

솔리드 모델링은 왜 하는가?

O리는 수많은 솔리드 모델링 소프트웨어와 그것들이 작동되는 컴퓨터 하드웨어에 관하여 많은 내용을 다루어 왔다. 그러나 사람들과의 대화와 e-mail 교환으로 우리는 많은 사람들이 아직도 솔리드 모델링이 왜 사용되어야 하는가를 그리고 언제 그들이 솔리드 모델링 방법을 선택하지 말아야 하는가를 아직도 제대로 이해하지 못하고 있다는 것을 깨달았다. 필연적으로 솔리드 모델링에 큰 투자를 한 몇몇 기업들은 아직도 그들이 돌려 받아야 할 투자효과를 못 받고 있다. 다른 몇몇 기업들은 아직 실제적으로 응용되지 못하는 부문이나 비용/효과측면에서 효율성이 검증되지 못한 부문에 솔리드 모델링을 적용하는 우를 범하고 있다. 그래서 우리는 이번 글에서 솔리드 모델링 전반에 관해서 살펴보고 기업들이 솔리드 모델링에 실망하게 되는 이유들에 관해서 토의하며, 아직은 잠재적 능력을 솔리드 모델링에 모두 구현하고 있지는 않지만 앞으로 해야 할 CAD 소프트웨어의 기술적 진보의 개요에 대해서 알아보고자 한다.

1. 설계 오류의 검증

솔리드 모델링의 가장 큰 장점은 설계 오류로부터 오는 실수를 피할 수 있다는 것이다. 그러나 CAD 판매자들은 실수와 같은 불쾌한 주제에 대해서 이야기하는 것을 꺼려한다. 그래서 그들은 경쟁과 시장환경에 대해서 수다를 떨거나 그들의 제품이 전자적으로 제품정의를 하는 것이라는 영악한 수식어를 늘어놓고 있다. 그러나 기업으로 하여금 제품을 시장에 더 빨리 내놓을 수 있게 도움을 주는 솔리드 모델링 시스템의 진짜 장점은, 엔지니어로 하여금 제품의 제조준비와 가공과 관련된 비용을 지불하기 전에 그들이 설계한 제품이 어떻게 보이고 어떻게 작동하는지를 완벽하게 이해할 수 있게 도와준다는 점이다.

아무리 간단한 제품이라 하더라도 2차원 도면만으로 형상을 표현하기는 힘들다. 그래서 설계자들은

진흙, 나무, 플라스틱 모델로 물리적 원형을 제작하여 2D 도면을 보완하고 있다. 이러한 모델은 실제품과 유사한 재질을 사용하여 수작업으로 만들어지는데 원형이므로 잘못 제작된 형상은 재작업을 하여 바로 잡는다.

컴퓨터의 솔리드 모델은 물리적 원형모델이 제작되기 전에 설계자가 설계한 제품이 어떻게 보이고 어떻게 작동하는가를 이해할 수 있게 도와준다. 솔리드 모델링 시스템은 자동 은선제거기능, 정의된 파트의 형상확인 기능, 그리고 시각적으로 혹은 분석적으로 형상간의 간섭체크 기능들을 제공한다. 만약 설계자가 부품들의 조립과 외관에 대해서 더 이상 걱정을 하지 않아도 된다면 솔리드 모델링 CAD 시스템은 그 투자 비용의 효과를 본 것이다. 물리적 모델은 가격도 비싸고 형상변환도 쉽게 되지 않는다.

그러나 솔리드 모델들은 더 유용하다. 솔리드 모델은 FEM, BEM, Fluid Dynamics, Kinematic, Dynamic 분석을 포함하는 다양한 분석적 시스템에 사용될 수 있다. 이러한 분석적 도구들은 엔지니어로 하여금 설계된 제품의 작동시 응력, 온도, 힘 등을 추정할 수 있게 하여 모델이 충분한 강도로 원하는 작동을 하는데 실패하지 않도록, 그리고 진동이나 다른 문제점들을 가지지 않도록 설계 하는데 도움을 준다.

여러 경우에 컴퓨터 모델은 외관이 좋다거나 작동이 좋다거나 손에서 좋다고 느끼는 것을 확인하는데 충분하지 못하다. 그래서 솔리드 모델의 사용자들은 Stereolithography, Fused Decomposition 그리고 Laminated Object Modeling 방법 등과 같은 다양한 방법들을 이용하여 컴퓨터 모델을 물리적 모델로 변환하기도 한다. Rapid Prototyping 리포트의 각호에서 RP를 설계오류 검증도구로 활용하는 회사들의 사례들을 살펴보았다. 각 사례들에서 이들은 제조과정에서라면 바로 잡는데 시간이 많이 걸리고 비용이 크게 소요될 설계상의 작은 오류를 미리 발견할 수 있

었다.

한번 설계가 제조공정에 투입되면 설계변경비용은 지수적으로 커진다. 제품의 각 부분을 위해 수십, 수백의 제조서류가 만들어진다. 제조서류에는 구매 사양서, 조립 지시서, 공구와 치구 도면, 그리고 사용자 설명서 등이 포함된다. 금형이나 지그, 치구 등과 같은 제조설비에는 수백, 수천 달러의 비용이 투자된다. 제품의 한 부분의 변화는 이러한 제조설비의 많은 부분과 제조서류에도 영향을 주게 된다. 늦게 설계변경이 일어날수록 비용과 납기에 더 나쁜 영향을 미친다. 종종 납기를 맞추기 위하여 50%나 더 높은 시간의 수당을 지불해야 한다. 심지어 불량품이 소비자에게까지 전달될 경우에는 더 큰 비용을 지불해야 한다. 그러한 경우에는 품질보증에 따라 제품을 고쳐주어야 하고 소송에 휘말리기도 쉽다. 또한 종종 그 소비자가 다음에는 다른 제품을 구입할 수도 있다.

회계사나 관리자는 CAD 시스템의 투자 효용에 관해 생각할 때 이러한 실수에 관해서는 인정을 하려하지 않는다. 그러나 회사차원에서 실수가 어떻게 그리고 왜 그들의 설계에 포함되게 되는지를 이해할 수 있어야 설계 공정을 개선할 수 있다. 실수는 유감스러운 일이지만 모두가 약간씩은 한다. 그러나 실수를 유발하는 절차 때문에 같은 실수를 반복해서 하는 것은 용납되지 않을 것이다.

2. 다른 장점들

부품설계가 솔리드 모델로 되면 가공을 위하여 완벽한 치수로 된 설계도면을 생성할 필요가 없다. 대신 CAD 모델이 바로 제조 담당자에게 전해지고 가공 부서에서는 공차나 부품소요계획 등이 표시된 간단한 도면으로 작업을 하게된다(1993, CAD 보고서 1월호 참조). 어떤 경우에는 CAD 모델이 제품의 가공을 위하여 NC기계의 데이터를 생성하는데 활용되기도 한다.

도면은 제작에 시간과 비용이 많이 소요된다. 상세 설계도면을 생성하는 단계를 없애면 설계정보를 제조부분에 더 빨리 전달할 수 있다. 솔리드 모델은 또한 제조서류를 단순화 할 수 있다. 3차원 솔리드 모델 환경에서는 조립지시서, 변화된 주문지시서, 테크니칼 매뉴얼 등을 더 빠르고 더 완벽하게 만들 수

있다.

솔리드 모델링 시스템의 또다른 장점은 과거의 설계를 재활용 할 수 있다는 점이다. 기존 모델을 수정하여 설계하는 일이 처음부터 작업하는 것보다 빠른 경우가 종종 있다. 종종 새로운 설계는 기존 제품을 크게 혹은 작게 만든 제품일 수 있으며 그렇지 않은 경우에도 기존 제품을 개선한 설계일 경우가 많다.

3. 솔리드 모델링이 효과를 발휘하지 못하는 경우

솔리드 모델링의 장점을 최대한 활용하는 것은 쉬운 일이 아니다. 전술한 바와 같은 솔리드 모델링의 장점을 구현하지 못한 기업들은 기대에 미치지 못하는 생산성을 불평하며 투자비용의 효과를 보지 못하고 있다. 이러한 일들은 왜 일어나는가? 여기 그 이유들을 나열한다.

◎ Bad Models

솔리드 모델링 시스템이 효과를 보지 못하는 가장 큰 이유는 설계자가 완벽하고 정확한 모델을 생성하지 않기 때문이다. 모델이 정확하지 않으면 제조공정들로 오류가 퍼져나가 비용을 상승시키고 납기를 지연시키게 된다. CAD 사용자들은 다음과 같은 이유들로 인하여 잘못된 모델을 생성한다.

- 훈련의 부족
- 경험부족 - 단면의 제작 등을 이용하여 형상을 설계하는데는 실제 많은 경험이 요구된다.
- CAD 소프트웨어의 사용법이 아직 너무 어렵다.
- 표면적으로 신뢰감이 안가는 소프트웨어는 설계자로 하여금 상세설계를 하지 못하도록 하고, 결국 소프트웨어가 지원하는 정도로 설계도 적당하게 하게된다.
- 일정이 적합치 않다. 2차원 설계도를 만드는 일보다 충실한 솔리드 모델링을 하는데는 시간이 더 많이 소요된다.

◎ Inadequate Checking

적절한 검증 없이는 도면이나 사양서를 출도하지 않는 기업들은 솔리드 모델에 대해서도 같은 방식을 고집할 것이다. 솔리드 모델을 검토하는 도구는 마땅치 않다. 어떤 때에는 현장 엔지니어가 CAD 시스

템에 익숙치 않기 때문에 모델변화를 수행할 수 없는 경우도 있다. 아직까지 이들 엔지니어들은 모델에 어떤 변화가 필요한지를 모델 생성자에게 전달할 쉬운 방법을 알고 있지 못하다.

부품들이 조립시 적절히 조립되는가를 검토하여야 한다. 조립 관련 조건이 정의되는 것이 필요하고 Feature와 변수의 정의, 자료평면과 변수들간의 관계가 검토되어야 하는데 이는 설계자의 의도를 모델이 적절히 표현하였는가를 확실히 하기 위해서이다. 모든 설계자, 엔지니어, 검증자에게 CAD를 활용할 충분한 자리가 있을 때까지 그리고 CAD 시스템이 더욱 사용하기 쉽게 되기까지의 검토는 문제로 남을 것이다.

◎ Solids Unnecessary

솔리드 모델링 시스템이 모든 설계업무에 적합한 것은 아니다. 만약 여러분의 회사가 많은 구매부품을 조립하는 회사라면 이러한 부품들을 일일이 솔리드 모델링하는 노력을 기울일 수 없을 것이다. 제품을 조립하기 위해서는 간단한 2D 배치도만 있으면 될 것이다. 모듈드 금형에 있어서는 성형부에 3D 모델이 사용되지만 조립 금형의 나머지 부분들은 보통 2D 도면으로 설계된다. 그 외 솔리드 모델이 필요치 않은 회사들로는 스위치기어나 컨트롤 케비닛을 만드는 회사 혹은 이러한 장치를 포함하는 제품을 만드는 회사나 건축회사 등을 예시할 수 있다.

◎ Large Assembly Model

선박이나 항공기, 제지기계, 인쇄기계, 압연설비, 운송장치, 소방차 그리고 건설장비와 같은 큰 조립품은 솔리드 모델링을 하기가 어렵다. 그것은 현재의 컴퓨터 하드웨어 수준에서 이들 제품들을 완전하게 모델링 하기가 어렵기 때문이다. 수백개의 부품으로 이루어진 조립품의 경우 인텔의 가장 빠른 펜티엄 프로세서로도 기어가는 속도밖에 내지 못한다. 어떤 컴퓨터도 완전한 블로저 조립품을 잘 처리하지 못한다.

효율적으로 작업하기 위해서는 전체 조립품을 보는 일 없이 적절히 조각된 부분 조립품을 대상으로 작업하여야 한다. 이러한 부분 조립품은 전체 조립품으로 조립될때 일괄작업으로 제품의 전체 조립 형상을 확인해 볼 수 있다. 어떤 경우에는 디지털 Mockup 소프트웨어를 이용하여 부품이나 조립품의

단순화된 표현을 얻기도 하는데 이는 솔리드나 곡면 모델링 시스템과 구별된다.

현 시점에서 큰 조립품의 전체 설계 공정은 상당히 복잡해진다. 부담스러운 작업환경과 복잡한 작업 절차를 거치는데 이는 모델을 표현하는데 필요한 컴퓨터의 자원을 최소화하기 위해서이다. 고위 관리자들은 이러한 문제들을 컴퓨터를 이용하여 설계하는 프로젝트를 수행할 때 알아채지 못한다. 그들은 CAD 판매측으로부터 이러한 문제를 듣지 못할 수 있기 때문이다.

설계자들은 상세 부품모델과 단순화 모델이 일치성을 잃지 않는 범위에서 복잡한 조립품을 단순화된 표현으로 대체시키는 도구를 필요로 한다. 대부분의 CAD 판매자들은 이러한 문제들을 해결하는 소프트웨어를 마케팅에 활용한다. 그럼에도 불구하고 이러한 절차들을 효율적으로 다룰 수 있는 사람은 아직 거의 없다.

◎ Excessive Detail

CAD 시스템은 너무 상세한 모델을 다룰 경우 품작 못하게 된다. 과도하고 세밀하게 표현하였다는 것은 조임을 위한 나사산이나 쇠창살이나 환기구멍과 같은 반복적인 형상들을 표현하는 것을 말한다. 나사산은 표준형식으로 표현되므로 상세한 형상을 솔리드 모델로 표현할 필요는 없다. 반복적인 상세 형상에 대해서도 설계자들은 가능하면 유행함수를 채택하는 방법을 알아야 하고 부품을 조립할 때에도 상세형상이 표현되지 않도록 하여야 한다.

◎ Poor Change Discipline

각 레벨의 관리자들은 모델이 다음 단계로 전달되기 전에 CAD 데이터가 올바르게 생성되도록 개념 차원에서 지원해 주어야 한다. 제조일정이 잡혀있는 모델을 완전하게 모델링하지 않고 다음단계로 모델을 전달하는 습관은 당장 바로 잡아야 한다. 그리고 또한 생산단계로 모델이 전달된 후에 설계자가 마음을 바꾸는 일 또한 바로 중지하여야 한다. 설계는 항상 개선되는 일이지만 때늦게 설계변경을 하는 것보다는 다음 버전의 제품에 변경된 설계를 적용하는 것이 더 좋다.

◎ Clinging to Old Ways

많은 조직에서는 기존 절차를 바꾸는데 심한 저항이 있다. 일례로 어떤 그룹에서는 필요하지 않음에도 불구하고 상세설계를 중지하지 않으려 하는 경우가 있다. 어떤 협력기업에서는 3D 모델링을 위한 장비가 없는 경우도 있다. 때때로 이로 인해 비용절감과 납기단축을 실현하지 못한다. 이러한 관습적 저항을 극복하기 위해서는 인내와 끈기가 요구된다.

고위 관리자들로 하여금 새로운 설계방식의 이점을 깨닫게 하여 그들로 하여금 새로운 방법에 대한 저항을 분쇄할 수 있도록 하라. 결국은 물이 바위에 구멍을 낼 것이다.

◎ Inappropriate Technology

솔리드 모델링이라고 모든 작업을 효율적으로 할 수는 없다. 자동차 판넬, 복잡한 조각, 문자조각 등은 다른 시스템에서 더 효율적으로 작업이 수행될 수 있다. 만약 솔리드 모델러로 부품을 제대로 다룰 수 없으면 상담을 요청하라. 간략한 표현만 모델러로 생성하고 나머지 상세 설계는 수작업으로 처리할 수 있다. 완전한 전자적 데이터베이스를 구축하여야 한다는 함정에 빠지지 마라. 현재의 기술수준으로는 당신의 제품과 공정을 완전히 모델링 할 수 없을 수도 있다.

◎ Single-Vendor Obsession

다른 시스템들간의 모델 교환은 신뢰할 수 없는 작업과정이다. 따라서 여러분이 작업하는 CAD시스템의 수를 제한하는 것은 상식일 것이다. 반면에 간단한 부품을 설계하기 위하여 CATIA나 Pro/Engineer와 같은 고가의 시스템을 사용하는 일은 비합리적인 일일 것이다. 만약 여러분이 표준화하여야 하겠다면 대부분의 작업자들에게는 경제적인 시스템을 선택하고 예외적인 어려운 작업에는 고가의 시스템을 사용하라.

또한 다른 공정들에는 각기 다른 요구조건이 있다는 것을 인식하라. Pro/Engineer와 같은 고급의 설계 시스템도 금형이나 치구공장에서는 가장 좋은 도구가 되지 못할 수도 있다. 양질의 모델교환이 되는 시스템을 선택하라.

◎ Unrealistic Objective

우리는 자동차회사의 기술관리자에게서 뒤늦게

발생하는 설계변경을 자동으로 처리해주는 CAD 시스템의 기능이 필요하다는 이야기를 들었다. 즉 설계변경이 일어나면 시스템 스스로 관련된 공구와 서류 등을 알아서 자동으로 바꾸어주었으면 좋겠다는 것이다. 그러나 이러한 관리적인 변환까지 자동으로 수행할 수 있도록 컴퓨터 기술이 발전되려면 수십년이 걸릴 것이다. 더구나 이는 잘못된 정책이다. 더 효과적인 방법은 제조단계로 넘어가기 전에 제품설계를 완벽하게 하여 설계변경을 피하는 방법이다.

4. 필요한 개선사항

솔리드 모델링의 장점과 목적을 이해하면서 3D CAD 기술이 그 잠재력을 최대한 실현하기 위해서는 어떠한 개선이 이루어져야 하는가를 살펴보자.

◎ More Capable Modeling

서류없는 작업을 위해서는 3D 설계 CAD 시스템이 모든 종류의 형상을 정확하게 모델링 할 수 있어야 한다. 솔리드 모델링 프로그램들은 아직도 제약이 존재하는데 그 이유로 곡면모델링 프로그램들이 아직도 현업에서 활용되고 있다.

◎ More Efficient Incremental Change

현 시점에서 가장 훌륭한 솔리드 모델러라 하더라도 연속적인 변화는 효율적으로 처리해주지 못한다. 부품의 한 특징형상에 변화가 생기면 그 특징형상에 영향을 받는 모든 형상들이 연속적으로 다시 생성되어야 한다. 많은 특징 형상들이 있는 부품의 경우 이러한 작업은 시간이 많이 걸리는데 어떤 경우는 수 시간이 걸리기도 한다. 솔리드 모델러는 이런 경우 변화된 특징형상에 영향을 받는 형상만을 다시 생성하므로써 시간을 절약할 수 있도록 그 기능이 효율적으로 향상되어야 한다.

◎ Easier Large-assembly Management

CAD 시스템은 복잡하고 큰 조립품을 표현 할 때 제조 상세사항은 남겨둔 채로 단순화된 형상표현을 자동으로 생성할 수 있어야 한다. 현재 CAD 시스템들은 단순화된 표현이나 골조부품 표현을 사용자가 생성하고 관리하여야만 하는 구조이다.

◎ Multi-user Assembly Design Environment

큰 기계나 구조물을 다룰때에는 한사람 이상의 설계자가 모델을 다루어야 한다. 최근의 시스템들에서 다수 사용자에게 접근을 허용하는 방식은, 좋은 경우 서투르고 최악의 경우에는 효과를 발휘하지 못한다.

◎ Use of Multiprocessing

마이크로 프로세서의 경우 18개월마다 그 속도를 배가하고 있지만 하나의 프로세서만 장착한 시스템에서 대형모델을 효율적으로 다루려면 수십년은 기다려야 한다. 따라서 CAD 소프트웨어는 큰 모델의 표현시간을 빠르게 하기 위해서 계산부하를 병렬처리 구조로 여러 프로세서에 나누어 줄 수 있는 구조이어야 한다.

◎ Better Attribute Association

현재 CAD 도면들은 공차, 표면마무리, 소재, 품질 요구조건 등의 중요한 정보를 전달하기 위하여 CAD 모델과 함께 제공되고 있다. 그러한 정보들은 CAD 모델에 직접 부여되어야 한다. STEP(ISO 표준 10303)이 주도적으로 이러한 일들을 할 수 있는 표준을 제안하고 있지만 이를 소프트웨어 제품에 구현하여야만 한다.

◎ Better Inter-system Data Translation

오늘날까지 전세계를 정복하려는 노력은 실패하였다. 마찬가지로 어떤 하나의 CAD 장비가 산업계를 정복하려는 노력도 실패하였다. 파라메트릭 태크놀로지사의 우위에도 불구하고 많은 3D CAD/CAM 시스템들은 계속해서 존재할 것이며, 서류없이 제조가 이루어진다면 이들 시스템간의 자료교환은 필수적이 될 것이다.

◎ Built-in Data Management and Release Aids

CAD 시스템은 모델개신의 경로를 그대로 보관하고 관리하는 내부적인 도구를 가지고 있는 것이 필요하다. 이는 두 사람의 작업자가 같은 자료를 변경하는 경우 등을 막고, 작업자로 하여금 각각의 프로젝트에 맞는 자료를 찾는 것을 도와주기 위해서이다.

◎ Hooks to External Data Management Tools

상이한 데이터 종류들이 많이 생겨나면서, CAD 시스템 관리자는 여러 종류의 생산정보를 파악할 수 있도록 도와주는 도구를 필요로 하게 된다. 모델, 사양서, 분석결과, 공구경로, 검사 프로그램 등과 더 많은 생산정보를 파악하도록 도와주어야 한다. CAD 소프트웨어는 프로그래머 등이 없어도 PDM 소프트웨어와 협업할 수 있도록 의사소통이 가능해야 한다.

기술담당 관리자는 이러한 요구조건을 CAD 공급자에게 주지시켜야 한다. 공급자의 대표를 초대하여 현재의 시스템에서 작업하는 모습을 현장에서 살펴 보도록 하여야 한다. 그래야 그들은 설계자의 요구를 더욱 잘 이해할 수 있다. 오늘날은 실용적인 것을 필요로 한다. 모든 제품과 제조공정이 완전한 3차원 설계에 적합한 것도 아니다. 크라이슬러나 보잉과 같은 회사가 작업에 관하여 주장하는 내용이 여러분의 회사에는 맞지 않을 수도 있다. 마음 속에 분명하고 단순한 목표를 가지면 여러분은 여러분의 회사에 적합한 CAD/CAM 시스템이나 분석적 도구를 선택할 수 있을 것이다.

«CAD Report Vol. 17 No. 3, March 1997»

본 기사는 인천대학교의 유우식 편집위원이 "CAD Report"에서 발췌하였으며 출판사인 CAD/CAM Publishing Inc.의 연락처는 다음과 같다.

- Fax: 1-619-488-6052
- E-mail: cadcirc@aol.com