

STL 화일을 이용한 Sloping Layer의 생성

이재호* · 박준영*

* 동국대학교 산업공학과

Abstract

생산 제조분야에서 시작품을 만드는 방식에는 여러 가지가 있다. 그 중에서 가장 빠르게 시작품을 만드는 기법인 Rapid Prototyping기술은 1988년에 등장하여 많은 기술적 발전과 산업계의 적용이 이루어지고 있다. 대부분의 상업용 RP기술은 3D CAD 모델을 단면화하여 단면을 하나씩 적층하는 방식을 사용하고 있다. 이때 사용되는 레이어는 vertical layer를 사용하는 것이 일반적이다. 그러나 이는 계단현상이라는 문제를 발생시킨다. 이러한 계단현상을 줄이고자 크게 2가지의 시도가 있었다. adaptive slicing기법과 slope를 갖는 레이어로 적층하는 기법이다. 이 중에서 adaptive slicing은 계단현상이 크게 발생하는 영역을 좀더 얇은 레이어로 나누어서 적층하는 방법으로 계단 현상이 줄어들기는 하지만 여전히 part surface에는 계단현상이 남게되는 단점을 가지고 있다. 그러나 slope를 갖는 layer를 가지고 적층하는 방식은 계단효과를 획기적으로 줄이는 반면 실제로 적용되지 못하고 있는 실정이다. 이는 여러 가지 제약이 있기 때문인데 본 연구에서는 이러한 제약을 알아보고 다면체 모델인 STL 화일을 이용하여 sloping layer를 생성하는 알고리즘을 개발하고자 한다.

제안된 알고리즘에서는 RP시스템의 기본 입력 화일인 STL 화일을 입력으로 한다. STL 화일은 CAD모델을 triangulation한 결과로 생성된 하나의 삼각 facet을 이루는 세 개의 정점과 수직 벡터로 구성되어 있다. STL 화일은 형식이 단순하기 때문에 저장이 쉽고 단면화가 단순하다는 장점을 가지고 있지만 위상정보의 결여와 gap이나 hole 또는 중복 등의 문제점을 발생시킬 수도 있다. 그러나 또한 sloping Layer를 생성하는데 필요한 교차점들을 생성하기 쉽다는 장점이 있으므로 기본 입력 파일로 사용하였다.

알고리즘이 적용되기 위한 가정은 다음과 같다. 우선 사용되는 STL 파일은 hole이나 gap이 존재하지 않으며 단면과 단면과의 위상적인 연결관계가 1:1의 관계이며 단면의 형상이 convex인 경우이다. 모델에 홀을 가진 경우도 적용된다.

STL을 기반으로 생성된 단면은 CAD 모델이 triangulation될 때 위상적인 정보가 제거되고 이것을

다시 평면과 교차하여 생성된 단면이므로 각 단면에서 발생하는 closed-edge loop들간에는 어떠한 위상정보도 없다. 따라서 만일 단면간의 위상적인 연결관계가 1:2인 단면을 sloping layer로 만들기 위해서는 추가적인 정보를 필요로 한다. 그러나 이 경우 어떠한 기준으로 위상적인 정보를 주는가에 따라 원래의 CAD형상과는 다른 형상을 생성할 가능성이 있으므로 본 연구에서는 1:1인 경우만을 대상으로 하였다.

알고리즘의 수행 절차는 다음과 같다. 우선 STL 파일을 읽어들이고 정점을 추출하여 하나의 삼각면과 $Z=h$ 인 임의의 평면을 교차시킨다. 이렇게 교차시켜서 나온 edge들을 단면 별로 저장한다. 이와 같이 저장된 단면은 반드시 하나의 Closed Polygon이 된다. 원래 솔리드 모델에 홀이나 cavity가 존재하는 경우에는 단면에 복수개의 closed Edge Loop가 존재하게 된다. 이러한 단면을 갖는 솔리드를 중공형상이라고 하고 hole이나 cavity가 없는 속이 꽉찬 솔리드인 경우에는 중실 형상이라고 할 때 본 알고리즘은 중실 형상인 경우에는 비교적 간단하게 수행된다. 그러나 중공형상인 경우에는 단면에 복수개의 polygon이 존재하기 때문에 이를 외부 boundary를 갖는 loop와 내부 boundary를 갖는 loop등으로 나누어서 알고리즘을 적용해야 한다. 이때 위의 단면의 loop의 수가 1:1의 연결 관계를 가지게 되면 알고리즘이 수행되지만 1:2와 같은 경우에는 추가적인 정보를 주어야 한다.

STL 파일을 단면화 한 단면 파일이 아무런 문제가 없는 경우에는 연속된 단면을 2개씩 읽어들이고 sloping layer를 생성한다. 우선 $z=h$ 인 단면을 $z=h+1$ 의 단면에 투영한다. 이때 단면의 정보를 추출한다. 특히 단면 데이터의 x, y의 min값과 max값을 구한다. 또한 단면의 x_평균값과 y_평균값을 이용하여 중심점을 생성한다. 이 중심점은 회전 평면의 회전축이 지나는 후보 값이 된다. 만일 $z=h$ 의 단면의 후보 값이 $z=h+1$ 단면의 내부에 있으면 각 단면의 폭을 비교한다. 비교 결과 작은 쪽의 단면을 중심으로 회전 평면을 생성하여 단면과 회전 평면의 교차점을 저장한다. 만일 후보 값들이 각 단면의 내부에 존재하지 않으면 회전 평면을 이용한 교차점의 생성시 미 참조 영역이 발생하여 유효한 sloping layer를 생성할 수 없으므로 그러한 경우에는 추가적으로 STL 파일로부터 후보 값들이 단면의 내부에 위치할 때까지 슬라이싱을 실시한다.

회전 평면을 이용한 알고리즘의 장점은 계산이 간단하며 단면과 단면에 수직인 교차라인을 쉽게 생성시켜 준다. 회전체나 cylindrical한 형상인 경우에는 동일한 오차를 갖는 모델을 vertical layer를 사용하는 것보다 보다 적은 개수의 layer로 적층할 수 있다.

본 연구는 STL 화일로 된 모델을 vertical layer가 아닌 sloping layer로 근사화하는 방법론을 제시하였다. 이는 두 가지의 장점을 가지고 있다. 즉 비교적 thick한 layer로 근사화 할 수 있고 계단 효과를 줄일 수 있다. 계단 효과의 감소는 freeform한 형상일 경우나 원래의 모델이 기울어진 형상인 경우에는 더욱 크며 직육면체와 같은 물체에서는 별다른 알고리즘상의 이점을 가지지 못한다. 회전 평면과 추가적인 슬라이싱을 이용하기 때문에 연결 라인의 비틀림 현상을 방지할 수 있었고 이는 공구가 옆면을 가공할 때 모델을 더 빨리 제조할 수 있게 한다.