



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0068469
(43) 공개일자 2011년06월22일

(51) Int. Cl.

G06T 7/60 (2006.01) G06T 15/60 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2009-0125439

(22) 출원일자 2009년12월16일

심사청구일자 2009년12월16일

(71) 출원인

인하대학교 산학협력단

인천 남구 용현동 253 인하대학교

(72) 발명자

김태정

서울특별시 양천구 목동 목동아파트 132동 505호

이태운

인천광역시 남구 용현동 573-2 용현대우아파트
108동 502호

(74) 대리인

이원희

전체 청구항 수 : 총 6 항

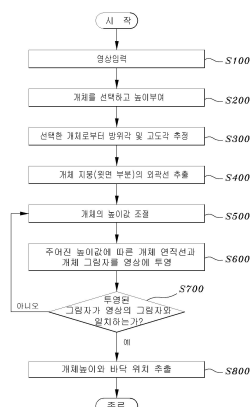
(54) 메타정보 없는 단일 영상에서 3차원 개체정보 추출방법

(57) 요약

본 발명은 메타정보 없는 단일 영상에서 그림자 분석을 통한 3차원 개체정보 추출방법에 관한 것으로, 해결하고자 하는 기술적 과제는 메타정보를 모르는 단일 영상만으로도 개체의 높이 및 개체의 바닥면 위치 등의 개체의 3차원 정보를 추출할 수 있는 방법을 제공하는데 있다.

이를 위해 본 발명은, 인공위성 또는 항공기 등에서 촬영된 영상으로부터 메타정보가 없는 영상을 입력받는 제 1 단계와, 상기 제 1 단계를 통하여 입력받은 영상으로부터 기준 개체를 선택하여 상기 기준 개체에 대한 연직선과 그림자선을 입력받은 영상으로부터 측정하고 상기 기준 개체에 대한 높이를 부여하는 제 2 단계와, 상기 제 2 단계를 통하여 부여된 기준 개체에 대한 높이와 영상으로부터 측정된 상기 기준 개체에 대한 연직선 및 그림자선 정보를 이용하여 촬영 당시 카메라와 광원의 방위각과 고도각 또는 고도각을 대신할 수 있는 고도각 비례상수를 추정하는 제 3 단계와, 상기 입력받은 영상으로부터 바닥면 위치와 개체의 높이를 구하고자하는 특정개체를 선택하여 선택된 개체의 지붕면 외곽선을 추출하는 제 4 단계와, 선택된 상기 개체의 높이값을 조절하는 제 5 단계와, 상기 제 5 단계를 통하여 조절된 높이값에 대응되는 상기 개체의 연직선과 그림자를 상기 입력받은 영상에 투영하는 제 6 단계와, 상기 제 6 단계를 통하여 투영된 그림자가 상기 입력받은 영상의 그림자와 일치하는지 여부를 판정하는 제 7 단계 및 상기 제 6 단계를 통하여 투영된 상기 그림자가 상기 제 7 단계를 통하여 상기 입력받은 영상의 그림자와 일치하는 것으로 판정되면, 선택된 상기 개체의 높이와 바닥면 외곽선 위치를 추출하는 제 8 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 메타정보 없는 단일 영상에서 그림자 분석을 통한 3차원 개체정보 추출방법을 개시한다.

대 표 도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 39879-01

부처명

연구관리전문기관

연구사업명 지능형국토정보기술혁신사업

연구과제명 국토모니터링 자료 처리 및 활용연구

기여율

주관기관 한국건설교통기술평가원

연구기간 2009년 06년 27일~2010년 04월 26일

특허청구의 범위

청구항 1

인공위성 또는 항공기에서 촬영된 영상 데이터로부터 메타정보가 없는 영상을 입력받는 제 1단계;

상기 제 1단계를 통하여 입력받은 영상으로부터 기준 개체를 선택하여 상기 기준 개체에 대한 연직선 및 그림자선을 입력받은 영상으로부터 측정하고 상기 기준 개체에 대한 높이를 부여하는 제 2단계;

상기 제 2단계를 통하여 부여된 기준 개체에 대한 높이와 측정된 상기 기준 개체에 대한 연직선 및 그림자선 정보를 이용하여 촬영 당시 카메라와 광원의 방위각과 고도각 또는 고도각을 대신할 수 있는 고도각 비례상수를 추정하는 제 3단계;

상기 입력받은 영상으로부터 바닥면 위치와 개체의 높이를 구하고자하는 특정개체를 선택하여 선택된 개체의 지붕면 외곽선을 추출하는 제 4단계;

선택된 상기 개체의 높이값을 조절하는 제 5단계;

상기 제 5단계를 통하여 조절된 높이값에 대응되는 상기 개체의 연직선과 그림자를 상기 입력받은 영상에 투영하는 제 6단계;

상기 제 6단계를 통하여 투영된 그림자가 상기 입력받은 영상의 그림자와 일치하는지 여부를 판정하는 제 7단계; 및

상기 제 6단계에서 투영된 그림자와 상기 입력받은 영상의 그림자가 일치하는 것으로 상기 제 7단계를 통하여 판정되면, 선택된 상기 개체의 높이와 바닥면 외곽선 위치를 추출하는 제 8단계;

를 포함하는 것을 특징으로 하는 메타정보 없는 단일 영상에서 그림자 분석을 통한 3차원 개체정보 추출방법.

청구항 2

청구항 1에 있어서,

상기 제 2단계는 상기 제 1단계를 통하여 입력받은 영상으로부터 상기 기준 개체를 선택하여 상기 기준 개체에 대한 지붕 모퉁이와 상기 지붕 모퉁이에 대응되는 바닥 모퉁이를 연결하는 연직선과 상기 지붕 모퉁이에 대응되는 그림자 끝점과 상기 지붕 모퉁이에 대응되는 바닥 모퉁이를 연결하는 그림자선을 측정하는 것을 특징으로 하는 메타정보 없는 단일 영상에서 그림자 분석을 통한 3차원 개체정보 추출방법.

청구항 3

청구항 1에 있어서,

상기 제 3단계는 상기 제 2단계를 통하여 입력받은 영상으로부터 측정된 상기 기준 개체의 연직선과 그림자선을 이용하여 촬영 당시 광원과 카메라의 방위각을 추정하고, 상기 연직선과 그림자선 및 영상의 공간해상도를 이용하여 촬영 당시 광원과 카메라의 고도각을 추정하거나 영상의 공간해상도를 모르는 경우 광원과 카메라의 고도각을 대신할 수 있는 고도각 비례상수를 추정하는 것을 특징으로 하는 메타정보 없는 단일 영상에서 그림자 분석을 통한 3차원 개체정보 추출방법.

청구항 4

청구항 1에 있어서,

상기 제 6단계는 상기 제 3단계를 통하여 추정된 촬영 당시 카메라와 광원의 방위각과 고도각 또는 고도각 비례상수를 이용하여 상기 제 5단계를 통하여 조절된 높이값에 대응되는 상기 개체의 연직선과 그림자를 생성하고, 생성된 상기 개체의 연직선과 그림자를 상기 입력받은 영상에 투영하는 것을 특징으로 하는 메타정보 없는 단일 영상에서 그림자 분석을 통한 3차원 개체정보 추출방법.

청구항 5

청구항 1에 있어서,

상기 제 7단계는 상기 제 6단계를 통하여 투영된 그림자가 상기 입력받은 영상의 그림자와 일치하는지 여부를 판정하며, 불일치하는 경우에는 상기 제 5단계 과정을 재수행함으로써 상기 개체의 높이값을 다시 조절하는 것을 특징으로 하는 메타정보 없는 단일 영상에서 그림자 분석을 통한 3차원 개체정보 추출방법.

청구항 6

청구항 1에 있어서,

상기 제 8단계는 상기 제 6단계에서 투영된 그림자와 상기 제 1단계를 통하여 입력받은 영상의 그림자가 일치하는 것으로 상기 제 7단계를 통하여 판정되면,

상기 제 5단계를 통하여 조절된 상기 개체의 높이를 추출하여 실제 개체의 높이로 결정하고,

상기 개체의 지붕면 외곽선을 연직선을 따라 평행이동시켜 상기 개체의 바닥면 외곽선 위치를 추출하며, 추출된 상기 바닥면 외곽선 위치를 통하여 상기 입력된 영상에서 상기 개체의 위치를 결정하는 것을 특징으로 하는 메타정보 없는 단일 영상에서 그림자 분석을 통한 3차원 개체정보 추출방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

[0001] 본 발명은 메타정보가 없는 단일 위성 영상이나 항공사진 등으로부터 개체의 높이와 바닥면 위치를 추출하는 방법에 관한 것이다.

배경 기술

[0002] 최근에 일반 사람들도 인터넷을 통하여 쉽게 고해상도 영상 지도와 3차원 건물 모델을 접할 수 있게 되었다. 이러한 정보를 제공하는 대표적인 영상지도로 구글어스(Google Earth) 등이 있다.

[0003] 구글에서 공개한 스케치업(Sket chup)이라는 소프트웨어를 이용하면 일반인도 쉽게 3차원 건물 모델을 만들어서 구글어스의 영상 지도 위에 올릴 수 있다.

[0004] 이처럼 고해상도 영상 지도와 3차원 모델 생성은 비전문가에게도 관심의 대상이 되고 있으며, 3차원 건물 모델 생성과 관련된 연구들은 이전부터 수행되어 왔다.(오재홍 등, 2007; 위광재 등, 2007; 정성혁과 이재기, 2008; Bohn, 2004; Frueh et al., 2004; Fruh and Zakhor, 2003; Lafarge et al., 2008; Zhang et al., 2003). 이와 같은 많은 연구들에서는 다양한 데이터를 활용하여 정밀한 건물 모델 생성 및 이를 이용한 도시 모델 생성(위광재 등, 2007; 정성혁과 이재기, 2008; Fruh and Zakhor, 2003; Lafarge et al., 2008; Zhang et al., 2003)에 초점을 맞추거나, 세밀한 건물 텍스처 생성 또는 자동 건물 텍스처 생성(오재홍 등, 2007; Bohn, 2004; Frueh et al., 2004) 등에 주안점을 둔 연구를 수행하였다.

[0005] 한편, 개체의 3차원 정보를 추출하기 위한 대표적인 종래의 기술로는 두 장 이상의 영상을 이용하는 방법, 단일 영상을 이용하는 방법, 영상 이외의 데이터를 이용하는 방법 등이 있다.

[0006] 일반적으로 영상을 이용하여 개체의 3차원 정보를 추출하는 방법으로는, 스테레오 영상 또는 두 장 이상의 영상을 이용하여 스테레오 카메라 모델링 등의 기술을 적용하는 방법이 있다.

- [0007] 이러한 방법은 두 장 이상의 각 영상에 대해서 카메라 모델링을 수행해야 하므로, 각 영상에 대한 지상 기준점을 획득해야만 한다는 문제점이 있으며, 두 장 이상의 영상을 이용해야 하므로 비교적 복잡한 처리 과정 및 고비용이 요구된다는 문제점이 있다.
- [0008] 기존의 단일 영상을 이용한 방법으로는, 영상에서 보이는 개체의 지붕 모퉁이와 이와 연결된 개체의 바닥 모퉁이를 잇는 연직선의 길이를 이용하거나 그림자의 길이 등을 측정하여 영상과 함께 제공되는 메타정보를 이용하여 높이를 추정하는 방법이 있다.
- [0009] 여기서, 종래의 연직선의 길이를 이용하는 방법이나, 그림자의 길이를 측정하는 방법은 메타정보가 있어야 하며 모두 개체의 바닥이 식별 가능해야 한다. 하지만, 영상에서 개체가 밀집한 도시 등의 경우에는 바닥이 식별되지 않은 개체들도 존재하며, 그림자의 일부분만이 식별되어 그 길이를 측정하기가 어려운 개체들도 존재한다.
- [0010] 이와 관련하여 '그림자 분석을 통한 3차원 건물정보 추출방법'(등록특허 10-0647807, 2006.11.13)에서도 단일 영상에서 개체의 그림자를 이용하지만, 광원과 카메라의 방위각 및 고도각 등을 이용하며 그림자와 개체의 연직선을 시뮬레이션하여 이를 영상에 투영하는 방법을 적용함으로써 상술한 바와 같은 문제점을 어느 정도 극복하였다.
- [0011] 하지만, 이 경우에도 영상을 촬영할 당시의 광원과 카메라의 방위각과 고도각 정보 등의 메타정보가 필요하다는 문제점이 있다.
- [0012] 한편, 영상 이외의 데이터를 이용한 방법으로는 라이다 데이터 등이 잘 알려진 방법으로서, 추출한 3차원 개체 정보의 높이 정확도가 높지만, 개체의 식별이 용이하지 않아 개체의 지붕면 및 바닥면 위치 측정이 어렵고 처리 방법이 복잡하며 라이다 데이터를 획득하기 위해서 많은 비용이 소요된다는 문제점이 있다.
- [0013] 즉, 상술한 바와 같은 종래 기술들은 개체의 3차원 정보를 얻기 위하여 라이다와 같은 고비용의 자료를 사용하거나 또는 두 장 이상의 영상을 이용해야 하고, 한 장의 영상을 이용한다고 하여도 영상을 촬영할 당시의 정보가 포함되어 있는 메타정보가 필요하다는 문제점이 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- [0014] 본 발명은 상기한 바와 같은 과제를 해결하기 위해 발명된 것으로서, 메타정보 없이도 단지 한 장의 영상만을 이용하며 광원과 카메라의 고도각 및 방위각 등의 정보를 영상에서 추정하여 사용할 수 있는 방법을 제공하는데 그 목적이 있다.
- [0015] 이를 위하여 본 발명은, 광원과 카메라의 고도각 및 방위각을 추정하기 위하여 영상에서 개체 바닥에 대응하는 그림자가 식별되는 개체를 선택하여 개체의 연직선과 그림자선을 측정하고, 상기 개체에 높이를 부여하며, 이로부터 영상을 촬영할 당시의 광원과 카메라의 고도각 및 방위각을 추정한다.
- [0016] 한편, 고도각을 추정할 때 영상의 GSD(Ground Sampling Distance) 또는 공간해상도를 알지 못하는 경우에는, 고도각을 대신할 수 있는 고도각 비례상수를 추정함으로써 메타정보가 전혀 없는 단일 영상만으로도 3차원 개체 정보를 추출할 수 있는 방법을 제공하는 것에 그 목적이 있다.

과제 해결수단

- [0017] 상기한 바와 같은 목적을 달성하기 위해 본 발명에 따른 메타정보 없는 단일 영상에서 그림자 분석을 통한 3차원 개체정보 추출방법은 인공위성 또는 항공기 등에서 촬영된 영상으로부터 메타정보가 없는 영상을 입력받는 제 1단계와, 상기 제 1단계를 통하여 입력받은 영상으로부터 기준 개체를 선택하여 상기 기준 개체에 대한 연직선과 그림자선을 입력받은 영상으로부터 측정하고 상기 기준 개체에 대한 높이를 부여하는 제 2단계와, 상기 제 2단계를 통하여 부여된 기준 개체에 대한 높이와 영상으로부터 측정한 상기 기준 개체에 대한 연직선 및 그림자선 정보를 이용하여 촬영 당시 카메라와 광원의 방위각과 고도각 또는 고도각을 대신할 수 있는 고도각 비례상수를 추정하는 제 3단계와, 상기 입력받은 영상으로부터 바닥면 위치와 개체의 높이를 구하고자하는 특정개체를 선택하여 선택된 개체의 지붕면 외곽선을 추출하는 제 4단계와, 선택된 상기 개체의 높이값을 조절하는 제 5단

계와, 상기 제 5단계를 통하여 조절된 높이값에 대응되는 상기 개체의 연직선과 그림자를 상기 입력받은 영상에 투영하는 제 6단계와, 상기 제 6단계를 통하여 투영된 그림자가 상기 입력받은 영상의 그림자와 일치하는지 여부를 판정하는 제 7단계 및 상기 제 6단계를 통하여 투영된 상기 그림자가 상기 제 7단계를 통하여 상기 입력받은 영상의 그림자와 일치하는 것으로 판정되면, 선택된 상기 개체의 높이와 바닥면 외곽선 위치를 추출하는 제 8단계를 포함한다.

- [0018] 상기 제 2단계는 상기 제 1단계를 통하여 입력받은 영상으로부터 기준 개체를 선택하며, 상기 기준 개체는 상기 입력받은 영상에서 그림자와 바닥이 잘 식별될 수 있는 개체가 선택된다.
- [0019] 상기 제 2단계는 상기 제 1단계를 통하여 입력받은 영상으로부터 상기 기준 개체를 선택하여 상기 기준 개체에 대한 지붕 모퉁이와 상기 지붕 모퉁이에 대응되는 바닥 모퉁이를 연결하는 연직선과 상기 지붕 모퉁이에 대응되는 그림자 끝점과 상기 지붕 모퉁이에 대응되는 바닥 모퉁이를 연결하는 그림자선을 측정한다.
- [0020] 상기 제 3단계는 상기 제 2단계를 통하여 부여된 기준 개체에 대한 높이와 입력받은 영상으로부터 측정되는 상기 기준 개체에 대한 연직선과 그림자선 정보를 이용하여 촬영 당시 카메라와 광원의 방위각을 추정하고 상기 연직선과 그림자선 및 영상의 공간해상도를 이용하여 촬영 당시 광원과 카메라의 고도각을 추정하거나 영상의 공간해상도를 모르는 경우 광원과 카메라의 고도각을 대신할 수 있는 고도각 비례상수를 추정한다.
- [0021] 상기 제 5단계는 3차원 정보를 추출할 개체의 높이값을 조절하며, 상기 높이값의 조절은 초기 높이값을 0으로 설정하고 순차적으로 높이값을 증가시키는 방법으로 수행될 수 있다.
- [0022] 상기 제 6단계는 상기 제 3단계를 통하여 추정된 촬영 당시 카메라와 광원의 방위각과 고도각 또는 고도각을 대신할 수 있는 고도각 비례상수를 이용하여 상기 제 5단계를 통하여 조절된 높이값에 대응되는 상기 개체의 연직선과 그림자를 생성하고, 생성된 상기 개체의 연직선과 그림자를 상기 입력받은 영상에 투영한다.
- [0023] 상기 제 7단계는 상기 제 6단계를 통하여 투영된 그림자가 상기 입력받은 영상의 그림자와 일치하는지 여부를 판정하며, 불일치하는 경우에는 상기 제 5단계 과정을 재수행함으로써 상기 개체의 높이값을 다시 조절한다.
- [0024] 상기 제 8단계는 상기 제 6단계에서 투영된 그림자와 상기 제 1단계를 통하여 입력받은 영상의 그림자가 일치하는 것으로 상기 제 7단계를 통하여 판정되면, 상기 제 5단계를 통하여 조절된 상기 개체의 높이를 추출하여 실제 개체의 높이로 결정하고, 상기 개체의 지붕면 외곽선을 연직선을 따라 평행이동시켜 상기 개체의 바닥면 외곽선 위치를 추출하며, 추출된 상기 바닥 외곽선 위치를 통하여 상기 입력된 영상에서 상기 개체의 위치를 결정한다.

효 과

- [0025] 상기한 바와 같이 본 발명에 따른 메타정보 없는 단일 영상에서 그림자 분석을 통한 3차원 개체정보 추출방법에 의하면, 메타정보 없이도 광원과 카메라의 고도각 및 방위각 등의 정보를 영상에 추정하여 사용함으로써 단시간 장의 영상만으로도 저렴한 비용으로 3차원 개체정보를 추출할 수 있는 효과가 있다. 또한 메타정보가 없어지기 때문에 공개된 영상 지도 등 다양한 단일 고해상도 영상을 활용할 수 있는 효과가 있다.
- [0026] 또한, 본 발명은 메타정보를 모르는 단일 영상만으로 개체의 3차원 정보를 추출할 수 있기 때문에, 3차원 도시 모델 생성 및 갱신, 3차원 지도 생성 및 갱신, 수치지형도 생성 및 갱신, 여러 종류의 환경 시뮬레이션 분야, 실세계를 기반으로 한 컴퓨터 게임, 자동차 등의 네비게이션을 위한 지도 등 3차원 개체 모델 또는 개체의 3차원 정보를 필요로 하는 다양한 분야에서 적용될 수 있는 효과가 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- [0027] 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예를 상세히 설명한다. 우선, 도면들 중 동일한 구성요소 또는 부품들은 가능한 한 동일한 참조부호를 나타내고 있음에 유의해야 한다. 본 발명을 설명함에 있어서 관련된 공지 기능 혹은 구성에 대한 구체적인 설명은 본 발명의 요지를 모호하게 하지 않기 위해 생략한다.
- [0028] 도 1은 본 발명이 적용되는 일반적인 컴퓨터 구성도로서, 사용자로부터 각종 데이터를 입력받기 위한 입력부

(100), 상기 입력부(100)를 통해 입력되는 데이터를 바탕으로 본 발명의 전반적인 기능을 수행하게 되는 중앙처리장치(200), 상기 중앙처리장치(200)의 연산에 필요한 데이터를 임시 보관하기 위한 메모리(300) 및 상기 중앙처리장치(200)의 처리 결과를 출력하는 출력부(400)로 구성되며, 상기 출력부(400)는 모니터 또는 프린터 등의 다양한 종류가 있을 수 있다.

[0029] 이와 같은 시스템에서 수행되는 본 발명을 도 2의 순서도와 함께 설명한다.

[0030] 먼저, 제 1단계(S100)에서는 인공위성 또는 항공기 등에서 개체를 촬영한 영상 데이터로부터 메타정보가 없는 영상을 입력부(100)를 통하여 입력받는다.

[0031] 여기서, 상기 메타정보는 촬영된 영상의 촬영일시, 촬영지역 및 카메라에 대한 개략적인 위치, 카메라에 대한 방위각과 고도각, 광원에 대한 방위각과 고도각, 영상의 공간해당도 (또는 GSD) 등이 나타나 있는 데이터를 말하며, 본 발명에서는 한 장의 영상에서 개체정보를 추출하기 위해서 필요한 정보를 영상 자체에서 얻기 때문에 영상에 대한 메타정보가 필요없다는 특징이 있다.

[0032] 다음으로, 제 2단계(S200)에서는 상기 제 1단계(S100)를 통하여 입력받은 영상으로부터 기준 개체를 선택하여 상기 기준 개체에 대한 연직선 및 그림자선을 영상에서 측정하고 상기 기준 개체에 대한 높이를 부여한다.

[0033] 여기서, 상기 기준 개체는 입력받은 영상에서 그림자와 개체의 바닥면 모퉁이가 잘 식별될 수 있는 개체가 선택되며, 상기 기준 개체에 대해 측정되는 연직선은 기준 개체의 지붕 모퉁이와 상기 지붕 모퉁이에 대응되는 바닥 모퉁이를 잇는 직선을 의미하며 상기 기준개체에 대해 측정되는 그림자선은 상기 지붕 모퉁이에 대응되는 그림자 끝점과 상기 지붕 모퉁이에 대응되는 바닥 모퉁이를 잇는 직선을 의미한다.

[0034] 다음으로, 제 3단계(S300)에서는 중앙처리장치(200)를 이용하여 수행되며, 상기 제 2단계(S200)를 통하여 부여된 기준 개체에 대한 높이와 측정된 상기 기준 개체에 대한 연직선 및 그림자선 정보를 이용하여 촬영 당시 카메라와 광원의 방위각 및 고도각을 추정한다.

[0035] 한편, 상기 카메라와 광원의 고도각을 추정하는 경우에 있어서, 영상의 GSD(Ground Sampling Distance) 또는 공간해상도를 모르는 경우에는 상기 고도각을 대체할 수 있는 고도각 비례상수를 추정한다.

[0036] 다음으로, 제 4단계(S400)에서는, 상기 제 3단계(S300)를 통하여 촬영 당시 카메라와 광원의 방위각 및 고도각 등의 정보를 계산한 이후에, 상기 제 1단계(S100)를 통하여 입력받은 영상으로부터 바닥면 위치와 개체의 높이를 구하고자 하는 특정개체를 선택하여 선택된 개체의 지붕면 외곽선을 추출한다.

[0037] 그다음, 제 5단계(S500)에서는 4단계에서 선택된 상기 개체의 높이값을 조절한다. 이러한 높이값의 조절은 초기 높이값을 0으로 설정하고 순차적으로 높이값을 증가시키는 방법으로 수행될 수 있다.

[0038] 다음으로, 제 6단계(S600)에서는 상기 제 5단계(S500)를 통하여 조절된 높이값에 대응되는 상기 개체의 연직선과 그림자를 입력받은 영상에 투영한다.

[0039] 즉, 상기 제 6단계(S600)는 상기 제 3단계(S300)를 통하여 추정된 촬영 당시 카메라와 광원의 방위각 및 고도각 정보 또는 고도각을 대신할 수 있는 고도각 비례상수를 이용하여 상기 제 5단계(S500)를 통하여 조절된 높이값에 대응되는 상기 개체의 연직선과 그림자를 생성하고, 생성된 상기 개체의 연직선과 그림자를 상기 제 1단계(S100)를 통하여 입력받은 영상에 투영한다.

[0040] 다음으로, 제 7단계(S700)에서는 투영된 그림자가 입력받은 영상의 그림자와 일치하는지 여부를 판정한다.

[0041] 상기 제 7단계(S700)는 상기 제 6단계(S600)를 통하여 투영된 그림자가 상기 제 1단계(S100)를 통하여 입력받은

영상의 그림자와 일치하는지 여부를 판정하며, 불일치하는 경우에는 상기 개체의 높이값을 다시 조절할 수 있도록 상기 제 5단계(S500)의 과정부터 재수행한다.

- [0042] 마지막으로, 제 8단계(S800)는 상기 제 6단계(S600)에서 투영된 그림자와 상기 입력받은 영상의 그림자가 일치하는 것으로 판정되면, 선택된 상기 개체의 높이와 바닥면 외곽선 위치를 추출한다.
- [0043] 즉, 상기 제 8단계(S800)는 상기 제 6단계(S600)에서 투영된 그림자와 상기 제 1단계(S100)를 통하여 입력받은 영상의 그림자가 일치하는 것으로 상기 제 7단계(S700)를 통하여 판정되면, 상기 제 5단계(S500)를 통하여 조절된 상기 개체의 높이를 추출하여 실제 개체의 높이로 결정하고, 상기 개체의 지붕면 외곽선을 연직선을 따라 평행이동시켜 상기 기준 개체의 바닥면 외곽선 위치를 추출하며, 추출된 상기 바닥면 외곽선 위치를 통하여 상기 제 1단계(S100)를 통하여 입력된 영상에서 상기 개체의 위치를 결정한다.
- [0044] 도 3은 광원과 카메라의 고도각과 3차원 개체 및 그림자와의 관계를 설명하기 위한 도이고, 도 4는 영상에서 나타나는 카메라와 광원의 방위각과 3차원 개체 및 그림자와의 관계를 설명하기 위한 도이다.
- [0045] 즉, 도 3에서는 영상을 촬영할 당시, 광원과 카메라의 고도각이 실세계의 개체 및 그림자와 어떠한 관계를 나타내는지 보여주며, 도 4에서는 영상에 나타나는 카메라와 광원의 방위각 및 개체, 그림자와의 관계를 보여준다.
- [0046] 본 발명에서는 도 1 및 도 2에 도시된 바와 같이 촬영 당시의 광원, 카메라, 개체 및 그림자와의 기본적인 관계를 이용하여 영상에서 관측할 수 있는 개체에 대한 그림자 및 연직선을 생성하고 이를 영상에 투영하는 방법을 수행한다.
- [0047] 한편, 단일 영상으로부터 추정되는 광원과 카메라의 방위각은 영상에서 측정한 기준 개체의 연직선과 그림자선이 영상의 Y축과 이루는 각도를 사용하여 추정하며 광원과 카메라의 고도각 또는 고도각을 대체할 수 있는 고도각 비례상수는 기준 개체의 연직선과 그림자선의 길이와 기준 개체에 대해서 입력받은 높이값을 이용하여 추정한다. 단일 영상으로부터 추정되는 광원과 카메라의 방위각과 고도각 정보는 영상의 종류 및 촬영 방식에 따라서 일부 다른 방식으로 추정될 수 있다.
- [0048] 상기 2단계에서 입력되는 높이는 사용자가 지정한 기준 개체에 대하여, 사용자가 실제 알고 있는 높이를 이용하거나, 실제 측량장비 등을 이용하여 측정한 높이 또는 인터넷 등에 공개되어 있는 정보를 통해서 알게 된 높이, 사용자가 짐작한 대략적인 높이 등을 사용할 수 있다.
- [0049] 여기서, 상술한 바와 같은 높이 조절은 0의 값부터 시작하여 순차적으로 높이값을 조절하며, 이에 따라서 상기 개체의 연직선을 생성하고, 상기 연직선을 따라서 기준 개체 지붕의 외곽선을 평행 이동시켜서 상기 기준 개체의 바닥 위치를 추출한다.
- [0050] 이 때, 주어진 높이에 해당하는 그림자가 투영되는 지역이 경사가 있거나 또는 다른 높이의 물체가 그 지역 내에 존재하는 경우에는, 투영되는 지역의 경사 정도 또는 다른 물체의 높이를 구하여 해당 개체의 높이를 계산할 수 있다.
- [0051] 이하에서는 영상에서 카메라와 광원의 방위각과 고도각 또는 고도각을 대신할 고도각 비례상수를 추정하기 위한 기본 원리를 설명한다. 아울러, 추정된 방위각과 고도각 또는 고도각 비례상수를 이용하여 실제 영상에서 개체의 3차원 정보를 추출하는 과정의 예를 설명한다.
- [0052] 도 5는 푸시브room(Pushbroom) 방식으로 촬영된 영상에서 객체와 카메라 및 광원(태양)의 방위각의 관계를 나타낸 예시도이고, 도 6은 중심투영(Perspective) 방식으로 촬영된 영상에서 개체 연직선 방향을 나타낸 예시도이다.
- [0053] 도 5에 도시된 바와 같이 푸시브room(Pushbroom) 촬영 방식의 영상을 이용하는 경우, 영상의 Y 방향을 기준으로 했을 때, 지붕 모퉁이와 바닥 모퉁이를 연결한 연직선과의 관계로부터 나타나는 개체의 연직선 방위각을 보여준다.
- [0054] 개체의 연직선 방위각으로부터 촬영 당시의 카메라 방위각을 추정할 수 있으며, 이 때 실제 카메라 방위각은 북쪽 방향을 기준으로 하지만, 본 발명에서는 영상의 Y 방향을 북쪽으로 가정하였다.
- [0055] 또한, 도 5는 그림자 끝점과 바닥 모퉁이를 연결하는 그림자선과 영상의 Y 방향 간의 관계가 그림자선의 방위각

을 나타냄을 보여준다. 여기서, 광원은 그림자의 반대 방향이므로 이와 같은 관계를 통하여 광원의 방위각을 추정할 수 있다.

[0056] 도 6은 중심투영(Perspective) 방식의 영상을 이용하는 경우, 개체 연직선의 방위각이 어떻게 결정되는지를 보여준다. 이러한 중심투영 방식에서 개체의 연직선은 영상의 주점(Principal Point)을 향하고 있으므로, 두 개 이상의 연직선을 측정하고, 측정된 연직선이 교차되는 지점을 주점으로 결정한다. 여기서, 상기 주점은 영상 내의 모든 개체 연직선의 방향을 나타내는 기준이 되며, 이로부터 각 개체에서의 카메라에 대한 방위각을 산출할 수 있다.

[0057] 이 때, 교차되는 두 개 이상의 연직선은 동일한 개체에서 선택될 수 있고, 다른 개체에서 선택될 수도 있다.

[0058] 이러한 중심투영(Perspective) 방식의 영상에서 광원의 방위각은 상술한바와 같은 푸시브룸(Pushbroom) 방식의 영상에서와 동일한 방식(도 5 참조)으로 추정된다.

[0059] 도 7은 푸시브룸(Pushbroom) 방식의 영상에서 광원(태양)과 카메라의 고도각과 개체와의 관계를 나타낸 도이고, 도 8은 중심투영(Perspective) 방식의 영상에서 광원(태양)과 카메라의 고도각과 개체와의 관계를 나타낸 도이다.

[0060] 도 7에서는 푸시브룸(Pushbroom) 방식의 영상의 경우에 광원과 카메라의 고도각을 추정하는데 필요한 기본적인 원리를 보여주고 있다. 푸시브룸 방식의 영상은 한 장의 영상 안에서 모든 개체에 대한 카메라의 고도각이 동일하며 또한 광원(태양)의 고도각의 경우도 광원(태양)과 지표면의 거리가 굉장히 먼 거리에 있어 한 장의 영상 안에서 모든 개체에 대한 광원의 고도각도 동일하다고 가정할 수 있다. 따라서 기준 개체에 대한 고도각을 도 7에 도시된 관계와 하기의 수학적 식 1 및 수학적 식 2를 이용하여 추정할 수 있다.

[0061] 도 8은 중심투영(Perspective) 방식의 영상의 경우에 광원과 카메라의 고도각을 추정하는데 필요한 기본적인 원리를 보여주고 있다. 중심투영 방식의 영상의 경우에는 영상 내의 각 개체들에 대한 카메라의 고도각은 서로 다른 값을 갖는다고 할 수 있다. 이러한 특징을 갖는 중심투영 방식의 영상에서의 카메라 고도각은 영상의 주점을 기준으로 하여, 주점과 각 개체의 지붕 모퉁이점과의 거리 등을 이용하여 일반적인 방법으로 계산될 수 있다.

[0062] 이러한 중심투영(Perspective) 방식의 영상에서도 광원(태양)은 굉장히 먼 곳에 있기 때문에, 한 장의 영상 안에 있는 모든 개체에서 광원에 대한 고도각과 방위각은 동일하다고 할 수 있다.

[0063] 한편, 광원의 고도각은 각 촬영 방식 및 영상의 종류에 따라서 도 7 및 도 8과 같은 기본적인 특징을 갖고 있으며, 본 발명에서는 도 7 및 도 8의 기본적인 특징과 사용자가 부여한 개체의 높이로부터 하기의 수학적 식 1을 이용하여 계산할 수 있다.

수학적 식 1

$$L_{shadow} = H \times \frac{\tan(\theta_{sun})}{GSD}$$

[0064]

[0065] 여기서, L_{shadow} 은 기준 개체에서 바닥 모퉁이와 대응되는 그림자 끝점을 연결하는 그림자선의 영상좌표상에서의 길이를 나타내고, H 는 사용자가 부여한 개체 높이를 나타내고, θ_{sun} 는 추정될 광원의 고도각, GSD 는 영상의 공간해상도를 나타낸다.

[0066] 이 때, 만약 공간해상도 또는 GSD 를 모르는 경우라면, $\frac{\tan(\theta_{sun})}{GSD}$ 를 광원의 고도각을 대신할 고도각 비례상수로 정의하고 이 값을 계산한다.

[0067] 한편, 카메라의 고도각은 각 촬영방식 및 영상의 종류에 따라서 도 7과 도 8과 같은 기본적인 특징을 가지고 있

으며, 본 발명에서는 도 7과 도 8의 기본적인 특징과 사용자가 부여한 개체의 높이로부터 하기 수학식 2를 이용하여 계산할 수 있다.

수학식 2

$$L_{vertical} = H \times \frac{\tan(\theta_{camera})}{GSD}$$

여기서, $L_{vertical}$ 은 기준 개체의 지붕 모퉁이와 바닥 모퉁이를 연결하는 연직선의 영상좌표상에서의 길이를 나타내고, H 는 사용자가 부여한 개체 높이를 나타내며, θ_{camera} 는 추정될 카메라의 고도각, GSD 는 영상의 공간해상도를 나타낸다.

이 때, 만약 공간해상도 또는 GSD 를 모르는 경우라면 $\frac{\tan(\theta_{camera})}{GSD}$ 를 광원의 고도각을 대신할 고도각 비례상수로 정의하고 이 값을 계산한다.

이하에서는 본 발명에 따른 메타정보 없는 단일 영상에서 그림자 분석을 통한 3차원 개체정보 추출방법을 이용하여 추출된 다양한 예시도를 설명한다.

도 9는 본 발명에 따른 방법을 이용하여 추정된 카메라와 광원의 방위각 및 고도각 등의 정보를 이용하여 실제로 한 장의 영상으로부터 어떻게 개체가 추출되는 지 보여주는 예시도이다.

도 10a는 본 발명에 따른 방법을 이용하여 실제로 푸시브룸(Pushbroom) 방식의 위성 영상에 적용하여 개체(건물)를 추출한 모습을 보여주는 예시도이고, 도 10b는 중심투영(Perspective) 방식의 항공사진에 적용하여 개체(건물)를 추출한 모습을 보여주는 예시도이며, 도 10c는 푸시브룸(Pushbroom) 방식의 위상 영상에 적용하여 개체(도로다리)를 추출한 모습을 보여주는 예시도이다.

도 11은 본 발명에 따른 방법을 이용하여 실제로 푸시브룸(Pushbroom) 방식의 위성 영상에 적용하여 개체의 3차원 정보를 추출하고, 이를 이용하여 3차원 모델을 생성한 결과를 보여주는 예시도이다.

도 9 내지 도 11에 도시된 다양한 예시와 같이 본 발명은 인공위성, 항공기 또는 기타 다른 방식으로 특정 지역을 촬영한 영상뿐만 아니라, 인터넷 등에 공개되어 있지만, 메타정보 등은 알 수 없는 영상을 이용하여 지형분석, 지도제작, 경관분석, 3차원 모델링, 시뮬레이션 분야 등에서 필요한 개체의 3차원 정보를 추출하는데 적용될 수 있다.

이하에서는 본 발명에 따른 메타정보 없는 단일 영상에서 그림자 분석을 통한 3차원 개체정보 추출방법의 실험 결과를 설명한다.

본 실험에서는 IKONOS 영상과 구글어스에서 추출한 동일 지역의 영상을 이용하여 실험을 수행하였으며, 사용된 영상은 도 12에 도시된 바와 같다.

도 12에서 위쪽 그림은 실험에 사용된 대전 지역의 IKONOS 영상 일부분을 보여주고 있다. 사용된 IKONOS 영상은 2002년도에 촬영된 표준기하보정 처리된 영상으로 메타정보에서 센서와 태양의 방위각 및 고도각은 하기의 표 1에 나타나 있다.

표 1

영상	IKONOS 위성영상		
기준	메타정보	정부대전 청사	임의의 아파트
기준높이	-	91.9 m	40 m
센서 방위각	234.87°	237.65°	235.30°
태양 방위각	159.24°	160.21°	159.67°
센서 고도각	68.44°	68.87°	68.43°
태양 고도각	35.87°	37.18°	34.78°

[0079]

[0080]

도 12의 아래쪽 그림은 구글어스에서 대전 지역을 추출한 것이다. 구글어스에서 대전 지역을 추출할 때, 시각적으로 IKONOS 영상 보다 큰 공간 해상도를 갖도록 하였다. 도 12에서 동그라미 부분은 메타정보를 이용하지 않을 때 기준으로 사용된 건물을 표시한 것이다.

[0081]

본 발명에서는 건물의 높이 기준값을 스테레오 IKONOS 영상으로부터 추출하였다. 이를 위하여 사용된 지상기준점은 IKONOS 영상을 기준으로 실제 대전 지역에서 GPS 측량 장비로 측정한 것이다. 본 발명에서는 각 영상에 대해서 10개의 지상기준점을 측정하여 이용하였다.

[0082]

IKONOS 영상으로부터 건물 모델의 수평 위치를 산출할 때 사용된 수치표고모델은 1:5000, 수치지형도로부터 ArcMap을 이용하여 9.05 m의 공간해성도로 생성한 것이다.

[0083]

본 발명의 실험 방법은, IKONOS 영상에서 메타정보를 이용하여 기존방법으로 건물 정보를 추출하고, 메타정보를 이용하지 않고 제안된 방법으로 건물 정보를 추출하여 각각의 경우에 대해 수평 위치와 높이 정확도를 검증하였다. 또한, 메타정보가 없는 구글어스 영상에 본 발명에 따른 방법을 적용하여 건물 정보를 추출하고 건물의 높이 정확도를 검증하였다. 그리고, 추출된 건물 정보로 3차원 건물 모델을 생성하여 육안으로 그 차이를 비교하여 보았다.

[0084]

본 발명에 따른 방법의 정확도를 검증하기 위하여 스테레오 IKONOS 영상에서 추출한 건물 높이와 1:1000 수치지형도에서 대응되는 건물의 수평 위치를 참값으로 가정하였다.

[0085]

본 발명에 따른 방법은 높이값을 부여하여 방위각 및 고도각을 추정할 기준건물이 필요하며, 본 실험에서는 메타정보가 없는 경우 선택한 기준건물은 정부대전청사와 주변에 있는 임의의 아파트를 선정하였다.(도 12의 동그라미 부분)

[0086]

정부대전청사는 인터넷에 지상으로부터의 최고높이가 91.9m 로 명시(정부청사관리소, 2009)되어 있으므로 이를 이용하였다.

[0087]

주변에 있는 임의의 아파트는 대략적인 높이를 적용한 결과를 알아보기 위해서 이용하였다. 본 실험에서는 아파트의 대략적인 높이를 40 m로 설정하고 본 발명에 따른 방법을 적용하였다.

[0088]

본 발명에 따른 방법에 의해 추정된 방위각 및 고도각은 표 1 및 표 2와 같다. 상기 표 1에서 볼 수 있듯이, 실제 IKONOS 위성영상의 메타정보에 있는 센서와 태양의 방위각이 IKONOS 위성영상의 기준건물을 이용하여 산출한 방위각과 몇 °의 차이를 보임을 알 수 있다.

표 2

영상	구글어스에서 추출한 영상		
기준	정부대전청사 I	정부대전청사 II	임의의 아파트
기준높이	91.9 m	88.8 m	40 m
센서 방위각	192.87°	192.87°	191.30°
태양 방위각	169.19°	169.19°	168.69°
센서 고도각	68.66°	67.98°	69.07°
태양 고도각	30.70°	29.84°	30.30°

[0089]

[0090] 본 발명에 따른 방법으로 추출된 방위각은 영상의 Y축을 기준으로 하였기 때문에 이러한 차이가 나타나는 것으로 추측된다. 고도각의 경우에 센서 고도각은 유사하지만, 태양의 고도각은 정부대전청사의 고도각이 다르게 산출되었다.

[0091] 이러한 차이의 원인은 고도각 산출을 위해서 사용되는 영상에서의 그림자의 길이를 계산할 때, 실제 지면의 굴곡에 따라서 발생하는 그림자 길이 차이, 그림자 길이를 계산할 때 선택하는 픽셀의 위치 정확도 등인 것으로 추측된다.

[0092] 한편, 구글어스 영상의 경우에는 정부대전청사 I, 정부대전청사 II, 임의의 아파트로 나누어 실험을 수행하였다.(표 2)

[0093] 이 때, 정부대전청사 I은 인터넷에서 찾은 높이인 91.9 m를 적용했을 때이고, 정부대전청사 II는 스테레오 IKONOS 영상에서 추출한 정부대전청사 높이 88.8 m를 사용하였다. 인터넷 상에서 찾은 높이(91.9 m)와 스테레오 영상에서 추출한 높이(88.8 m)가 차이나는 이유는, 스테레오 영상에서 추출한 높이의 경우에 정부대전청사의 헬기 착륙장으로 보이는 곳의 높이를 고려하지 않았기 때문으로 판단된다.

[0094] 하기의 표 3은 IKONOS 위성영상을 이용하여 메타정보를 적용했을 때, 정부대전청사를 기준 건물로 했을 때, 임의의 아파트를 기준 건물로 했을 때 각각 생성한 3차원 건물 모델의 수직(건물 높이) 정확도를 보여준다.

표 3

ID	기준높이	추출된 건물 높이			오차		
	스테레오(S)	메타정보(M)	정부청사(D)	아파트(A)	S-M	S-D	S-A
1	19.072	21	21	20	-1.927	-1.927	-0.927
2	15.903	15	18	16	0.903	-2.096	-0.096
3	28.593	27	29	26	1.593	-0.406	2.593
4	88.802	90	93	87	-1.197	-4.197	1.802
5	42.521	43	45	41	-0.478	-2.478	1.521
6	40.594	43	45	41	-2.406	-4.406	-0.406
7	36.311	36	35	36	0.311	1.311	0.311
8	89.322	90	91	87	-0.677	-1.677	2.322
9	46.788	46	48	44	0.788	-1.211	2.788
10	28.173	27	27	25	1.173	1.173	3.173
11	95.520	96	98	95	-0.479	-2.479	0.520
12	81.182	83	85	79	-1.818	-3.818	2.182
13	17.192	18	18	17	-0.807	-0.807	0.192
14	25.329	27	25	23	-1.670	0.329	2.329
15	15.352	15	16	14	0.352	-0.647	1.352
16	42.525	45	46	42	-2.474	-3.474	0.525
17	14.844	15	16	14	-0.155	-1.155	0.844
18	17.181	17	17	17	0.181	0.181	0.181
19	15.768	16	16	14	-0.231	-0.231	1.768
20	43.950	43	45	41	0.950	-1.049	2.950
RMSE (m)					1.283	2.239	1.804

[0095]

- [0096] 상기 표 3에서 기준높이로 사용한 건물 높이는 스테레오 IKONOS 위성영상에서 지상 기준점으로 수립한 직접선형 변환(Direct Linear Transformation)을 이용하여 추출한 높이이다.
- [0097] 즉, 스테레오 영상에서 동일한 건물 지붕 모퉁이로부터 직접선형변환을 이용하여 추출한 Z좌표와 지상에서 추출한 Z좌표와의 차이를 건물의 높이로 결정하였다. 수립된 직접선형변환은 각각의 영상에 대해서 1 내지 3개 정도의 검사점으로 모델 수립 정확도를 알아봤으며, 그 결과, 각각의 영상에 대해서 약 1 픽셀 정도의 RMS 오차가 나타남을 확인하였다.
- [0098] 상기 표 3에서 알 수 있듯이, 생성된 건물 모델의 높이 정확도 검증을 위해서 총 20개의 건물을 선택하였다.
- [0099] 표 3에서 스테레오(S)는 스테레오 IKONOS 영상에서 추출한 높이, 메타정보(M)은 주어진 메타정보를 이용해서 추출한 높이, 정부청사(D)는 정부대전청사(91.9 m)를 기준으로 추출한 높이, 아파트(A)는 임의의 아파트(40 m)를 기준으로 추출한 높이를 보여주고 있다.
- [0100] 그리고, S-M, S-D, S-A는 각각 스테레오 영상에서 추출한 높이에서 메타정보를 이용한 높이, 정부청사를 기준으로 한 높이, 임의의 아파트를 기준으로 한 높이를 빼준 결과를 나타낸다.
- [0101] 상기 표 3에서 보면, 정부청사를 기준 건물로 하여 추출한 건물 높이의 RMS 오차가 가장 크고, 가장 큰 오차(-4.406 m)도 정부청사를 기준 건물로 하여 추출한 건물 높이 중에서 존재했다.
- [0102] 이는 헬기 착륙장으로 보이는 부분의 높이를 고려하지 않았기 때문으로 생각된다. 임의의 아파트를 기준으로 한 결과는 비교적 정확도가 높게 나왔는데, 이는 대략적으로 부여한 아파트의 높이가 실제 아파트의 높이와 유사했기 때문에 나타난 결과라고 생각된다.
- [0103] 위 실험 후에, 스테레오 영상에서 임의의 아파트 높이를 추출한 결과, 높이가 약 43 m로 나타났다. 상기 표 3에서서도 볼 수 있듯이, 대략적인 높이를 적용한 경우에 메타정보를 사용하여 추출한 건물 높이 패턴과 유사한 패턴을 보여주고 있다.
- [0104] 본 실험에서는 또한 20개의 건물 중에서 5개의 건물에 대해서 수평 위치 정확도를 검증해 보았다. 추출된 건물의 바닥 모퉁이 좌표 2개를 1:1000 수치지형도에 대응되는 건물과 비교한 결과는 하기의 표 4와 같다.

표 4

ID		건물 모퉁이의 수평위치 좌표 (TM)				오차		
		수치지도(R)	메타정보(M)	정부청사(D)	아파트(A)	R-M	R-D	R-A
4	x1	234430.43	234428.28	234427.44	234430.52	2.15	2.99	-0.09
	y1	317821.09	317824.06	317822.66	317823.38	-2.97	-1.57	-2.29
	x2	234400.67	234399.70	234397.83	234399.92	0.97	2.84	0.75
	y2	317851.11	317852.50	317853.09	317852.78	-1.39	-1.98	-1.67
5	x1	233951.90	233948.42	233947.81	233949.20	3.48	4.09	2.7
	y1	318231.32	318232.97	318233.16	318232.25	-1.65	-1.84	-0.93
	x2	233863.88	233861.05	233860.45	233861.81	2.83	3.43	2.07
	y2	318243.57	318244.09	318243.25	318243.34	-0.52	0.32	0.23
7	x1	233947.11	233945.64	233945.00	233944.77	1.47	2.11	2.34
	y1	318180.35	318182.34	318183.03	318181.16	-1.99	-2.68	-0.81
	x2	233859.50	233857.28	233857.63	233857.36	2.22	1.87	2.14
	y2	318192.37	318192.44	318194.16	318193.28	-0.07	-1.79	-0.91
8	x1	234545.17	234543.02	234542.78	234544.23	2.15	2.39	0.94
	y1	317935.75	317937.50	317938.53	317937.78	-1.75	-2.78	-2.03
	x2	234515.27	234513.39	234513.16	234514.58	1.88	2.11	0.69
	y2	317965.6	317966.91	317967.94	317968.19	-1.31	-2.34	-2.59
20	x1	235015.97	235013.41	235012.81	235014.17	2.56	3.16	1.8
	y1	317372.9	317373.66	317373.81	317373.94	-0.76	-0.91	-1.04
	x2	235073.09	235070.47	235068.88	235070.25	2.62	4.21	2.84
	y2	317373.52	317373.84	317374	317373.09	-0.32	-0.48	0.43
RMSE (m)						2.01	2.57	1.73

[0105]

- [0106] 상기 표 4에서 ID는 상기 표 3의 ID와 대응된다. x1,y1,x2,y2는 각각 한 모퉁이의 x,y 좌표와 다른 모퉁이의 x,y 좌표를 나타내고, 수치지도(R)은 1:1000 수치지도에서 대응되는 건물의 바닥 모퉁이 수평위치 좌표를 보여준다. 이 때 수치지형도는 베셀 타원체의 TM 좌표계가 사용된 것으로, 건물의 수평위치 좌표는 모두 TM 좌표로

통일하였다.

[0107] 상기 표 4에서 오차에 있는 R-M, R-D, R-A는 수치지형도의 건물 좌표에서 메타정보를 이용하여 추출한 건물 좌표, 정부대전청사를 기준으로 하여 추출한 건물 좌표, 임의의 아파트를 기준으로 하여 추출한 건물 좌표를 빼준 결과이다.

[0108] 상기 표 4에서 볼 수 있듯이, 5개 건물에 대한 수평 위치 RMS 오차는 3 m 미만으로 IKONOS 영상의 공간해상도 등을 고려했을 때, 나쁘지 않은 정확도를 보여준 것으로 판단된다. 위의 수평/수직 정확도를 비교해 보면, 메타 정보를 사용하지 않고, 대략적인 높이로부터 산출한 정보를 적용하여 생성한 3차원 건물모델도 비교적 정확할 수 있음을 알 수 있다. 또한, 3차원 건물 모델 간의 상대적인 높이 차이 패턴이 모든 경우에 유사함을 보이고 있다.

[0109] 하지만, 몇 m의 오차를 보이고 있으며, 이러한 오차의 원인은 기준 건물에서 고도각 등을 계산할 때 측정하는 건물 연직선 또는 그림자의 길이에 포함된 오차, 건물 지붕 모퉁이 선택 시 발생하는 오차, 실제 지표면의 높이가 평평하지 않았을 때 발생하는 오차 등인 것으로 추측된다.

[0110] 하기의 표 5는 구글어스 영상에서 생성한 건물 모델의 높이 정확도를 보여주고 있다.

표 5

ID	기준높이	추출된 건물 높이			오차		
	스테레오(S)	정부청사(C)	정부청사(D)	아파트(A)	S-C	S-D	S-A
1	19.072	19	19	19	0.072	0.072	0.072
3	28.593	27	29	27	1.593	-0.406	1.593
4	88.802	88	92	91	0.802	-3.197	-2.197
5	42.521	43	44	44	-0.478	-1.478	-1.478
6	40.594	44	45	44	-3.406	-4.406	-3.406
7	36.311	35	34	33	1.311	2.311	3.311
8	89.322	89	94	90	0.322	-4.677	-0.677
9	46.788	45	49	43	1.788	-2.211	3.788
10	28.173	29	30	28	-0.826	-1.826	0.173
11	95.520	94	91	92	1.520	4.520	3.520
12	81.182	82	85	79	-0.818	-3.818	2.182
14	25.329	23	22	24	2.329	3.329	1.329
15	15.352	14	15	15	1.352	0.352	0.352
16	42.525	44	39	41	-1.474	3.525	1.525
18	17.181	18	17	16	-0.818	0.181	1.181
19	15.768	18	19	18	-2.231	-3.231	-2.231
20	43.950	43	44	43	0.950	-0.049	0.950
RMSE (m)					1.574	2.921	2.174

[0111]

[0112] 상기 표 5에서 정부청사(C)는 스테레오 IKONOS 영상에서 추출한 정부대전청사 높이 88.8 m를 적용하여 추출한 건물 높이이고, 정부청사(D)는 정부대전청사 높이 91.9 m를 적용하여 추출한 건물의 높이를 보여주고 있다.

[0113] 상기 표 5에서는 총 17개 건물에 대한 오차를 보여주고 있으며, 건물 ID는 상기 표 3과 대응된다.

[0114] 여기에 없는 건물 ID의 건물은 구글어스 영상에는 없지만, IKONOS 영상에는 있는 건물이다. 위 결과에서도 알 수 있듯이, 건물 간의 상대적인 높이 차이 패턴이 모두 유사하다. 한편, 구글어스 영상의 경우에는 추출한 영상의 범위가 작아서 센서 모델을 수립할 정도의 지상 기준점을 확보하지 못하여 수평 위치 오차를 알아보지 않았다.

[0115] 도 13은 메타정보와 IKONOS 영상을 이용해서 생성한 건물 모델과 상기 표 5의 C,D,A 경우에 따라서 생성한 건물 모델을 보여주고 있다.

[0116] 상기 도 13에서 각각의 경우에 따라서 생성한 건물 모델들의 상대적인 높이 차이가 시각적으로도 유사함을 확인할 수 있다. 즉, 메타정보가 없어도 시각적으로는 실세계와 유사한 높이 패턴을 갖는 건물 모델을 생성하는 것

이 가능하다는 것을 보여준다.

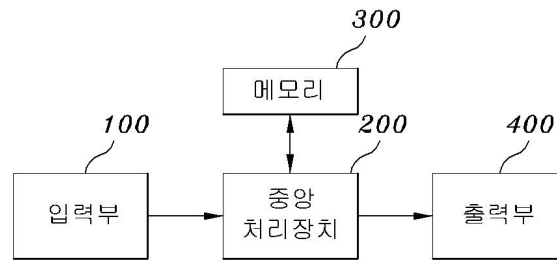
[0117] 이상과 같이 본 발명에 따른 메타정보 없는 단일 영상에서 그림자 분석을 통한 3차원 개체정보 추출방법을 예시한 도면을 참조로 하여 설명하였으나, 본 명세서에 개시된 실시예와 도면에 의해 본 발명이 한정되는 것은 아니며, 본 발명의 기술사상 범위내에서 당업자에 의해 다양한 변형이 이루어질 수 있음은 물론이다.

도면의 간단한 설명

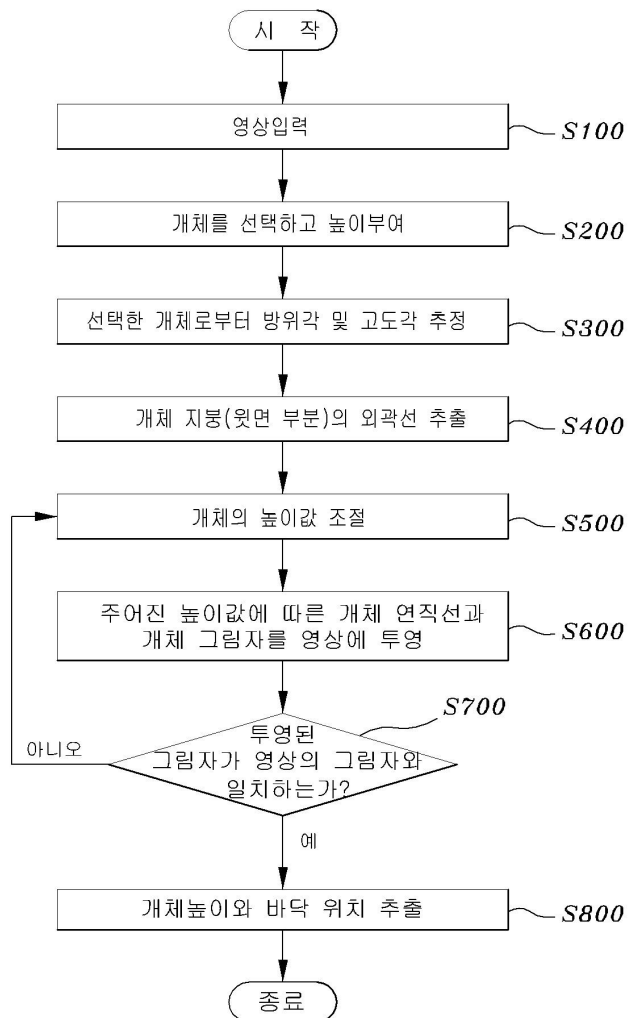
- [0118] 도 1은 본 발명을 구현하기 위한 하드웨어 구성도이다.
- [0119] 도 2는 본 발명에 따른 메타정보 없는 단일 영상에서 그림자 분석을 통한 3차원 개체정보 추출방법의 순서도이다.
- [0120] 도 3은 광원과 카메라의 고도각과 3차원 개체 및 그림자와의 관계를 설명하기 위한 도이다.
- [0121] 도 4는 영상에서 나타나는 카메라와 광원의 방위각과 3차원 개체 및 그림자와의 관계를 설명하기 위한 도이다.
- [0122] 도 5는 푸시브룸(Pushbroom) 방식으로 촬영된 영상에서 객체와 카메라 및 광원(태양)의 방위각의 관계를 나타낸 예시도이다.
- [0123] 도 6은 중심투영(Perspective) 방식으로 촬영된 영상에서 개체 연직선 방향을 나타낸 도이다.
- [0124] 도 7은 푸시브룸(Pushbroom) 방식의 영상에서 광원(태양)과 카메라의 고도각과 개체와의 관계를 나타낸 도이다.
- [0125] 도 8은 중심투영(Perspective) 방식의 영상에서 광원(태양)과 카메라의 고도각과 개체와의 관계를 나타낸 도이다.
- [0126] 도 9는 본 발명에 따른 방법을 이용하여 추정된 카메라와 광원의 방위각 및 고도각 등의 정보를 이용하여 실제로 한 장의 영상으로부터 어떻게 개체가 추출되는 지 보여주는 예시도이다.
- [0127] 도 10a는 본 발명에 따른 방법을 이용하여 실제로 푸시브룸(Pushbroom) 방식의 위성 영상에 적용하여 개체(건물)를 추출한 모습을 보여주는 예시도이고,
- [0128] 도 10b는 중심투영(Perspective) 방식의 항공사진에 적용하여 개체(건물)를 추출한 모습을 보여주는 예시도이며,
- [0129] 도 10c는 푸시브룸(Pushbroom) 방식의 위상 영상에 적용하여 개체(도로다리)를 추출한 모습을 보여주는 예시도이다.
- [0130] 도 11은 본 발명에 따른 방법을 이용하여 실제로 푸시브룸(Pushbroom) 방식의 위성 영상에 적용하여 개체의 3차원 정보를 추출하고, 이를 이용하여 3차원 모델을 생성한 결과를 보여주는 예시도이다.
- [0131] 도 12는 본 발명에 따른 방법의 실험에 사용된 영상을 나타낸 도이다.
- [0132] 도 13은 메타정보와 IKONOS 영상을 이용해서 생성한 건물 모델과 표 5의 C,D,A 경우에 따라서 생성한 건물 모델을 나타내는 도이다.

도면

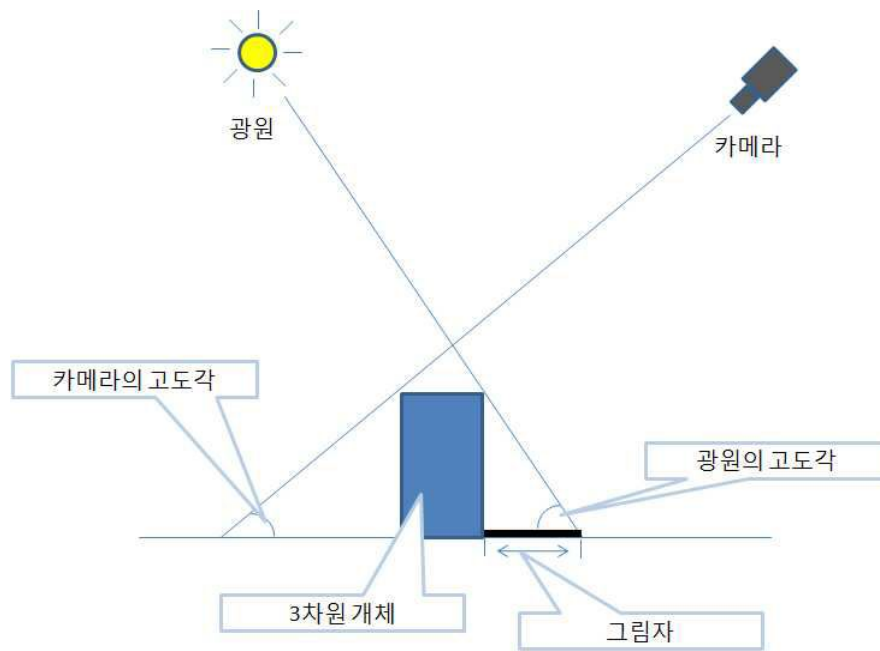
도면1



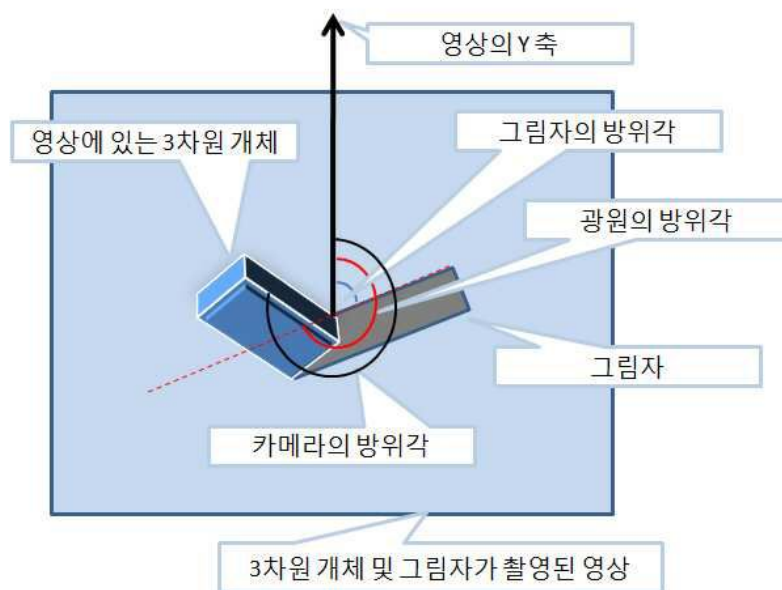
도면2



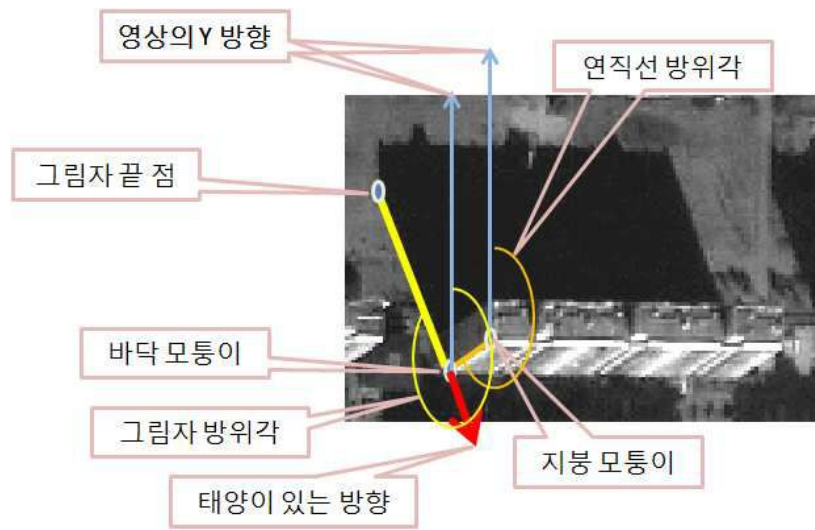
도면3



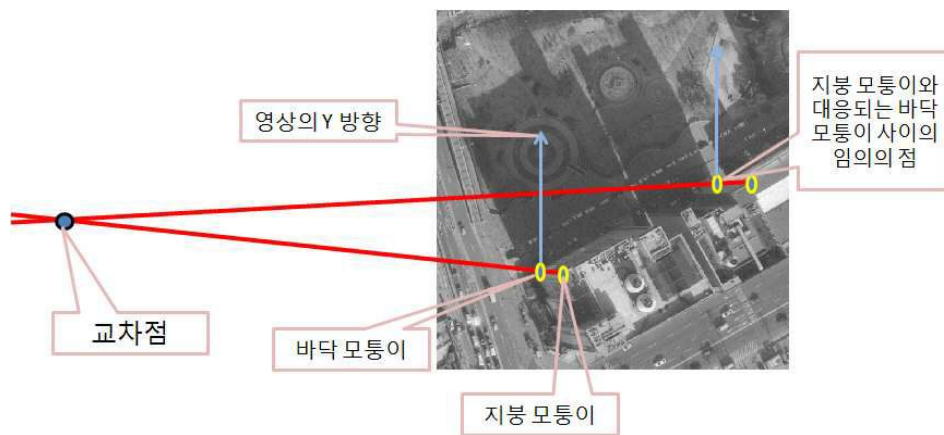
도면4



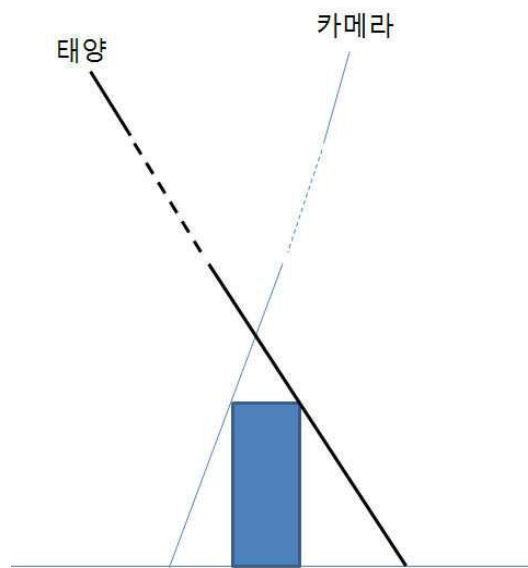
도면5



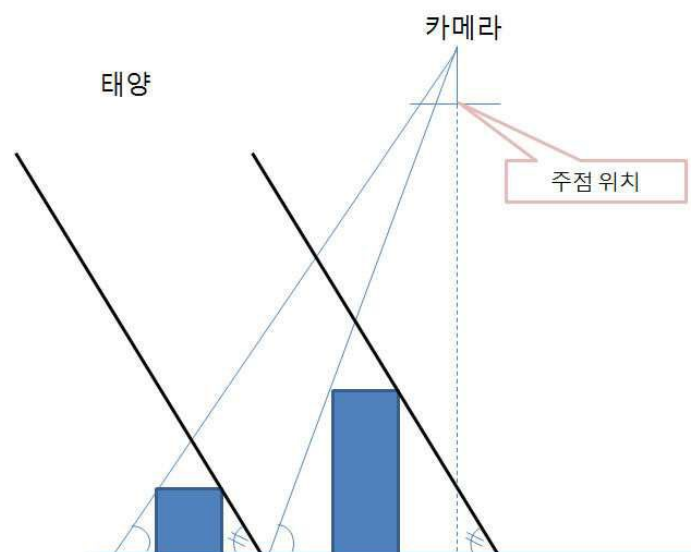
도면6



도면7



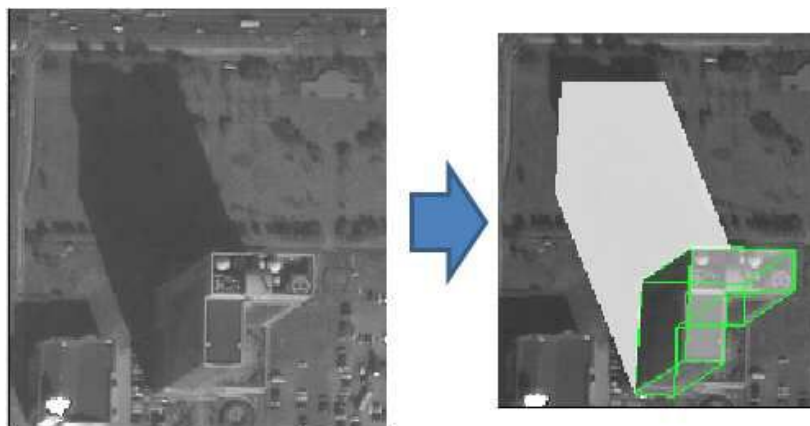
도면8



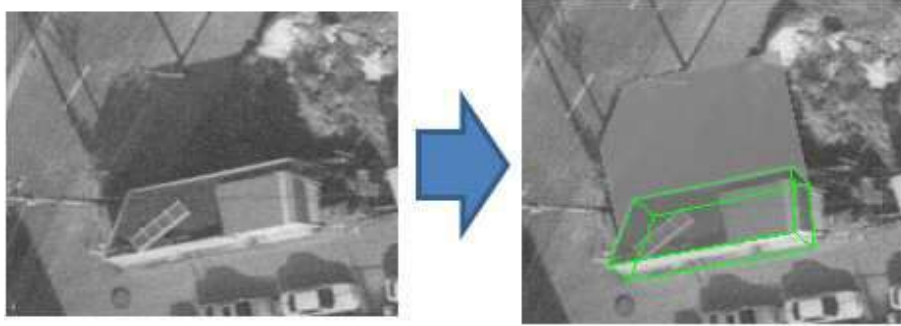
도면9



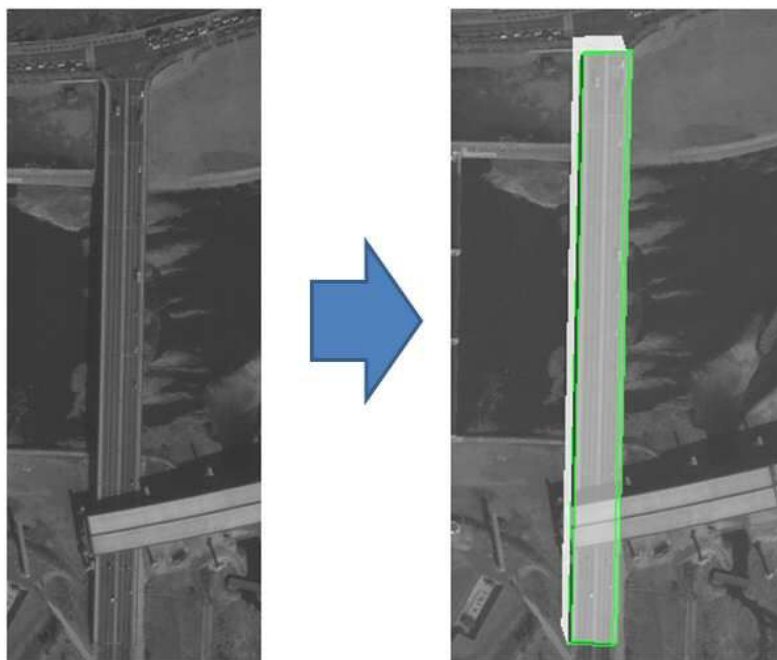
도면10a



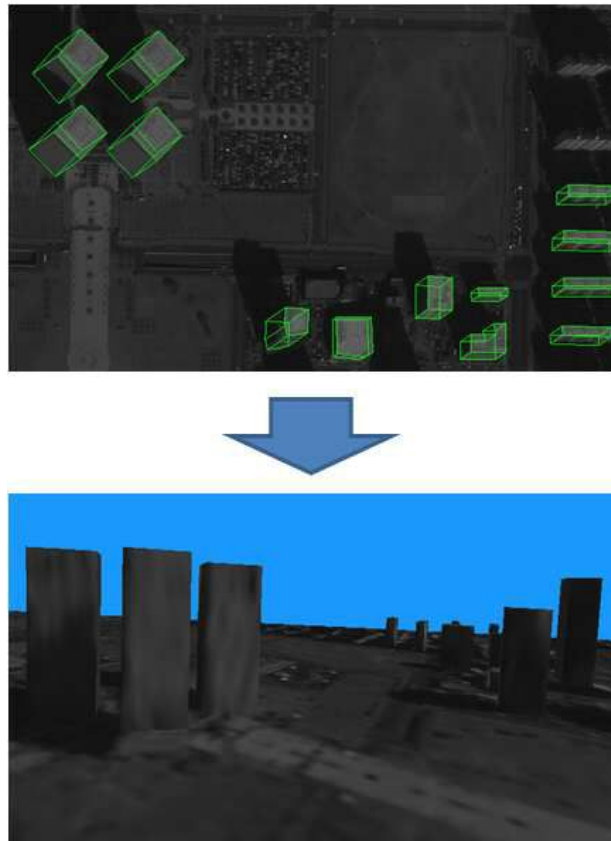
도면10b



도면10c



도면11



도면12



도면13

