



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2020-0069476
(43) 공개일자 2020년06월17일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)
B29C 64/386 (2017.01) B33Y 50/00 (2015.01)
G06F 3/048 (2017.01) G06T 17/20 (2006.01)

(52) CPC특허분류
B29C 64/386 (2017.08)
B33Y 50/00 (2013.01)

(21) 출원번호 10-2018-0156558
(22) 출원일자 2018년12월07일
심사청구일자 2020년02월25일

(71) 출원인
전자부품연구원
경기도 성남시 분당구 새나리로 25 (야탑동)

(72) 발명자
신화선
경기도 용인시 기흥구 보정로 26, 101동 1601호
전성환
서울특별시 도봉구 시루봉로5길 48, 103동 904호
(뒷면에 계속)

(74) 대리인
남충우

전체 청구항 수 : 총 8 항

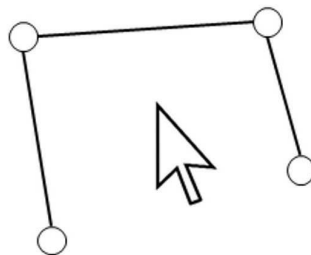
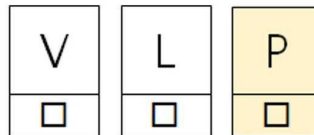
(54) 발명의 명칭 **3D 프린팅 메시 모델 오류 보정을 위한 사용자 인터페이스 제공 방법**

(57) 요약

3D 프린팅에 사용되는 3D 메시 모델 데이터 내 오류를 사용자가 수동으로 보정하는 기능에 대해 간단하고 일관된 방법이 제공된다. 본 발명의 실시예에 따른 사용자 인터페이스 제공 방법은 3D 메시 모델을 구성하는 버텍스(Vertex), 라인(Line) 및 폴리곤(Polygon) 중 어느 하나를 선택받는 단계; 선택된 구성요소에 대한 버튼을 활성화 시키는 단계; 선택된 구성요소에 대한 조작을 입력 받는 단계; 입력된 조작에 따라 선택된 구성요소를 처리하는 단계;를 포함한다.

이에 의해, 간단하고 일관된 방법과 기능들을 통해, 3D 프린팅에 사용되는 3D 메시 모델 데이터 내 오류를 사용자가 수동으로 보정할 수 있게 된다.

대표도 - 도13



(52) CPC특허분류
G06F 3/048 (2013.01)
G06T 17/20 (2013.01)

이혜인

경기도 안양시 동안구 부림로 13, 603동 1402호

(72) 발명자
박성훈
서울특별시 성북구 장월로4길 26-3

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	2018K000371
부처명	과학기술정보통신부
연구관리전문기관	(신)(재)과학기술일자리진흥원
연구사업명	2018년도 연구성과 사업화 지원 기술 업그레이드 R&D(2차)
연구과제명	기업 맞춤형 3D 프린팅 출력 SW 고용량 고속화 고품질 상용화 기술 개발
기여율	1/1
주관기관	전자부품연구원
연구기간	2018.06.01 ~ 2018.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

3D 메시 모델을 구성하는 버텍스(Vertex), 라인(Line) 및 폴리곤(Polygon) 중 어느 하나를 선택받는 단계;

선택된 구성요소에 대한 버튼을 활성화 시키는 단계;

선택된 구성요소에 대한 조작을 입력 받는 단계;

입력된 조작에 따라 선택된 구성요소를 처리하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 사용자 인터페이스 제공 방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

입력 단계에서 구성요소에 대한 버튼 내 체크 박스의 선택 표기가 없어지거나 특정 단축키가 입력되면, 처리 단계에서는 구성요소를 삭제하는 것을 특징으로 하는 사용자 인터페이스 제공 방법.

청구항 3

청구항 2에 있어서,

선택된 구성요소가 라인이 연결되어 있는 버텍스인 경우, 처리 단계에서 구성요소를 삭제하지 않는 것을 특징으로 하는 사용자 인터페이스 제공 방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

버텍스가 없는 특정 지점이 조작 되면, 버텍스를 새로 생성하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 사용자 인터페이스 제공 방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

버텍스가 두 개 선택되면 라인 버튼을 활성화 시키는 단계;

라인 버튼 내 체크 박스를 조작하면, 두 개의 버텍스로 구성되는 라인을 새로 생성하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 사용자 인터페이스 제공 방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

버텍스나 라인이 아닌 공간이 선택되며, 폴리곤 버튼을 활성화 시키는 단계;

선택된 공간을 포함하는 닫힌 폴리라인(Closed Polyline)을 검색하지 못하면, 폴리곤 버튼 내 체크 박스를 선택 표기하지 않는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 사용자 인터페이스 제공 방법.

청구항 7

청구항 1에 있어서,

폴리곤이 선택된 상태에서 폴리곤 내 특정 지점이 조작되면, 버텍스를 생성하면서 폴리곤을 메시로 세분화 하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 사용자 인터페이스 제공 방법.

청구항 8

3D 메시 모델을 구성하는 버텍스(Vertex), 라인(Line) 및 폴리곤(Polygon) 중 어느 하나를 선택받고, 선택된 구성요소에 대한 조작을 입력 받는 입력부;

선택된 구성요소에 대한 버튼을 활성화 시키고, 입력된 조작에 따라 선택된 구성요소를 처리하는 프로세서;를 포함하는 것을 특징으로 하는 사용자 인터페이스 제공 시스템.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 3D 프린팅 관련 기술에 관한 것으로, 더욱 상세하게는 3D 프린팅 메시 모델의 오류 보정을 위한 사용자 인터페이스에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] 3D 프린팅에 사용되는 3D 메시 모델 데이터는 방수 구조(Water-tight Model) 검증이 필요하다. 방수 구조는 3D 모델 내 물을 넣었을 때 새지 않는 구조를 의미한다.

[0004] 도 1은 3D 모델의 방수 구조 검증 결과를 예시한 도면이다. 도 1의 좌측에 도시된 3D 메시 모델은 방수 구조인 반면, 도 1의 우측에 도시된 3D 메시 모델은 방수 구조가 아니다.

[0005] 방수 구조가 아닌 유형들이 도 2에 제시되어 있다. 3D 모델에 페이스(face)가 중복된 경우[도 2의 (1)], 경계가 열린 경우(Open Boundary, Gap 또는 Hole)[도 2의 (2)], 매니폴드(Manifold, 종이접기가 가능한 모델)가 아닌 경우[도 2의 (3)], 교차 발생(Intersection) 오류의 경우[도 2의 (4)] 등이 방수 구조가 아닌 유형들이다.

[0006] 메시 오류의 다른 예를 도 3에 제시하였다. 도 3에는 서포트가 3D 모델을 관통하여 메시 오류가 발생한 경우이다. 이는 다중 구성요소(Multi-Component)에 의한 오류로, 두 개 이상 3D 모델이 겹친 경우, 페이스 중복 또는 자기 교차(Self-intersection) 등의 메시 오류를 야기하게 된다.

[0007] 3D 모델이 포함하고 있는 오류를 검출하고 해당 오류를 보정하는 것이 필요하다. 현재 3D 프린팅 도구들은 메시 오류를 자동으로 검출하고 보정하는 기능을 제공하고 있다. 도 4에는 검출된 메시 오류를 자동으로 검출하여 보정한 경우를 예시하였다.

[0008] 하지만, 이는 완전한 것이 아니기 때문에, 검출되지 않은 또는 검출되었지만 완전하게 보정되지 않은 메시 오류를 사용자가 수동으로 보정할 필요가 있다. 즉, 사용자가 수작업으로 오류가 발생한 데이터를 선택하고 보정하는 기능이 필요한 것이다.

[0009] 현재 3D 프린팅 도구들은 수동 보정 기능에 대해 각자 독자적인 방법을 사용하는데, 일관된 방법이 없거나 복잡한 단계를 수행한다.

[0010] 또한, 메시 모델을 수동으로 보정하기 위한 3대 요소인 점·선·면을 충분히 표현하지 못하고 있다. 이에 따라 사용자가 수동으로 메시 오류를 보정하는 간단하고 일관된 방법이 필요하다.

발명의 내용

해결하려는 과제

[0012] 본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위하여 안출된 것으로서, 본 발명의 목적은, 3D 프린팅에 사용되는 3D 메시 모델 데이터 내 오류를 사용자가 수동으로 보정하는 기능에 대해 간단하고 일관된 방법을 제공함에 있다.

과제의 해결 수단

- [0014] 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명의 일 실시예에 따른, 사용자 인터페이스 제공 방법은 3D 메시 모델을 구성하는 버텍스(Vertex), 라인(Line) 및 폴리곤(Polygon) 중 어느 하나를 선택받는 단계; 선택된 구성요소에 대한 버튼을 활성화 시키는 단계; 선택된 구성요소에 대한 조작용 입력 받는 단계; 입력된 조작용에 따라 선택된 구성요소를 처리하는 단계;를 포함한다.
- [0015] 입력 단계에서 구성요소에 대한 버튼 내 체크 박스의 선택 표기가 없어지거나 특정 단축키가 입력되면, 처리 단계에서는 구성요소를 삭제할 수 있다.
- [0016] 선택된 구성요소가 라인이 연결되어 있는 버텍스인 경우, 처리 단계에서 구성요소를 삭제하지 않을 수 있다.
- [0017] 본 발명에 따른 사용자 인터페이스 제공 방법은 버텍스가 없는 특정 지점이 조작 되면, 버텍스를 새로 생성하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0018] 본 발명에 따른 사용자 인터페이스 제공 방법은 버텍스가 두 개 선택되면 라인 버튼을 활성화 시키는 단계; 라인 버튼 내 체크 박스를 조작하면, 두 개의 버텍스로 구성되는 라인을 새로 생성하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0019] 본 발명에 따른 사용자 인터페이스 제공 방법은 버텍스나 라인이 아닌 공간이 선택되며, 폴리곤 버튼을 활성화 시키는 단계; 선택된 공간을 포함하는 닫힌 폴리라인(Closed Polyline)을 검색하지 못하면, 폴리곤 버튼 내 체크 박스를 선택 표기하지 않는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0020] 본 발명에 따른 사용자 인터페이스 제공 방법은 폴리곤이 선택된 상태에서 폴리곤 내 특정 지점이 조작되면, 버텍스를 생성하면서 폴리곤을 메시로 세분화 하는 단계;를 더 포함할 수 있다.
- [0021] 한편, 본 발명의 다른 측면에 따르면, 3D 메시 모델을 구성하는 버텍스(Vertex), 라인(Line) 및 폴리곤(Polygon) 중 어느 하나를 선택받고, 선택된 구성요소에 대한 조작용 입력 받는 입력부; 선택된 구성요소에 대한 버튼을 활성화 시키고, 입력된 조작용에 따라 선택된 구성요소를 처리하는 프로세서;를 포함하는 것을 특징으로 하는 사용자 인터페이스 제공 시스템이 제공된다.

발명의 효과

[0023] 이상 설명한 바와 같이, 본 발명의 실시예들에 따르면, 간단하고 일관된 방법과 기능들을 통해, 3D 프린팅에 사용되는 3D 메시 모델 데이터 내 오류를 사용자가 수동으로 보정할 수 있게 된다.

도면의 간단한 설명

- [0025] 도 1은 3D 모델의 방수 구조 검증 예시 도면,
- 도 2는 메시 오류 유형을 나타낸 도면,
- 도 3은 서포트가 3D 모델을 관통한 메시 오류를 나타낸 도면,
- 도 4는 메시 오류 보정을 예시한 도면,
- 도 5는 3가지 구성요소(버텍스, 라인, 폴리곤) 버튼 모음을 나타낸 도면,

도 6은 버텍스 선택 방법을 나타낸 도면,
 도 7은 버텍스 삭제 방법을 나타낸 도면,
 도 8은 버텍스 추가 방법을 나타낸 도면,
 도 9는 두 개 버텍스 선택 상황을 나타낸 도면,
 도 10은 라인 생성 방법을 나타낸 도면,
 도 11은 라인 선택 방법을 나타낸 도면,
 도 12는 라인 삭제 방법을 나타낸 도면,
 도 13은 폴리곤 검색 상태를 나타낸 도면,
 도 14는 폴리곤 선택 방법을 나타낸 도면,
 도 15는 폴리곤 삭제 방법을 나타낸 도면,
 도 16은 폴리곤 선택 방법을 나타낸 도면,
 도 17은 폴리곤 내 메시 생성 방법을 나타낸 도면,
 도 18은 교차 오류를 나타낸 도면,
 도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 프린팅 메시 모델 오류 보정을 위한 사용자 인터페이스 제공 시스템의 블럭도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0026] 이하에서는 도면을 참조하여 본 발명을 보다 상세하게 설명한다.
- [0027] 본 발명의 실시예에서는, 3D 프린팅 메시 모델 오류 보정을 위한 사용자 인터페이스(User Interface; UI)를 제시한다.
- [0028] 본 발명의 실시예에서 제시하는 사용자 인터페이스에서는, 메시 모델 오류 보정의 3대 요소인 점·선·면 기반의 선택, 삭제, 추가, 생성 등의 간단한 조작을 통해 메시 오류를 사용자가 수작업으로 검출하여 보정할 수 있도록 한다.
- [0029] 점·선·면의 정의와 그에 포함되는 유형 및 적용가능한 조작/기능은 다음과 같다.
- [0030] 1) 점(Vertex; 버텍스, 정점, 꼭지점) : 추가·선택·삭제 기능
- [0031] 2) 선(Line, Edge, 에지) : 추가·선택·삭제 기능
- [0032] 3) 면(Plane, Face, Closed Polyline, Polygon; 폴리곤, 다각형) : 선택·삭제·메시 생성 기능
- [0034] 1. 구성요소 버튼 모음
- [0035] 사용자 인터페이스 화면의 일 영역에는, 세 가지 구성요소(버텍스, 라인, 폴리곤)에 대한 버튼들이 배치되어 있다. 활성화된 버튼은 현재 조작되고 있는 구성요소를 나타낸다. 즉, 버텍스, 라인, 폴리곤 중 어느 구성요소가 선택되어 조작되고 있는지 버튼들의 활성화 상태를 통해 확인 가능하다.
- [0036] 도 5의 상부와 하부에는 버텍스가 선택된 상태에서의 버튼 모음을 나타내었다.
- [0037] 도 5의 상부에 도시된 버텍스 버튼은 체크 박스가 선택 표기 되어 있고, 도 5의 하부에 도시된 버텍스 버튼은 체크 박스가 선택 해제되어 있다는 점에서 차이가 있다.
- [0038] 전자(도 5의 상부)의 경우에는, 1) Delete 키를 입력하거나, 2) 체크 박스에서 선택 표기를 없애, 선택된 구성요소를 삭제할 수 있다. 터치 인터페이스인 경우 "2)"에 따른 방식이 보다 유용하다.
- [0040] 2. 버텍스 활성화

- [0041] 도 6에 도시된 바와 같이, 버택스를 클릭하면, 클릭된 버택스가 선택되고, 버택스 버튼이 활성화 되며 버택스 버튼 내 체크 박스가 선택 표기 된다.
- [0042] 이와 같이 버택스가 선택된 상태에서, 도 7에 도시된 바와 같이, 버택스 버튼 체크 박스에서 선택 표기를 없애거나, Delete 키를 누르면 선택된 버택스가 삭제된다.
- [0043] 단, 버택스에 라인이 연결되어 있는 경우는 위와 같은 조작을 하여도 삭제되지 않는다. 이를 사용자가 인지할 수 있도록, 이 경우에는 버택스를 선택하였음에도 버택스 버튼 내 체크 박스가 선택 표기 되지 않도록 구현가능하다.
- [0044] 한편, 도 8에 도시된 바와 같이, 버택스가 없는 특정 지점을 더블클릭하면 버택스가 새로 생성된다. 즉, 버택스가 새로 생성되어 화면에 표기 되며, 생성된 버택스가 선택된 상태로, 버택스 버튼이 활성화 되고 버택스 버튼 내 체크 박스가 선택 표기 된다.
- [0045] 3차원 공간에서 버택스 생성을 돕기 위해, 기본적으로 인접 평면에 맞춰 "평면 가이드라인"이 화면에 나타난다. 평면이 아니면 버택스 생성 위치를 결정하기 어렵기 때문이다. 평면은 마우스 트랙볼(Trackball) 등을 이용하여 Z축 방향으로 앞뒤 이동이 가능하다.
- [0047] 3. 라인 활성화
- [0048] 버택스는 복수 개를 선택할 수 있는데, 도 9에 도시된 바와 같이, 버택스가 두 개가 선택되는 순간, 버택스 버튼 대신 라인 버튼이 활성화된다. 이를 통해 라인을 신규로 추가할 준비가 된다.
- [0049] 버택스는 두 개까지만 선택 가능하다. 버택스가 세 개가 선택되면, 첫 번째 선택된 버택스는 자동으로 선택이 해제된다. 그리고, 이 기능은 환경 설정을 통해 적용 여부를 지정할 수 있다.
- [0050] 라인 버튼이 활성화되면, 도 10에 도시된 바와 같이, 마우스로 라인 버튼 내 체크 박스를 클릭하여 선택 표기 함으로써 라인을 새로 추가할 수 있다.
- [0051] 한편, 라인 선택은 버택스 선택과 유사하게 마우스 클릭으로 가능하다. 도 11에 도시된 바와 같이, 라인이 선택 되면 라인 버튼이 활성화되고 라인 버튼 내 체크 박스가 선택 표기 된다.
- [0052] 도 12에 도시된 바와 같이, 라인이 선택된 상태에서, 라인 버튼 내 체크 박스에서 선택 표기를 없애거나, Delete 키를 누름으로써, 선택된 라인을 삭제할 수 있다.
- [0054] 4. 폴리곤 활성화
- [0055] 도 13에 도시된 바와 같이, 버택스나 라인이 아닌 공간을 마우스로 클릭하면 폴리곤 버튼이 활성화된다. 이 경우, 닫힌 폴리라인(Closed Polyline)을 찾는 '폴리곤 검색 상태'가 된다. 닫힌 폴리곤을 찾지 못하면 폴리곤 버튼 내 체크 박스에 선택 표기가 되지 않는다.
- [0056] 사용자에게 닫힌 폴리라인, 즉 폴리곤을 만들도록 유도하기 위한 기능이다. 사용자는 폴리곤 버튼 내 체크 박스의 선택 표기를 참조하여 클릭된 지점을 포함하는 영역이 닫힌 폴리라인 인지 확인할 수 있다.
- [0057] 폴리곤 검색 상태에서 닫힌 폴리라인을 발견한 경우 해당 폴리곤이 선택된다. 아울러 이 경우에는 폴리곤 버튼 내 체크 박스가 선택 표기된다.
- [0058] 한편, 도 14에 도시된 바와 같이 폴리곤이 선택된 상태에서, 도 15에 도시된 바와 같이 폴리곤 버튼 내 체크 박스에서 선택 표기를 없애거나 Delete 키를 누르면, 선택된 폴리곤은 삭제된다. 이 경우에는 폴리곤을 구성하는 라인들은 물론 버택스들도 함께 삭제된다.
- [0059] 단, 다른 라인과 연결되어 있는 버택스는 삭제되지 않는다. 폴리곤 삭제 시 버택스 삭제 여부에 대한 사항은 환경 설정으로 지정할 수 있다.
- [0060] 다른 한편, 도 16에 도시된 바와 같이 폴리곤이 선택된 상태에서 폴리곤 내 특정 지점을 더블클릭하면, 도 17에 도시된 바와 같이 버택스가 생성되면서 해당 폴리곤 영역이 메시로 세분화(Tessellate) 된다. 세분화를 위한 메시 종류(예를 들어, 삼각형, 사각형 등)는 환경 설정으로 지정할 수 있다.

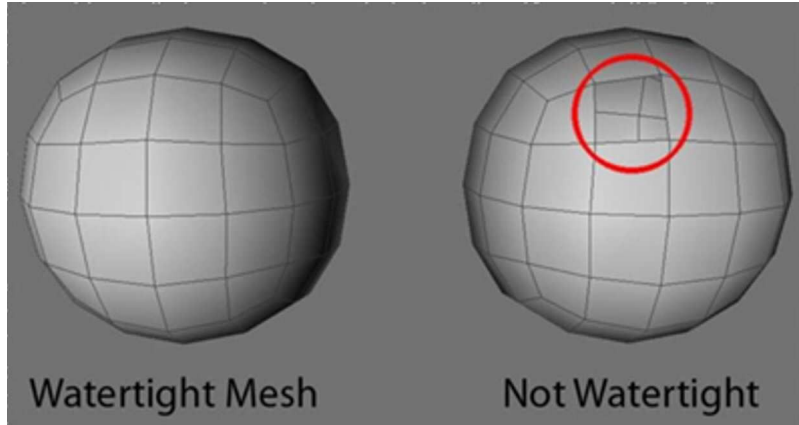
- [0061] 아울러 마우스로 더블클릭한 지점에 반드시 버텍스가 생성되지 않는 것으로 구현할 수 있다. 더블클릭한 지점이 아닌 메시로 세분화기에 최적화된 위치에 버텍스가 생성되도록 하고, 생성되는 버텍스 개수도 최적화에 따라 달라지도록 구현할 수 있다. 메시 세분화에 대한 상세한 사항도 환경 설정으로 지정할 수 있다.
- [0063] 5. 교차(Intersection) 오류 사례
- [0064] 실제 프로그램이 동작하는 환경을 예를 들어 살펴보고자 한다. 도 18에 도시된 바와 같이, 교차 오류 사례가 입력되었을 때 '편집 모드'를 가동하면 버텍스를 선택할 수 있도록 표시된다.
- [0065] 그리고, 왼쪽 중앙 파란색 삼각형을 선택하면 파란색 삼각형이 폴리곤으로 인식되어 모두 선택된다. 버텍스 간 연결된 라인을 기준으로 폴리곤을 판별하기 때문이다.
- [0066] 파란색 폴리곤이 선택된 상태에서, 해당 폴리곤을 삭제하면 흰색 삼각형만 남아 교차 오류는 해결된다.
- [0068] 6. 사용자 인터페이스 제공 시스템
- [0069] 도 19는 본 발명의 일 실시예에 따른 3D 프린팅 메시 모델 오류 보정을 위한 사용자 인터페이스 제공 시스템의 블록도이다.
- [0070] 본 발명의 실시예에 따른 사용자 인터페이스 제공 시스템은, 도 19에 도시된 바와 같이, 통신부(110), 출력부(120), 프로세서(130), 입력부(140) 및 저장부(150)를 포함하는 컴퓨팅 시스템으로 구현할 수 있다.
- [0071] 통신부(110)는 케이블, 네트워크 등을 통해 3D 프린터, 기타 외부기기와 연결되는 통신 수단이다. 출력부(120)는 화면 출력을 위한 디스플레이이고, 입력부(140)는 사용자 조작/명령을 입력 받기 위한 수단이다. 터치 스크린을 이용하면 출력부(120)와 입력부(140)를 일체로 구현할 수 있다.
- [0072] 프로세서(130)는 3D 프린팅 메시 모델 오류 보정을 위한 사용자 인터페이스 툴을 출력부(120)를 통해 사용자에게 제공하고, 입력부(140)를 통해 입력되는 사용자 조작/명령을 처리한다.
- [0073] 저장부(150)는 프로세서(130)가 동작함에 있어 필요한 저장 공간을 제공한다.
- [0075] 7. 변형예
- [0076] 지금까지, 3D 프린팅 메시 모델 오류 보정을 위한 사용자 인터페이스에 대해 바람직한 실시예를 들어 상세히 설명하였다.
- [0077] 위 실시예에서 언급한, 마우스 클릭 또는 더블클릭, Delete 단축키 등의 입력 이벤트는 예시적인 것들이다. 다른 종류의 조작으로 대체되는 경우에도 본 발명의 기술적 사상이 적용될 수 있음은 물론이다.
- [0078] 한편, 본 실시예에 따른 장치와 방법의 기능을 수행하게 하는 컴퓨터 프로그램을 수록한 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에도 본 발명의 기술적 사상이 적용될 수 있음은 물론이다. 또한, 본 발명의 다양한 실시예에 따른 기술적 사상은 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 기록된 컴퓨터로 읽을 수 있는 코드 형태로 구현될 수도 있다. 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 컴퓨터에 의해 읽을 수 있고 데이터를 저장할 수 있는 어떤 데이터 저장 장치이더라도 가능하다. 예를 들어, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체는 ROM, RAM, CD-ROM, 자기 테이프, 플로피 디스크, 광디스크, 하드 디스크 드라이브, 등이 될 수 있음은 물론이다. 또한, 컴퓨터로 읽을 수 있는 기록매체에 저장된 컴퓨터로 읽을 수 있는 코드 또는 프로그램은 컴퓨터간에 연결된 네트워크를 통해 전송될 수도 있다.
- [0079] 또한, 이상에서는 본 발명의 바람직한 실시예에 대하여 도시하고 설명하였지만, 본 발명은 상술한 특정의 실시예에 한정되지 아니하며, 청구범위에서 청구하는 본 발명의 요지를 벗어남이 없이 당해 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진자에 의해 다양한 변형실시가 가능한 것은 물론이고, 이러한 변형실시들은 본 발명의 기술적 사상이나 전망으로부터 개별적으로 이해되어져서는 안될 것이다.

부호의 설명


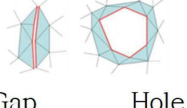
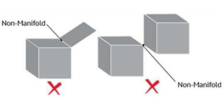

- [0081] 110 : 통신부
- 120 : 출력부
- 130 : 프로세서
- 140 : 입력부
- 150 : 저장부

도면

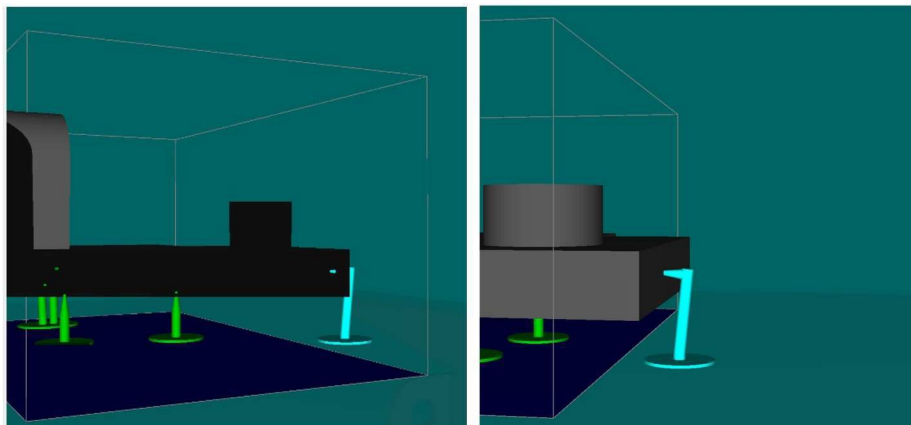
도면1



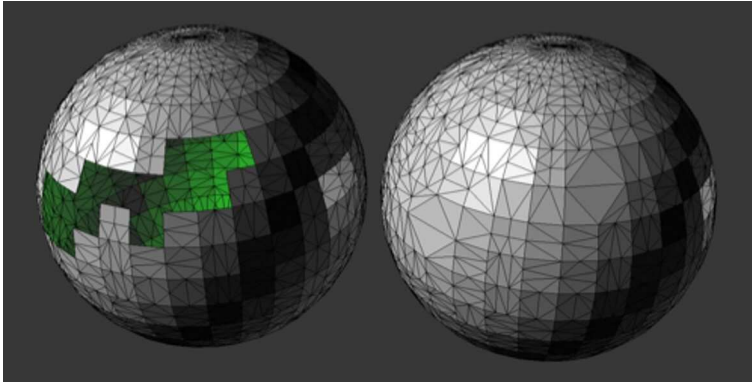
도면2

(1) Duplicate Faces	(2) Open Boundary	(3) Non-Manifold	(4) Intersection
			

도면3



도면4



도면5

V	L	P
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

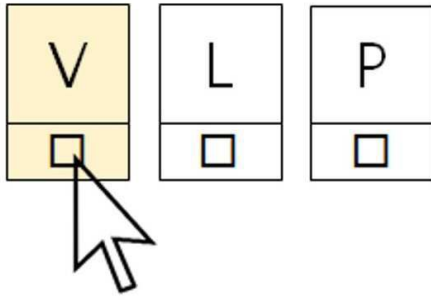
V	L	P
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

도면6

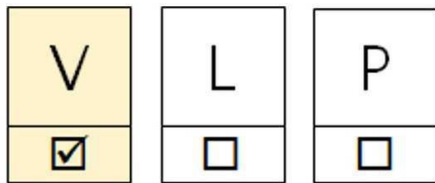
V	L	P
<input checked="" type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>



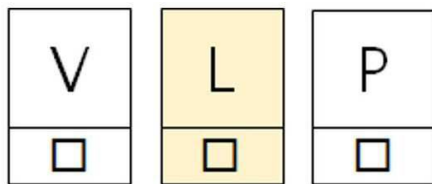
도면7



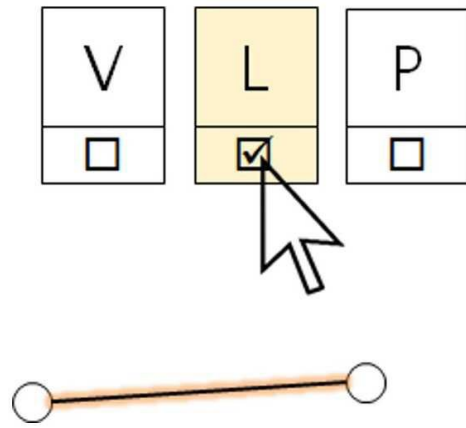
도면8



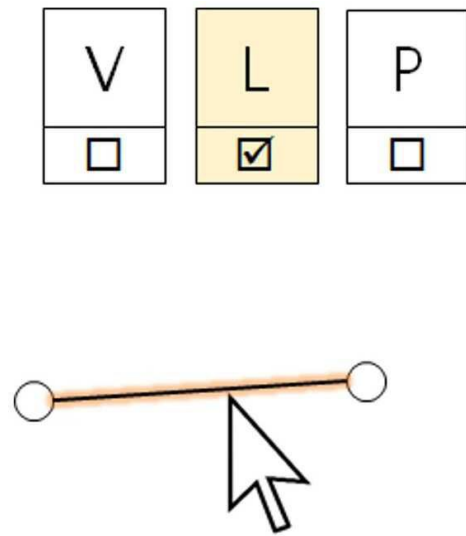
도면9



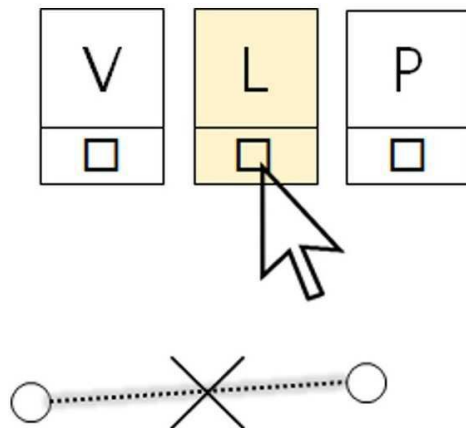
도면10



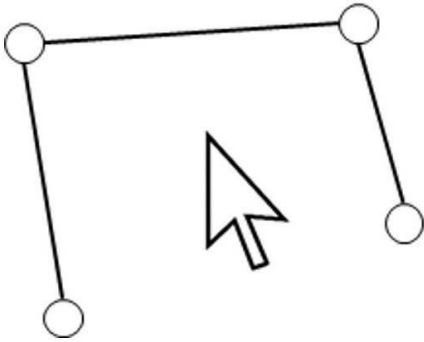
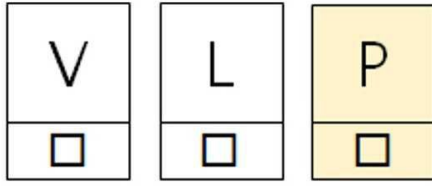
도면11



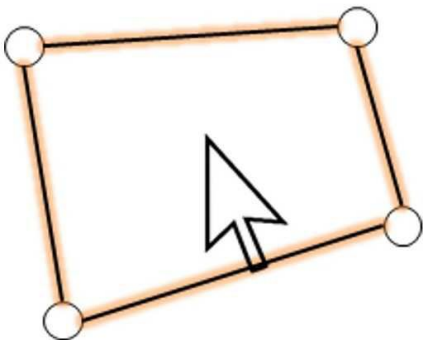
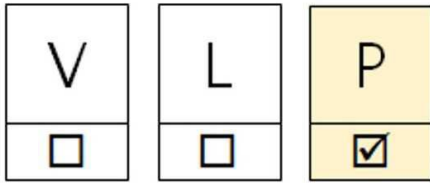
도면12



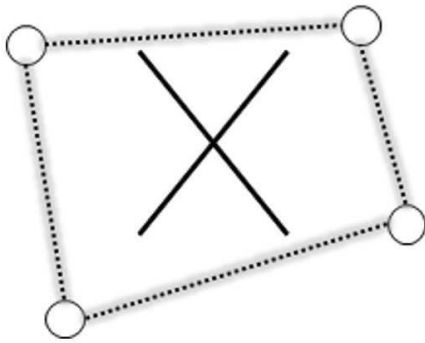
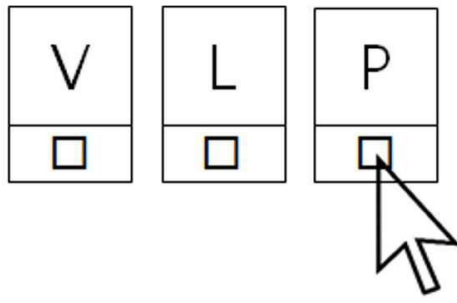
도면13



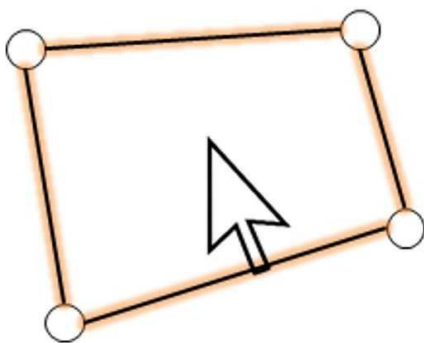
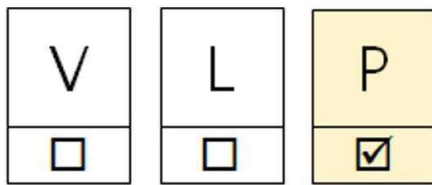
도면14



도면15

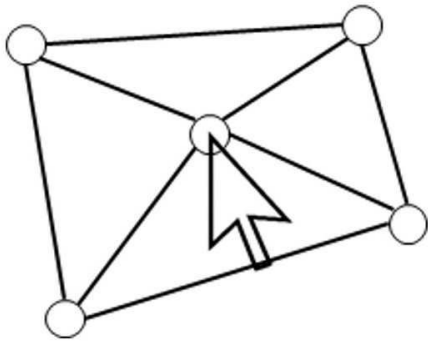


도면16

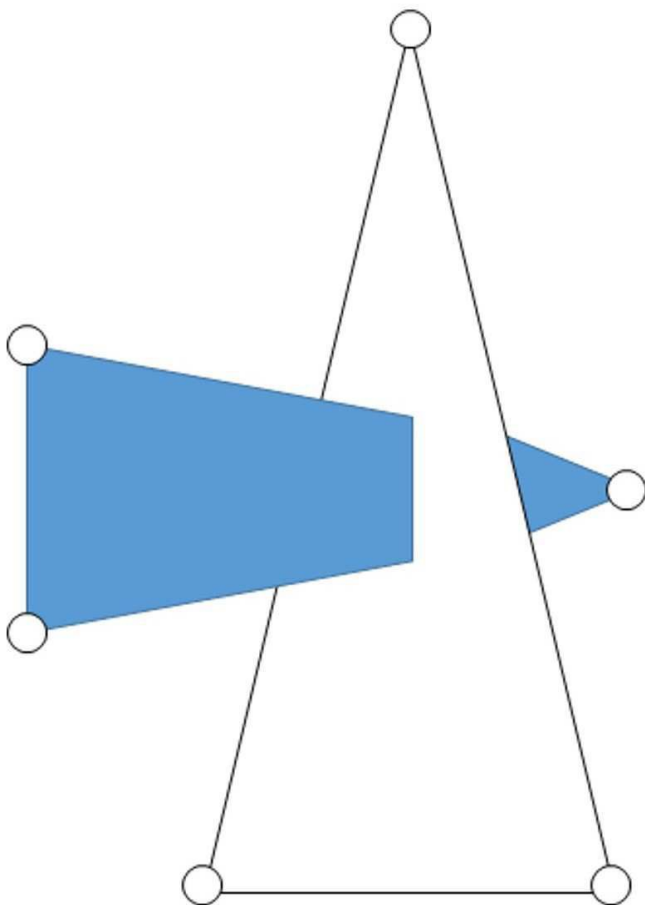


도면17

V	L	P
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input checked="" type="checkbox"/>



도면18



도면19

