

3D CAD 모델의 유효성 검증

박해인 _ 양정삼 _ 아주대학교 산업정보시스템공학부 _ jyang@ajou.ac.kr

3D CAD 모델링을 수행하는 과정에서 발생된 오류를 수정하고 부족한 부분을 채우는 과정은 설계자 입장에서 보면 매우 고단한 일이다. 상업용 CAD 시스템이 가지고 있는 가변적인 속성으로 인해 엔지니어링 자원을 추가로 요구할 뿐만 아니라, 설계변경, 변환, 그리고 다시 모델링 하는 과정을 통해 수정된 사항은 제품의 시뮬레이션, 생산 그리고 어셈블리와 같은 정확성을 요구하는 후속 설계업무에서 설계자들에게 위험성을 노출시키기도 한다. 이 기사는 독자들에게 포괄적인 CAD 모델의 유효성 검증을 위한 전략을 제공하고, 극단적으로 추가적인 노동력 소모를 발생시킬 수 있는 위험요소를 회피하고, 사용할 수 없는 파트(part)와 어셈블리로 인해 개발공정의 지연을 방지할 수 있도록 도와주기 위해 작성된 것이다.

1단계: 문제요소를 정의할 것

CAD 모델의 유효성 검증을 성공적으로 해결할 수 있는 방법을 구체적으로 실현하기 위한 첫 번째 과정은 당신이 가지고 있는 CAD 모델이 설계변경으로 인해 야기될 수 있는 문제요소들을 나각적으로 분석하고 체계적으로 구분해 놓는 것이다. 한가지 예로서, 새로운 버전으로 출시된 CAD시스템에 어떤 파일이 저

장되어 있거나 혹은 이 파일을 가지고 STEP이나 IGES 포맷으로 변환된 파일이 있다고 가정하자. 이 경우에는 외부로부터 생성된 STEP파일을 읽어 사용하거나 또는 B-Rep 데이터만을 가지고 수정하거나 변환한 경우 보다 당신이 가지고 있는 CAD 모델의 부결성(integrity)이 더 높다고 평가될 수 있다. CAD 모델의 오류 또는 손실된 데이터의 발생은 대부분 엔지니어링 설계변경이나 특징형상 기반의 교환, 그리고 모델의 계간결과로 초래된다. 다음에 소개할 2단계와 3단계에서는 정량적으로 위험을 줄이기 위하여 어떤 방법론을 선택하고 실무 예시를 만들어야 하는지에 대해 배울 수 있다.

2단계: 방법론의 선택

어떤 기업에서는 CAD모델의 유효성을 검증하기 위해 사내 기술지침서와 같은 매뉴얼에 의지하지만, 이런 방법은 종종 설계자의 업무부담을 증가시키고 뜻하지 않은 오류를 야기하게 된다. 게다가 그것은 현미경을 사용하는 것처럼 유효성 검증을 위한 전용 소프트웨어 솔루션을 이용하지 않고서는 눈으로 볼 수 없는 많은 기하학적인 형상이 있다. 소프트웨어 솔루션은 두 가지 형태가 있는데, 전용 유효성 검증 애플리

케이션이나 CAD 시스템에 통합된 유효성 검증 애플리케이션이 있다. 둘의 장단점을 따져보자.

전용 유효성 검증 애플리케이션

독립적인 형태로 구동되는 외부 유효성 검증 애플리케이션은 짧은 분석 시간을 기대할 수 있지만, 입력된 CAD 모델을 이 애플리케이션의 커널(자료구조) 내부로 변환되어 읽어 들여야 한다. 즉 눈으로는 보이지 않지만 변환과정이 입력되는 과정에서 수행된다. 이는 소프트웨어는 빠르지만, 때때로 복잡한 CAD 모델이 변환되는 과정에서 데이터 손실로 인해 원하지 않는 형상으로 표현되어 유효성 검증 결과를 해석하는데 어려움이 있다. 이 소프트웨어의 아키텍처는 비교적 간단하지만 CAD 모델링에 익숙한 사용자는 CAD 시스템과 다른 GUI로 인해 능숙하게 사용하기에는 어려움이 있다. 특정 애플리케이션은 CAD 시스템과 전혀 다른 GUI와 사용법 제공하기도 한다. 또한 전용 유효성 검증 애플리케이션은 CAD 시스템이 새롭게 버전업(release)되면 버전업 이후에 이 CAD 시스템을 지원하는 모듈이 개발되기 때문에 즉각적으로 대응하기 어려운 단점도 있다.

CAD 시스템에 통합된 유효성 검증 애플리케이션

통합된 유효성 검증 애플리케이션은 Top-down 방식으로 CAD 시스템의 고유포맷을 대상으로 유효성 검증이 진행되며, 검증과정과 결과를 작업중인 CAD 모델과 비교하면서 분석할 수 있다. 분석 시간은 조금 길지만 이 방법은 CAD 시스템 자체의 고유 기하구조와 특정형상 정보를 유지하면서 정확한 평가를 가능하게 한다. 통합된 CAD 검증 모듈을 포함하는 이 애플리케이션은 고수준의 기하엔티티를 타입에 따라 매치(match) 시킬 수 있고, 각각의 대응되는 페이스(face)를 매치 시킨다. 또한 GD&T 컨트롤 기능을 사용해서 오류 편차(deviation)를 측정하여 주어진 편차의 경계치에 따라 자동 수정이 가능하다. 이 애플리케이션은 CAD 시스템의 고유 포맷을 사용하기 때문에 CAD

모델의 데이터 손실 없이 있고, 어떻게 형상 데이터를 해석할지 사용자가 파악할 수 있다. 만약 새로운 버전의 CAD 시스템이 출시되면 거의 동시에 이를 지원하는 유효성 검증 애플리케이션이 제공될 수 있다. 이 애플리케이션은 CAD 시스템 내에 포함되어 있기 때문에 별도의 복잡한 사용법을 익힐 필요성이 없다.

3단계: 비즈니스 케이스 개발

CAD 모델의 유효성 검증을 위한 전략을 구체화하기 위한 다음 단계는 당신이 가지고 있는 마스터 모델의 위험요소가 제품개발 사이클에서 어느 프로세스에 노출되어 있는지 그리고 어떻게 이를 해결하기 위해 공략할 것인지 검토하는 것이다. 공학적인 설계업무를 수행하는 관리자 또는 팀 리더는 유효성 검증을 효과적으로 해결하기 위한 비즈니스 케이스를 만들 때 특히 다음과 같은 영역에 대한 세심한 주의를 기울여야 할 것이다.

생산을 위한 설계(Design for Manufacturing)에서의 유효성 검증

생산업무를 담당하고 있는 엔지니어가 당신이 모델링 한 CAD 모델을 그가 사용하는 가용머신용 소프트웨어에 입력하면서 당신과 별도의 협의 없이 임의로 CAD 모델을 설계변경 하는가요? 당신의 협력업체에서는 당신 제품의 특정 파트를 가공할 때 CAD 모델의 불확실한 부분이 발생하면 이에 대한 메모를 남겨 놓는가요?

CAD 모델에서 가공이 근본적으로 불가능한 부분들은 제품개발 조직 내의 다른 구성원들을 위해서 후속 설계공정의 사용자들이 파악할 수 있도록 표시해 두어야 한다. 사용자들이 설계자의 설계의도를 파악하는 것은 파트의 품질뿐만 아니라 파트의 재사용성에도 영향을 준다. 많은 예에서 보면, 이러한 설계의도의 파악하는 수준에 따라 제조가능성(Manufacturability)에 영향을 주고 결국엔 불필요한 추가 작업시간을

줄일 수 있다. Fig. 1은 유효성 검증 소프트웨어를 통해 발견된 폭이 매우 작은 페이스 부분(zero thickness feature)을 보여준다. 이 부분은 실제 가공 시 불량품이 만들어질 가능성이 높다. Fig. 2는 블렌딩한 부분에서 날카로운 페이스(sharp blend feature)가 유효성 검증 소프트웨어를 통해 발견되고, 이 부분은 가공 자체가 불가능하다.

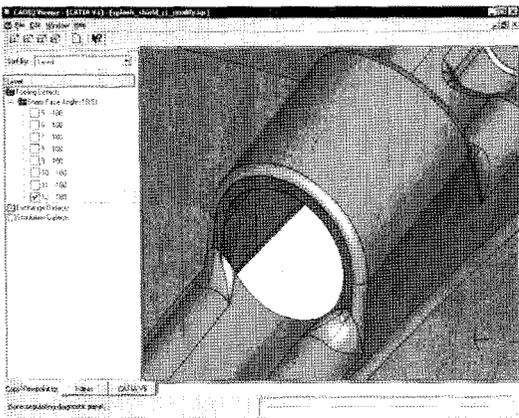


Fig. 1 가공 시 피로파괴(fatigue failure) 또는 잔삭(scraped part)을 발생시킬 수 있는 폭이 매우 작은 페이스 부분(zero thickness feature)

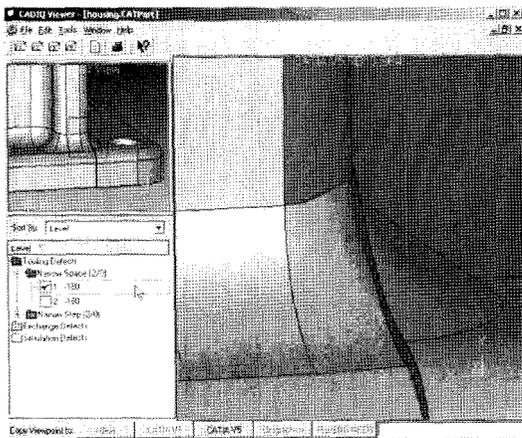


Fig. 2 블렌딩 부분에 가공 자체가 불가능한 날카로운 페이스의 생성 부분

설계도면 출도(Design Release)에서의 유효성 검증

CAD 모델을 내부 구성원 또는 외부 협력업체에 출도하기 전에 그 모델을 전달하고자 하는 부서의 생산 담당 엔지니어는 전달받은 CAD 시스템에서 그 모델이 사용할 수 있는지 반드시 확인해야 한다. 이 확인 과정이 없으면 내부 구성원 또는 외부 협력업체에서는 그들이 사용하고 있는 CAD 시스템 환경에 맞게 CAD 모델을 임의로 설계변경을 하여 사용할 것이다. CAD 데이터를 Export 하는 것은 가공 모델에 중요한 변화를 초래한다. 그러나 데이터를 Import 하는 것은 애기가 달라진다. 성능이 좋은 유효성 검증 솔루션은 데이터 변환 과정에서 발생된 변경 내용들을 시각화하여 표시해 줄 뿐만 아니라 변환과정에 책임을 가져야 할 사람들에게 다양한 형태로 문서를 만들어 제시한다.

Fig. 3은 서로 다른 CAD 시스템 (CATIA V5, Pro/ENGINEER 3.0, Unigraphics NX5)을 사용하는 3개의 협력업체를 위해서 CATIA V4 모델을 제공하는 예이다. 설계도면 출도를 위해서 우선 STEP 포맷으로 변환한 후, 전달받을 대상 CAD 시스템 환경에 적합한 유효성 검증과 수정 과정을 다음과 같이 진행하였다.

- 1) STEP 파일을 V5로 Import하면서 발생된 불안정한 위상요소(topology)에 대해 약간의 오류 수정을 하였다

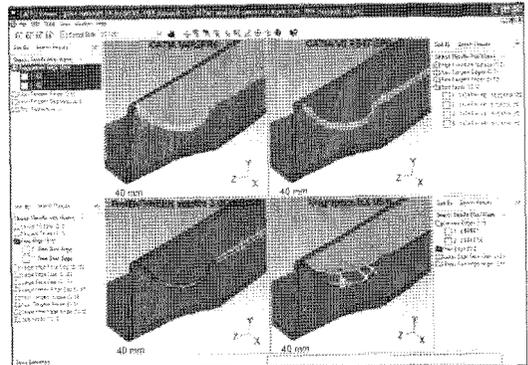


Fig. 3 설계도면을 대상 CAD 시스템에 출도하기 위해서 요구되는 잠재적인 설계변경 요구사항을 사전에 검증

- 2) STEP 파일을 Pro/E로 Import하면서 발생된 품질에 관련된 많은 오류를 개선하였다.
- 3) STEP 파일을 NX5로 Import하면서 발생된 형상관련 많은 오류를 수정하였다.

엔지니어링 설계변경(Engineering Change)에서의 유효성 검증

출도된 모델에 대해 후속공정에서 공학적 설계변경이 진행되면, 이 설계변경된 내용을 육안으로 쉽게 식별해 내기 어렵다. 만약 설계변경을 하고자 하는 설계자가 이 모델이 원래 어떤 의도대로 설계되었는지 제대로 파악하지 못했다면, 복잡한 특징형상을 상호간의 관계가 의도하지 않게 변경될 수도 있고, 결과적으로 파트 오류 또는 최종 어셈블리 과정에서 실패를 경험하기 될 것이다. 또한 내부의 설계 그룹과 외부의 협

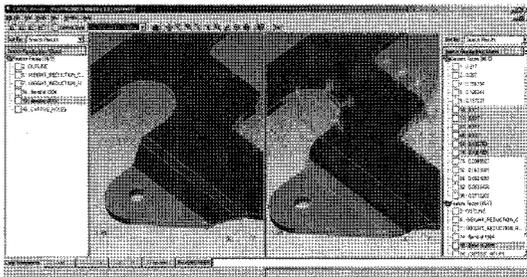


Fig. 4 주변에 있는 페이스들에 의도하지 않는 변경 (오류의 확산)을 야기할 수 있는 하이라이트 된 블랜드 페이스 부분에 대한 설계변경

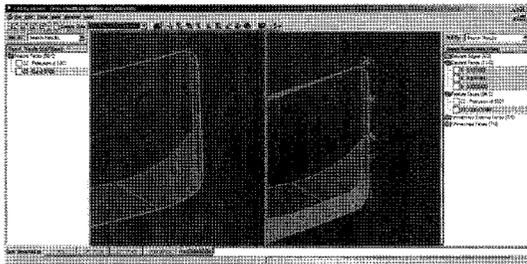


Fig. 5 발견되지 않거나 문서화되어 있지 않은 형상에 대한 설계변경

력업체는 그들이 가지고 있는 CAD 모델에 대해 설계 변경하는 과정에서 종종 비효율적인 커뮤니케이션이 이루어지기도 한다. 엔지니어링 설계변경 사항들에 대한 유효성 검증과 문서화를 통해서 엔지니어링 그룹은 각각의 파트와 어셈블리에 대한 생애주기를 추적 및 기록을 할 수 있고, 엔지니어링 설계변경을 시스템적으로 관리될 수 있다. Fig. 4와 Fig. 5는 유효성 검증 솔루션을 통해서 의도하지 않은 설계변경 부분이나 문서화되어 있지 않은 설계변경 부분을 하이라이트로 표시한 것을 보여준다.

데이터 변환 (Translation)에서의 유효성 검증

하나의 CAD 모델에 대해 다수의 포맷으로 빈번하게 변환을 수행하는 기업들에게는 유효성 검증이 변환된 모델에 대한 신뢰성을 확보하고 일관성 있는 마스터 모델의 관리를 위한 중요한 요소가 된다. 기업들은 CAD 시스템 고유 포맷과 타 CAD 시스템 고유 포맷 사이의 변환, 고유포맷과 중립포맷 사이의 변환, 중립포맷과 고유포맷 사이의 변환 과정에서 유효성 검증을 사용할 수 있다. 물론 최근에 시도되고 있는 특징형상 기반의 변환과정에서도 유효성 검증을 사용할 수 있다. 모델의 어느 부분에서 오류가 발생되었는지 표시할 해 돕으로써 설계자와 유효성 검

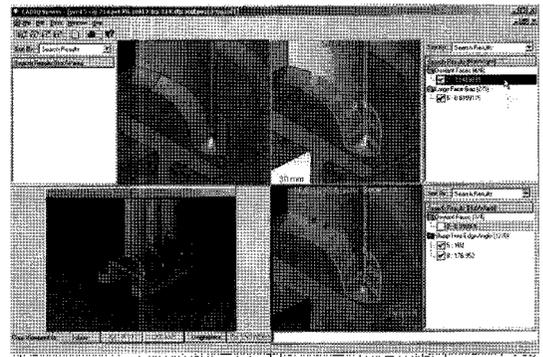


Fig. 6 STEP 변환 과정에서 품질이 낮은 곡면의 근사화로 인해 발생한 오류

증 결과를 분석하는 엔지니어가 전체 파트 모델이나 전체 어셈블리 모델을 처음부터 다시 모델링 하지 않고 표시된 해당 부분만을 수정하거나 재 모델링을 하면 된다. 또한 협력업체는 완성차업체(OEM)에게 모델에서 설계변경된 부분을 통보해 줌으로써 OEM이 이 모델을 전달 받아 특정 시뮬레이션이나 가공과정에 적용 시 예기치 못한 문제로 인해 추가적인 노력과 시간을 투입하는 것을 방지할 수 있다. Fig. 6은 NX에서 STEP으로 변환하는 과정에서 품질 문제가 발생되었고, 품질 문제로 인해 바뀐 형상이 NX Ideas 모델로 변환과정에서 오류가 전파되는 것을 보여준다.

레가시 데이터의 마이그레이션(Legacy Data Migration)에서의 유효성 검증

유효성 검증은 데이터의 마이그레이션이나 통합적인 마스터 모델의 관리를 기획하는 과정에서도 적용될 수 있다. 만약 당사 회사가 레가시 데이터의 마이그레이션을 준비 중에 있다면 유효성 검증 솔루션은 당신이 최적의 마이그레이션 경로를 선택할 수 있도록 도와줄 뿐만 아니라 마이그레이션 된 당신의 모델을 마스터 모델과 동등한 수준으로 유지될 수 있도록 도와준다. Fig. 7은 I-DEAS에서 Pro/ENGINEER로 이동하고자 하는 고객이 가능성 있는 3개의 대안 (STEP 변환, 특징형상 기반 변환, 리마스터링<re-mastering, 대상 모델에 대해 수삭업으로 일일이 손 보는 것>)에 대해 분석한 것이다. STEP 변환은 사소한 몇 개의 수정요구사항만 발생하였지만 특징형상 정보가 사라졌다. 특징형상 기반의 변환은 특징형상의 보존과 같은

중요한 장점을 가지고 있지만 변환과정에서 형상 변경이 일부 발생되었다. 리마스터링 옵션은 의도하지 않은 형상과 위상 변경을 초래하였다. Fig. 8은 CAD 벤더(vendor)에 의해 개발된 변환기를 사용해서 CATIA V4 모델에서 V5로 마이그레이션 하는 동안에 CATIA V4 모델의 반쪽이 소실된 것을 볼 수 있다.

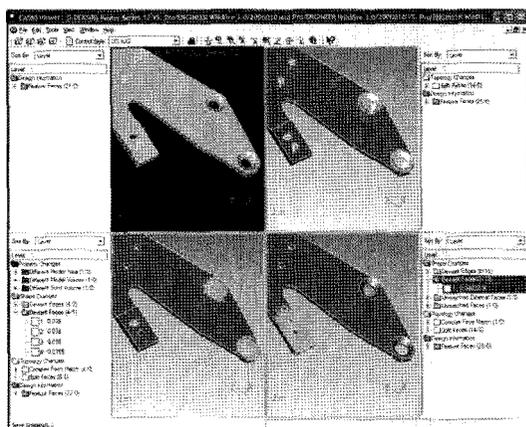


Fig. 7 다수의 레가시 데이터에 대해 마이그레이션하는 과정에서의 CAD 모델 분석

본 기사는 아주대학교 산업정보시스템공학부 양정삼 편집위원이 CAD/CAMNET 2008년 11월호(2008.11.4)에서 발췌하였으며, CAD/CAM Publishing, Inc.의 연락처는 다음과 같다.
Tel: 858-488-0533
Fax: 858-488-6052
E-mail: circulation@cadcamnet.com
Web site : http://www.cadcamnet.com