



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2024-0120761
(43) 공개일자 2024년08월08일

(51) 국제특허분류(Int. Cl.)

G06F 30/13 (2020.01) G06F 30/12 (2020.01)

G06F 30/27 (2020.01) G06N 20/00 (2019.01)

(52) CPC특허분류

G06F 30/13 (2020.01)

G06F 30/12 (2020.01)

(21) 출원번호 10-2023-0012249

(22) 출원일자 2023년01월31일

심사청구일자 2023년01월31일

(71) 출원인

경상국립대학교산학협력단

경상남도 진주시 진주대로 501 (가좌동)

(72) 발명자

강인석

경상남도 진주시 가호로 26, 209동 1004호(가좌동, 진주가좌주공아파트)

이재희

경상남도 진주시 가좌길78번길 1-1, 208호 (가좌동)

황재영

서울특별시 강동구 천중로51길 36, 203호 (길동)

(74) 대리인

특허법인명

전체 청구항 수 : 총 7 항

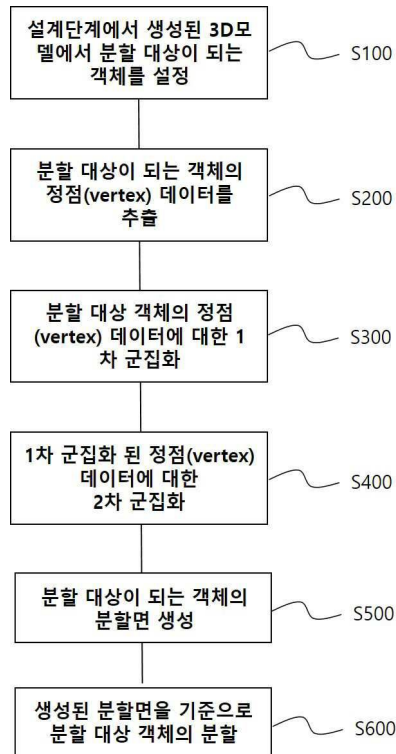
(54) 발명의 명칭 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 시스템 및 분할 방법

(57) 요약

본 발명은 BIM(Building Information Modeling)의 설계단계에서 생성된 3D모델을 정점(vertex) 데이터를 활용하여 시공단계에서의 공정단위별 3D모델로 분할하는 분할 시스템 및 분할 방법을 제공하기 위한 것으로, 상기 시스템은 BIM의 설계단계에서 생성된 3D모델에서 분할 대상 객체를 설정하는 분할 객체 설정부, 상기 분할 객체 설정

(뒷면에 계속)

대표도 - 도3



부에서 설정된 분할 대상 객체의 정점 데이터를 추출하는 정점 데이터 추출부, 상기 정점 데이터 추출부에서 추출된 전체 정점 데이터의 구조물별 위치 분류 및 구조물별로 위치가 분류된 정점 데이터에서 상기 분할 대상 객체의 분할면을 구성하는 정점 데이터의 탐색을 위한 군집화를 실시하는 정점 데이터 군집화부, 상기 정점 데이터 군집화부에서 분할면 생성을 위해 분류된 정점 데이터를 바탕으로 분할 대상 객체의 분할면을 생성하는 분할면 생성부, 및 상기 분할면 생성부에서 생성된 분할면을 기준으로, 분할 대상 객체를 분할하는 객체 분할부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

(52) CPC특허분류

G06F 30/27 (2020.01)

G06N 20/00 (2021.08)

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호	1615012862
과제번호	22RBIM-C158185-03
부처명	국토교통부
과제관리(전문)기관명	국토교통과학기술진흥원
연구사업명	철도인프라 생애주기 관리를 위한 BIM기반 통합플랫폼 개발사업
연구과제명	[통합EZ] 철도인프라 시공관리를 위한 지능형 BIM 모델 자동생성 및 시뮬레이션 기술 개발
기 여 율	1/1
과제수행기관명	경상국립대학교 산학협력단
연구기간	2020.04.20 ~ 2024.12.31

명세서

청구범위

청구항 1

BIM(Building Information Modeling)의 설계단계에서 생성된 3D모델에서 분할 대상 객체를 설정하는 분할 객체 설정부,

상기 분할 객체 설정부에서 설정된 분할 대상 객체의 정점 데이터를 추출하는 정점 데이터 추출부,

상기 정점 데이터 추출부에서 추출된 전체 정점 데이터의 구조물별 위치 분류 및 구조물별로 위치가 분류된 정점 데이터에서 상기 분할 대상 객체의 분할면을 구성하는 정점 데이터의 탐색을 위한 군집화를 실시하는 정점 데이터 군집화부,

상기 정점 데이터 군집화부에서 분할면 생성을 위해 분류된 정점 데이터를 바탕으로 분할 대상 객체의 분할면을 생성하는 분할면 생성부, 및

상기 분할면 생성부에서 생성된 분할면을 기준으로, 분할 대상 객체를 분할하는 객체 분할부를 포함하는 것을 특징으로 하는 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 시스템.

청구항 2

제1항에 있어서,

상기 정점 데이터 군집화부는,

상기 정점 데이터 추출부에서 추출된 분할 대상 객체의 정점 데이터의 구조물별 위치 분류를 위해 정점 데이터에 대한 1차 군집화를 수행하는 제1 군집화부와,

상기 제1 군집화부에 의해 분류된 정점 데이터 중 분할 대상 객체의 분할면 생성을 위한 정점 데이터를 분류하는 제2 군집화부를 포함하는 것을 특징으로 하는 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 시스템.

청구항 3

제1항에 있어서,

상기 분할 대상 객체는, 동일한 구조를 갖고 공정 진행 방향에 따라 순차적으로 시공이 이루어지는 복수의 구조물인 것을 특징으로 하는 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 시스템.

청구항 4

BIM(Building Information Modeling)의 설계단계에서 생성된 3D모델에서 분할 대상이 되는 객체를 설정하는 제1 단계,

상기 제1 단계에서 설정된 분할 대상 객체의 정점 데이터를 추출하는 제2 단계,

상기 제2 단계에서 추출된 전체 정점 데이터의 위치 분류 및 상기 위치 분류된 정점 데이터에서 상기 분할 대상 객체의 분할면을 구성하는 정점 데이터의 탐색을 위해 군집화를 실시하는 제3 단계,

상기 제3 단계에서 상기 분할 대상 객체의 분할면 생성을 위해 분류된 정점 데이터를 바탕으로 상기 분할 대상 객체의 분할면을 생성하는 제4단계, 및

상기 제4단계에서 생성된 분할면을 기준으로, 상기 분할 대상 객체를 분할하는 제5단계를 포함하는 것을 특징

으로 하는 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 방법.

청구항 5

제4항에 있어서,

상기 제3 단계는,

상기 제 2단계에서 추출된 상기 분할 대상 객체의 정점 데이터의 구조물별 위치 분류를 위해 전체 정점 데이터에 대한 1차 군집화를 수행하는 제3-1 단계와,

상기 제3-1 단계에서 위치 분류된 정점 데이터를 바탕으로 상기 분할 대상 객체의 분할면 생성을 위한 2차 군집화를 수행하는 제3-2 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 방법.

청구항 6

제4항에 있어서,

상기 분할 대상 객체는, 동일한 구조를 갖고 공정 진행 방향에 따라 순차적으로 시공이 이루어지는 복수의 구조물이고,

상기 복수의 구조물 각각에 대해, 상기 제1 단계 내지 제5단계가 순차적으로 동시에 수행되는 것을 특징으로 하는 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 방법.

청구항 7

제4항에 있어서,

상기 제3 단계는 K-Means 군집화 알고리즘(K-means clustering algorithm)을 적용하여 군집화가 실시되는 것을 특징으로 하는 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 방법.

발명의 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 시스템 및 분할 방법에 관한 것으로, 보다 상세하게는 BIM(Building Information Modeling)의 설계단계에서 생성된 3D모델을 정점(vertex) 데이터를 활용하여 시공단계에서의 공정단위별 3D모델로 분할하는 분할 시스템 및 분할 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0003] BIM(Building Information Modeling, 이하 "BIM"이라 함.)은 디지털 방식으로 시설물의 정확한 가상 모델을 생성하는 기술로, 시설물 수명주기 동안의 설계, 시공 및 운영에 필요한 정보, 모델을 작성하는 기술이다.

[0004] 최근 국내외 건설산업에 있어서, BIM의 도입 범위가 확대됨에 따라 BIM의 대표적 도구인 4D CAD시스템의 활용은 점차 증대되고 있으며, 4D CAD시스템은 3D 설계 객체와 공사일정을 연계하여 공사일정에 따라 3D 형태의 공사완성 모습을 연속 시뮬레이션 함으로써, 공사 진행의 이해도를 높일 수 있고 공정 간의 간섭을 사전에 검토하여 대안을 수립할 수 있는 도구가 된다.

[0005] 즉, 4D CAD시스템에 의해 계획공정의 일정에 따라 순차적으로 시설물의 완성상태를 표현함으로써, 가상현실공간에서 시공 결과 모습을 사전에 확인할 수 있고, 병행 작업에서 발생하는 간섭에 의한 시공성 저하 방지와 공사 참여자들 간의 의사소통을 증진시킬 수 있다.

[0006] 이러한 BIM 기술은 도면의 3차원 가시화를 통한 설계 오류 파악 및 간섭관리 등 대부분 설계단계에서 적용되는

데, 이러한 기능은 건축공사와 같이 정해진 공간 내 수직적이고 반복적인 작업으로 진행되는 프로젝트에서는 가시적인 효과를 나타낸다.

- [0007] 반면에 토목공사의 경우 광범위한 수평적 공간에서 공정이 진행되므로 간섭관리와 같은 설계단계 기능보다 시공단계 공정관리에서 더 활용성을 갖는데, 설계단계와 시공단계 BIM 모델의 목적성이 상이하여 설계단계에 생성한 BIM 모델을 시공단계에서 즉시 활용하는 데에는 어려움이 있다.
- [0008] 즉, 설계단계 BIM 모델의 경우, 시공단계의 공정구분에 대한 고려가 없이 설계작업 단위로 구성이 되며, 일부 구조물이 객체별 구분 없이 하나의 형상으로 모델이 작성되는 경우, 시공단계에서 3D 시뮬레이션 작업을 위해서는 설계단계 BIM 모델을 공정단위로 분할하는 등의 추가 작업이 필요하다.
- [0009] 따라서, 설계단계에서 생성한 BIM 모델의 활용도를 높이지 못하고, 시공단계 등 후속 단계에 적합한 새로운 BIM 모델을 생성하는데 추가적인 시간과 비용이 발생하게 된다.
- [0010] 이러한 문제점을 해결하기 위해 상용화된 BIM 소프트웨어에는 객체의 분할 기능이 탑재된 경우가 있지만, 이러한 분할기능의 경우 주로 물량산출을 목적으로 하며, 대부분 사용자가 선택한 객체에 대한 단일 분할 또는 일정 간격에 의한 분할로 객체가 일체형으로 작성되는 경우 특정 지점에 대한 분할에는 어려움이 있다.
- [0011] 또한, 한국공개특허 제10-2022-0164193호(이하, "특허문헌"이라 함)는, 미리 저장된 분할 위치의 정보에 따라 3D BIM 모델을 분할 및 접합하는 파라메트릭 설계를 이용한 모듈러 건축용 자동 분할 설계 시스템에 대해 개시하고 있으나, 상기 특허문헌은 3D BIM 모델의 분할 모듈별 견적을 실시간 산출함으로써 다양한 대안의 작성과 의사 결정 시간을 단축하기 위한 것이다.
- [0012] 즉, 상기 특허문헌은 설계단계에서 비용이나 간섭관리를 목적으로 하는 것으로, 시공단계에서 활용하는 데에는 어려움이 있다.

선행기술문헌

특허문헌

- [0014] (특허문헌 0001) 한국공개특허 제10-2022-0164193호 공보

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0015] 본 발명은 상기와 같은 종래기술의 문제점을 감안한 것으로, BIM(Building Information Modeling)의 설계단계에서 생성된 3D모델의 정점(vertex) 데이터를 활용하여 시공단계에서의 공정단위별 3D모델로 분할하는 분할 시스템 및 분할 방법을 제공하기 위한 것이다.

과제의 해결 수단

- [0017] 본 발명에 의한 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 시스템은, BIM(Building Information Modeling)의 설계단계에서 생성된 3D모델에서 분할 대상 객체를 설정하는 분할 객체 설정부, 상기 분할 객체 설정부에서 설정된 분할 대상 객체의 정점 데이터를 추출하는 정점 데이터 추출부, 상기 정점 데이터 추출부에서 추출된 전체 정점 데이터의 구조물별 위치 분류 및 구조물별로 위치가 분류된 정점 데이터에서 상기 분할 대상 객체의 분할면을 구성하는 정점 데이터의 탐색을 위한 군집화를 실시하는 정점 데이터 군집화부, 상기 정점 데이터 군집화부에서 분할면 생성을 위해 분류된 정점 데이터를 바탕으로 분할 대상 객체의 분할면을 생성하는 분할면 생성부, 및 상기 분할면 생성부에서 생성된 분할면을 기준으로, 분할 대상 객체를 분할하는 객체 분할부를 포함하는 것을 특징으로 한다.
- [0018] 또한, 본 발명에 의한 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 시스템의 상기 정점 데이터 군집화부는, 상기 정점 데이터 추출부에서 추출된 분할 대상 객체의 정점 데이터의 구조물별 위치 분류를 위해

정점 데이터에 대한 1차 군집화를 수행하는 제1 군집화부와, 상기 제1 군집화부에 의해 분류된 정점 데이터 중 분할 대상 객체의 분할면 생성을 위한 정점 데이터를 분류하는 제2 군집화부를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0019] 또한, 본 발명에 의한 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 시스템의 상기 분할 대상 객체는, 동일한 구조를 갖고 공정 진행 방향에 따라 순차적으로 시공이 이루어지는 복수의 구조물인 것을 특징으로 한다.

[0020] 또한, 본 발명에 의한 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 방법은, BIM(Building Information Modeling)의 설계단계에서 생성된 3D모델에서 분할 대상이 되는 객체를 설정하는 제1 단계, 상기 제1 단계에서 설정된 분할 대상 객체의 정점 데이터를 추출하는 제2 단계, 상기 제2 단계에서 추출된 전체 정점 데이터의 위치 분류 및 상기 위치 분류된 정점 데이터에서 상기 분할 대상 객체의 분할면을 구성하는 정점 데이터의 탐색을 위해 군집화를 실시하는 제3 단계, 상기 제3 단계에서 상기 분할 대상 객체의 분할면 생성을 위해 분류된 정점 데이터를 바탕으로 상기 분할 대상 객체의 분할면을 생성하는 제 4단계, 및 상기 제 4단계에서 생성된 분할면을 기준으로, 상기 분할 대상 객체를 분할하는 제 5단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0021] 또한, 본 발명에 의한 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 방법의 상기 제3 단계는, 상기 제 2단계에서 추출된 상기 분할 대상 객체의 정점 데이터의 구조물별 위치 분류를 위해 전체 정점 데이터에 대한 1차 군집화를 수행하는 제3-1 단계와, 상기 제3-1 단계에서 위치 분류된 정점 데이터를 바탕으로 상기 분할 대상 객체의 분할면 생성을 위한 2차 군집화를 수행하는 제3-2 단계를 포함하는 것을 특징으로 한다.

[0022] 또한, 본 발명에 의한 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 방법의 상기 분할 대상 객체는, 동일한 구조를 갖고 공정 진행 방향에 따라 순차적으로 시공이 이루어지는 복수의 구조물이고, 상기 복수의 구조물 각각에 대해, 상기 제1 단계 내지 제5단계가 순차적으로 동시에 수행되는 것을 특징으로 한다.

[0023] 또한, 본 발명에 의한 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 방법의 상기 제3 단계는 K-Means 군집화 알고리즘(K-means clustering algorithm)을 적용하여 군집화가 실시되는 것을 특징으로 한다.

발명의 효과

[0025] 본 발명에 의하면, BIM(Building Information Modeling)의 설계단계에서 생성된 3D모델을 재활용하여 시공단계에서 활용하기 위한 방안으로 공정단위별 3D모델을 분할 및 생성함으로써, 시공단계에서 필요한 공정단위별 3D모델을 생성하는데 소요되는 비용과 시간을 절감할 수 있다.

[0026] 또한, 본 발명은 BIM(Building Information Modeling) 모델을 구성하는 고유 정보인 정점(vertex) 데이터를 활용하고 있기 때문에, 추가 데이터가 요구되지 않고, 데이터 추출이 용이하며, BIM(Building Information Modeling)의 설계단계에서 생성된 3D모델로부터 시공단계에서의 공정단위별 3D모델로 분할이 보다 간편하게 이루어질 수 있다.

[0027] 또한, 본 발명에 의하면, 공정 진행별로 구분되는 다수의 구조물을 동시에 분할할 수 있을 뿐만 아니라, 분할면이 각 구조물별로 개별 생성되기 때문에 높이가 다른 동일 공정단위별 3D모델을 동시에 분할할 수 있다.

도면의 간단한 설명

[0029] 도 1은 본 발명에서의 정점(vertex)의 개념을 설명하기 위한 도면

도 2는 본 발명의 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 시스템의 개략도

도 3은 본 발명의 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 방법을 나타낸 흐름도

도 4는 본 발명의 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 방법을 설명하기 위한 개략도

도 5는 도 2의 시스템에 의해 분할 대상 객체의 정점(vertex) 데이터를 추출하는 과정을 설명하기 위한 도면

도 6은 도 2의 시스템에 의해 추출된 정점(vertex) 데이터를 군집화하는 과정을 설명하기 위한 도면

도 7는 도 2의 시스템에 의해 분할 대상 객체의 분할면 생성과 분할 대상 객체의 분할을 설명하기 위한 도면

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0030] 이하에서, 본 발명의 실시예에 대해, 도 1 내지 도 7을 참조하여 자세하게 설명한다.
- [0031] 도 1은 본 발명에서의 정점(vertex)의 개념을 설명하기 위한 도면이고, 도 2는 본 발명의 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 시스템의 개략도이며, 도 3은 본 발명의 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 방법을 나타낸 흐름도이며, 도 4는 본 발명의 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 방법을 설명하기 위한 개략도이고, 도 5는 도 2의 시스템에 의해 분할 대상 객체의 정점(vertex) 데이터를 추출하는 과정을 설명하기 위한 도면이며, 도 6은 도 2의 시스템에 의해 추출된 정점(vertex) 데이터를 군집화하는 과정을 설명하기 위한 도면이고, 도 7는 도 2의 시스템에 의해 분할 대상 객체의 분할면 생성과 분할 대상 객체의 분할을 설명하기 위한 도면이다.
- [0032] 또한, 본 발명의 구체적인 실시예에 있어서, 설계단계에서 생성된 3D모델은 대표적 BIM모델링 소프트웨어인 Revit에서 작성된 BIM모델을 활용하였으며, 정점 데이터 추출과 분할대상 객체의 분할 작업은 Revit의 기능확장을 위한 코딩프로그램인 Autodesk Revit Dynamo(2022)(이하, "Dynamo"라 함)를 기반으로 하였다.
- [0033] 또한, 본 발명에서 정점(Vertex)은, 3차원 공간에서 꼭지점 혹은 정점으로, 3개 이상의 모서리(Edge) 또는 면(Face)들이 만나는 지점으로 객체의 코너(Corner)를 의미하며, 다수의 정점이 모여 하나의 객체를 구성한다. 즉, 육면체의 경우, 도 1의 (a)에서와 같이, 각 4개의 정점을 가지는 6개의 면이 모여, 도 1의 (b)에서와 같이, 8개의 정점으로 구성된 하나의 객체로 만들어진다. 따라서, 본 발명에서 정점(Vertex)은 공간 내 위치(Position)를 나타내어 X, Y, Z 좌표값을 가지며, 객체의 형상에 따라 정점의 수는 달라진다.
- [0034] 본 발명에 의한 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 시스템은, 도 2에 도시된 바와 같이, 분할 객체 설정부(100), 정점 데이터 추출부(200), 정점 데이터 군집화부(300), 분할면 생성부(400), 및 객체 분할부(500)를 포함한다.
- [0035] 상기 분할 객체 설정부(100)는, BIM(Building Information Modeling)의 설계단계에서 생성된 3D모델에서 분할 대상이 되는 분할 대상 객체를 설정한다. 상기 분할 대상 객체는 동일한 구조를 갖고 공정 진행 방향에 따라 순차적으로 시공이 이루어지는 복수의 구조물일 수 있다.
- [0036] 상기 정점 데이터 추출부(200)는, 상기 분할 객체 설정부(100)에서 설정된 상기 분할 대상 객체의 정점 데이터를 추출한다.
- [0037] 상기 정점 데이터 군집화부(300)는, 상기 정점 데이터 추출부(200)에서 추출된 전체 정점 데이터의 구조물별 위치 분류 및 구조물별로 위치가 분류된 정점 데이터에서 분할면을 구성하는 정점 데이터의 탐색을 위한 정점 데이터의 군집화를 실시하되, 제1 군집화부(310)와 제2 군집화부(320)를 포함한다.
- [0038] 상기 제1 군집화부(310)는 상기 정점 데이터 추출부(200)에서 추출된 분할 대상 객체의 정점 데이터의 구조물별 위치 분류를 위해 정점 데이터에 대한 1차 군집화를 수행한다.
- [0039] 상기 제2 군집화부(320)는 상기 제1 군집화부(310)에 의해 구조물별 위치가 분류된 정점 데이터를 바탕으로 각 구조물의 분할면(30) 생성을 위한 정점 데이터를 분류한다. 즉, 각 구조물의 분할면(30)이 사각형인 경우, 사각형의 분할면(30) 생성을 위한 4개의 정점(21)에 대한 정점 데이터, 즉 4개의 좌표점(21)을 분류한다.
- [0040] 상기 분할면 생성부(400)는, 상기 제2 군집화부(320)에서 각 구조물의 분할면(30) 생성을 위해 분류된 각 구조물의 정점 데이터(21)를 바탕으로 각 구조물의 분할면(30)을 생성한다.
- [0041] 상기 객체 분할부(500)는, 상기 분할면 생성부(400)에서 생성된 각 구조물의 분할면(30)을 기준으로, 분할 대상 객체인 각 구조물을 분할한다.
- [0042] 다음으로, 본 발명에 의한 설계단계의 3D모델로부터 시공단계의 공정단위별 3D모델 분할 방법(이하, "분할 방법"이라 함)에 대해 도 3 내지 도 7를 참조하여 설명한다.
- [0043] 상기 분할 방법은, 도 3 및 4에 도시된 바와 같이, 설계단계에서 생성된 3D모델에서 분할 대상이 되는 객체를 설정하는 단계(S100), 분할 대상이 되는 객체의 정점(vertex) 데이터를 추출하는 단계(S200), 분할 대상 객체의 정점(vertex) 데이터에 대한 1차 군집화 단계(S300), 1차 군집화 된 정점(vertex) 데이터에 대한 2차 군집화 단계(S400), 군집화된 데이터를 통해 분할 대상이 되는 객체의 분할면 생성 단계(S500), 및 생성된 분할면을 기준으로 분할 대상 객체의 분할 단계(S600)를 포함한다.

- [0044] 먼저, 상기 분할 객체 설정부(100)는 BIM(Building Information Modeling)의 설계단계에서 생성된 3D모델 중에서 분할 대상이 되는 객체를 설정한다(S100).
- [0045] 즉, 도 4의 (a)의 상단에 도시된 바와 같이, BIM의 설계단계에서 Revit에 의해 생성된 3D모델을 Dynamo 상에 기하학적(Geometry) 형상으로 전환하여 표시한 후 시공단계에서 필요한 분할 대상 객체를 설정한다.
- [0046] 도 4의 (a)의 상단에서는 BIM의 설계단계에서 생성된 교량의 3D모델에서 교량의 A, B, C 지점에 위치하는 코핑과 기둥이 구분없이 하나의 객체로 이루어진 복수의 구조물(S_{A1} , S_{A2} , S_{B1} , S_{B2} , S_{C1} , S_{C2})을 분할 대상 객체로 설정하는 것을 예시적으로 나타내고 있다.
- [0047] 또한, 상기 복수의 구조물(S_{A1} , S_{A2} , S_{B1} , S_{B2} , S_{C1} , S_{C2})은 각각 동일한 구조를 갖고 공정 진행 방향에 따라 순차적으로(예를 들면, $S_A \rightarrow S_B \rightarrow S_C$)시공이 이루어지는 것으로, 본 발명에 있어서는 다수의 구조물을 한번에 분할하는 것이다.
- [0048] 따라서, 상기 분할 대상 객체는 동일한 구조를 갖고 공정 진행 방향에 따라 순차적으로 시공이 이루어지는 상기 복수의 구조물(S_{A1} , S_{A2} , S_{B1} , S_{B2} , S_{C1} , S_{C2})을 포함한다.
- [0049] 다음으로, 상기 정점 데이터 추출부(200)는, 상기 분할 객체 설정부(100)에서 설정된 분할 대상 객체의 정점 데이터를 추출한다(S200). 즉, Dynamo 상에 기하학적(Geometry) 형상으로 전환하여 표시된 설계단계에서 생성된 3D모델에서 상기 분할 객체 설정부(100)에서 설정된 분할 대상 객체의 분할 지점을 'Vertices' 관련 노드를 통해 분할 대상 객체가 가지고 있는 기본정보인 정점 데이터를 추출한다.
- [0050] 이때, 도 5의 (a)는, 도 4의 (a)에 도시된 교량의 A, B, C 지점에 위치하는 코핑과 기둥으로 이루어진 복수의 구조물(S_{A1} , S_{A2} , S_{B1} , S_{B2} , S_{C1} , S_{C2}) 중 임의로 선택된 하나의 구조물(S_A)을 모식적으로 나타낸 것으로, 상기 구조물(S_A)은 제1 분할 대상 객체(10)와 제2 분할 대상 객체(20)가 분할면(30)에 접하여 일체로 설계된 3D 모델을 Dynamo 상에 기하학적(Geometry) 형상으로 나타낸 것이다.
- [0051] 또한, 도 5의 (a)에서, 상기 구조물(S_A) 하나를 일 실시예로 도시하고 있으나, 상기 구조물(S_A)는 분할 대상이 되는 상기 복수의 구조물(S_{A1} , S_{A2} , S_{B1} , S_{B2} , S_{C1} , S_{C2})을 대표하여 도시된 것으로, 이하에서도 동일하다.
- [0052] 즉, 상기 정점 데이터 추출부(200)는, 상기 복수의 구조물(S_{A1} , S_{A2} , S_{B1} , S_{B2} , S_{C1} , S_{C2}) 각각에 대해 정점 데이터를 동시에 추출한다.
- [0053] 또한, 도 5의 (b)는, 상기 제1 분할 대상 객체(10)의 복수의 각 정점(11)과 상기 제2 분할 대상 객체(20)의 복수의 각 정점(21)이 추출되었을 때의 모습으로 추출된 정점 데이터는 시각화되어 각 정점(11, 21)이 일정한 색의 점(예를 들면, 도 5의 (b)에서 파란색 점)으로 생성된 모습이다.
- [0054] 이와 같이, 상기 제1 분할 대상 객체(10)의 복수의 각 정점(11)과 상기 제2 분할 대상 객체(20)의 복수의 각 정점(21)이 표시되면, 각 정점(11, 21)별 X, Y, Z 좌표를 도출할 수 있게 되는데, 도 5의 (c)는, 각 정점(11, 21) 별 정점 데이터를 X, Y, Z 위치좌표로 데이터화하여 나타낸 것이다.
- [0055] 한편, 도 5의 (d)는, 분할 대상 객체에 대한 Dynamo를 통한 정점 데이터 추출과정에 필요한 노드를 나타낸 것으로, 분할이 필요한 객체들의 다중 선택을 위해 'Select Model Elements' 노드를 생성하여 객체들을 Dynamo 상에 불러와서, 'Element.Geometry' 노드로 객체의 Geometry 형상을 생성하고, 'Vertex.PointGeometry' 노드를 통해 전체 정점 데이터를 추출하여 목록으로 구성한 것이고, 도 5의 (c)는 추출한 정점 데이터를 'File path' 및 'Data.ExportExcel' 노드를 활용하여 Excel파일 형태로 재구성한 것이다.
- [0056] 다만, 상기 정점 데이터 추출부(200)에 의해 추출한 분할 대상 객체의 정점 데이터의 경우, X, Y, Z 위치 데이터로만 구성되어 있고, 정점 데이터가 추출된 구조물의 구분 가능한 객체명이나 ID와 같은 고유 정보가 포함되지 않기 때문에 분할 대상 객체의 구조물별 데이터 구분에는 어려움이 있다.
- [0057] 따라서, 상기 정점 데이터 군집화부(300)에서, 상기 정점 데이터의 위치 분류 및 분류된 정점 데이터에서 분할면을 구성하는 정점 데이터의 탐색을 위해, 상기 정점 데이터 추출부(200)에서 추출된 전체 정점 데이터의 군집화를 실시한다.
- [0058] 즉, 데이터의 특성을 고려하여 비슷한 데이터들을 그룹화하는 분석 알고리즘인 군집화 알고리즘을 활용하여, 상

기 정점 데이터를 분할 대상 객체의 구조물별로 분류하고, 구조물과 구조물 사이 분할면을 생성하는 과정이 필요하다.

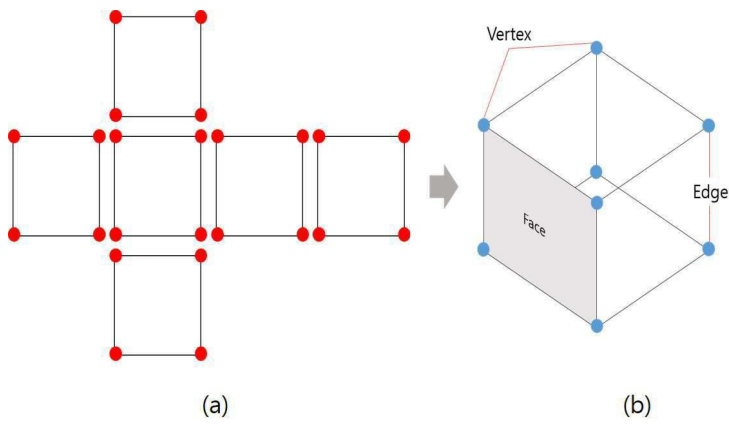
- [0059] 따라서, 본 발명의 실시예에서는, 교량과 같은 토목 구조물의 경우 수평적인 형태를 가지기 때문에 구조물 간 거리가 멀다는 점과 하나의 구조물에서 추출한 정점 데이터들의 경우 각 정점별 X, Y값이 유사하다는 특징이 있다는 점을 고려하여, 군집화 알고리즘 중 각 군집의 평균 거리를 활용하여 K개의 군집으로 구분하는 K-Means 군집화 알고리즘(K-means clustering algorithm)을 적용하였다.
- [0060] 구체적으로는, 먼저 상기 정점 데이터 군집화부(300)의 제1 군집화부(310)에서 상기 정점 데이터 추출부(200)에서 추출된 분할 대상 객체의 정점 데이터의 구조물의 위치별 분류를 위해 정점 데이터에 대한 1차 군집화를 수행한다(S300).
- [0061] 즉, 도 6의 (a)에서와 같이, 서로 다른 위치(A, B, C)에 위치하는 구조물(S_A , S_B , S_C)에 대한 전체 정점 데이터에 대해 K-Means 군집화 알고리즘을 적용하여 분할 대상 객체의 정점 데이터를 구조물의 위치(A, B, C)별로 그룹화하여 정점 데이터의 위치(A, B, C)를 분류한다.
- [0062] 다음으로, 상기 제2 군집화부(320)에서는 상기 제1 군집화부(310)에서 1차 군집화를 수행하여 위치(A, B, C)별로 분류된 상기 정점 데이터에 대해 공정 진행 방향에 따라 각 구조물(S_A , S_B , S_C)별로 2차 군집화를 수행한다(S400).
- [0063] 즉, 상기 2차 군집화는, 도 6의 (b)에서와 같이, 설계단계에서 일체로 설계된 구조물(S_A)의 제1 분할 대상 객체(10)와 제2 분할 대상 객체(20)의 분할지점인 분할면(30)을 구성하는 각 정점(21)의 정점 데이터를 구분하여 그룹화하는 것으로, 상기 제2 차 군집화는 분할 대상이 되는 복수의 구조물을 구성하는 수평면(분할면)의 수를 기준으로 군집 수가 설정된다.
- [0064] 또한, 여기서 상기 구조물(S_A)는 구조물(S_{A1}) 및 구조물(S_{A2})를 대표하는 것이고, 상기 구조물(S_B)는 구조물(S_{B1}) 및 구조물(S_{B2})를 대표하는 것이며, 상기 구조물(S_C)는 구조물(S_{C1}) 및 구조물(S_{C2})를 대표하는 것이다.
- [0065] 따라서, 도 6의 (b)에서는, 상기 구조물(S_A)의 정점 데이터에 대해서만 2차 군집화를 수행하는 것으로 도시하고 있으나, 각 구조물(S_A , S_B , S_C)별로 2차 군집화가 동시에 수행되는 것이다.
- [0066] 즉, 상기 1차 군집화를 통해 분류된 각 구조물(S_A , S_B , S_C)에 해당하는 정점 데이터를 바탕으로 상기 2차 군집화에서 각 구조물(S_A , S_B , S_C)별로 분할면(30) 생성을 위한 분할지점에 해당하는 4개의 좌표점(21)을 분류한다.
- [0067] 다음으로, 상기 분할면 생성부(400)는, 상기 제2 군집화부(320)에서 분류된 정점 데이터를 바탕으로 분할면(30)을 생성한다(S500).
- [0068] 이때, 도 7의 (a)에 도시된 바와 같이, 4개의 정점 데이터의 좌표 중 서로 다른 2개의 X값의 차와 Y값의 차를 통해 분할면(30)의 X, Y 평면의 크기를 구할 수 있으며, 이를 통해 분할지점의 면적과 동일한 크기의 분할면(30) 생성이 가능하게 된다.
- [0069] 다음으로, 상기 객체 분할부(500)는 상기 분할면 생성부(400)에서 분할지점에 생성된 분할면(30)을 기준으로, 분할 대상 객체를 분할한다(S600).
- [0070] 즉, 도 7의 (b)에 도시된 바와 같이, 설계단계에서 3D모델로 일체로 생성된 상기 제1 분할 대상 객체(10)와 제2 분할 대상 객체(20)를 상기 제2 군집화부(320)에서 생성된 분할면(30)을 기준으로 분할할 수 있다.
- [0071] 마찬가지로, 도 7의 (b) 및 (c)에는, 상기 구조물(S_A)에 대해서만, 분할면(30)의 생성 및 생성된 분할면(30)을 기준으로, 분할 대상 객체를 분할하는 것으로 도시하고 있으나, 상기 구조물(S_B) 및 구조물(S_C)에 대해서도 동시에 분할면(30)의 생성 및 생성된 분할면(30)을 기준으로, 분할 대상 객체를 분할하는 것이다.
- [0072] 따라서, 본 발명에 의하면, 다수의 구조물을 한 번의 작업으로 동시에 분할할 수 있다.
- [0073] 또한, 본 발명의 구체적인 실시예에 있어서 분할된 형상은 Geometry 형태로 Dynamo 상에만 표시되기 때문에, 'DirectShape.ByGeometry' 노드를 활용하여 분할 객체를 Revit 화면에 출력할 수도 있다.

부호의 설명

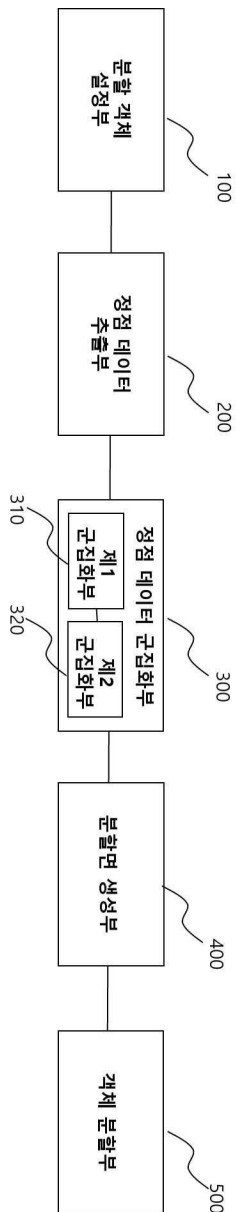
[0075]	10 제1 분할 대상 객체	20 제2 분할 대상 객체
	30 분할면	11, 21 정점
	100 분할 객체 설정부,	200 정점 데이터 추출부
	300 정점 데이터 군집화부	310 제1 군집화부
	320 제2 군집화부	400 분할면 생성부
	500 객체 분할부	

도면

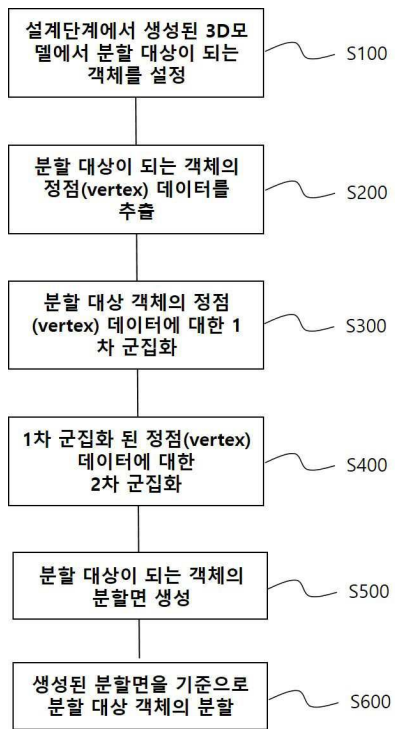
도면1



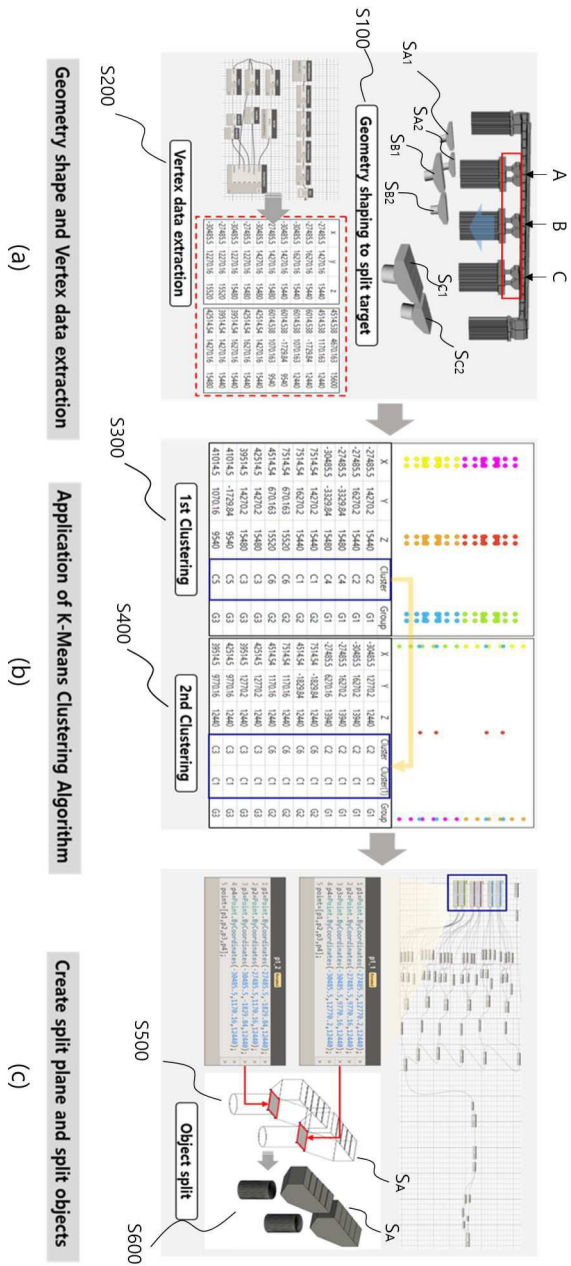
도면2



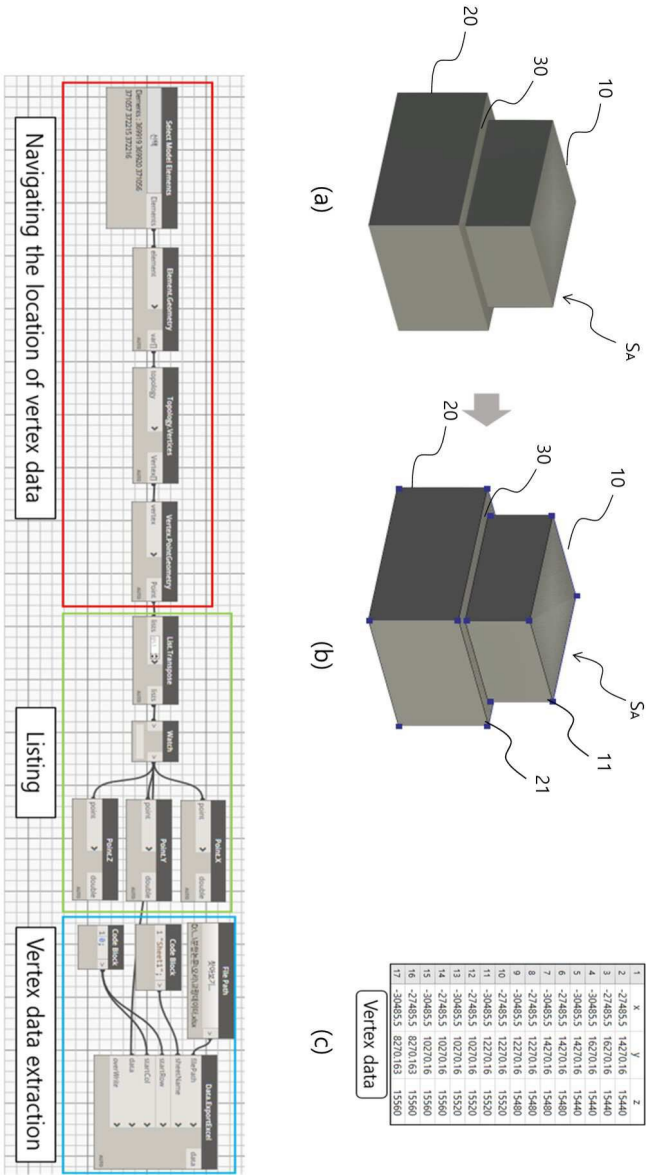
도면3



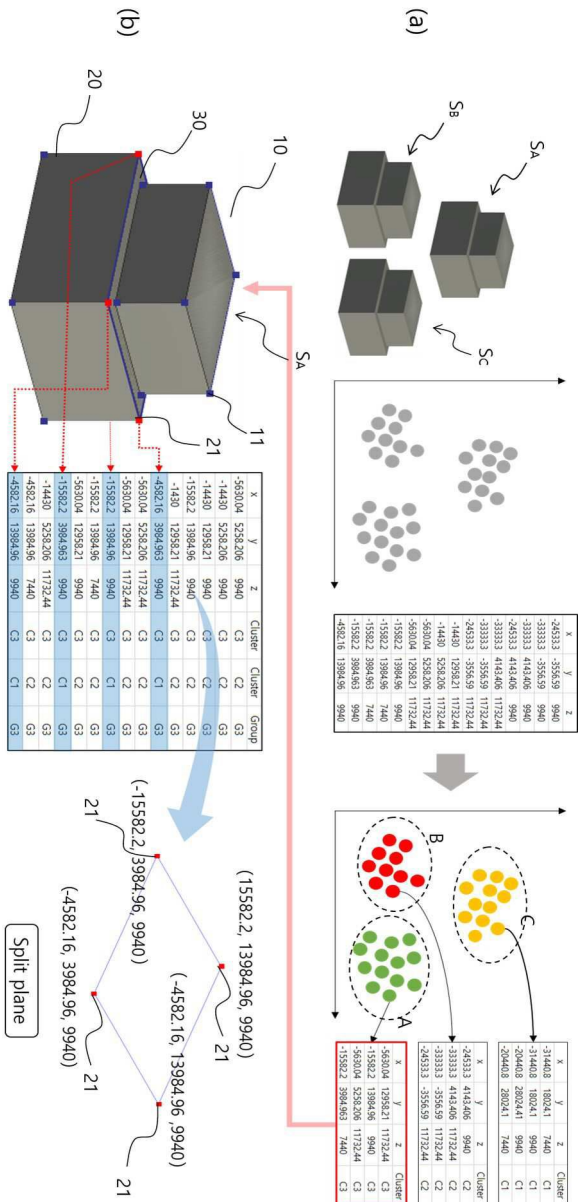
도면4



도면5



도면6



도면7

