 편집기를 사용할 수 있다. 이는 프로그래밍이 필요하나, 공통적으로 사용되는 방정식의 형식을 얻기 위해 스크립트 녹음기를 사용할 수도 있다. 또한 스크립트 환경에서 기존 분석 루틴을 호출할 수도 있다.

### 숫자로 재생하기

CAD 모델러는 다른 형상 값이 제품의 성능에 미치는 영향을 이해하기 위해 유한요소해석(FEA)을 수행한다. 예를 들면, 엔진 하우징의 벽 두께를 0.2 mm 늘이는 것은 열을 견디는 능력에 대해 어떤 역할을 하는가? 유사하게, 일단 정확한 시스템 모델이 개발되었다면, 엔지니어는 센서 입력값을 변경하여 다른 가상의 시나리오를 시도해 볼 수 있을 것이다.

“다른 운영 조건에서 가상의 구성을 하는 능력은 VisSim과 같은 도구들이 가진 모델 기반 설계의 기본 목적 중 하나입니다.”고 Kolk는 말한다. “VisSim은 이를 자동화할 수 있게 해주고, 매개변수를 약간 변경하여 각 구성에 대한 행동 매트릭스를 기록할 수 있게 합니다. 당신은 어떤 범위 내에서 매개변수 일부 또는 전부를 점진적으로 변경할 수 있습니다.”

Kolk가 언급한 가장 복잡한 시스템 모델링 중 하나는 여객기의 미끄럼 방지 시스템에 대한 연구이다. “이는 500개의 시나리오에 대해 약 12,000개의 기능 블록과(신호에 대한 단순 이득값에서부터 로직을 준비하는) 대략적으로 80개의 매개변수가 관련되어 있습니다.”라고 Kolk는 말한다.

“프로그래밍 시뮬레이션 제어는 우리 볼프람社의 SystemModeler의 강점 중 하나입니다. 당신은 어떤 형태의 테스트 케이스 또는 설계 공간도 설정할 수 있습니다. 당신은 다른 매개변수뿐만 아니라 다른 구성도 살펴볼 수 있습니다.”라고 Rhodin은 말한다.

Rhodin은 형상 모델러와 시스템 모델러 간의 분리에 대해 언급할 시간이라고 생각한다. “당분간 사람들은 CAD 모델이나 시스템 모델 중 한 종류의 시뮬레이션만 하는 것이 충분하다고 생각할 것입니다. 그러나 실제로는 두 가지를 함께 하는 것이 가치가 있습니다.” Rhodin은 우리가 더 많은 “도구 결합”을 보기 시작할 것이라고 예측한다.

<<본 기사는 다음 기사를 발췌 번역한 것입니다. Kenneth Wong, “CAD vs. System Modeling”, Desktop Engineering, July 1, 2015, <http://www.deskeng.com/de/cad-vs-system-modeling/>>>