

(12) 특허협력조약에 의하여 공개된 국제출원

(19) 세계지식재산권기구
국제사무국

(43) 국제공개일
2017년 3월 16일 (16.03.2017)



(10) 국제공개번호
WO 2017/043712 A1

- (51) 국제특허분류:
G06F 17/50 (2006.01) *G06T 17/20* (2006.01)
- (21) 국제출원번호: PCT/KR2016/000715
- (22) 국제출원일: 2016년 1월 22일 (22.01.2016)
- (25) 출원언어: 한국어
- (26) 공개언어: 한국어
- (30) 우선권정보:
10-2015-0127140 2015년 9월 8일 (08.09.2015) KR
- (71) 출원인: 한국생산기술연구원 (KOREA INSTITUTE OF INDUSTRIAL TECHNOLOGY) [KR/KR]; 31056 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89, Chungcheongnam-do (KR).
- (72) 발명자: 김형태 (KIM, Hyung Tae); 31056 충청남도 천안시 서북구 입장면 양대기로길 89, Chungcheongnam-do (KR). 김승택 (KIM, Seung Taek); 13629 경기도 성남시 분당구 미금로 184, 109동 1904호 (구미동, 까치마을 1단지대우아파트), Gyeonggi-do (KR). 김중석

(KIM, Jong Seok); 15482 경기도 안산시 단원구 한양대로 130, 107동 1203호 (고잔동, 양지마을아파트), Gyeonggi-do (KR). 진경찬 (JIN, Kyung Chan); 15823 경기도 군포시 수리산로 40, 823동 1201호 (산본동, 수리한양아파트), Gyeonggi-do (KR).

(74) 대리인: 한상수 (HAN, Sang Soo); 06744 서울시 서초구 바우피로 179, 2층, Seoul (KR).

(81) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 국내 권리의 보호를 위하여): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

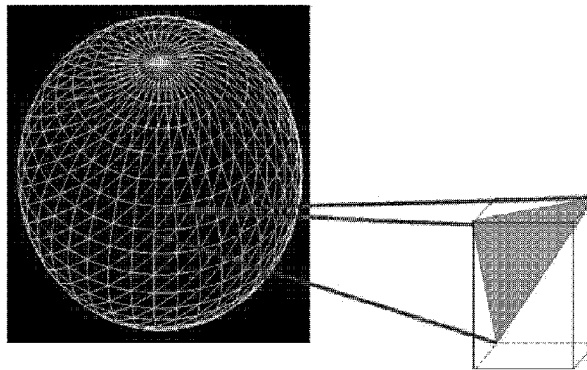
(84) 지정국 (별도의 표시가 없는 한, 가능한 모든 종류의 역내 권리의 보호를 위하여): ARIPO (BW, GH, GM,

[다음 쪽 계속]

(54) Title: METHOD FOR SLICING THREE-DIMENSIONAL SHAPE DATA OBJECT FOR REDUCING NUMBER OF CALCULATIONS

(54) 발명의 명칭 : 연산수 감축을 위한 입체형상데이터 대상의 슬라이싱 방법

[도5]



(57) Abstract: The present invention relates to an STL slicing method and, more particularly, provides a method for deriving slicing pixels from an STL file, in which an object on CAD data generated as an STL file is analyzed and arranged in the form of dots in pixels of a three-dimensional space, so as to obtain point cloud data for a cross-section, wherein the amount of calculations can be reduced by calculating a space occupied by each triangle mesh constituting an STL. The method comprises a step for: selecting one of a plurality of triangle meshes as a target mesh; for the target mesh, configuring an inspection rectangular parallelepiped space, which has three angular points of the target mesh as a part of angular points thereof, each of six surfaces of the inspection rectangular parallelepiped space being parallel to one of the XY plane, the YZ plane, and the ZX plane, which are configured by the X axis, the Y axis, and the Z axis of the space; calculating whether each of all inspection rectangular parallelepiped space pixels determined by dividing the inspection rectangular parallelepiped space by a predetermined method intersects the target mesh, according to a predetermined order; determining a slicing pixel intersecting the target mesh among the all inspection rectangular parallelepiped space pixels; and repeatedly performing step (i) to step (iii) until it is determined, for all the plurality of triangle meshes, whether each of them is a slicing pixel.

(57) 요약서:

[다음 쪽 계속]

WO 2017/043712 A1



KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), 유라시아 (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), 유럽 (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,

SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

공개:

— 국제조사보고서와 함께 (조약 제 21 조(3))

본 발명은 STL 슬라이싱 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 STL 파일로 생성된 캐드 데이터 상의 물체를 분석하여 3차원 공간의 픽셀에 점 형태로 배치하여 단면에 대한 포인트 클라우드 데이터를 얻되, STL을 구성하는 각 삼각형 메쉬가 차지하는 공간을 연산함으로써 연산량을 줄일 수 있는데, 복수개의 삼각형메쉬 중 하나를 대상메쉬로서 선택하고, 대상메쉬에 대하여, 대상메쉬의 세 꼭지점을 꼭지점 일부로 구비하고, 6개의 면 각각이 상기 X축, 상기 Y축, 상기 Z축으로 이루어지는 XY 평면, YZ 평면, ZX 평면 중 어느 하나와 평행인 검사직육면체공간을 설정하고, 상기 검사직육면체공간을 소정의 방법으로 구획하여 결정되는 모든 검사직육면체공간픽셀 각각을 소정의 순서에 따라 상기 대상메쉬와의 교차여부를 연산하고, 상기 모든 검사직육면체공간픽셀 중 상기 대상메쉬와 교차되는 슬라이싱픽셀을 결정하고, 상기 복수개의 삼각형메쉬 모두에 대하여 슬라이싱픽셀인지 여부가 결정될 때까지, 상기 (i)단계 내지 상기 (iii)단계를 반복하여 수행하는 단계를 포함하여 이루어지는 STL 파일로부터의 슬라이싱픽셀들의 도출방법을 제공한다.

명세서

발명의 명칭: 연산수 감축을 위한 입체형상데이터 대상의 슬라이싱 방법

기술분야

- [1] 본 발명은 STL 슬라이싱 방법에 관한 것이다. 보다 상세하게는 STL 파일로 생성된 캐드 데이터 상의 물체를 분석하여 3차원 공간의 픽셀에 점 형태로 배치하여 단면에 대한 포인트 클라우드 데이터를 얻되, STL을 구성하는 각 삼각형메쉬가 차지하는 공간만으로 한정하여 연산함으로써 연산량을 줄이는 STL 슬라이싱 방법에 관한 것이다.

[2]

배경기술

- [3] 3D 프린터라 함은, 컴퓨터 디자인 프로그램으로 만든 3차원 도면을 바탕으로 실물의 입체 모양 그대로 찍어내는 기계를 의미하며, 2012년 세계경제포럼(WEF)는 미래 10대 기술을 발표하면서 3D프린터를 두 번째로 꼽았다. 3D프린터가 주목받는 핵심이유는 재료가 가볍고 필요한 소량만 낭비 없이 맞춤 생산할 수 있으며, 제품 출시가 획기적으로 빠르기 때문이다.
- [4] 제작단계는 모델링(modeling), 프린팅(printing), 피니싱(finishing)으로 이루어진다. 모델링은 3D 도면을 제작하는 단계로, 3D CAD(computer aided design)나 3D 모델링 프로그램 또는 3D 스캐너 등을 이용하여 제작하는 것이다. 프린팅은 모델링 과정에서 제작된 3D 도면을 이용하여 물체를 만드는 단계로, 적층형 또는 절삭형 등으로 작업을 진행하는 것이다. 이때 소요시간은 제작물의 크기와 복잡도에 따라 다르다. 피니싱은 산출된 제작물에 대해 보완 작업을 하는 단계로, 색을 칠하거나 표면을 연마하거나 부분 제작물을 조립하는 등의 작업을 진행하는 것이다.
- [5] 본 발명은 STL 파일로 생성된 캐드 데이터 상의 물체를 분석하여 3차원 공간의 픽셀에 점 형태로 배치하여 단면에 대한 포인트 클라우드 데이터를 얻는 과정에서 연산량을 획기적으로 줄여주는 것을 특징으로 하며, 종래기술은 아래와 같이 메쉬 연산 및 슬라이싱 포인트 여부를 판단하여 왔다.

[6]

- [7] 1. 메쉬 연산 부분

- [8] 일반적으로 STL 파일에서는 물체는 도 1에 도시된 바와 같이 삼각형 형태의 patch(mesh)로 구성되는 표면을 가지고 있으며, 3D 프린터로 출력하기 위하여는 평면을 상충시키면서 단면에 대한 슬라이싱 데이터를 구해야 한다. 예를 들면, 구에 대한 슬라이싱 데이터의 일부는 도 2에 도시된 바와 같은 결과를 얻게 된다.

- [9] 일반적으로 슬라이싱 데이터를 얻기 위해서는 임의의 포인트 (x,y,z)가 모든 mesh에 대하여 contact 포인트 인지 판단하는 작업을 $x_{min} \sim x_{max}$, $y_{min} \sim y_{max}$,

$z_{min} \sim z_{max}$ 까지 변화시켜가며 연산을 하기 때문에 연산량은 매우 많아지고 연산 시간은 급격하게 증가한다. 예를 들면, 1000메쉬를 가진 STL파일에서 xyz 픽셀(슬라이스) 수가 $100 \times 100 \times 100$ 만 되어도 1.0×10^9 의 연산을 해야하는데, 이는 3D 프린터 분야에서 매우 일반적으로 발생하고 있다.

- [10] 또한, 논문 "An Enhanced Slicing Algorithm Using Nearest Distance Analysis for Layer Manufacturing"에서는 도 3에 도시된 바와 같이, 현재 연산중인 z 평면에 근접한 메쉬만 연산하여 연산량을 줄이는 기법을 개시하고 있다. 그러나, 특정 z 평면상에 $x_{min} \sim x_{max}$ $y_{min} \sim y_{max}$ 를 변화시켜야 하므로 여전히 연산량이 많은 문제점이 있다.

- [11] 2. 슬라이싱 포인트 여부

- [12] 3D 프린터를 위한 바이너리 공간은 0과 1의 값만 가지며 3차원 이미지 픽셀수(슬라이스수)와 같은 공간을 가지며 초기에는 0으로 세팅되어 있다. (x 픽셀(슬라이스)수 * y 픽셀(슬라이스)수 * z 픽셀(슬라이스)수) 바이너리 메모리는 정수 좌표(i, j, k)를 가지며, 물체의 좌표 $t(x, y, z)$ 와 분해능만큼 비례 관계를 가진다.

- [13] 일반적으로 평면의 방정식은 $ax+by+cz+d=0$ 이므로 삼각형 메쉬에서 특정값 z^* 가 주어지면 z 슬라이스에 대한 직선의 방정식($ax+by+cz^*+d=0$)이 구해지고, 삼각형 내부의 슬라이싱 포인트 $t(x, y, z^*)$ 를 계산할 수 있다.

- [14] 예컨대, 도 4에 도시된 바와 같이, 슬라이스 z^* 에서 점 t 는 직선 ac , 직선 cb 의 교점 (x_a, y_a, z^*) (x_b, y_b, z^*) 내에서 xy 가 변하므로 x 를 resolution 만큼 증가시키면 y 가 $ax+by+cz^*+d=0$ 에 의하여 계산된다. 계산된 $t(x^*, y^*, z^*)$ 는 바이너리 메모리 정수 좌표(i^*, j^*, k^*)와 비례관계로 구해지며, 해당 바이너리 메모리를 1로 셋업되며, 상기 과정은 모든 메쉬에 대하여 $z_{min} \sim z_{max}$ 를 변화시켜가면서 연산 하면 단면 슬라이스가 구해진다.

- [15]

- [16] 상기 살펴본 바와 같이, 종래기술들은 메쉬 수 * x 픽셀(슬라이스)수 * y 픽셀(슬라이스)수 * z 픽셀(슬라이스)수를 고려할 때, 연산량이 지나치게 많은 문제점이 있을 뿐만 아니라, 교점 좌표를 구하기 위한 연산을 추가적으로 수행하여야 하는 문제점이 있다.

- [17]

발명의 상세한 설명

기술적 과제

- [18] 본 발명은 상기한 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로, STL 파일로 생성된 캐드 데이터 상의 물체를 분석하여 3차원 공간의 픽셀에 점 형태로 배치하여 단면에 대한 포인트 클라우드 데이터를 얻는 것을 목적으로 하며, STL을 구성하는 각 삼각형 메쉬가 차지하는 공간을 연산하여 연산량을 줄이는 것을 목적으로 한다.

- [19] 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제(목적)들은 이상에서 언급한 기술적 과제(목적)들로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제(목적)들은 아래의 기재로부터 본 발명이 속하는 기술 분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

[20]

과제 해결 수단

- [21] 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 안출된 본 발명은, X축, Y축, Z축으로 이루어지는 조형공간 내에 위치하고, 표면이 복수개의 삼각형메쉬(mesh)로써 표현되는 입체형상의 정보가 기록되어 있는 입체조형장치를 위한 에스티엘(STL)파일로부터 (i)상기 복수개의 삼각형메쉬 중 하나를 대상메쉬로서 선택하는 단계와, (ii)상기 대상메쉬에 대하여, 상기 대상메쉬의 세 꼭지점을 꼭지점 일부로 구비하고, 6개의 면 각각이 상기 X축, 상기 Y축, 상기 Z축으로 이루어지는 XY평면, YZ평면, ZX평면 중 어느 하나와 평행인 검사직육면체공간을 설정하는 단계와, (iii)상기 검사직육면체공간을 소정의 방법으로 구획하여 결정되는 모든 검사직육면체공간픽셀 각각을 소정의 순서에 따라 상기 대상메쉬와의 교차여부를 연산하고, 상기 모든 검사직육면체공간픽셀 중 상기 대상메쉬와 교차되는 슬라이싱픽셀을 결정하는 단계와, (iv)상기 복수개의 삼각형메쉬 모두에 대하여 슬라이싱픽셀인지 여부가 결정될 때까지, 상기 (i)단계 내지 상기 (iii)단계를 반복하여 수행하는 단계를 포함하여 이루어지는 방법을 통해 슬라이싱픽셀들을 도출하는 방법을 제공한다.
- [22] 이와 같은 구성의 STL 슬라이싱 방법은 STL 파일로 생성된 캐드 데이터 상의 물체를 분석하여 3차원 공간의 픽셀에 점 형태로 배치하여 단면에 대한 포인트 클라우드 데이터를 얻되, STL을 구성하는 각 삼각형메쉬가 차지하는 공간만으로 한정하여 연산함으로써 연산량을 줄일 수 있다는 효과가 있다.

[23]

발명의 효과

- [24] 본 발명에 의하면, STL 파일로 생성된 캐드 데이터 상의 물체를 분석하여 3차원 공간의 픽셀에 점 형태로 배치하여 단면에 대한 포인트 클라우드 데이터를 얻는 제1효과가 있으며, STL을 구성하는 각 삼각형메쉬가 차지하는 직육면체공간으로 연산대상을 한정하여 연산을 수행함으로써, 전체 연산량을 줄일 수 있는 제2효과, 삼각형메쉬와 교차되는 슬라이싱픽셀을 선택하는 경우에 적용되는 해상도와, 삼각형메쉬의 세변 상의 점에 대응하는 슬라이싱픽셀을 구하는 경우의 해상도를 달리 적용할 수 있어, 슬라이싱픽셀을 누락하지 않을 수 있다는 제3효과를 갖는다.

[25]

도면의 간단한 설명

- [26] 도 1 내지 도 3은 메쉬 연산과 관련하여 종래기술을 설명하기 위한 도면이다.
- [27] 도 4는 슬라이싱 포인트인지 판단하는 방법과 관련하여 종래기술을 설명하기 위한 도면이다.
- [28] 도 5은 대상메쉬에 대하여, 검사직육면체공간을 설정하는 개념을 설명하기 위한 설명도이다.
- [29] 도 6은 검사직육면체공간픽셀에 대하여, 연산을 수행함에 있어, 소정의 검사평면 상 슬라이싱픽셀을 결정하는 것을 나타내는 설명도이다.
- [30] 도 7은, 검사픽셀(t)에 대하여, 상기 검사픽셀이 AC 및 AB로 이루어지는 평면 중, AC 및 AB가 이루는 각도 내에 존재하는지를 연산하는 것을 나타내는 설명도이다.
- [31] 도 8은, 검사픽셀(t)이 대상메쉬의 테두리 중 선분 BC 위에 있는 경우, 상기 검사픽셀이 AC 및 AB로 이루어지는 평면 중, AC 및 AB가 이루는 각도 내에 존재하는지를 연산하는 것을 나타내는 설명도이다.

[32]

발명의 실시를 위한 최선의 형태

- [33] 본 발명은, X축, Y축, Z축으로 이루어지는 조형공간 내에 위치하고, 표면이 복수개의 삼각형메쉬(mesh)로써 표현되는 입체형상의 정보가 기록되어 있는 입체조형장치를 위한 에스티엘(STL)파일로부터 (i)상기 복수개의 삼각형메쉬 중 하나를 대상메쉬로서 선택하는 단계와, (ii)상기 대상메쉬에 대하여, 상기 대상메쉬의 세 꼭지점을 꼭지점 일부로 구비하고, 6개의 면 각각이 상기 X축, 상기 Y축, 상기 Z축으로 이루어지는 XY평면, YZ평면, ZX평면 중 어느 하나와 평행인 검사직육면체공간을 설정하는 단계와, (iii)상기 검사직육면체공간을 소정의 방법으로 구획하여 결정되는 모든 검사직육면체공간픽셀 각각을 소정의 순서에 따라 상기 대상메쉬와의 교차여부를 연산하고, 상기 모든 검사직육면체공간픽셀 중 상기 대상메쉬와 교차되는 슬라이싱픽셀을 결정하는 단계와, (iv)상기 복수개의 삼각형메쉬 모두에 대하여 슬라이싱픽셀인지 여부가 결정될 때까지, 상기 (i)단계 내지 상기 (iii)단계를 반복하여 수행하는 단계를 포함하여 이루어지는 방법을 통해 슬라이싱픽셀들을 도출하는 방법을 제공한다.
- [34]
- [35] 또한, 본 발명의 일실시예에서는, 상기 (i)단계 이전에, 상기 조형공간을 제1해상도를 갖는 상기 X축, 상기 Y축, 상기 Z축 방향으로 구획되는 바이너리공간으로 구성하고, 상기 바이너리공간을 이루는 모든 픽셀에 대해 소정의 바이너리초기값을 부여하는 단계;를 더 구비하고, 상기 (iv)단계의 조건이 성립할 때까지 반복하여 수행되는 상기 (iii)단계 이후에, 상기 슬라이싱픽셀에 대해 소정의 바이너리설정값을 부여하는 단계;를 더 포함할 수 있다.

[36]

[37] 또한, 본 발명의 일실시예에서, 상기 (iii)단계에서의 연산은, (iii-1) 상기 대상메쉬의 세 꼭지점 A,B,C 각각에 일대일대응시켜 결정되는 점X, 점Y, 점Z에 대하여, 상기 모든 검사직육면체공간픽셀 중 하나(검사픽셀, 점 T)를 선택하여, 벡터연산 $(XY \times XT) \cdot (XZ \times XT)$ 의 계산결과값의 부호를 획득하는 단계(X는 외적, ·은 내적임)와, (iii-2) 상기 검사픽셀(점 T)에 대하여, 벡터연산 $(YZ \times YT) \cdot (YX \times YT)$ 의 계산결과값의 부호를 획득하는 단계와, (iii-3) 상기 (iii-1)단계 및 상기 (iii-2)단계에서 획득된 부호가 모두 음인 경우, 상기 검사픽셀은 상기 대상메쉬와 교차되는 것으로 판단하고, 상기 (iii-1)단계 및 상기 (iii-2)단계에서 획득된 부호 중 하나 이상이 양인 경우, 상기 검사픽셀은 상기 대상메쉬와 교차되지 않는 것으로 판단하는 단계와, (iii-4) 상기 (iii-3)단계에서 상기 대상메쉬와 교차되는 것으로 판단된 검사픽셀을 상기 슬라이싱픽셀로 설정하는 단계와, (iii-5) 상기 모든 검사직육면체공간픽셀에 대해 연산이 완료될 때까지, 상기 (iii-1) 내지 상기 (iii-4)단계를 반복하여 수행하는 단계를 포함할 수 있다.

[38]

[39] 또한, 본 발명의 일실시예에서는, 상기 (iii-2)단계와 상기 (iii-3)단계의 사이에,
[40] 상기 검사픽셀(점 T)에 대하여, 벡터연산 $(ZX \times ZT) \cdot (ZY \times ZT)$ 의 계산결과값의 부호를 획득하는 단계를 더 구비하고, 상기 (iii-3)단계는, 상기 (iii-1)단계 및 상기 (iii-2)단계에서 획득된 부호 및 상기 벡터연산 $(ZX \times ZT) \cdot (ZY \times ZT)$ 의 계산결과값의 부호 모두가 음인 경우, 상기 검사픽셀은 상기 대상메쉬와 교차되는 것으로 판단하고, 상기 (iii-1)단계 및 상기 (iii-2)단계에서 획득된 부호 및 상기 벡터연산 $(ZX \times ZT) \cdot (ZY \times ZT)$ 의 계산결과값의 부호 중 하나 이상이 양인 경우, 상기 검사픽셀은 상기 대상메쉬와 교차되지 않는 것으로 판단하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[41]

[42] 또한, 본 발명의 일실시예에서는, 상기 (iii-1)단계 및 상기 (iii-2)단계의 계산결과값 각각의 절대값 모두가 소정의 검사기준값보다 작은 경우, 상기 검사픽셀은 상기 대상메쉬의 테두리 상에 존재하는 것으로 판단하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[43]

[44] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 (iii)단계에서의 연산은, (iii-a) 상기 X축, 상기 Y축, 상기 Z축 중 어느 하나를 선택하여 이격축으로 결정하는 단계와, (iii-b) 상기 이격축 상의 소정의 점(검사평면위치)을 지나고, 상기 이격축에 수직하며, 상기 검사직육면체공간의 내부로 한정되는 검사평면을 설정하는 단계와, (iii-c) 상기 (iii-b)단계에서 결정되는 검사평면 상의 모든 검사평면픽셀 각각을 소정의 순서에 따라 상기 대상메쉬와의 교차여부를 연산하고, 상기 연산 결과, 상기 모든 검사평면픽셀 중 상기 대상메쉬와 교차되는 슬라이싱픽셀을 결정하는 단계와, (iii-d) 상기 검사평면위치를 현재위치로부터 상기 이격축에

대하여 소정의 방향으로 소정의 거리만큼 이격하여 결정하는 단계를 포함하여 이루어지고, 상기 모든 검사직육면체공간픽셀에 대해 연산이 완료될 때까지, 상기 (iii-c)단계 내지 상기 (iii-d)단계를 반복하여 수행하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[45]

[46] 또한, 본 발명의 일실시예에서는, 상기 (iii)단계에서의 검사직육면체공간의 구획은, 상기 제1해상도에 의해 이루어지는 것을 특징으로 할 수 있다.

[47]

[48] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 (iii)단계와 상기 (iv)단계의 사이에, 상기 대상메쉬의 세 꼭지점 A,B,C에 대해 선분 AB, 선분 BC, 선분 CA 상에 있는 점들(대상메쉬테두리점들)의 좌표를 결정하고, 상기 바이너리공간을 이루는 모든 픽셀 중 상기 대상메쉬테두리점들 각각에 대응하는 픽셀을 슬라이싱픽셀로서 추가 설정하여, 소정의 바이너리설정값을 부여하는 단계를 더 포함하고, 상기 대상메쉬테두리점들의 좌표를 결정함에 있어, 제2해상도를 적용하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[49]

[50] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 제2해상도는 상기 제1해상도보다 높은 것을 특징으로 할 수 있다.

[51]

[52] 또한, 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 대상메쉬의 세 꼭지점 A,B,C에 대해 선분 AB, 선분 BC, 선분 CA 상에 있는 점들(대상메쉬테두리점들)의 좌표의 결정에 있어,

[53] 선분 AB, 선분 BC, 선분 CA 상의 점의 좌표는 각각 하기 수학식 1, 수학식 2, 수학식 3(t_{AB} , t_{BC} , t_{CA} 는 모두 0 초과 1 미만의 실수, 점 O는 상기 조형공간의 원점)에 의해 결정되는 것을 특징으로 할 수 있다.

[54] [수학식 1]

$$[55] \quad \overrightarrow{OA} + t_{AB}(\overrightarrow{OB} - \overrightarrow{OA})$$

[56]

[57] [수학식 2]

$$[58] \quad \overrightarrow{OB} + t_{BC}(\overrightarrow{OC} - \overrightarrow{OB})$$

[59]

[60] [수학식 3]

$$[61] \quad \overrightarrow{OC} + t_{CA}(\overrightarrow{OA} - \overrightarrow{OC})$$

[62]

[63] 본 발명의 일실시예에 의하면, 상기 대상메쉬의 세 꼭지점 A,B,C에 대해 선분

AB, 선분 BC, 선분 CA 상에 있는 점들(대상메쉬테두리점들)의 좌표를 결정하고, 상기 바이너리공간을 이루는 모든 픽셀 중 상기 대상메쉬테두리점들 각각에 대응하는 픽셀을 슬라이싱픽셀로서 추가 설정하여, 소정의 바이너리설정값을 부여하는 단계 이후에, 상기 바이너리공간을 이루는 모든 픽셀 중 상기 대상메쉬의 세 꼭지점 A,B,C의 좌표에 각각 대응하는 픽셀을 슬라이싱픽셀로서 추가 설정하는 단계를 더 포함할 수 있다.

[64]

발명의 실시를 위한 형태

[65] 본 발명은 다양한 변경을 가할 수 있고 여러 가지 실시예를 가질 수 있는 바, 특정 실시예들을 도면에 예시하고 상세하게 설명하고자 한다.

[66] 그러나, 이는 본 발명을 특정한 실시 형태에 대해 한정하려는 것이 아니며, 본 발명의 사상 및 기술 범위에 포함되는 모든 변경, 균등물 내지 대체물을 포함하는 것으로 이해되어야 한다. 각 도면을 설명하면서 유사한 참조부호를 유사한 구성요소에 대해 사용하였다.

[67] 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "연결되어" 있다거나 "접속되어" 있다고 언급된 때에는, 그 다른 구성요소에 직접적으로 연결되어 있거나 또는 접속되어 있을 수도 있지만, 중간에 다른 구성요소가 존재할 수도 있다고 이해되어야 할 것이다. 반면에, 어떤 구성요소가 다른 구성요소에 "직접 연결되어" 있다거나 "직접 접속되어" 있다고 언급된 때에는, 중간에 다른 구성요소가 존재하지 않는 것으로 이해되어야 할 것이다.

[68] 본 출원에서 사용한 용어는 단지 특정한 실시예를 설명하기 위해 사용된 것으로, 본 발명을 한정하려는 의도가 아니다. 단수의 표현은 문맥상 명백하게 다르게 뜻하지 않는 한, 복수의 표현을 포함한다.

[69] 본 출원에서, "포함하다" 또는 "가지다" 등의 용어는 명세서상에 기재된 특징, 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것이 존재함을 지정하려는 것이지, 하나 또는 그 이상의 다른 특징들이나 숫자, 단계, 동작, 구성요소, 부품 또는 이들을 조합한 것들의 존재 또는 부가 가능성을 미리 배제하지 않는 것으로 이해되어야 한다.

[70] 이하, 첨부한 도면들을 참조하여, 본 발명의 바람직한 실시예를 보다 상세하게 설명하고자 한다. 이하, 도면상의 동일한 구성요소에 대해서는 동일한 참조부호를 사용하고 동일한 구성요소에 대해서 중복된 설명은 생략한다.

[71]

[72] 본 발명에 있어, 입체형상의 정보를 담고 있는 파일은 STL파일에 한정하지 않고, 다른 형식의 파일도 포함할 수 있음은 물론이다.

[73]

[74] 본 발명에 있어, 삼각형메쉬는 삼각형 형상의 메쉬를 나타내며, 복수개의 삼각형메쉬는 각각의 변을 맞대어 상호 위치하여, 전체적으로 보았을 때, 하나의

입체형상의 표면 정보를 담게 된다.

[75]

[76] 본 발명은, X축, Y축, Z축으로 이루어지는 조형공간 내에 위치하고, 표면이 복수개의 삼각형메쉬(mesh)로써 표현되는 입체형상의 정보가 기록되어 있는 입체조형장치를 위한 에스티엘(STL)파일로부터 슬라이싱픽셀들을 도출하는 방법을 제공하며, 이하 각 단계별로 상술하기로 한다.

[77]

[78] 첫째, 상기 복수개의 삼각형메쉬 중 하나를 대상메쉬로서 선택한다. 후술하는 바와 같이 입체형상의 표면을 형성하는 복수개의 삼각형메쉬 모두에 대해 각각을 소정의 순서에 의해 대상메쉬로 선택하여, 이후 연산 단계를 수행하는데, 대상메쉬의 선택의 순서는 특정한 것에 한하지 않는다.

[79]

[80] 도 5에 도시된 본 발명의 일실시예를 참조할 때, 상기 대상메쉬에 대하여, 상기 대상메쉬의 세 꼭지점을 꼭지점 일부로 구비하고, 6개의 면 각각이 상기 X축, 상기 Y축, 상기 Z축으로 이루어지는 XY평면, YZ평면, ZX평면 중 어느 하나와 평행인 검사직육면체공간을 설정한다. 후술하는 바이너리공간을 형성하는 기준축(3개 축)과 검사직육면체공간을 표현할 수 있는 3개의 축을 동일하게 설정하는 경우, 슬라이싱픽셀을 선정한 후, 바이너리값을 세팅하는 과정에서 편리하다. 다만, 바이너리공간을 형성하는 기준축과 검사직육면체공간을 표현할 수 있는 3개의 축은 반드시 동일하게 설정할 필요는 없으나, 이 경우에는, 별도의 연산이 필요함을 감안하여야 한다.

[81]

[82] 셋째, 상기 검사직육면체공간을 소정의 방법으로 구획하여 결정되는 모든 검사직육면체공간픽셀 각각을 소정의 순서에 따라 상기 대상메쉬와의 교차여부를 연산하고, 상기 모든 검사직육면체공간픽셀 중 상기 대상메쉬와 교차되는 슬라이싱픽셀을 결정한다. 슬라이싱픽셀은, 추후 실제로 조형재료가 유입되어 조형이 이루어지게 되는 공간을 의미하며, 상기 검사직육면체공간픽셀 중 하나이므로, 그 형상은 직육면체(정육면체도 가능)로 설정할 수 있다. 검사직육면체공간의 구획은, 바이너리공간의 구획과 관련이 있으며, 일례로, 이들 각각의 구획을 같은 해상도로 수행할 수 있다. 검사직육면체공간픽셀 각각과 대상메쉬와의 교차여부 결정의 방법은 후술하기로 한다. 상기 모든 검사직육면체공간픽셀에 대하여, 교차여부 연산의 순서에 대하여도 후술하기로 한다.

[83]

[84] 넷째, 상기 복수개의 삼각형메쉬 모두에 대하여 슬라이싱픽셀인지 여부가 결정될 때까지, 상기 (i)단계 내지 상기 (iii)단계를 반복하여 수행한다. 즉, 복수개의 삼각형메쉬 각각에 대하여 이에 대응하는 슬라이싱픽셀을 도출하게 된다.

[85]

[86] 또한, 첫째 단계 이전에, 상기 조형공간을 제1해상도를 갖는 상기 X축, 상기 Y축, 상기 Z축 방향으로 구획되는 바이너리공간으로 구성하고, 상기 바이너리공간을 이루는 모든 픽셀에 대해 소정의 바이너리초기값을 부여하는 단계를 더 구비하고, 상기 넷째 단계의 조건이 성립할 때까지 반복하여 수행되는 상기 (iii)단계 이후에, 상기 슬라이싱픽셀에 대해 소정의 바이너리설정값을 부여하는 단계를 더 포함할 수 있다. 상기 바이너리초기값 및 바이너리설정값의 순서쌍은 각각 (0, 1)일 수도 있고, (1, 0)일 수도 있으나 이에 한정할 것은 아니다. 바이너리공간을 이루는 각 픽셀은 공간이며, 이들 공간에 대응되는 메모리는 해당 공간의 중심의 X/Y/Z좌표계에 대한 실제의 좌표를 순서쌍으로(예 : (i, j, k)) 표현하여 지시할 수 있으나, 이에 한정할 것은 아니다. 또한, 제1해상도는, 기준축인 X축, Y축, Z축에 대하여, 모두 동일하게 설정할 수도 있지만, 각 기준축 별로 다른 해상도를 적용할 수 있음은 물론이다.

[87]

[88] 또한, 셋째 단계에서의 연산에 대해 더 구체적 설명하기로 한다. 셋째 단계의 연산은 후술하는 바와 같은 (iii-1) 단계 내지 (iii-5)단계로 세분화하여 구성할 수 있다.

[89]

(iii-1)단계는, 상기 대상메쉬의 세 꼭지점 A,B,C 각각에 일대일대응시켜 결정되는 점X, 점Y, 점Z에 대하여, 상기 모든 검사직육면체공간픽셀 중 하나(검사픽셀, 점 T)를 선택하여, 벡터연산 $(XY \times XT) \cdot (XZ \times XT)$ 의 계산결과값의 부호를 획득하는 단계(x는 외적, ·은 내적 연산임)이다. T는 검사픽셀을 대표하는 점이므로, (직육면체 또는 정육면체 형상의)검사픽셀의 중심의 좌표로 표시하는 것이 타당할 것이나, 기타 검사픽셀 내부(또는 표면)의 다른 점의 좌표를 이용하는 것을 배제하지는 않는다. (X, Y, Z)는 (A, B, C), (A, C, B) 등 총 6개의 대응방법을 고려할 수 있으므로, X에 대응가능한 점은 A, B, C 모두이다. X가 A일때, 상기 벡터연산식 $(AB \times AT) \cdot (AC \times AT)$ 의 계산값의 부호는, 검사픽셀이 포함하고 있는 점 T가 선분 AB 및 선분 AC를 포함하여 이루어지는 평면 영역 중 선분 AB 및 선분 AC가 이루는 각도 내부에 존재하는 지를 결정하는데 사용된다.

[90]

[91] 따라서, 점 T가 대상메쉬 평면 위에 존재한다는 것을 확정하기 위해서는 X가 B이거나 C일때의 상기 벡터연산값을 추가로 고려해야 하는데, 하기 (iii-2)단계를 통해 이를 결정하게 된다. (iii-2)단계는, 상기 검사픽셀(점 T)에 대하여, 벡터연산 $(YZ \times YT) \cdot (YX \times YT)$ 의 계산결과값의 부호를 획득하는 단계이다. Y로는 A,B,C 중 앞선 단계에서 X로서 선택된 점을 제외한 나머지 2개의 점 중 하나를 선택한다.

[92]

[93] (iii-3)단계는, 상기 (iii-1)단계 및 상기 (iii-2)단계에서 획득된 부호가 모두 음인

경우, 상기 검사픽셀은 상기 대상메쉬와 교차되는 것으로 판단하고, 상기 (iii-1)단계 및 상기 (iii-2)단계에서 획득된 부호 중 하나 이상이 양인 경우, 상기 검사픽셀은 상기 대상메쉬와 교차되지 않는 것으로 판단하는 단계이다. 예컨대, X가 A이고, Y가 B인 경우를 고려컨대, (iii-1) 단계 및 (iii-2)에서 각각 획득된 부호가 음인 경우, 검사픽셀이 포함하고 있는 점 T가 선분 AB 및 선분 AC를 포함하여 이루어지는 평면 영역 중 선분 AB 및 선분 AC가 이루는 각도 내부에 존재함과 동시에 검사픽셀이 포함하고 있는 점 T가 선분 BC 및 선분 BA를 포함하여 이루어지는 평면 영역 중 선분 BC 및 선분 BA가 이루는 각도 내부에 존재한다는 것이므로, 결론적으로 검사픽셀이 포함하고 있는 점 T는 대상메쉬의 삼각형 위에 존재한다는 결론을 얻을 수 있다.

[94]

[95] (iii-4)단계는, 상기 (iii-3)단계에서 상기 대상메쉬와 교차되는 것으로 판단된 검사픽셀을 상기 슬라이싱픽셀로 설정하는데, 슬라이싱픽셀에 대하여는 바이너리값을 초기값으로부터 소정의 값으로 변경하도록 한다. (iii-5)단계는, 상기 모든 검사직육면체공간픽셀에 대해 연산이 완료될 때까지, 상기 (iii-1) 내지 상기 (iii-4)단계를 반복하여 수행한다.

[96]

[97] 또한, 상기 (iii-2)단계와 상기 (iii-3)단계의 사이에, 상기 검사픽셀(점 T)에 대하여, 벡터연산 $(ZX \times ZT) \cdot (ZY \times ZT)$ 의 계산결과값의 부호를 획득하는 단계를 더 구비하고, 상기 (iii-3)단계는, 상기 (iii-1)단계 및 상기 (iii-2)단계에서 획득된 부호 및 상기 벡터연산 $(ZX \times ZT) \cdot (ZY \times ZT)$ 의 계산결과값의 부호 모두가 음인 경우, 상기 검사픽셀은 상기 대상메쉬와 교차되는 것으로 판단하고, 상기 (iii-1)단계 및 상기 (iii-2)단계에서 획득된 부호 및 상기 벡터연산 $(ZX \times ZT) \cdot (ZY \times ZT)$ 의 계산결과값의 부호 중 하나 이상이 양인 경우, 상기 검사픽셀은 상기 대상메쉬와 교차되지 않는 것으로 판단하는 것을 특징으로 할 수 있다. 전술한 바와 같이, 대상메쉬에 대해, 두 개의 기준점(상기 실시예에서는 점 A, 점 B)에 대해서만, 교차여부를 판단할 수 있지만, 계산의 엄밀성을 더욱 확보하기 위해, 대상메쉬를 이루는 세 꼭지점 모두를 삼아 세 개의 벡터연산값을 이용한다는 것이다.

[98]

[99] 전술한 바와 같이, 상기 세 가지 중 두 가지 이상의 벡터연산값이 0인 경우, 이는, 검사픽셀이 대상메쉬의 테두리 위에 있다는 것을 의미하나, 실무적으로는 벡터연산값이 0.001, -0.01 등 소정의 절대값 이하의 값을 가질 수 있으므로, 본 발명에서는 검사기준값을 상정함을 통해, 예컨대, 상기 (iii-1)단계 및 상기 (iii-2)단계의 계산결과값 각각의 절대값 모두가 소정의 검사기준값보다 작은 경우, 상기 검사픽셀은 상기 대상메쉬의 테두리 상에 존재하는 것으로 판단하는 것을 특징으로 할 수 있다. 이때의 검사기준값은, 경험적으로 결정하면 되고, 특별한 기준이 있는 것은 아니나, 그 값이 너무 커지면, 대상메쉬 위에 존재하지

않은 것이 자명한 검사픽셀도 슬라이싱픽셀로 선정될 위험이 있으므로, 이러한 사항을 감안하여 설정하도록 한다.

[100]

[101] 이하, 모든 검사직육면체공간픽셀에 대하여, 교차여부 연산의 순서를 결정하는 방법에 대해 설명한다.

[102]

[103] 본 발명의 일실시예에 따르면, 상기 전술한 셋째 단계에서의 연산은, 다음의 (iii-a)단계 내지 (iii-d)단계로 수행할 수 있다.

[104]

[105] (iii-a)단계에서는, 상기 X축, 상기 Y축, 상기 Z축 중 어느 하나를 선택하여 이격축으로 결정한다.

[106]

[107] (iii-b)단계에서는, 상기 이격축 상의 소정의 점(검사평면위치)을 지나고, 상기 이격축에 수직하며, 상기 검사직육면체공간의 내부로 한정되는 검사평면을 설정한다. 일례로, 도 6에 도시된 실시예에서는 (iii-a)단계에서 이격축을 Z축으로 선정하였고, 검사평면은 XY평면에 평행하면서, 상기 검사직육면체공간에 의해 절단되어 형성되는 내부평면(직사각형 형상)이 된다.

[108]

[109] (iii-c)단계에서는, 상기 (iii-b)단계에서 결정되는 검사평면 상에 위치하는 모든 검사평면픽셀 각각을 소정의 순서에 따라 상기 대상메쉬와의 교차여부를 연산하고, 상기 연산 결과, 상기 모든 검사평면픽셀 중 상기 대상메쉬와 교차되는 슬라이싱픽셀을 결정할 수 있다. 이때, 모든 검사평면픽셀 각각에 대해 상기 대상메쉬와의 교차여부를 연산하는 순서는, XY평면에 평행하게 형성되는 검사평면의 실시예의 경우, 먼저 Y값을 고정하고, X축 방향으로 정해진 해상도에 따라 이동하면서, 검사픽셀을 선정하여 연산을 수행한 후, 정해진 해상도에 따라 Y값을 이격한 후, 다시 X축 방향으로 정해진 해상도에 따라 이동하면서, 검사픽셀을 선정하여 연산을 수행하는 등의 방법으로 수행할 수 있으나, 이러한 실시예에 한정할 것은 아니다.

[110]

[111] (iii-d)단계에서는, 상기 검사평면위치를 현재위치로부터 상기 이격축에 대하여 소정의 방향으로 소정의 거리만큼 이격하여 결정한다. 상기 실시예에서는 Z축 방향으로 해상도에 따라 소정의 거리만큼 이격하면 될 것이다.

[112]

[113] 이후, 모든 검사직육면체공간픽셀에 대해 연산이 완료될 때까지, 상기 (iii-c)단계 내지 상기 (iii-d)단계를 반복하여 수행하여야 하는 것은 자명하다.

[114]

[115] 또한, 상기 셋째 단계에서의 검사직육면체공간의 구획은, 제1해상도(바이너리공간에 대해 설정된 해상도)에 의해 이루어질 수 있다. 또한,

제2해상도는, 전술한 제1해상도와 마찬가지로, 기준축인 X축, Y축, Z축에 대하여, 모두 동일하게 설정할 수도 있지만, 각 기준축 별로 다른 해상도를 적용할 수 있음은 물론이다.

[116]

[117] 매우 폭이 좁은 대상메쉬나 매우 작은 대상메쉬에 대해 연산을 수행하는 경우, 제1해상도값에 따라서, 슬라이싱픽셀로서 선택되는 경우를 놓치는 경우(연산결과에서 제외됨)가 발생한다. 이러한 경우에 대비하여, 모든 검사직육면체공간픽셀에 대한 검사 후에 대상메쉬의 테두리와 꼭지점을 제1해상도 이하로 검사한다.

[118]

[119] 즉, 상기 셋째 단계와 상기 넷째 단계의 사이에, 상기 대상메쉬의 세 꼭지점 A,B,C에 대해 선분 AB, 선분 BC, 선분 CA 상에 있는 점들(대상메쉬테두리점들)의 좌표를 결정하고, 상기 바이너리공간을 이루는 모든 픽셀 중 상기 대상메쉬테두리점들 각각에 대응하는 픽셀을 슬라이싱픽셀로서 추가 설정하여, 소정의 바이너리설정값을 부여하는 단계를 더 포함한다는 것이다. 구체적으로는, 선분 AB, 선분 BC, 선분 CA 상에 위치하는 점들은, 전술한 바와 같은 벡터연산값이 자동적으로 0이 될 것이므로, 해당 점들에 대해, 두 세트 또는 세 세트의 벡터연산값 계산을 생략할 수 있을 것이다. 또한, 자명하게도, 대상메쉬테두리점들의 좌표를 결정함에 있어, 제1해상도보다 높은 해상도값을 갖는 제2해상도를 적용하는 것을 특징으로 할 수 있다.

[120]

[121] 또한, 상기 대상메쉬의 세 꼭지점 A,B,C에 대해 선분 AB, 선분 BC, 선분 CA 상에 있는 점들(대상메쉬테두리점들)의 좌표의 결정에 있어서는, 선분 AB, 선분 BC, 선분 CA 상의 점의 좌표는 각각 하기 수학식 1, 수학식 2, 수학식 3(t_{AB} , t_{BC} , t_{CA} 는 모두 0초과 1미만의 실수, 점 O는 상기 조형공간의 원점)에 의해 결정되는 것을 특징으로 할 수 있다. 이는 점 A, B, C의 위치벡터를 이용한 것이다.

[122]

[123] [수학식 1]

$$[124] \quad \overrightarrow{OA} + t_{AB}(\overrightarrow{OB} - \overrightarrow{OA})$$

[125]

[126] [수학식 2]

$$[127] \quad \overrightarrow{OB} + t_{BC}(\overrightarrow{OC} - \overrightarrow{OB})$$

[128]

[129] [수학식 3]

$$[130] \quad \overrightarrow{OC} + t_{CA}(\overrightarrow{OA} - \overrightarrow{OC})$$

[131]

[132] 이렇게, 상기 대상메쉬의 세 꼭지점 A,B,C에 대해 선분 AB, 선분 BC, 선분 CA 상에 있는 점들(대상메쉬테두리점들)의 좌표를 결정하고, 상기 바이너리공간을 이루는 모든 픽셀 중 상기 대상메쉬테두리점들 각각에 대응하는 픽셀을 슬라이싱픽셀로서 추가 설정하여, 소정의 바이너리설정값을 부여하는 단계 이후에, 상기 바이너리공간을 이루는 모든 픽셀 중 상기 대상메쉬의 세 꼭지점 A,B,C의 좌표에 각각 대응하는 픽셀을 슬라이싱픽셀로서 추가 설정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 할 수 있다. 다만, 앞서 언급한 검사직육면체공간에 대한 연산에서와 달리, 대상메쉬테두리점이나 대상메쉬의 세 꼭지점 A,B,C의 좌표는 이에 대응하는 픽셀에 있어, 해당 픽셀의 중심이 있지 않을 수도 있다.

[133]

[134] 본 기술한 설명은 본 발명의 최상의 모드를 제시하고 있으며, 본 발명을 설명하기 위하여, 그리고 당업자가 본 발명을 제작 및 이용할 수 있도록 하기 위한 예를 제공하고 있다. 이렇게 작성된 명세서는 그 제시된 구체적인 용어에 본 발명을 제한하는 것이 아니다.

[135] 따라서, 상술한 예를 참조하여 본 발명을 상세하게 설명하였지만, 당업자라면 본 발명의 범위를 벗어나지 않으면서도 본 예들에 대한 개조, 변경 및 변형을 가할 수 있다. 요컨대 본 발명이 의도하는 효과를 달성하기 위해 도면에 도시된 모든 기능을 별도로 포함하거나 도면에 도시된 모든 순서를 도시된 순서 그대로 따라야만 하는 것은 아니며, 그렇지 않더라도 얼마든지 청구항에 기재된 본 발명의 기술적 범위에 속할 수 있음에 주의한다.

[136]

청구범위

- [청구항 1] X축, Y축, Z축으로 이루어지는 조형공간 내에 위치하고, 표면이 복수개의 삼각형메쉬(mesh)로써 표현되는 입체형상의 정보가 기록되어 있는 입체조형장치를 위한 에스티엘(STL)파일로부터 슬라이싱픽셀들을 도출하는 방법에 있어서,
- (i)상기 복수개의 삼각형메쉬 중 하나를 대상메쉬로서 선택하는 단계;
 - (ii)상기 대상메쉬에 대하여, 상기 대상메쉬의 세 꼭지점을 꼭지점 일부로 구비하고, 6개의 면 각각이 상기 X축, 상기 Y축, 상기 Z축으로 이루어지는 XY평면, YZ평면, ZX평면 중 어느 하나와 평행인 검사직육면체공간을 설정하는 단계;
 - (iii)상기 검사직육면체공간을 소정의 방법으로 구획하여 결정되는 모든 검사직육면체공간픽셀 각각을 소정의 순서에 따라 상기 대상메쉬와의 교차여부를 연산하고, 상기 모든 검사직육면체공간픽셀 중 상기 대상메쉬와 교차되는 슬라이싱픽셀을 결정하는 단계;
 - (iv)상기 복수개의 삼각형메쉬 모두에 대하여 슬라이싱픽셀인지 여부가 결정될 때까지, 상기 (i)단계 내지 상기 (iii)단계를 반복하여 수행하는 단계;
- 를 포함하여 이루어지는 STL파일로부터의 슬라이싱픽셀들의 도출방법.
- [청구항 2] 청구항 1에 있어서,
- 상기 (i)단계 이전에, 상기 조형공간을 제1해상도를 갖는 상기 X축, 상기 Y축, 상기 Z축 방향으로 구획되는 바이너리공간으로 구성하고, 상기 바이너리공간을 이루는 모든 픽셀에 대해 소정의 바이너리초기값을 부여하는 단계;를 더 구비하고,
- 상기 (iv)단계의 조건이 성립할 때까지 반복하여 수행되는 상기 (iii)단계 이후에, 상기 슬라이싱픽셀에 대해 소정의 바이너리설정값을 부여하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 STL파일로부터의 슬라이싱픽셀들의 도출방법.
- [청구항 3] 청구항 1에 있어서,
- 상기 (iii)단계에서의 연산은,
- (iii-1) 상기 대상메쉬의 세 꼭지점 A, B, C 각각에 일대일대응시켜 결정되는 점 X, 점 Y, 점 Z에 대하여, 상기 모든 검사직육면체공간픽셀 중 하나(검사픽셀, 점 T)를 선택하여, 벡터연산 $(XY \times XT) \cdot (XZ \times XT)$ 의 계산결과값의 부호를 획득하는 단계($\times$ 는 외적이고, $\cdot$ 은 내적임);
 - (iii-2) 상기 검사픽셀(점 T)에 대하여, 벡터연산 $(YZ \times YT) \cdot (YX \times YT)$ 의 계산결과값의 부호를 획득하는 단계;
 - (iii-3) 상기 (iii-1)단계 및 상기 (iii-2)단계에서 획득된 부호가 모두 음인 경우, 상기 검사픽셀은 상기 대상메쉬와 교차되는 것으로 판단하고, 상기

(iii-1)단계 및 상기 (iii-2)단계에서 획득된 부호 중 하나 이상이 양인 경우, 상기 검사픽셀은 상기 대상메쉬와 교차되지 않는 것으로 판단하는 단계;
 (iii-4) 상기 (iii-3)단계에서 상기 대상메쉬와 교차되는 것으로 판단된 검사픽셀을 상기 슬라이싱픽셀로 설정하는 단계;
 (iii-5) 상기 모든 검사직육면체공간픽셀에 대해 연산이 완료될 때까지, 상기 (iii-1) 내지 상기 (iii-4)단계를 반복하여 수행하는 단계;
 를 포함하여 이루어지는 STL파일로부터의 슬라이싱픽셀들의 도출방법.

[청구항 4]

청구항 3에 있어서,
 상기 (iii-2)단계와 상기 (iii-3)단계의 사이에,
 상기 검사픽셀(점 T)에 대하여, 벡터연산 $(ZX \times ZT) \cdot (ZY \times ZT)$ 의 계산결과값의 부호를 획득하는 단계;를 더 구비하고,
 상기 (iii-3)단계는, 상기 (iii-1)단계 및 상기 (iii-2)단계에서 획득된 부호 및 상기 벡터연산 $(ZX \times ZT) \cdot (ZY \times ZT)$ 의 계산결과값의 부호 모두가 음인 경우, 상기 검사픽셀은 상기 대상메쉬와 교차되는 것으로 판단하고, 상기 (iii-1)단계 및 상기 (iii-2)단계에서 획득된 부호 및 상기 벡터연산 $(ZX \times ZT) \cdot (ZY \times ZT)$ 의 계산결과값의 부호 중 하나 이상이 양인 경우, 상기 검사픽셀은 상기 대상메쉬와 교차되지 않는 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 STL파일로부터의 슬라이싱픽셀들의 도출방법.

[청구항 5]

청구항 3에 있어서,
 상기 (iii-1)단계 및 상기 (iii-2)단계의 계산결과값 각각의 절대값 모두가 소정의 검사기준값보다 작은 경우, 상기 검사픽셀은 상기 대상메쉬의 테두리 상에 존재하는 것으로 판단하는 것을 특징으로 하는 STL파일로부터의 슬라이싱픽셀들의 도출방법.

[청구항 6]

청구항 3에 있어서,
 상기 (iii)단계에서의 연산은,
 (iii-a) 상기 X축, 상기 Y축, 상기 Z축 중 어느 하나를 선택하여 이격축으로 결정하는 단계;
 (iii-b) 상기 이격축 상의 소정의 점(검사평면위치)을 지나고, 상기 이격축에 수직하며, 상기 검사직육면체공간의 내부로 한정되는 검사평면을 설정하는 단계;
 (iii-c) 상기 (iii-b)단계에서 결정되는 검사평면 상의 모든 검사평면픽셀 각각을 소정의 순서에 따라 상기 대상메쉬와의 교차여부를 연산하고, 상기 연산 결과, 상기 모든 검사평면픽셀 중 상기 대상메쉬와 교차되는 슬라이싱픽셀을 결정하는 단계;
 (iii-d) 상기 검사평면위치를 현재위치로부터 상기 이격축에 대하여 소정의 방향으로 소정의 거리만큼 이격하여 결정하는 단계;
 를 포함하여 이루어지고,
 상기 모든 검사직육면체공간픽셀에 대해 연산이 완료될 때까지, 상기

(iii-c)단계 내지 상기 (iii-d)단계를 반복하여 수행하는 것을 특징으로 하는 STL파일로부터의 슬라이싱픽셀들의 도출방법.

[청구항 7] 청구항 2에 있어서,
상기 (iii)단계에서의 검사직육면체공간의 구획은,
상기 제1해상도에 의해 이루어지는 것을 특징으로 하는 STL파일로부터 슬라이싱픽셀의 도출방법.

[청구항 8] 청구항 2에 있어서,
상기 (iii)단계와 상기 (iv)단계의 사이에,
상기 대상메쉬의 세 꼭지점 A,B,C에 대해 선분 AB, 선분 BC, 선분 CA 상에 있는 점들(대상메쉬테두리점들)의 좌표를 결정하고, 상기 바이너리공간을 이루는 모든 픽셀 중 상기 대상메쉬테두리점들 각각에 대응하는 픽셀을 슬라이싱픽셀로서 추가 설정하여, 소정의 바이너리설정값을 부여하는 단계;
를 더 포함하고,
상기 대상메쉬테두리점들의 좌표를 결정함에 있어, 제2해상도를 적용하는 것을 특징으로 하는 STL파일로부터 슬라이싱픽셀의 도출방법.

[청구항 9] 청구항 8에 있어서,
상기 제2해상도는 상기 제1해상도보다 높은 것을 특징으로 하는 STL파일로부터 슬라이싱픽셀의 도출방법.

[청구항 10] 청구항 8에 있어서,
상기 대상메쉬의 세 꼭지점 A,B,C에 대해 선분 AB, 선분 BC, 선분 CA 상에 있는 점들(대상메쉬테두리점들)의 좌표의 결정에 있어,
선분 AB, 선분 BC, 선분 CA 상의 점의 좌표는 각각 하기 수학식 1, 수학식 2, 수학식 3에 의해 (t_{AB} , t_{BC} , t_{CA} 는 모두 0초과 1미만의 실수, 점 O는 상기 조형공간의 원점) 결정되는 것을 특징으로 하는 STL파일로부터 슬라이싱픽셀의 도출방법.

[수학식 1]

$$\overrightarrow{OA} + t_{AB}(\overrightarrow{OB} - \overrightarrow{OA})$$

[수학식 2]

$$\overrightarrow{OB} + t_{BC}(\overrightarrow{OC} - \overrightarrow{OB})$$

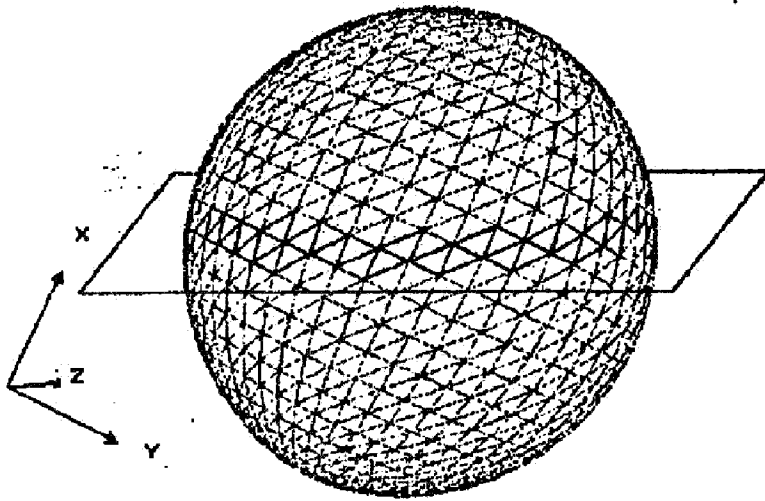
[수학식 3]

$$\overrightarrow{OC} + t_{CA}(\overrightarrow{OA} - \overrightarrow{OC})$$

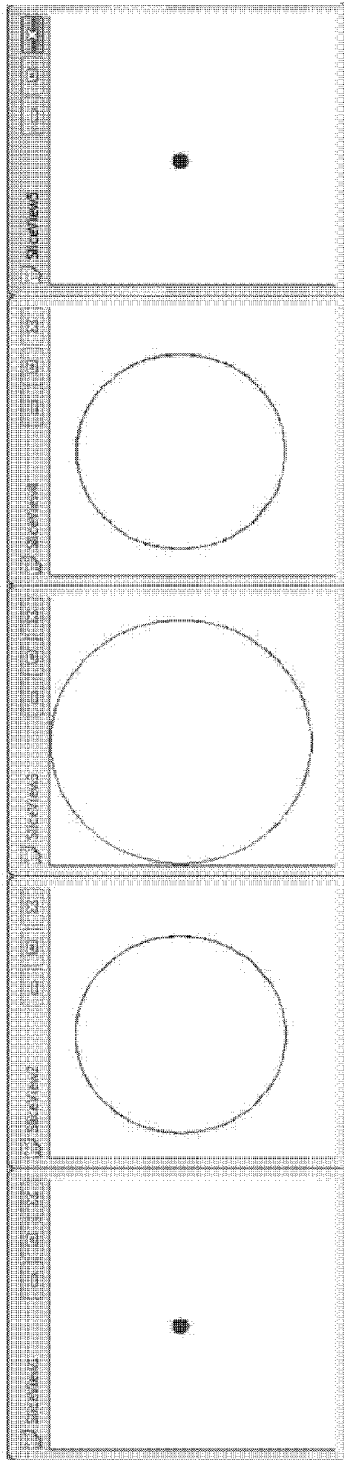
[청구항 11] 청구항 8에 있어서,
상기 대상메쉬의 세 꼭지점 A,B,C에 대해 선분 AB, 선분 BC, 선분 CA 상에 있는 점들(대상메쉬테두리점들)의 좌표를 결정하고, 상기

바이너리공간을 이루는 모든 픽셀 중 상기 대상메쉬테두리점들 각각에 대응하는 픽셀을 슬라이싱픽셀로서 추가 설정하여, 소정의 바이너리설정값을 부여하는 단계 이후에, 상기 바이너리공간을 이루는 모든 픽셀 중 상기 대상메쉬의 세 꼭지점 A,B,C의 좌표에 각각 대응하는 픽셀을 슬라이싱픽셀로서 추가 설정하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 STL파일로부터 슬라이싱픽셀의 도출방법.

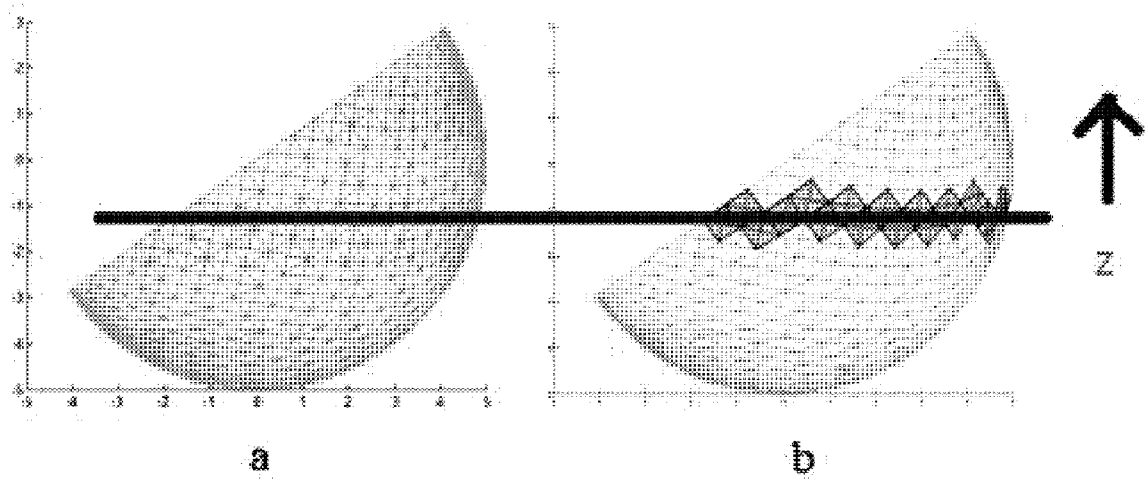
[도1]



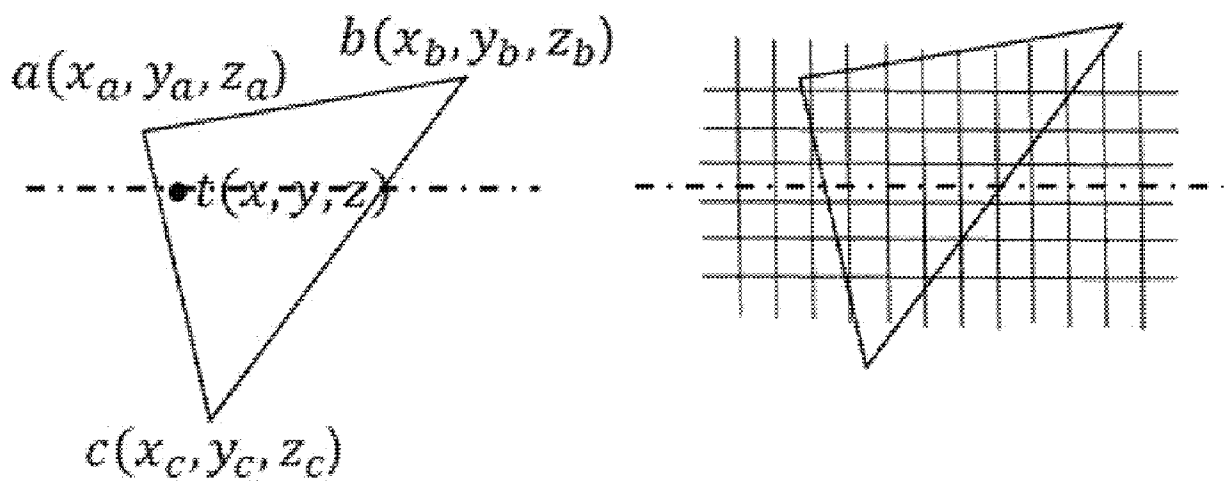
[도2]



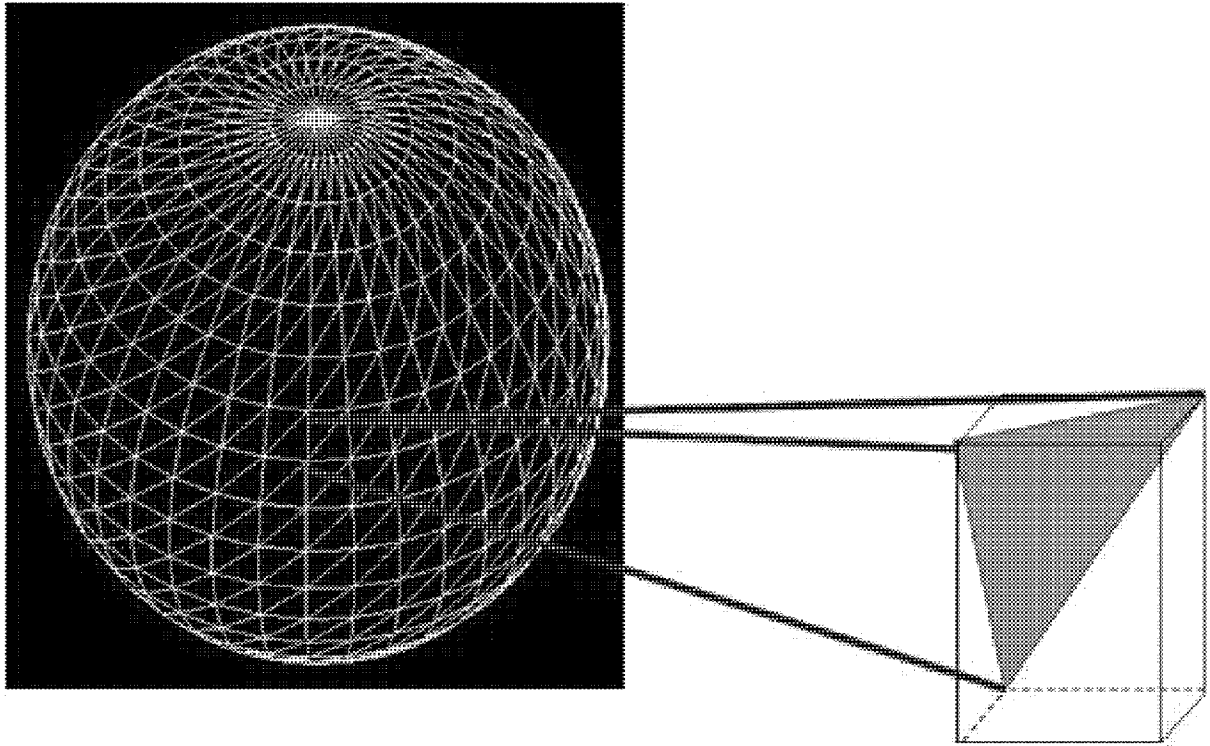
[도3]



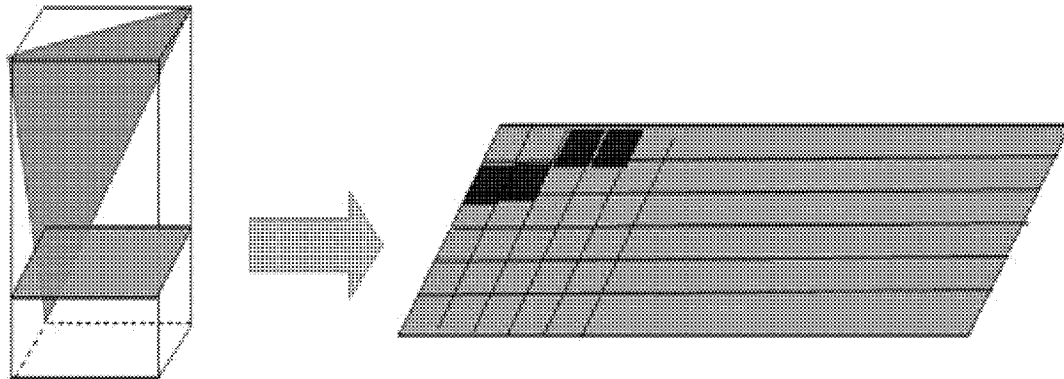
[도4]



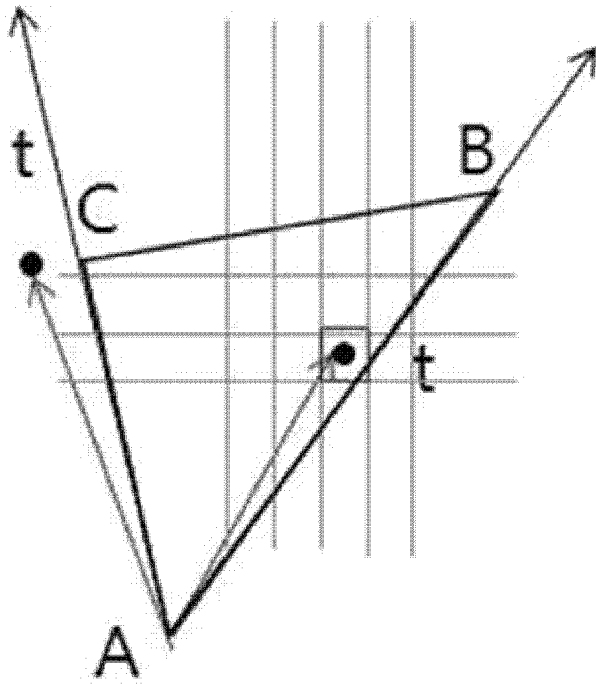
[도5]



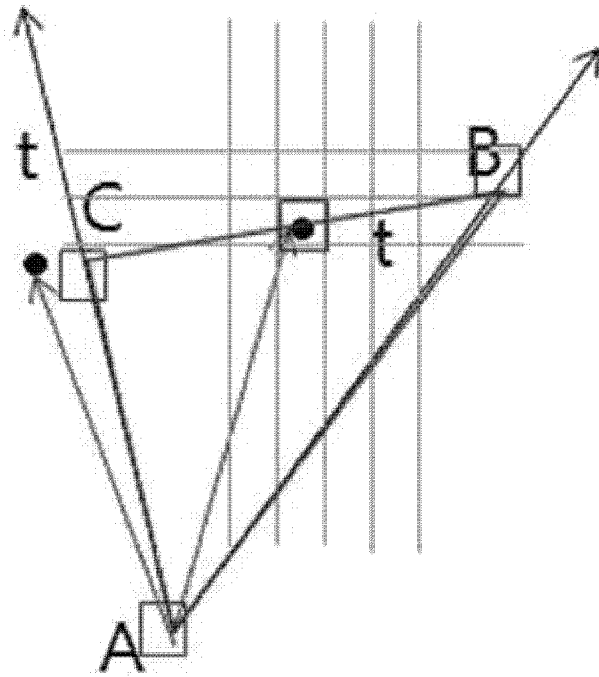
[도6]



[도7]



[도8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/000715**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER****G06F 17/50(2006.01)i, G06T 17/20(2006.01)i**

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G06F 17/50; G06T 17/00; G06T 17/20

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Korean Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Japanese Utility models and applications for Utility models: IPC as above

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

eKOMPASS (KIPO internal) & Keywords: STL(STL) file, single, triangle mesh, 3 dimensional(3D) space, crossing over, pixel, slicing.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	VATANI, M. et al., "An Enhanced Slicing Algorithm Using Nearest Distance Analysis for Layer Manufacturing", In: Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology, vol. 37, pp. 721-726, January 2009 (https://www.researchgate.net/publication/224983269_An_enhanced_slicing_algorithm_using_nearest_distance_analysis_for_layer_manufacturing) See sections II-III and figures 1(a)-3.	1-11
A	GIBSON, Ian et al., "Software Issues for Additive Manufacturing", Additive Manufacturing Technologies, pp. 351-374, 2014 (http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4939-2113-3_15) See pages 355-359 and figures 15.1-15.3.	1-11
A	GREGORI, Rodrigo M. M. H. et al., "Slicing Triangle Meshes: An Asymptotically Optimal Algorithm", In: Proceedings of the 14th International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA), IEEE, pp. 252-255, 2014 See sections II-III and figure 3.	1-11
A	LEE, Jae Ho et al., "Polyhedron Decomposition for the Embedded Part Fabrication", 2006 International Journal of CAD/CAM, pp. 1045-1052, February 2006 See section 3 and figures 7-14.	1-11



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

02 JUNE 2016 (02.06.2016)

Date of mailing of the international search report

07 JUNE 2016 (07.06.2016)

Name and mailing address of the ISA/KR

Korean Intellectual Property Office
Government Complex-Daejeon, 189 Seonsa-ro, Daejeon 302-701,
Republic of Korea

Facsimile No. 82-42-472-7140

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/KR2016/000715

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	KR 10-2013-0101332 A (KOREA ADVANCED INSTITUTE OF SCIENCE AND TECHNOLOGY) 13 September 2013 See paragraphs [0050]-[0054] and figure 2.	1-11

Information on patent family members

PCT/KR2016/000715

10/02/2014

A. 발명이 속하는 기술분류(국제특허분류(IPC))

G06F 17/50(2006.01)i, G06T 17/20(2006.01)i

B. 조사된 분야

조사된 최소문헌(국제특허분류를 기재)
G06F 17/50; G06T 17/00; G06T 17/20

조사된 기술분야에 속하는 최소문헌 이외의 문헌

한국등록실용신안공보 및 한국공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC
일본등록실용신안공보 및 일본공개실용신안공보: 조사된 최소문헌란에 기재된 IPC

국제조사에 이용된 전산 데이터베이스(데이터베이스의 명칭 및 검색어(해당하는 경우))

eKOMPASS(특허청 내부 검색시스템) & 키워드: 에스티엘(STL) 파일, 단일, 삼각형 메쉬, 3차원(3D) 공간, 교차, 픽셀, 슬라이싱.

C. 관련 문헌

카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	M. VATANI 등, `An Enhanced Slicing Algorithm Using Nearest Distance Analysis for Layer Manufacturing`, In: Proceedings of World Academy of Science, Engineering and Technology, Vol. 37, pp. 721-726, 2009. 01 (https://www.researchgate.net/publication/224983269_An_enhanced_slicing_algorithm_using_nearest_distance_analysis_for_layer_manufacturing) 섹션 II-III 및 도면 1(a)-3 참조.	1-11
A	IAN GIBSON 등, `Software Issues for Additive Manufacturing`, Additive Manufacturing Technologies, pp. 351-374, 2014 (http://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4939-2113-3_15) 페이지 355-359 및 도면 15.1-15.3 참조.	1-11
A	RODRIGO M. M. H. GREGORI 등, `Slicing Triangle Meshes: An Asymptotically Optimal Algorithm`, In: Proceedings of the 14th International Conference on Computational Science and Its Applications (ICCSA), IEEE, pp. 252-255, 2014 섹션 II-III 및 도면 3 참조.	1-11
A	이재호 등, `Embedded Part 제조를 위한 다면체 모델 분할 알고리즘`, 한국CAD/CAM학회 2006 학술발표회 논문집, pp. 1045-1052, 2006.02 섹션 3 및 도면 7-14 참조.	1-11

☒ 추가 문헌이 C(계속)에 기재되어 있습니다.

☒ 대응특허에 관한 별지를 참조하십시오.

* 인용된 문헌의 특별 카테고리:

“A” 특별히 관련이 없는 것으로 보이는 일반적인 기술수준을 정의한 문헌

“T” 국제출원일 또는 우선일 후에 공개된 문헌으로, 출원과 상충하지 않으며 발명의 기초가 되는 원리나 이론을 이해하기 위해 인용된 문헌

“E” 국제출원일보다 빠른 출원일 또는 우선일을 가지나 국제출원일 이후에 공개된 선출원 또는 특허 문헌

“X” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌 하나만으로 청구된 발명의 신규성 또는 진보성이 없는 것으로 본다.

“L” 우선권 주장에 의문을 제기하는 문헌 또는 다른 인용문헌의 공개일 또는 다른 특별한 이유(이유를 명시)를 밝히기 위하여 인용된 문헌

“Y” 특별한 관련이 있는 문헌. 해당 문헌이 하나 이상의 다른 문헌과 조합하는 경우로 그 조합이 당업자에게 자명한 경우 청구된 발명은 진보성이 없는 것으로 본다.

“O” 구두 개시, 사용, 전시 또는 기타 수단을 언급하고 있는 문헌

“&” 동일한 대응특허문헌에 속하는 문헌

“P” 우선일 이후에 공개되었으나 국제출원일 이전에 공개된 문헌

국제조사의 실제 완료일

2016년 06월 02일 (02.06.2016)

국제조사보고서 발송일

2016년 06월 07일 (07.06.2016)

ISA/KR의 명칭 및 우편주소

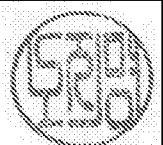
대한민국 특허청
(35208) 대전광역시 서구 청사로 189,
4동 (둔산동, 정부대전청사)

팩스 번호 +82-42-481-8578

심사관

노지명

전화번호 +82-42-481-8528



C(계속). 관련 문헌		
카테고리*	인용문헌명 및 관련 구절(해당하는 경우)의 기재	관련 청구항
A	KR 10-2013-0101332 A (한국과학기술원) 2013.09.13 단락 [0050]-[0054] 및 도면 2 참조.	1-11

국제출원번호
PCT/KR2016/000715

공개일

2014/02/10