

무인항공 경사사진을 이용한 3차원 모델 생성 및 정확도 평가

박준규¹, 정갑용^{2*}

¹서일대학교 토목공학과, ²충남대학교 대학원 토목공학과

3D Model Generation and Accuracy Evaluation using Unmanned Aerial Oblique Image

Joon-Kyu Park¹, Kap-Yong Jung^{2*}

¹Department of Civil Engineering, Seoil University

²Department of Civil Engineering, Chungnam National University

요 약 공간정보 관련 분야는 위치정보를 취득할 수 있는 센서 및 자료처리 기술의 발달로 빠른 속도로 변화하고 있으며, 이와 연관된 각종 산업과 사회적 활동에서 수요가 커지고 있는 실정이다. 누구나 보기 쉽고 이해가 빠른 3차원 공간정보의 구축과 활용은 관련 서비스의 품질과 신뢰도 향상에 필수적인 요소라 할 수 있다. 최근에는 3차원 공간정보 구축 기술로 3D 레이저 스캐너가 많이 활용되고 있지만 3D 레이저 스캐너는 대상물의 규모가 크거나 형상이 복잡한 경우, 데이터 취득이 되지 않는 음영지역이 발생할 수 있으며, 장비의 이동 및 설치 횟수가 많아질수록 작업의 효율이 떨어지는 단점이 있다. 이에 본 연구에서는 무인항공기를 이용하여 경사사진을 취득하고, 자료처리를 통해 대상물의 3차원 모델을 생성하고자 하였다. 연구대상지를 선정하고, 무인항공기를 이용해 경사사진을 취득하였으며, 자료처리를 통해 0.02m의 간격을 가지는 포인트클라우드 형태의 3D 모델을 생성하였다. 3D 모델의 정확도 평가 결과는 최대 0.19m, 평균 0.11m로 나타났으며, 축 방향에 따른 편차의 경향성은 나타나지 않았다. 향후, 촬영 및 자료처리 방법에 따른 정확도 평가와 카메라 종류에 따른 3D 모델 구축과 정확도 평가 및 분석이 이루어진다면 3D 모델의 정확도를 개선할 수 있을 것이며, 포인트클라우드 형태의 3D 모델은 거리 및 면적의 측정, 단면 생성, 대상물의 도면화 등 다양한 활용이 가능하여 공간정보 서비스 및 관련 업무의 작업 효율성을 향상시킬 수 있을 것이다.

Abstract The field of geospatial information is rapidly changing due to the development of sensor and data processing technology that can acquire location information. And demand is increasing in various related industries and social activities. The construction and utilization of three dimensional geospatial information that is easy to understand and easy to understand can be an essential element to improve the quality and reliability of related services. In recent years, 3D laser scanners are widely used as 3D geospatial information construction technology. However, 3D laser scanners may cause shadow areas where data acquisition is not possible when objects are large in size or complex in shape. In this study, 3D model of an object has been created by acquiring oblique images using an unmanned aerial vehicle and processing the data. The study area was selected, oblique images were acquired using an unmanned aerial vehicle, and point cloud type 3D model with 0.02 m spacing was created through data processing. The accuracy of the 3D model was 0.19m and the average was 0.11m. In the future, if accuracy is evaluated according to shooting and data processing methods, and 3D model construction and accuracy evaluation and analysis according to camera types are performed, the accuracy of the 3D model will be improved. In the point cloud type 3D model, Cross section generation, drawing of objects, and so on, it is possible to improve work efficiency of spatial information service and related work.

Keywords : 3D Model, Accuracy Analysis, Geospatial Information, Oblique Image, UAV

이 성과는 2018년도 과학기술정보통신부의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 연구임(No. NRF-2018R1C1B6004021)

*Corresponding Author : Kap-Yong Jung(Chungnam National Univ.)

Tel: +82-11-9819-9369 email: jungjusa@hanmail.net

Received January 9, 2019

Revised March 4, 2019

Accepted March 8, 2019

Published March 31, 2019

1. 서론

현재 공간정보 관련 분야는 위치정보를 취득할 수 있는 센서 및 자료처리 기술의 발달로 빠른 속도로 변화하고 있으며, 다양한 서비스의 기반으로 확대되고 있다 [1,2]. 공간정보는 국토를 관리하는데 기반이 되는 자료이며, 이와 연관된 각종 산업과 사회적 활동에서 수요가 커지고 있는 실정이다. 정확하고 일반인들도 보기 쉽고 이해가 빠른 3차원 공간정보의 구축과 활용은 관련 서비스의 품질과 신뢰도 향상에 필수적인 요소라 할 수 있다 [3].

최근에는 3차원 공간정보 구축 기술로 3D 레이저 스캐너가 많이 활용되고 있다. 3D 레이저 스캐너는 대상물에 수많은 레이저를 주사하고 반사되는 값을 취득하여 대상물에 대한 포인트클라우드 형태의 공간정보를 구축할 수 있는 장비이다[4-6]. 3D 레이저 스캐너는 대상물의 정밀한 3차원 위치정보를 얻을 수 있으며, 사람이 직접 접근하기 어려운 지형이나 문화재와 같이 보전이 필요한 대상물에 직접 접촉하지 않고도 정확한 형상을 구현하여 각종 자료들을 생성하는데 활용되고 있다[7,8]. 하지만 3D 레이저 스캐너는 대상물의 규모가 크거나 형상이 복잡한 경우, 데이터 취득이 되지 않는 음영지역이 발생할 수 있는 단점이 있다.

한편, 군사적 목적으로 이용되던 무인항공기는 최근 4차 산업혁명과 국가균형발전을 위한 신성장동력으로 선정되었으며[9], 지도제작, 지형모델링 등 공간정보 관련 분야에 활용이 활발히 이루어지고 있다[10]. 무인항공기는 대상지역에 원격제어로 접근하여 영상의 취득이 가능하며, 영상처리를 통해 3차원 포인트클라우드 형태의 모델과 정사영상의 제작이 가능하다.

대상물의 3차원 모델 생성에 3D 레이저 스캐너를 활용하는 것이 효과적이지만 장비의 이동 및 설치 횟수가 많아질수록 작업의 효율이 떨어지는 점과 무인항공기에 비해 상대적으로 비용이 상승하는 단점을 보완할 수 있는 방안의 마련이 필요하다. 이에 본 연구에서는 무인항공기를 이용하여 경사사진을 취득하고, 자료처리를 통해 대상물의 3차원 모델을 생성하고자 한다. Fig. 1은 연구 흐름도를 나타낸다.

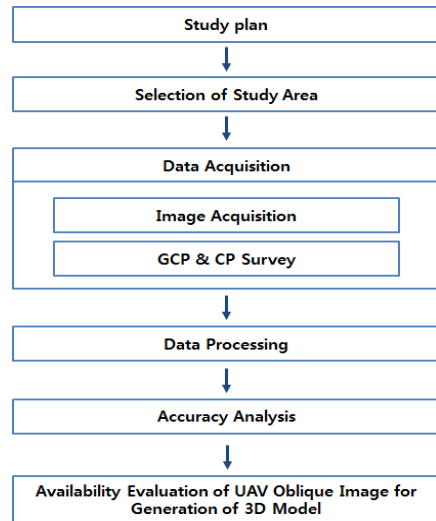


Fig. 1. Study flow

2. 연구대상지 및 데이터 취득

본 연구에서는 무인항공 경사사진을 이용한 대상물의 3차원 모델 생성을 위해 불규칙한 형상을 가지고 있으며, GCP(Ground Control Point) 및 CP(Check Point) 측량이 가능한 인천대학교 복지회관 건물의 암벽등반시설을 대상지로 선정하였다. Fig. 2는 연구대상지를 나타낸다.



Fig. 2. Study area

자료처리 성과의 정확도를 향상시키기 위해 토털스테이션을 이용하여 5점의 GCP를 측정하였으며, 성과의 정확도 검증을 위해 10점의 CP를 측정하였다. Fig. 3은 GCP 위치를 나타낸다.



Fig. 3. Locations of GCPs

경사사진은 DJI사의 Phantom4 Pro를 이용하였으며, 자동비행을 위해 Pix4D Capture로 비행경로를 설정하였다. Fig. 4는 Phantom4 Pro이며, Fig. 5는 비행경로를 나타낸다.



Fig. 4. Phantom4 PRO

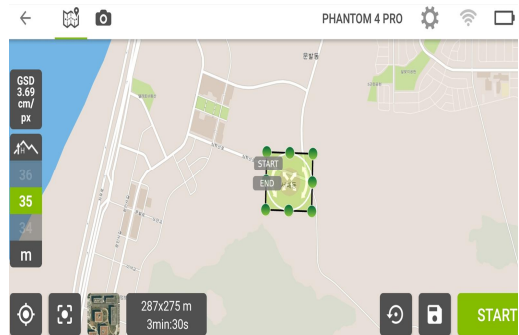


Fig. 5. Way point

비행고도 35m에서 총 40장의 사진을 촬영하였다. Fig. 6은 Phantom4 Pro이며, Fig. 7은 촬영된 경사사진 중 일부를 나타낸다.



Fig. 6. Oblique Images

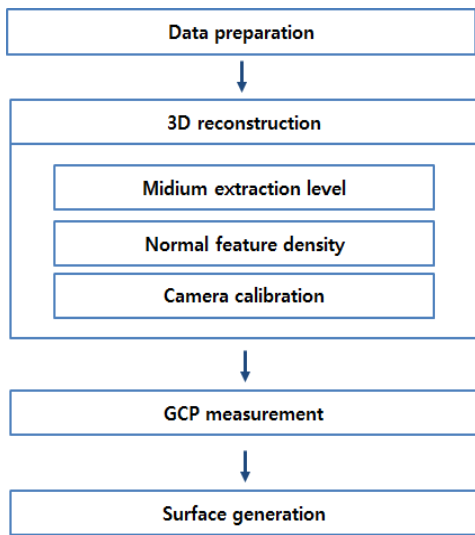


Fig. 7. Data processing flow

3. 자료처리 및 분석

무인항공 경사영상은 UAS Master의 Close Ranged 3D 모듈을 이용해 처리하였다. 자료과정은 자료의 입력, 접합점 추출, GCP 관측, 3D 모델 생성의 순으로 수행되었다. Fig. 8은 자료처리 과정이며, Fig. 9는 자료처리 화면을 나타낸다.

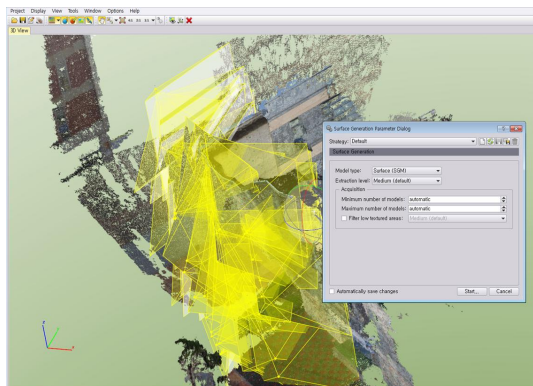


Fig. 8. Data processing screen

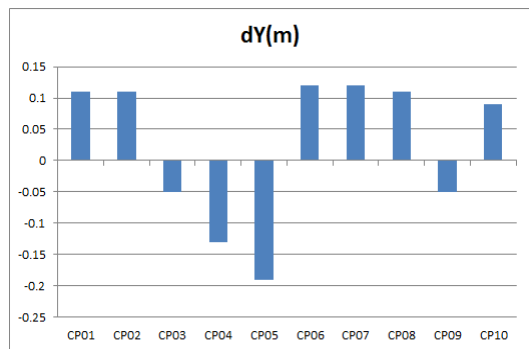
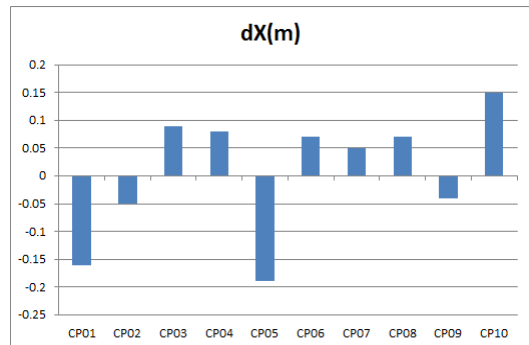
3D 모델은 SGM(Semi-Global Matching) 방법을 이용하여 생성하였으며, 생성된 포인트클라우드에서 점들 간의 간격은 약 0.02m였다. Fig. 9는 자료처리를 통해 생성된 3D 모델을 나타낸다.



Fig. 9. 3D model

경사사진을 이용한 3D 모델의 생성은 빠른 데이터 취득과 장비 설치가 어려운 지역에서 활용이 가능하며, 컬러값을 가지고 있는 포인트클라우드 데이터를 생성함으로써 대상을 효과적으로 가시화 할 수 있는 장점이 있어 공간정보 관련 분야 서비스에 활용이 가능할 것이다.

한편, 연구를 통해 생성된 3D 모델의 정확도 평가를 위해 토털스테이션으로 취득한 10점의 CP성과와 3D 모델에서 취득한 성과를 비교하였다. Fig. 10은 정확도 평가 결과를 나타낸다.



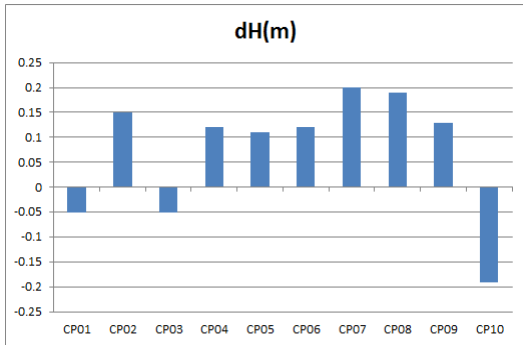


Fig. 10. Accuracy analysis

3D 모델의 정확도는 X, Y, H 각 축 방향으로 최대 0.19m, 평균 0.11m로 나타났으며, 축 방향에 따른 편차의 경향성은 나타나지 않았다. 3D 모델의 정확도를 개선하기 위해 향후, 촬영 및 자료처리 방법에 따른 정확도 평가와 카메라 종류에 따른 3D 모델 구축과 정확도 평가 및 분석이 필요할 것이다.

무인항공 경사사진을 통해 생성되는 3D 모델은 포인트클라우드 데이터로 각각의 점들이 3차원 위치값을 가지고 있기 때문에 고도에 따른 분류와 같은 분석이 가능하다. Fig. 11은 포인트클라우드를 고도별 색상으로 나타낸 것이다.

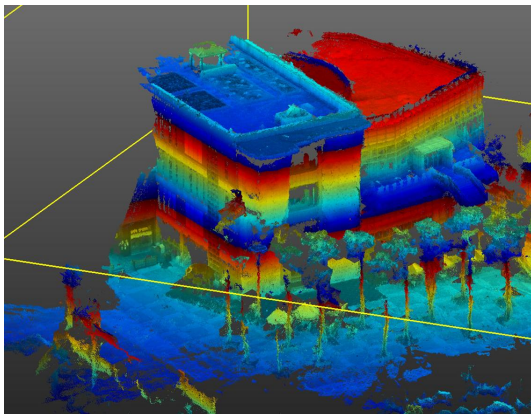


Fig. 11. Colored pointcloud by height

또한 대상물에 대한 거리 및 면적의 측정이 가능하여 대상물에 대한 측정이 가능하고, 단면을 생성하여 대상물을 도면화 하는데 이용할 수 있다. Fig. 12는 포인트클라우드를 이용한 거리측정이며, Fig. 12은 단면 생성을 나타낸다.

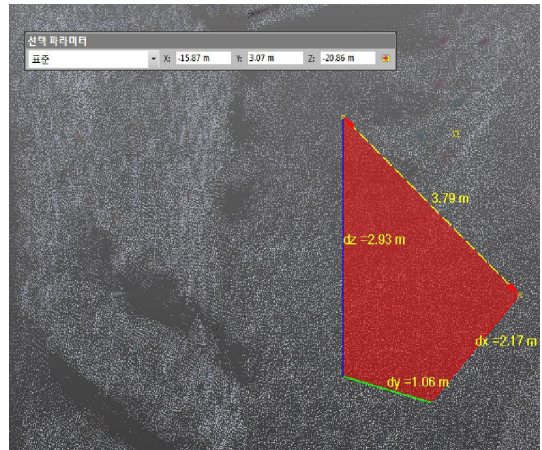


Fig. 12. Distance measurement

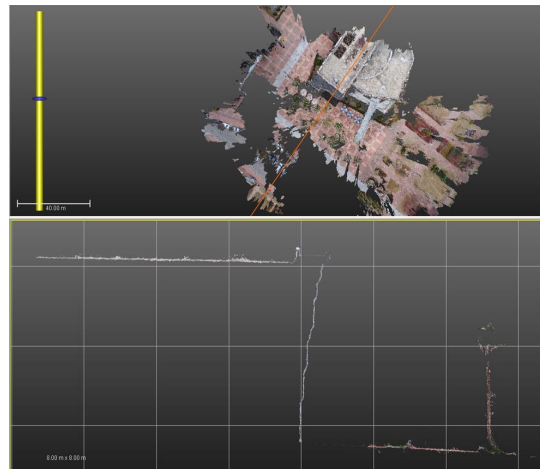


Fig. 12. Cross section creation using 3D model

스캐닝 토털스테이션의 성과물을 이용해 터널의 설계 데이터와 비교한 미굴 및 여굴량에 대한 분석이 가능하였으며, 작업 구간 전체에 대한 연속적인 성과물을 생성할 수 있었다. 스캐닝 토털스테이션은 토털스테이션과 3차원 레이저스캐너의 단점을 보완하여 터널측량 업무의 효율성을 향상시킬 수 있을 것이다.

4. 결론

본 연구는 무인항공기를 이용하여 경사사진을 취득하고, 자료처리를 통해 대상물의 3차원 모델을 생성한 것

으로 연구를 통해 다음과 같은 결론을 얻었다.

1. 무인항공기를 통해 경사사진을 취득하였으며, 자료 처리를 수행하여 연구대상지에 대한 포인트클라우드 형태의 3차원 모델을 효과적으로 생성하였다.
2. 구축된 3차원 모델에 대한 정확도 평가 결과, 최대 0.19m, 평균 0.11m로 나타났으며, 축 방향에 따른 편차의 경향성은 나타나지 않았다.
3. 향후, 촬영 및 자료처리 방법에 따른 정확도 평가와 카메라 종류에 따른 3D 모델 구축과 정확도 평가 및 분석이 이루어진다면 3D 모델의 정확도를 개선할 수 있을 것이다.
4. 포인트클라우드 형태의 3D 모델은 거리 및 면적의 측정, 단면 생성, 대상물의 도면화 등 다양한 활용이 가능하여 공간정보 서비스 및 관련 업무의 작업 효율성을 향상시킬 수 있을 것이다.

References

- [1] H. Y. Kang, S. K. Nam, J. R. Hwang, J. Y. Lee, "LOD(Level of Detail) Model for Utilization of Indoor Spatial Data", *Korean Society Of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography, Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol.36, No.6, 2018, pp. 545-554. DOI: <https://doi.org/10.7848/ksgpc.2018.36.6.545>
- [2] J. B. Lee, S. Y. Kim, H. M. Jang, Y. Huh, "Detection of Unauthorized Facilities Occupying on the National and Public Land Using Spatial Data", *Korean Society Of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography, Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol.36, No.2, 2018, pp. 67-74. DOI: <https://doi.org/10.7848/ksgpc.2018.36.2.67>
- [3] K. J. Ahn, D. S. Ko, "A Study on Reconstruction of 3-Dimensional Spatial Model Based on Photogrammetry Using V-World and Its Use as Urban 3D", *Journal of Digital Contents Society Content*, Vol.20, No.1, 2019, pp. 119-126. DOI: <https://doi.org/10.7236/JIIBC.2017.17.6.181>
- [4] Y. R. Park, Y. O. Kang, D. E. Kim, J. Y. Lee, N. Y. Kim, "Analysis of Seoul Image of Foreign Tourists Visiting Seoul by Text Mining with Flickr Data", *Journal of the Korean Society For Geospatial Information Science*, Vol.27, No.1, 2019, pp. 11-23. DOI: <https://doi.org/10.7236/JIIBC.2017.17.6.203>
- [5] M. K. Chung, C. J. Kim, K. H. Choi, D. K. Chung, Y. G. Kim, "Development of LiDAR Simulator for Backpack-mounted Mobile Indoor Mapping System", *Korean Society Of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography, Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol.35, No.2, 2017, pp. 91-102. DOI: <https://doi.org/10.7236/JIIBC.2018.18.1.129>
- [6] K. D. Kim, S. H. Jung, K. H. Lee, Y. S. Choi, M. S. Kim, "Mobile Mapping System Development Based on MEMS-INS for Measurement of Road Facility", *Korean Society Of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography, Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol.36, No.2, 2018, pp. 75-84. DOI: <https://doi.org/10.7236/JIIBC.2018.18.2.157>
- [7] T. H. Park, C. M. Jang, S. I. Jang, B. S. Chun, "Road-traffic Noise Mapping by Combining GIS DB and LiDAR Dataset", *Trans. Korean Soc. Noise Vib. Eng.*, Vol.28, No.4, 2018, pp. 483-489. DOI: <https://doi.org/10.11627/jkise.2018.41.2.074>
- [8] B. G. Choi, Y. W. Na, Y. S. Shin, "A Comparative Study of Carbon Absorption Measurement Using Hyperspectral Image and High Density LiDAR Data in Geojedo", *Korean Society Of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography, Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol.35, No.4, 2017, pp. 231-240. DOI: <https://doi.org/10.7848/ksgpc.2018.36.6.545>
- [9] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Press Releases [Internet]. Ministry of Land, Infrastructure and Transport. Available From: <http://www.law.go.kr/> (accessed Feb., 10, 2019)
- [10] K. J. Ahn, D. S. Ko, "A Study on Reconstruction of 3-Dimensional Spatial Model Based on Photogrammetry Using V-World and Its Use as Urban 3D", *Journal of Digital Contents Society Content*, Vol.20, No.1, pp.119-126, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.9728/dcs.2019.20.1.119>
- [11] Y. R. Park, Y. O. Kang, D. E. Kim, J. Y. Lee, N. Y. Kim, "Analysis of Seoul Image of Foreign Tourists Visiting Seoul by Text Mining with Flickr Data", *Journal of the Korean Society For Geospatial Information Science*, Vol.27, No.1, pp.11-23, 2019. DOI: <http://dx.doi.org/10.7319/kogsis.2019.27.1.01>
- [12] M. K. Chung, C. J. Kim, K. H. Choi, D. K. Chung, Y. G. Kim, "Development of LiDAR Simulator for Backpack-mounted Mobile Indoor Mapping System", *Korean Society Of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography, Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol.35, No.2, pp. 91-102, 2017. DOI: <https://doi.org/10.7848/ksgpc.2018.36.6.545>
- [13] K. D. Kim, S. H. Jung, K. H. Lee, Y. S. Choi, M. S. Kim, "Mobile Mapping System Development Based on MEMS-INS for Measurement of Road Facility", *Korean Society Of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography, Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol.36, No.2, pp.75-84, 2018. DOI: <https://doi.org/10.7848/ksgpc.2018.36.2.75>
- [14] T. H. Park, C. M. Jang, S. I. Jang, B. S. Chun,

“Road-traffic Noise Mapping by Combining GIS DB and LiDAR Dataset”, *Trans. Korean Soc. Noise Vib. Eng.*, Vol.28, No.4, pp.483-489, 2018.
DOI: <https://doi.org/10.5050/KSNVE.2018.28.4.483>

[15] B. G. Choi, Y. W. Na, Y. S. Shin, “A Comparative Study of Carbon Absorption Measurement Using Hyperspectral Image and High Density LiDAR Data in Geojedo”, *Korean Society Of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography, Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol.35, No.4, pp.231-240, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.7848/ksgepc.2017.35.4.231>

[16] Ministry of Land, Infrastructure and Transport, Press Releases [Internet]. Ministry of Land, Infrastructure and Transport. Available From: <http://www.law.go.kr/> (accessed Feb., 10, 2019)

[17] S. K. Choi, G. H. Kim, J. W. Choi, S. K. Lee, D.Y. Choi, S. H. Jung, S. J. Chun, “UAV-based Land Cover Mapping Technique for Monitoring Coastal Sand Dunes,” *Korean Society Of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography, Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, Vol.35, No.1, pp.11-22, 2017.
DOI: <https://doi.org/10.7848/ksgepc.2017.35.1.11>

박 준 규(Joon-Kyu Park)

[중신회원]



- 2001년 2월 : 충남대학교 공과대학 토목공학과 (공학사)
- 2003년 2월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (공학석사)
- 2008년 8월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (공학박사)
- 2011년 3월 ~ 현재 : 서일대학교 토목공학과 부교수

<관심분야>
지형공간정보공학

정 갑 용(Kap-Yong Jung)

[정회원]



- 2003년 8월 : 충남대학교 공과대학 토목공학교육과 (공학사)
- 2009년 2월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (공학석사)
- 2013년 2월 : 충남대학교 대학원 토목공학과 (공학박사)
- 2013년 2월 ~ 현재 : 충남대학교 대학원 토목공학과 연구원

<관심분야>
지형공간정보공학