

선택성레이자소결에서 한가지 자체적응분층 알고리즘에 대한 연구

리준영, 리경준, 신류경

경애하는 최고령도자 김정은동지께서는 다음과 같이 말씀하시였다.

《과학기술을 확고히 앞세우고 과학기술과 생산을 밀착시키며 경제건설에서 제기되는 모든 문제들을 과학기술적으로 풀어나가는 기풍을 세워 나라의 경제발전을 과학기술적으로 확고히 담보하여야 합니다.》

선택성레이자소결에서 일정한 두께로 절단하는 같은두께분층화는 가공속도와 정밀도를 동시에 높일수 없는 결함을 가지고있다. 그것은 가공정밀도를 높이기 위하여 분층두께를 감소시키면 제작시간이 길어지고 가공효률이 낮아지게 되며 반대로 가공효률을 높이기 위하여 분층두께를 증가시키면 곡률이 큰 부분의 가공정밀도가 떨어진다.

논문에서는 제작속도와 가공정밀도를 동시에 높일수 있는 자체적응분층알고리즘을 제기하고 MATLAB를 리용한 계산실험을 통하여 이 방법의 효과성을 확증하였다.

선택성레이자소결의 자료준비단계에서는 CAD모형의 STL화일을 분층화하여야 한다.[1] 일반적으로 물체륜곽의 곡률반경이 큰 조건에서 두꺼운 층으로 분층화를 진행하면 계단효과가 뚜렷이 나타나면서 가공정밀도가 낮아지며 한편 계단효과를 낮추기 위하여 층두께를 감소시키면 절단두께가 작아지면서 제작시간이 길어지고 가공효률이 낮아지게 된다.

같은두께분층절단처리방법의 이러한 결함을 극복하기 위하여 제안된 자체적응분층방법에서는 분층방향에서 제품륜곽의 결면형태에 기초하여 분층두께를 자동적으로 변화시킨다. 즉 제품결면경사도가 비교적 클 때에는 작은 분층두께를 선택하여 원형의 성형정밀도를 높이고 그 반대일 때에는 비교적 큰 분층두께를 선택한다.[2]

고속성형공정들중에서 일부는 가공과정에 층두께를 변화시킬수 없으므로 자체적응분층방법을 적용할수 없지만 대부분은 일정한 두께범위에서 자체적응분층방법으로 층두께를 변화시킬수 있다. 그가운데서 립체인쇄나 선택성레이자소결, 용융압출제조 등에서는 자체적응분층방법을 쉽게 받아들일수 있다. 이 공정들에서는 레이자출력(혹은 분사구의 분사량)을 변화시키거나 가공과정에 재료의 출구량을 조종하는 등의 방법으로 층두께를 변화시킬수 있다.

자체적응분층방법에서는 모형의 형태변화에 기초하여 절단층의 층두께를 결정하는데 자체적응분층을 실현하자면 먼저 절단층이 제정된 분층화의 요구를 만족시키는가를 판단하여야 한다.

자체적응분층산법들인 립접층면적변화에 기초한 산법과 분층높이에서 3차원실체륜곽면의 곡률에 기초한 산법들은 절단면의 경계가 복잡한 경우에 연산이 복잡해지고 정확한 층두께를 결정할수 없는 일련의 제한성들을 가지고있다.

그러므로 곡면과 분층면의 사립선에서 사립점의 법선방향벡토르에 기초한 산법을 리용하여 자체적응분층화를 실현할수 있다.

그림 1에 사립점에서 법선벡터를 리용하여 층두께를 결정하는 방법을 보여주었다.

그림 1에 의하면 다음의 관계가 성립한다.

$$\varepsilon = d \tan \theta \leq \varepsilon_{\text{최대}} \quad (1)$$

여기서 ε 은 계단너비, d 는 분층의 두께, θ 는 xy 평면과 법선 벡터사이의 각, $\varepsilon_{\text{최대}}$ 는 허용가능한 계단너비의 최대값이다.

곡면과 분층면사이의 사립선에서 어떤 점의 법선벡토르가 $N = N_x i + N_y j + N_z k$ 이라고 할 때 다음의 관계식이 성립한다.

$$\tan \theta = \frac{N_z}{\sqrt{N_x^2 + N_y^2}} \quad (2)$$

그림 1. 사립점에서 법선벡터를 리용하여 층두께를 결정하는 방법

분층의 두께를 결정하는 알고리즘의 흐름도를 그림 2에 보여주었다.

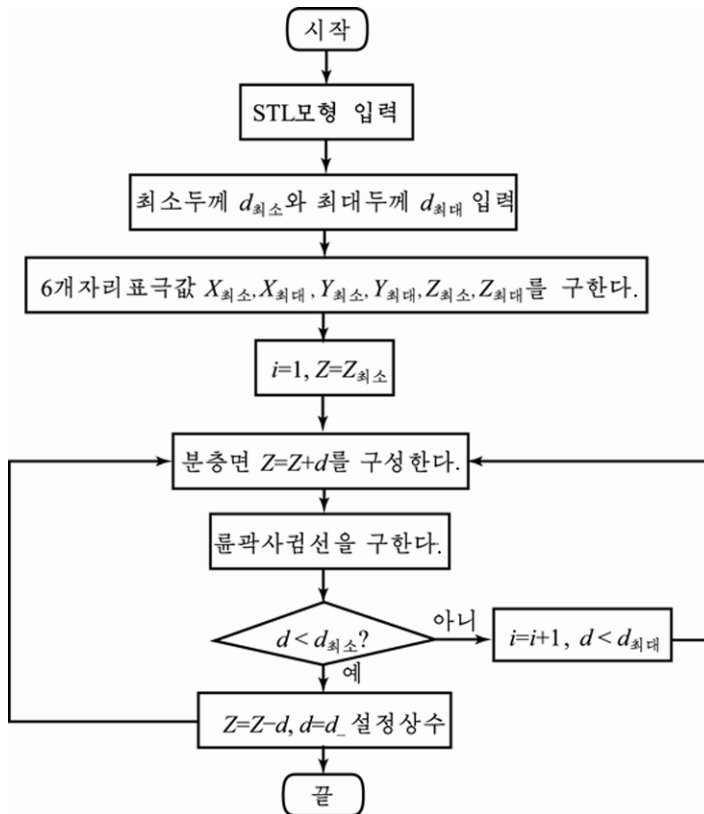


그림 2. 분층두께결정알고리즘의 흐름도

3차원설계프로그램 SOLIDWORKS로 설계한 CAD모형의 STL모형에 대하여 분층프로그램으로 같은두께분층화와 자체적응분층화의 두 경우에 대한 모의실험을 진행하였다. 같은두께분층의 두께는 0.2mm, 자체적응분층에서는 최대 및 최소허용층두께 $d_{\text{최대}}$ 와 $d_{\text{최소}}$ 를 각각 0.5, 0.1mm로, 최대허용가능한 계단너비를 $\varepsilon_{\text{최대}} = 0.5\text{mm}$ 로 정하였다.

분층절단결과는 그림 3과 같다.

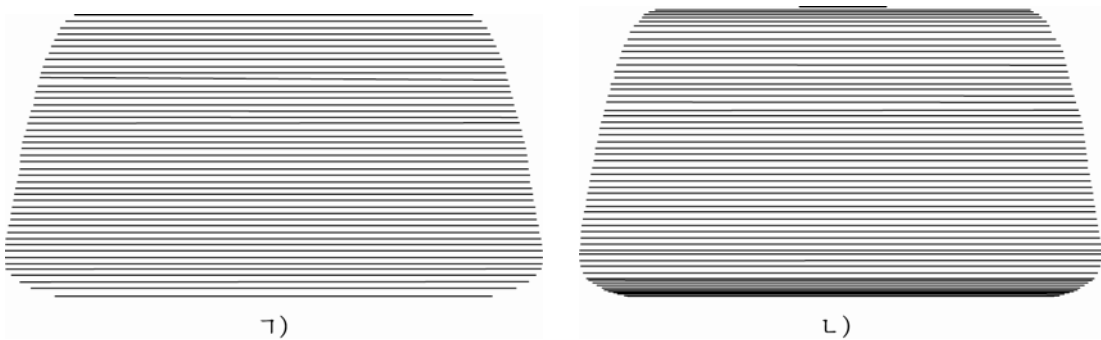


그림 3. 분층절단결과
 ㄱ) 같은두께분층화, ㄴ) 자체적응분층화

그림 3에서 보는바와 같이 자체적응분층화산법을 적용하는 경우에 리산층륜곽면의 계단효과가 현저하게 낮아진다.

맺 는 말

선택성레이자소결의 자료준비단계에서 곡면과 분층면의 사검선에서 사검점의 법선방향벡터에 기초한 STL모형의 자체적응분층알고리즘을 제기하고 MATLAB로 계산실험을 진행하였다. 계산실험결과에 의하면 자체적응분층화방법으로 얻은 리산층면들의 계단효과는 같은두께절단방법에서보다 현저하게 낮아진다.

참 고 문 헌

- [1] Ren C. Luo et al.; IEEE. ASME Trans. Mech., 9, 3, 2004.
- [2] Loong-Ee Loh et al.; International Journal of Heat and Mass Transfer, 80, 288, 2015.

주제 106(2017)년 9월 5일 원고접수

Research of an Adaptive Slicing Algorithm in Selective Laser Sintering

Ri Jun Yong, Ri Kyong Jun and Sin Ryu Gyong

We suggested an adaptive slicing algorithm of STL model based on normal vector of an intersection on the intersecting line of curved surface and slicing plane and performed numerical experiment using MATLAB.

According to the numerical experimental result, the stepping effect of discrete slices using adaptive slicing method is remarkably reduced than using equi-thickness method.

Key words: adaptive slicing, selective laser sintering, STL file