

CAD 툴의 파라메트릭 솔리드 모델링에서 데이터 크기를 감소시키는 실제적인 방법

최남규[○] 김승완^{††} 권오봉[†]
 † 전북대학교 전자정보공학부

ccnk@chol.com[○], kswsamson@mail.chonbuk.ac.kr, obgwun@moak.chonbuk.ac.kr

A practical method which reduce the model data size from parametric solid modeling in
 CAD tool

Namgyu Choi^{○†} Seungwan Kim^{††} Oubong Gwon[†]

† School of Electronics & Information Engineering Chonbuk National University

요 약

이 논문에서는 CATIA, PRO-E 등의 CAD에서 3D 모델을 생성할 때 사용하는 파라메트릭 솔리드 모델링 기법에서 일반적으로 사용하는 방법보다 모델링 데이터의 용량을 크게 줄일 수 있는 방법에 대하여 고찰한다. 3D 파라메트릭 솔리드 모델링 기법은 기본적인 상세 솔리드들을 생성하여 부울(Boolean) 연산으로 이들을 조합하여 복잡한 형상(geometric object)을 만드는데 이 과정에서 많은 부울 연산이 수행된다. 그런데 각각의 상세 솔리드들의 크기가 필요 이상으로 크게 만들어 짐으로써 생성된 모델의 데이터 용량이 방대하게 되고 생성시간에도 영향을 미친다. 여기에서는 실무 경험을 바탕으로 처음에 생성된 상세 솔리드의 불필요한 부분을 제거하여 부울 연산에 알맞은 크기로 변경하여 모델링 데이터의 용량을 줄이는 방법을 제안한다.

1. 서 론

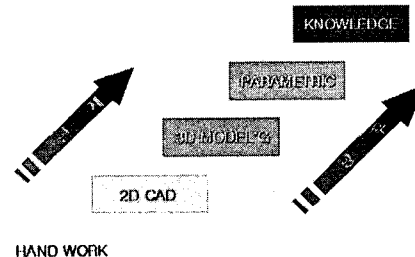
자동차 산업, 항공 산업 등 많은 산업분야에서 제품개발 기간 단축, 설계품질향상, 개발비용 절감 등을 이유로 3차원(3D) 모델을 요구하고 있다.

특히 자동차, 항공기 등의 기계 산업에서는 설계품질의 향상을 위하여 시제품 제작 이전에 설계 문제점을 조기에 발견, 해결하기 위해서 최근 4~5년간 3D 설계 및 DMU (Digital Mock-Up) 구축이 급속도로 진행되어 왔으며, 시스템 동작분석과 조립성 체크 등의 시뮬레이션 실시, DPA(Digital Pre Assembly) 체크를 통한 시스템 간의 간섭 및 Gap 체크, Kinematic에 의한 거동분석 및 공간 확보, Package Layout 검토 등을 실시하기 위해 깊이를 갖은 솔리드 모델이 필요하게 되었다. 2D 설계환경에서 3D 설계환경으로 변화하면서 3D CAD System의 성능이나 3D 모델링 기법도 설계기간단축의 주요 변수가 되었으며, 특히 형상 정보의 3D CAD 표현 기술의 숙련도 차이와 모델 데이터의 재사용성 즉, 형상 정보의 수정이 얼마나 효율적이고 용이한가 하는 것이 설계기간의 단축과 가장 밀접한 관련을 갖게 되었다.

파라메트릭 솔리드 모델링 기법은 모델 데이터의 재사용성은 매우 좋으나, 형상별 개체 Solid 화 및 Group 화를 한 후 솔리드 부울 연산으로 모든 객체를 표현하기 때문에 모델 데이터의 용량이 너무 커지는 단점이 있다. 이 때문에 CAD 시스템의 성능 향상에도 불구하고 모델을 생성할 때 데이터 처리의 어려움을 초래한다. 그래서 본 논문에서는 파라메트릭 솔리드 모델링 기법에서 실무 경험을 바탕으로 부울연산과 상세 솔리드의 크기를 고려하여 모델 데이터를 크게 줄이는 방법을 제안한다.

2장에서 기존의 파라메트릭 솔리드 모델링 기법 및 모델 제작 요령에 대해 알아보고, 3장에서는 파라메트릭 솔리드 모델링에서의 모델 데이터를 크게 줄이는 방법을 제안한다. 4장에

서는 제안한 방법과 기존의 방법의 데이터의 크기를 비교하여 평가를 하고 5 장에서 결론을 내린다.



[그림 1] 3D 모델링 기법의 발전단계

2. 파라메트릭 솔리드 모델링 기법 및 모델 제작 요령

파라메트릭 솔리드 모델링 기법은 상세 솔리드(Primitive)를 생성하고 교차(Intersection), 합(Union), 차(Subtraction), 분리(Split) 연산을 이용하여 복잡한 3차원 형상 모델을 생성하는 방법으로 CATIA 에서 생성할 수 있는 솔리드는 Canonical, Contour Based, Complex, User-Defined, Macro Primitive 5 종류가 있다.

파라메트릭 솔리드 모델링 기법은 다음과 같은 방법으로 상세 솔리드 들을 부울 연산을 이용하여 복잡한 기하학적인 객체로 만든다.

- ① 각각의 상세 솔리드를 생성한다.
- ② 상세 솔리드를 이용하여 다음의 연산을 한다.
 교차, 합, 차, 분리, 필릿(Fillet), 두께(Thickness), 홈

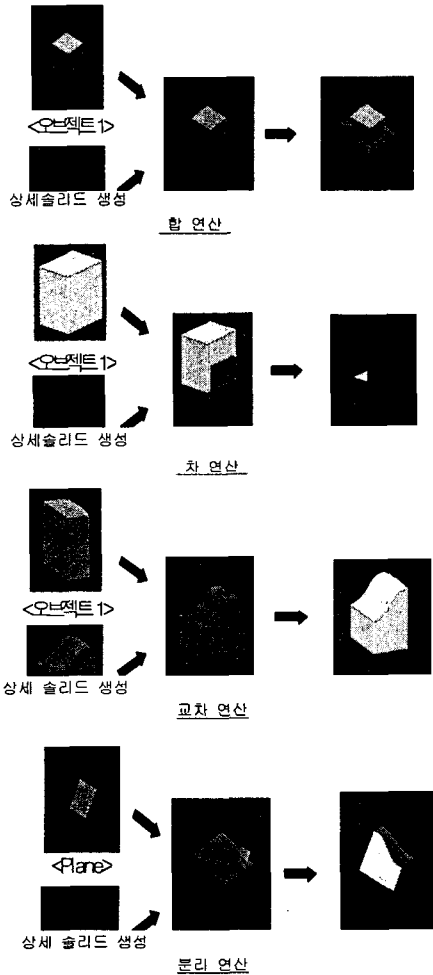
(Chamfer), 드래프트(Draft) 등...

③연산의 반복수행.

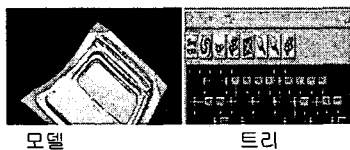
연산 수행이 끝난 솔리드도 연산이 재사용 될 수 있다.

④모델이 완성된다.

[그림 2]는 간단한 Canonical 상세 솔리드와 Contour Based 상세 솔리드를 바탕으로 솔리드 모델을 생성하는 연산들의 기능 및 과정을 보여주고, [그림 2]는 현대자동차의 자동차부품 설계에서 파라메트릭 솔리드 모델링 기법을 이용하여 설계한 제품의 모델 데이터 이미지와 연산이 이루어진 과정을 트리 구조로 보여준다. [그림 3]의 모델 데이터는 [그림 1]과 같은 과정이 수십에서 수백 번을 반복 수행함으로써 생성되었음을 알 수 있다.



[그림 2] 간단한 상세 솔리드들의 연산



[그림 3] 금형을 연계한 자동차부품 모델

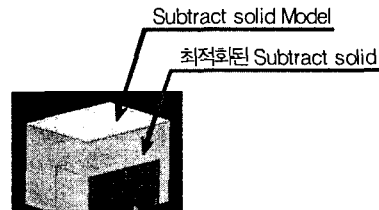
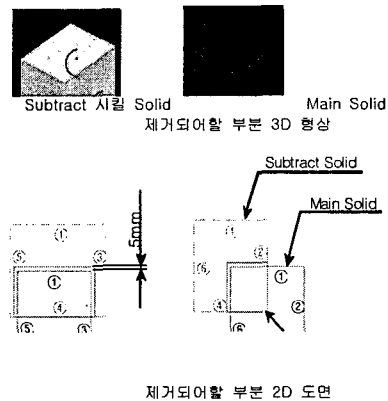
복잡한 부품의 형상을 만드는 기본적인 요령은 기본면에 대한 솔리드와 볼록 혹은 오목 형상의 각각의 상세 솔리드를 먼저 생성한 다음 합의 그룹과 차의 그룹으로 나누어 결합시킨다. 3D 모델링의 초기 단계에는 세부 형상을 제외한 기본 면에 대한 솔리드로부터 작업하여 전체윤곽을 설정하고 다음 단계에서 세부 형상 Solid를 추가하는 식으로 작업한다.

3. 모델링 데이터의 크기를 구하는 실제적인 방법

파라메트릭 솔리드 모델링 기법에서는 모델러(Modeler)가 솔리드 초기 생성에서부터 상세 솔리드 들을 콤팩트하게 만들거나, 생성 후 수정하여 콤팩트하게 만들어 모델의 데이터 크기를 줄일 수 있다. 물론 여기에서는 파라메트릭 솔리드 모델링의 최적 기법을 사용한다. 그러나 실제 현장에서는 설계 시간 단축 등의 이유로 모델링 시간이 충분하게 주어지지 않기 때문에 모델러는 콤팩트 처리 없이 모델링을 수행한다. 이 때문에 부울 연산을 하면 할수록 모델의 데이터 용량이 필요 이상으로 증가한다. 고급사양의 하드웨어를 사용해도 대용량 데이터 처리의 어려움을 쉽게 해결할 수 없다. 여기에서는 이를 해결할 수 있는 방법을 제안한다.

기존의 파라메트릭 솔리드 모델링 방법을 그대로 사용하면서 데이터를 줄일 수 있는 방법에 대하여 고찰한다. 이 방법은 초기에 생성된 상세 솔리드 들이 [그림2]와 같이 합, 교차, 차, 논리 연산만을 반복 수행하여 [그림 3]과 같은 복잡한 객체를 만들어 가는 기존 방식을 기반으로 한다. 초기 생성된 상세 솔리드에 부울 연산이 이루어지는 과정에서 [그림 4]의 차 연산에서와 같이 빼는 솔리드를 최적화된 솔리드의 크기로 변환시켜 저장하여 놓고 이를 이용하여 부울 연산을 한다.

최적화된 크기의 상세 솔리드를 만드는 과정을 [그림 2]의 차 연산과 [그림 4]를 가지고 설명 한다. [그림 2]의 차 연산에서 <객체 2>에서 <객체 1>을 빼낼 때 [그림 4]의 주 솔리



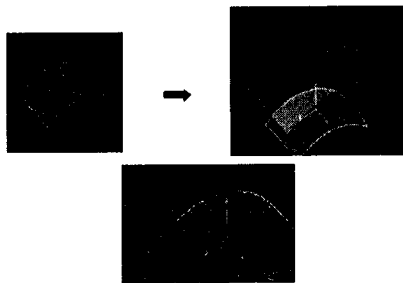
[그림 4] <객체 1>에서 제거되어야 할 부분

드 ①와 ⑥면은 완성 모델의 형상면을 이루지만 이를 제외한 다른 면은 형상면을 구성하지 않는다. 그리고 뼈는 슬리드 ②와 ④ 면 외부 부분만이 형상면을 만드는데 영향을 준다. 따라서 모델러는 뼈는 슬리드 ②와 ④면의 외부만을 정확하게 모델링하면 된다.

그러므로 가장 바람직한 뼈는 슬리드의 크기는 [그림 4]에서와 같이 뼈는 슬리드와 주 슬리드가 겹친 부분보다 약간 큰 것이다. 이와 같은 이유에서 [그림 4]의 2D 도면에서와 같이 뼈는 슬리드를 형상 면에서 5mm 크게 만든다. 이보다 작게 만들면 모델 데이터양은 더 줄일 수 있으나 오차가 발생할 우려가 있고 작업하기가 어려운 단점이 있다.

이와 같이 슬리드의 모양, 크기, 연산에 따라 데이터의 양이 달라지기 때문에 형상면의 크기와 모양을 합, 차, 교차 연산에 맞추어 설정한다. 차 연산의 경우 주 슬리드 면들은 뼈는 슬리드와 교차 않으면 주 슬리드의 모든 면이 형상면이 되고, 조금이라도 교차하는 경우 교차면이 형상면이 되는데 형상면이 복잡한 경우 평면(planer face)과 슬리드 단면(face), 평면과 곡면(surface), 복곡면(surface)과 곡면과의 최소 거리를 각각 구하여야 한다.

뼈는 슬리드를 최적화하기 위해서 다음과 같은 처리를 한다. 뼈는 슬리드의 형상면을 제외한 모든 면을 형상면과의 거리를 측정하여 임의의 일정한 간격으로 축소시킨다. 이때 위치가 변경되는 면 중에서 평면은 면의 법선 방향으로 이동하고, 곡면에 의해서 생성된 복잡한 슬리드는 [그림 5]와 같이 곡면의 u/v 방향으로 이동시켜 최적화하는데 이는 초기 상세 슬리드의 특성을 변화시키지 않기 위해서다.



[그림 5] Complex Solid의 최적화 방향 (Surface를 이용한 Solid)

본 논문에서 제안한 방법의 데이터 축소 효과를 현대자동차(주) 자동차 부품 설계 데이터를 입수하여 본 제안과 같이 Model을 수정하여 기존 데이터와 비교하여 보았다. [표 1]과 같이 본 제안의 데이터 크기가 기존의 모델 데이터보다 10~25%정도 작아졌다. 그러나 부울 연산의 회수, 모델러의 숙련도에 따라 데이터의 축소 양에 상당한 편차를 보인다.

5. 결론

현장에서 파라메트릭 슬리드 모델링 기법을 사용하여 모델 데이터를 생성할 때 너무 많은 부울 연산을 사용하기 때문에 데이터의 크기가 증가하는 단점이 있다. 컴팩트 처리 및 개선된 하드웨어를 이용하여 이러한 문제를 해결할 수 있으나 시간 및 경제적인 어려움이 따른다.

현대자동차 부품번호	부품 이미지	자동차에서 입수한 Model Data size (KB)	본 제안으로 수정한 Model Data Size (KB)	Data 감소율 (%)	비고
65531-4***		2129	1896	10.9	
65841-4***		4819	4027	16.4	
62792-5***		355	284	20.0	
67405-5***		908	669	26.3	
67406-5***		694	601	13.4	
67402-5***		1022	826	19.2	

[표 1] 기존의 모델과 본 제안의 모델 데이터의 비교

본 논문에서는 모델러의 테크닉에 기반하여 기존의 H/W, S/W시스템을 사용하면서 모델링 시간에 영향을 주지 않고 간단히 데이터의 크기를 줄이는 방법을 제안하였다. 이러한 방법으로 기존의 방법보다 데이터 양을 10~25%줄일 수 있었다.

<참고문헌>

1. Catia Solutions Version 4.2.1 Solid Manufacturing Method
2. Catia Solutions Version 4.2.1 Patch Deforming Method
3. Catia Solutions Version 4.2.1 Generative Shape Modeling
4. Forsyth, M., "Shelling and Offsetting Bodies," Proceeding of Third Symposium on Solid Modeling and Applications Salt Lake City, Utah, Usa, May 17-19 1995.
5. Rossignac, J.R. and Requicha, A.A.E., "Offsetting Operations in Solid Modelling". *Computer Aided Geometric Design*, Vol.3, pp. 129-148, 1986
6. Weiler, K., *Topological Structures for Geometric Modeling*, PhD Thesis, Rensselaer Polytechnic Institute, August 1986