

STL File 슬라이싱 높이에 따른 주사경로 생성시간 저감에 관한 연구 - 소형 보석류에 적용

김태호#, 김민주*, 이승수*, 전언찬**,

The Study on Reduction of Scanning Path Build Time According to Control of STL file Slicing Height – Application of Small Jewellery

Tae Ho Kim[#], Min Ju Kim^{*}, Seung Soo Lee^{*} and Eon Chan Jeon^{**}

ABSTRACT

This paper addresses the correlation between the change of file size and the scanning path build time by the slicing height of STL file. Though the study about STL file has been achieved quite actively scanning path build time using STL file is not investigated so much to be satisfied. The file size depends on the number of polygon created by the slicing height specified. And this number of polygons increases in a regular rate. The correlation between the number of polygons and the scanning path build time is examined and verified.

Key Words : Rapid Prototype(쾌속조형), Scanning Path(주사경로), Small Jewellery model (소형 보석류 모델), STL File(STL 파일)

1. 서론

쾌속조형장치에서 사용되는 STL 파일은 최초 장비 개발업체인 3D system사에서 사용되어 지금까지 자료교환 표준으로 꾸준히 사용되어 왔다.¹ 그러나 STL 파일은 평면삼각형들을 근사화하여 3차원 형상을 구현하기 때문에 많은 문제점을 안고 있다.

예를 들어 동일한 꼭지점의 중복, 면의 누락으로 인해 파일 크기가 방대해지거나, 작은 각을 가진 예각삼각형으로 인해 연산과정 중에 오류가 발생하거나, 특정형상에서는 일정 범위에서 치수오차

를 발생하는 등 많은 문제점을 가지고 있다. 이러한 문제점을 해결하기 위해서 국·내외적으로 많은 연구가 이루어져 왔다.⁴

Chae² 등은 위상정보가 없는 STL 파일에 위상 정보를 부여하여 기하학적 처리를 하기 위한 삼각형기반 비다양체 형상모델의 데이터 구조를 제안하였고 수동으로 지지대를 형성, 실제 적용시켜 비다양체 형상모델의 타당성을 입증하였으며, Park³ 등은 STL 데이터의 정보 관리를 위해 데이터 베이스를 구축하고 형태별 오류 분류를 하여 파일 오차의 양을 줄이는 방법을 제시하였다.

접수일: 2004년 11월 23일, 게재승인일: 2005년 10월 10일

교신저자: 동아대학교 기계공학과 박사과정

E-mail kth0110@donga.ac.kr TEL.: (051) 200-6992

* 동아대학교 기계공학과 PostD

** 동아대학교 기계공학과

그러나 실제적으로 쾌속조형장치에서 사용되는 STL 파일을 이용하여 새롭게 주사경로 생성시키고 이렇게 생성된 주사경로를 이용하여 Part 제작 작업이 이루어진다.

주사경로 생성을 위한 연구를 살펴보면 Lee⁵는 조형대상의 정밀도와 효율적 성형을 위해 읍셋을 고려한 주사경로를 생성하였고, M. Held⁶ 등은 Voronoi diagram 과 같은 기하학적 계산방법을 사용 경계의 읍셋 및 최적의 공구경로 생성알고리즘을 제시하였다. 안대건⁷ 등이 AutoCAD 의 API 를 이용하여 슬라이스 단면 데이터를 이용 주사경로 생성에 관한 연구를 수행하였으며, 신민철⁸ 등은 AutoCAD 의 명령어를 사용하여 형상을 생성 DXF 코드로 변환하여 NC 프로그램의 G 코드로 변환하는 연구 등 많은 연구들이 수행되어 왔다. 이는 주사경로생성에서 STL 파일의 문제점을 보완하고 최적의 주사경로생성을 위한 여러 가지 방법들을 제시하는데 그쳤다. 하지만 실제 슬라이싱 높이나 하나의 단품이 아닌 여러가지의 모델을 이용하여 주사경로생성시 생기는 문제점에 대한 연구는 미흡하다. 실제 주얼리 패턴의 전체공정에서 주사경로 생성시간을 살펴보면 하나의 단품인 경우 슬라이싱높이가 0.01 mm 인경우 전체제작공정의 3/1 을 차지하였다. 그리고 형상의 개수가 증가할수록 전체 공정에서 주사경로 생성시간이 차지하는 비율이 높아진다. 이는 슬라이싱 높이가 낮아질수록 폴리곤의 개수가 증가하고 이 증가한 폴리곤의 개수는 데이터의 양을 증가하면서 주사경로 생성시간에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다.

그리하여 본 연구에서는 STL 파일이 슬라이싱 높이에 따라 STL 파일의 크기변화를 살펴보고 폴리곤 개수와 주사경로 생성시간의 상관관계를 규명하고자 한다.

2. 쾌속조형장치

2.1 주얼리 제작공정

지금의 소형 보석류는 부의 축적 및 매매의 수단이 아닌 각자의 개성연출 수단이 되었다. 다양한 소비자의 욕구를 충족시키기 위하여 빠른시간에 제품을 제작해야 하는 과제를 안게 되었다.

기존의 세공공정은 수공으로 패턴제작을 하여 대량의 주조용 패턴을 만들고 로스트 왁스법을 이용하여 소형 보석류를 제작하였다. 지금까지 수공

으로 이루어지던 패턴제작을 쾌속조형장치로 대체함으로써 패턴제작에서 사용되는 시간을 단축시킬 수 있다.

쾌속조형장치를 이용한 주얼리 제작공정은 JewelCAD, Rhino 등 소형 보석류 전용 캐드프로그램을 이용하여 설계를 한 후 쾌속조형장치를 이용하여 패턴을 제작한다. 그리고 인베스트먼트 주조법을 이용하여 소형 보석류 제품을 생산한다. 이를 Fig. 1 에 나타내었다.

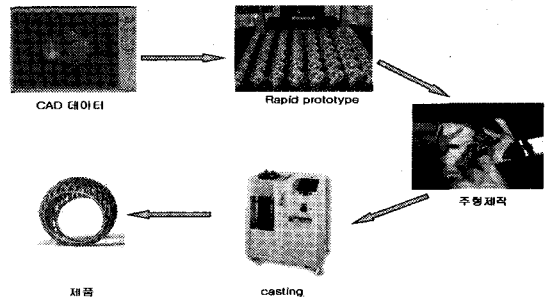


Fig. 1 The process of making Jewellery

2.2 주사경로생성

일반적인 쾌속조형장치에서는 STL 파일을 이용하여 Part 를 생성할 수 있는 주사경로를 새롭게 생성한다. 쾌속조형장치의 주사경로 생성은 장치에 따라 조금의 변화가 있지만 일반적으로 다음과 같은 과정을 거친다.

가공할 공간(platform)을 선택하고 파일을 연다. 그리고 파일의 위치를 지정하고 지지대(support)를 생성한 후 가공조건을 선정한다. 가공조건에는 적층높이와 리코트(re-coat style) 조건을 선정하고 주사경로를 생성하면 된다.

Fig. 2 는 일반적인 주사경로 생성과정을 나타내었다.

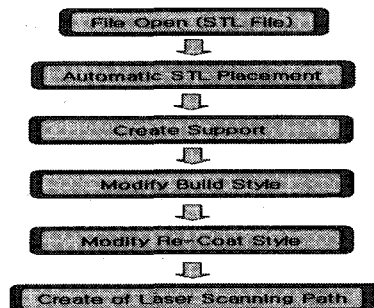


Fig. 2 Flow-chart for the creation of Scanning Path

3. 실험방법

3.1 시편

본 실험에 사용된 모델은 JewelCAD 를 이용하여 임의의 11 가지 모형을 Modeling 하고 STL 파일로 변환하였다. 이를 Fig. 3 에 나타내었다. 이 주얼리 모형을 이용하여 슬라이싱 높이를 0.1 mm - 0.01 mm 까지 동일한 형상을 STL 파일로 변환하였다.

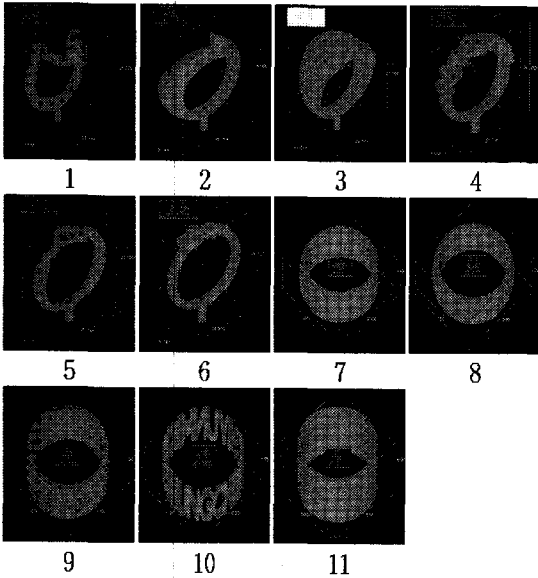


Fig. 3 The shape of Jewellery

3.2 실험방법

본 연구는 STL 파일을 이용하여 주사경로 생성 시 소요시간과 폴리곤 개수의 상관관계와 폴리곤 개수가 주사경로 생성에 어떠한 영향을 미치는지를 다음과 같은 방법으로 규명하고자 한다.

본실험에 사용한 11 가지의 주얼리 모형을 이용하여 적층높이를 0.1 mm- 0.01mm 까지 동일한 형상을 STL 파일로 변환하여 슬라이싱 높이와 폴리곤 개수의 변화를 관찰하고자 한다. 그리고 적층높이를 일정하게 하고 소형 보석류 개수를 증가시키면서 폴리곤의 수와 소형보석류 개수와의 상관관계를 파악하였으며, 마지막으로 개수를 일정하게 유지시키면서 폴리곤의 개수를 증가시켜 폴리곤 개수와 주사경로 생성시간을 확인하였다. 이를 Fig. 4 에 나타내었다.

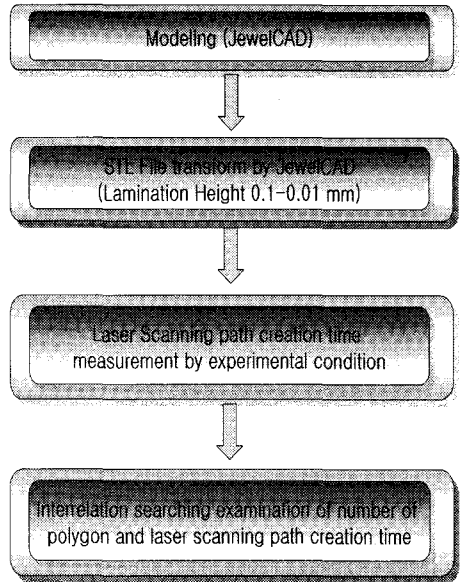


Fig. 4 Flow-chart of experiment method

주사경로 생성 시간은 3Dsystem 사의 3Dlightyear 를 이용하였고 주사경로생성시간측정은 Timewatch 를 이용하여 측정하였다. Fig. 5 는 주얼리 모델을 이용하여 주사경로를 생성시키는 프로그램인 3Dlightyear 보여주고 있다.

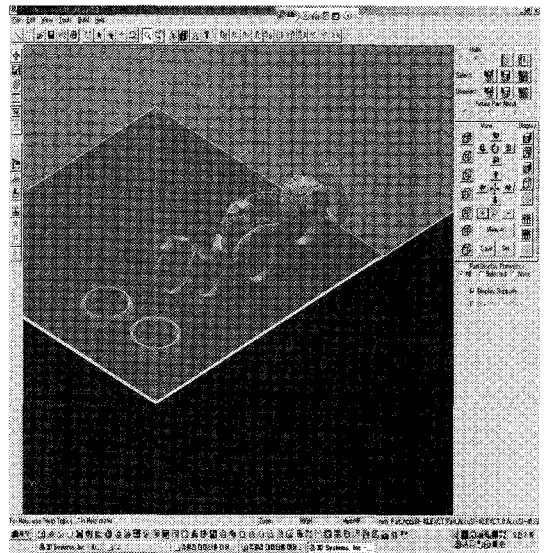


Fig. 5 Program for the creation of Scanning Path (3D lightyear)

4. 결과 및 고찰

4.1 슬라이싱 높이 변화에 따른 폴리곤 개수의 증가 비율

STL 파일의 크기는 폴리곤의 개수에 따라 많은 영향을 받는다. 일반적으로 데이터의 용량은 file 오류에서 발생하기도 하지만 기준이 되는 슬라이싱 높이가 감소함에 따라 폴리곤의 개수가 증가한다.

본 실험에서는 슬라이싱 높이 0.1 mm 를 기준으로 0.01 mm 까지 10 단계로 나누어 STL 파일의 크기 변화 및 폴리곤의 개수 변화를 비율로 나타낸 결과 STL 파일의 크기 변화와 폴리곤의 개수 변화비가 동일하게 변화하는 것을 볼 수 있었다. 이는 슬라이싱 높이를 기준으로 면을 생성하므로 생기는 폴리곤의 수가 슬라이싱 높이에 의하여 증가 때문이라고 판단된다. 그 결과를 Table 1 과 Fig. 6 에 나타내었다.

Table 1 The change of STL file size in accordance with slicing height

	File1	File2	File3	File4	File5	File6	File7	File8	File9	File10	File11
0.1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
0.09	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1	1.1
0.08	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2	1.2
0.07	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4	1.4
0.06	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
0.05	1.9	1.9	1.9	1.9	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0	2.0
0.04	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5	2.5
0.03	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3	3.3
0.02	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0	5.0
0.01	9.9	9.9	9.9	9.9	10	10	10	10	10	10	10

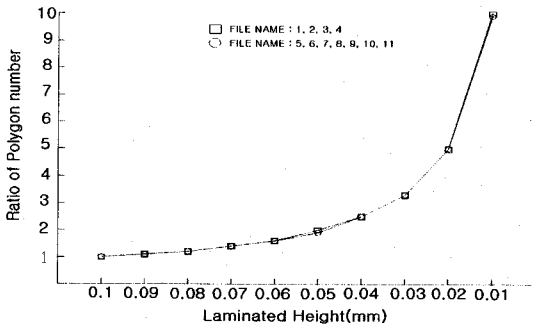


Fig. 6 The proportion of the number of polygon in accordance with slicing height

4.2 슬라이싱 높이의 변화에 따른 주사경로 생성시간

주사경로 생성은 3D lightyear 나 MagicRP 라는 전용프로그램에서 각각의 장비에 맞는 주사경로를 생성하고 있다. 주사경로 생성에 가장 영향을 많이 미치는 것은 가공시 플랫폼에서 잘 떨어질 수 있도록 하기 위한 서포트 생성이다. 왜냐하면 폴리곤의 수가 증가하여 연산을 하는 면의 개수가 많아져 부동소수점 연산을 하는데 상당한 시간이 필요하므로 서포트를 생성시키는 시간이 많이 걸린다. Fig. 7은 각각의 슬라이싱 높이에 따른 주사경로 생성시간을 나타낸 그래프이다.

0.1 mm 에서 0.02 mm 까지는 주사경로 생성시간이 소폭으로 증가하나 0.01 mm 에서는 폴리곤 개수의 증가비처럼 현격하게 증가하는 것을 확인할 수 있었다. 이는 STL 파일의 슬라이싱 높이를 낮게 할수록 주사경로 생성시간이 크게 소요됨을 의미한다.

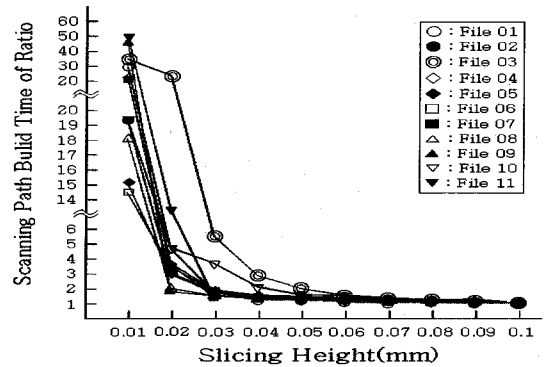


Fig. 7 Build time rate of Scanning Path in accordance with slicing height

4.3 폴리곤 개수를 일정하게 유지하고 파트 개수를 증가시켰을 때 주사경로 생성시간

폴리곤의 개수와 3 차원 모델의 개수 중 어떤 인자가 주사경로 생성시 영향을 미치는지를 확인하기 위하여 서로 다른 형상의 모델을 0.06 mm 로 슬라이싱하여 얻어진 STL 파일을 이용하여 폴리곤의 개수를 30 만개로 일정하게 유지하고 파트의 개수를 2 개에서 5 개까지 증가시키면서 주사경로 생성시간을 측정하였다. 이를 Fig. 8 에 나타내었다

파트개수가 증가하여도 폴리곤 개수가 일정하

면 주사경로 생성시간은 거의 일정하게 유지되는 것을 확인할 수 있었다.

이는 주사경로 생성시간은 파트의 개수보다는 폴리곤의 개수가 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다.

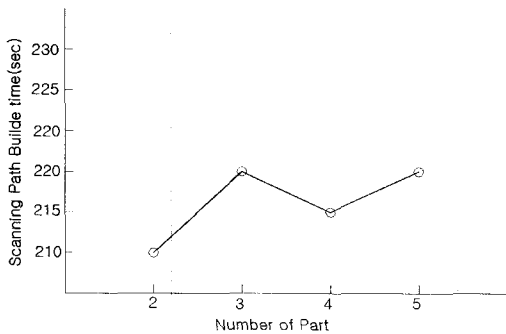


Fig. 8 Relationships between Scanning Path Time and Number of Parts

4.4 파트 개수 일정하게 유지하고 폴리곤 개수를 증가시켰을 때 주사경로 생성시간

0.06 mm 로 슬라이싱하여 얻어진 STL 파일을 이용하여 파트의 개수를 3 개로 일정하게 유지하면서 폴리곤 개수를 20 만개에서 40 만개까지 증가시키면서 주사경로 생성시간을 측정하였다. 이는 서로 다른 형상의 모델을 제작할 때 폴리곤의 개수가 주사경로 생성시간에 어떠한 영향을 미치는지를 확인하기 위해서 임의로 주어진 값이며 이는 computer 시스템의 조건보다는 슬라이싱 높이를 낮추어서 주사경로를 생성하면 주사경로 생성시간을 단축할 수 있다. 하지만 슬라이싱 높이를 낮추면 part 의 표면이 나빠져 실제 캐스팅 패턴으로 사용할 수 없다.

폴리곤의 수가 증가할수록 생성시간은 10 만개 당 약 100 초씩 비례적으로 증가하는 것을 확인할 수 있었으며 이는 주사경로 생성시간은 Part 의 개수보다 폴리곤 개수에 많은 영향을 받는 것을 확인할 수 있었다. 이를 Fig. 9 에 나타내었다

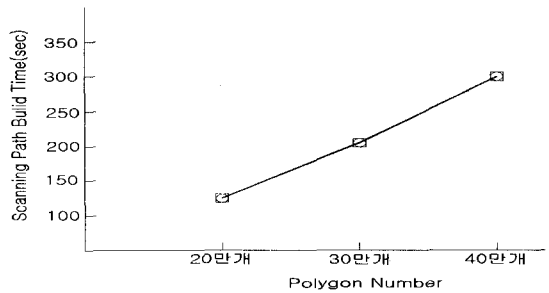


Fig. 9 Relationships between Scanning Path Time and Number of Polygons

4.5 전체패턴제작시간과 주사경로 생성시간

패턴의 제작시간은 슬라이싱 높이에 따라 변하는 것이 아니라 적층높이에 따라 변한다. 본 실험에서는 적층높이를 0.05 mm 로 패턴을 제작하였을 때 형상과 높이의 차이를 고려하여 평균시간이 약 2 시간정도 소요되었다. 그리하여 주사경로 생성시간과 비교하였을 때 슬라이싱 높이가 1.0 에서 0.3 mm 까지는 전체제작시간에 주사경로 생성시간이 미치는 영향이 크지 않았지만 0.01 mm 로 슬라이싱한 파일의 경우 전체제작시간이 평균 3 시간 중 패턴제작시간이 2 시간 걸리는데 주사경로 생성시간이 최고 1 시간이상 걸렸다. 이는 슬라이싱 높이가 낮아지고 형상이 복잡해질수록 주사경로 생성시간이 전체공정시간에 많은 영향을 미친다. Fig 10 은 본 실험에 사용된 시편들의 주사경로 생성시간을 나타내고 있다. 슬라이싱 높이가 낮을수록 주사경로 생성시간이 오래 걸리는 것을 확인할 수 있었다.

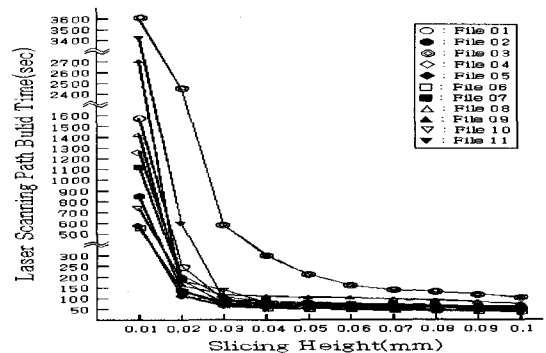


Fig. 10 Build time of Scanning Path in accordance with slicing height

5. 결론

STL 파일 변환시 슬라이싱 높이를 일정하게 감소 시키면서 주사경로 생성시간을 측정하고 폴리곤의 개수와 주사경로 생성시간을 측정한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

1. 슬라이싱 높이를 감소시키면 STL 파일의 크기는 일정한 비율로 증가한다. 이는 폴리곤 개수의 증가로 인한 STL 파일의 크기변화라는 것을 확인하였고 폴리곤의 개수가 증가할수록 주사경로 생성시간이 증가하는 것을 알 수 있었다.
2. 각 슬라이싱 높이에 따른 폴리곤 개수의 증가비는 STL 파일 크기 증가비와 동일하게 증가하였다.
3. 폴리곤 개수가 증가할수록 주사경로 생성시간이 증가하였다. 이는 폴리곤의 개수가 주사경로 생성시간에 영향을 미치는 것을 확인할 수 있었다.

후 기

본 연구는 산업자원부 지방기술혁신사업 (RTI04-01-03) 지원으로 수행되었습니다.

참고문헌

1. Choi, H. T., Lee, S. H., "A study on Error Verification of STL Format for Rapid Prototyping System," KSPE, Vol. 13, No. 10, pp.46-55, 1996.
2. Chae, H.C., "Creation of Topological Information from STL Using Triangle Based Geometric Modeling," KSPE, Vol. 14, No. 2, pp. 136-144, 1997.
3. Park, J. B., Son, Y. J., Kim, S. K., Jeon, E. C., Kim, J. W., "A Study on DB Construction for Error Modification of STL Format and Efficiency by Shape Restoration," KSPE, Vol. 16, No. 9, pp.143-148, 1999.
4. Lee, G. H., "Generation of Laser Scanning Path for the Stereolithography using Voronoi diagram," Dept of Mechanical and Production Engineering, Graduate School, P. N. U., pp. 3-8, 1998.
5. Choi, H.T., Lee, S.H., "A study on laser scan path generation for improving the precision of stereolithographic parts," KSPE, Vol. 13, No.12, pp.142-150 1996.
6. Held, M., Lukacs, G., Andor, L., "Pocket machining based on contour-parallel tool paths generated by means of proximity maps," Computer Aided Design, Vol. 26, No. 3, pp. 189-203, 1996.
7. Ahn, D. K., Kim, J. U., Lee, S. H., Back, I. H., "A study on laser scan path generation for manufacturing 3-dimensional body using Stereolithography," KSPE Proceeding, pp. 687-692, 1994.
8. Shin, M. C., Son, H. G., Yang, D. Y., "Experimental Study of Direct Metal Prototyping Processing," KSPE, pp. 169-175, 1995.