

# UAV에 기반한 Solid 구조의 3차원 모델 생성에 관한 연구

엄대용\*, 김종남\*\*

\*한국교통대학교 사회기반공학전공

\*\*한국교통대학교 대학원 토목공학과

e-mail:dyum@ut.ac.kr

## A Study on the Creation of a 3D Model of Solid Structure based on UAV

Dae-Yong Um\*, Jong-Nam Kim\*\*

\*Dept. of Civil Engineering, Korea National University of Transportation

\*\*Dept. of Civil Engineering, Graduate School, Korea National University of Transportation

### 요약

최근 무인비행장치를 이용한 공간정보의 획득을 위한 제도적 기반이 마련됨에 따라 스마트 건설기술의 도입이 활발히 진행되고 있다. 무인비행장치를 이용하여 촬영되는 대축척의 항공사진을 이용하여 제작하는 3차원 실사모델은 구조적으로 체적 등의 산출이 불가능한 서페이스 모델의 형식을 가지게 된다. 이에 본 연구에서는 3차원 실사모델의 구조인 서페이스 모델 구조를 체적 등의 산출이 가능한 솔리드 모델 구조로 변환하기 위한 연구를 진행하였다. 연구를 통해 3차원 실사모델의 구조변환을 위한 체계를 구축할 수 있었으며, 이를 통해 구조 변환된 솔리드 구조형식의 3차원 모델은 각종 지형지물의 체적을 자동으로 산출할 수 있게 됨으로써 건설공정관리 및 설계를 위한 물량산출에 효과적으로 활용 가능할 것으로 기대된다.

## 1. 서론

최근 건설분야에서는 4차 산업혁명의 시대적 흐름에 대응하기 위해 스마트 건설기술이 활발히 도입되고 있으며, 이를 통해 기존 건설산업의 기술적 패러다임이 빠르게 변화하고 있다. 4차 산업혁명 기술의 핵심으로 자리매김하고 있는 무인비행장치(UAV; Unmanned Aerial Vehicle)는 최소의 인원으로 신속 정확하게 3차원의 공간정보를 구축할 수 있는 기술로 발전하고 있으며, 2020년 「무인비행장치 측량 작업규정」 등이 시행되면서 그 제도적 기반이 마련됨으로 건설현장을 비롯한 다양한 산업분야에서 그 활용도가 높아지고 있다. 이에 따라 무인비행장치로부터 획득되는 대축척의 항공사진을 이용하여 구축되는 3차원 실사모델(3D realistic model)은 각종 공간정보의 구축 및 건설정보의 구축을 위해 필수적인 정보로 자리매김 하고 있다. 그러나 3차원 실사모델은 구조적으로 체적 등의 산출이 불가능한 서페이스 모델의 형식을 가지고 있어 그 활용에 제한이 따르고 있는 실정이다. 이에 본 연구에서는 3차원 실사모델의 구조인 서페이스 모델 구조를 체적 등의 3차원 정보의 추출이 가능한 솔리드 모델 구조로 변환하기 위한 연구를 진행하였다. 본 연구에서 3차원 실사모델의 구조변환을 위한 알고리즘을 설계하고자 하였으며, 이를 통해 지형지물에 대한 3차원 정보의 자동 산출이 가능할 수 있도록 하였다.

## 2. 3차원 모델의 구조 변환

### 2.1 3차원 모델의 구조 특성

3차원 모델링(3D modeling)은 컴퓨터 그래픽에서 가상의 3차원 공간에 재현될 수 있는 수학적 모델을 만들어 가는 과정으로 입체를 표현하는 x, y, z축의 좌표값을 입력 혹은 표시함으로써 3차원의 형상을 구현하는 것을 말한다[4]. 기본적으로 와이어프레임모델(wire frame model), 서페이스모델(surface model) 그리고 솔리드모델(solid model)의 구조로 3차원의 형상을 표현한다.



(a) Wire Frame model (b) Surface model (c) Solid model

[그림 1] 3차원 모델의 구조 형식

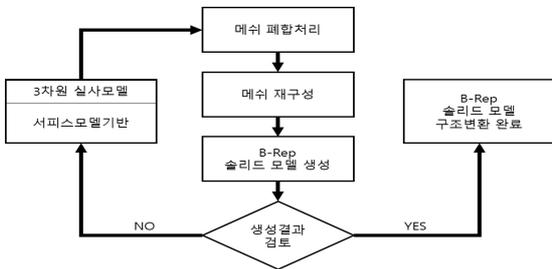
(출처 : <https://parodev.tistory.com/29>)

와이어프레임 모델링(그림 1(a))은 점, 직선, 원과 호 등의 기본적인 기하학적 요소로 마치 철사를 연결한 구조물과 같이 모델링하는 방식으로 소요시간이 적게 들고 메모리 용량이 적어도 모델링이 가능한 방식이다. 서페이스 모델링(그림 1(b))은 경계면을 구성하는 요소를 기초로 만든 것으로 흔히

경계면 모델링(boundary modeling)이라고 한다. 이 방식은 표면에 대한 정보는 제공하는 반면에 물체의 내부에 대한 정보를 제공하지 못하여 컴퓨터에 의한 물체의 용적이나 체적을 구할 수 없는 단점이 있다. 솔리드 모델링(그림 1(c))은 모델링 방법 중 가장 진보된 방법으로 와이어 프레임이나 서페이스 모델링과 유사하나 객체의 부피, 체적 등의 내부정보를 공학적으로 분석할 수 있다는 장점을 가진다[5].

### 2.2 3차원 실사모델의 구조 변환 절차

3차원 실사모델은 컴퓨터 비전 기반 영상처리를 통해 생성한 서페이스모델 구조를 갖게 된다. 서페이스 모델은 구조적으로 개방된 구조를 가짐으로 인해 체적 산출이 불가하며, 3차원 실사모델을 이용하여 체적을 산출하기 위해서는 솔리드 모델 구조로 변환이 필수적이다. 이에 본 연구에서는 UAV 기반 3차원 실사모델의 서페이스 모델 구조를 솔리드 모델의 구조로 변환하기 위한 프로세스를 설계하였다. 그림 2는 모델의 구조변환을 위한 프로세스를 나타낸 것이다.



[그림 2] 3차원 실사모델 구조변환 흐름도

서페이스 모델을 솔리드 모델로 변환하기 위해서는 우선 서페이스 모델의 폐합처리를 필요로 하며, 이는 서페이스 모델이 점군자료로부터 망을 형성하는 면(face)간의 관계로 개방되어 있기 때문이다. 서페이스 모델의 폐합처리를 실시하여 매쉬(mesh)를 재구성하여 솔리드 모델을 생성한다.

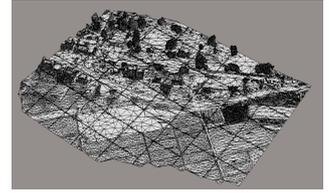
### 2.3 솔리드 모델 기반 3차원 실사모델 생성

본 연구에서 구축한 3차원 모델의 구조변환 절차를 이용하여 실제 현장자료를 기반으로 솔리드 구조의 3차원 실사모델을 생성하였다. 이를 위해 현장에 약 15,000m<sup>2</sup>의 테스트베드를 선정하고 회전익 무인비행장치인 Phantom4를 이용하여 촬영고도 50m에서 항공사진을 촬영하였으며, Context capture SW를 이용하여 3차원 점군자료 및 실사모델을 생성하였다(그림 3). 그리고 생성한 3차원 실사모델의 구조인 서페이스 모델 구조 형식을 솔리드 모델 구조 형식으로 변환하였다. 3차원 모델의 구조변환은 Autodesk社의 Fusion360 SW를 이용하였다. 그림 4는 3차원 실사모델의 서페이스 모

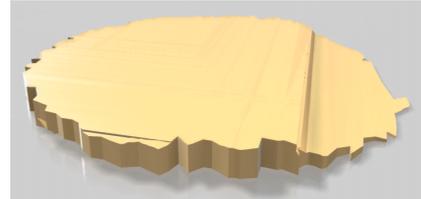
델의 구조를 나타낸 것이며, 그림 5는 구조변환을 통해 생성한 솔리드 모델 구조 형식의 3차원 모델을 나타낸 것이다.



[그림 3] UAV 항공사진 기반



[그림 4] 3차원 실사모델의 구조(서페이스 모델) 3차원 실사모델 생성 결과



[그림 5] 솔리드 모델 기반 3차원 모델의 생성 결과

## 3. 결 론

본 연구에서는 최근 다양한 산업분야에서 활용도가 크게 높아지고 있는 무인비행장치를 이용한 3차원의 공간정보 및 자료를 효과적 생성하기 위해 무인비행장치를 통해 획득되는 대축척의 항공사진을 이용하여 3차원 실사모델을 생성하고 이를 이용하여 체적 등의 산출이 가능한 3차원 모델 구조의 변환을 위한 체계를 구축한 것이다. 연구 결과 서페이스 모델 구조를 갖는 3차원 실사모델의 구조 형식을 솔리드 모델 구조의 3차원 모델로 변환할 수 있었으며, 변환을 통해 생성된 솔리드 구조의 3차원 모델은 체적 등의 산출이 가능하게 됨에 따라 건설현장에서 건설공정관리 및 물량산출 등에 효과적으로 적용이 가능할 것으로 기대된다.

### 참고문헌

- [1] Park, J. M., "Accuracy Analysis of Earth-volume Calculation By UAV Survey", Master's thesis, Gyeongsang National University, 75p, 2021.
- [2] Ryu, J.R., Lee, S.B., Lee, K.H., Kim, H.R., Lee, J.S., and Kim, H.Y., "Accuracy analysis of aerial survey based on real-time kinematic drones for smart construction -Focusing on the calculation of earthwork volume in 2.5D", Journal of Korean Society for Imaging Science and Technology, Vol. 26, No. 4, pp.101-110, 2020.
- [3] Youn, J.H. (2021), Design and Implementation of UAV Based Construction Site Monitoring and Analysis System, Journal of Korea Academia-Industrial cooperation Society, Vol. 22, No. 12, pp.116-123, 2021.
- [4] 김진웅 외 6, "훨씬 보이는 3D 기술", 전자신문사
- [5] <https://m.blog.naver.com/studycadcam/221012230515>