

포인트클라우드 데이터를 이용한 수목관리정보 구축 방안

이근왕¹, 박준규^{2*}

¹청운대학교 멀티미디어학과, ²서일대학교 토목공학과

Construction of Tree Management Information Using Point Cloud Data

Keun-Wang Lee¹, Joon-Kyu Park^{2*}

¹Department of the Multimedia Science, Chungwoon University

²Department of Civil Engineering, Seoil University

요약 효과적인 산림경영계획 수립을 위해서는 수고, 흉고직경 등 수목관리정보에 대한 조사가 필요하다. 하지만 기존의 산림조사 방법의 효율성을 향상시키기 위한 데이터 취득 기술의 융복합 및 적용에 대한 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 3D 스캐너를 통해 취득되는 포인트클라우드 데이터를 활용하여 수목관리정보를 구축하고 분석하였다. 고정형 및 이동형 3D 스캐너를 이용하여 연구대상지에 대한 데이터를 취득하였으며, 작업시간 비교를 통해 이동형 3D 스캐너의 효율성을 제시하였다. 또한 포인트클라우드 데이터를 이용한 식생의 객체별 분류를 수행하고, 흉고직경 및 수고에 대한 정보를 구축함으로써 객체 관리가 가능한 수목관리정보를 구축하였다. 기존의 측정 방법과 비교한 정확도 평가 결과 수고는 0.02-0.09m, 흉고직경은 0.01-0.04m의 차이를 나타내었다. 향후 추가적인 연구를 통해 객체별 식생의 위치와 수관에 대한 정보를 구축한다면 산림관리정보 구축 관련 업무 효율성 증가에 기여할 것이다.

주제어 : 3D 스캐너, 공간정보융복합, 수목관리정보, 포인트클라우드, 흉고직경, 수고

Abstract In order to establish an effective forest management plan, it is necessary to investigate tree management information such as tree height and DBH(Diameter at breast height). However, research on convergence and application of data acquisition technology to improve the efficiency of existing forest survey methods is insufficient. Therefore, in this study, tree management information was constructed and analyzed using point cloud data acquired through a 3D scanner. Data on the study site was acquired using fixed and mobile 3D scanners, and the efficiency of the mobile 3D scanner was presented through comparison of working hours. In addition, tree management information for object management was constructed by classifying vegetation by object using point cloud data, and by constructing information on chest height diameter and height. As a result of the accuracy evaluation compared with the conventional measurement method, the difference in tree height was 0.02-0.09m and DBH was 0.01-0.04m. If information on the location of vegetation and crowns of each object is constructed through additional research in the future, the efficiency of the work related to forest management information construction can be greatly increased.

Key Words : 3D Scanner, Geospatial Information Convergence, Tree Management Information, Point Cloud, DBH, Tree Height

*This work was supported by an Academic Research Fund of Chungwoon University in 2020

*Corresponding Author : Joon-Kyu Park(survey@empas.com)

Received October 20, 2020

Revised November 6, 2020

Accepted November 20, 2020

Published November 28, 2020

1. 서론

산림은 국토환경을 보존하고 임산물을 생산하는 기반으로 국가발전과 생명체의 생존을 위하여 없어서는 안 될 중요한 자산이며, 생태적 건전성과 산림자원의 유지를 통하여 현재 세대뿐 만아니라 미래세대의 수요를 충분히 감당할 수 있도록 지속가능한 종합적 계획에 의한 산림 경영이 필요하다[1-3]. 산림경영계획은 효과적인 산림 경영을 위한 장기간의 계획으로 산림경영계획 수립을 위해서는 수고, 흉고직경 등 수목관리정보에 대한 조사가 필요하다[4-6]. 하지만 현재 수목관리정보 조사는 윤척, 줄자, 측고기, GNSS, 카메라, 도면, 매목조사야장 등을 이용한 인력 위주의 조사가 수행되고 있어, 산림에 대한 정확한 정보의 효과적인 조사가 이루어지지 못하고 있는 실정이다. Fig. 1과 Fig. 2는 기존의 산림조사 방법을 나타낸다[7].



Fig. 1. Forest Surveying using Calipers



Fig. 2. Forest Surveying using Tape Measurement

최근 공간정보 데이터 취득 기술의 발달로 측량, 3차원 공간정보 구축 등 다양한 분야에 3D 스캐너를 활용한 연구가 이루어지고 있다. 산림조사 관련 연구로 산림식생의 조성을 파악하고, 구조변화를 파악한 연구가 수행되었으며[8-12], 국립공원을 대상으로 상록침엽수의 분포 상태를 조사한 연구가 이루어졌다[13]. 하지만 기존의 산림조사 방법의 효율성을 향상시키기 위한 공간정보융복합에 대한 연구는 부족한 실정이다. 이에 본 연구에서는 3D 스캐너로 취득되는 데이터를 활용하여 수목관리정보를 구축하고 분석함으로써 포인트클라우드 데이터의 활용성을 평가하고자 한다. Fig. 3은 연구흐름도를 나타낸다.

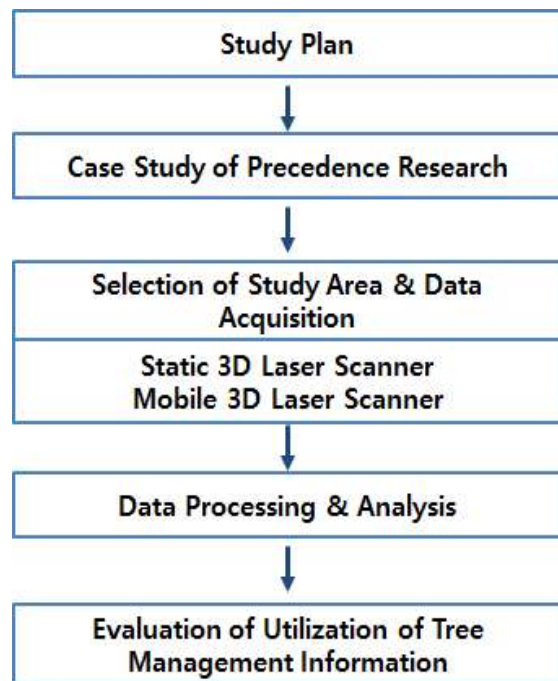


Fig. 3. Study Flow

2. 연구대상지

본 연구에서는 3D 스캐너로 취득되는 데이터를 활용하여 수목관리정보를 구축하기 위해 서울 인근의 식생을 포함한 주택가를 연구대상지로 선정하였다. 연구대상지는 주택과 식생과 주택이 함께 존재하여 지형 및 식생에 대한 데이터 취득이 용이하였다. Fig. 4는 연구대상지를 나타낸다.

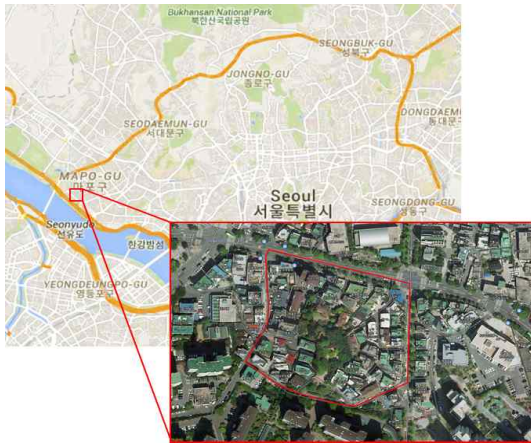


Fig. 4. Study Site

3. 수목관리정보 구축

데이터 취득은 연구대상지에 대해 고정형 3D 스캐너와 이동형 3D 스캐너를 통해 이루어졌다. 고정형 3D 스캐너는 T사의 X7을 이용하였으며, 이동형 3D레이저스캐너는 G사의 C50모델을 이용하였다. Fig. 5와 Fig 6은 데이터 취득에 이용된 3D레이저 스캐너를 나타낸다 [14,15].



Fig. 5. X7



Fig. 6. C50

데이터 취득은 작업효율성의 비교를 위해 고정형과 이동형 장비를 이용하여 수행되었다. Fig. 7은 고정형 3D 스캐너를 이용해 취득한 데이터를 나타낸다.



Fig. 7. Data Acquired using a Static 3D Scanner

고정형 3D 스캐너는 연구대상지의 데이터 취득을 위해 총 15 스테이션에서 데이터를 취득하였으며, 데이터 취득 시간은 총 90분 정도가 소요되었다. 이동형 3D 스캐너는 같은 면적의 데이터를 취득하는데 30분이 소요되었으며, registration 및 Georeferencing 처리에 소요된 시간은 2가지 경우 모두 60분 이었다. Table 1은 고정형 및 이동형 3D 스캐너의 작업시간을 나타낸다.

Table 1. Working Hours of Static and Mobile 3D Scanners

| Process | Static | Mobile |
|------------------|--------|--------|
| Data Acquisition | 90 min | 30 min |
| Registration | 30 min | - |
| Georeferencing | 30 min | 60 min |

데이터 취득은 고정형보다 이동형 3D 스캐너가 3배 이상의 효율을 나타내었으며, 대상지의 면적이 클수록 이러한 효율의 차이는 더욱 커질 것이다. 데이터 처리에서는 Georeferencing에 소요된 시간이 이동형 3D 스캐너가 크기 때문에 추가적인 연구를 통해 효율성을 비교할 필요가 있다.

고정형 및 이동형 3D 스캐너를 통해 취득된 데이터는 포인트클라우드 데이터이며, 본 연구에서는 포인트클라우드 데이터를 이용한 수목관리정보 구축을 위해 흉고직

경, 수고 등의 정보를 생성하였다. 자료처리 과정은 포인트클라우드 데이터의 분류를 통한 식생 추출, 객체별 식생 분리, 흉고직경 및 수고 측정의 과정으로 이루어졌다. Fig. 8은 수목관리정보 구축을 위한 데이터 처리 과정을 나타낸다.

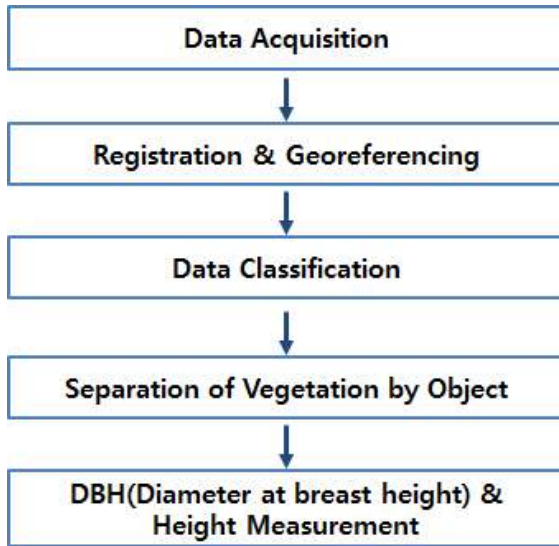


Fig. 8. Data Processing Process

registration 및 georeferencing된 포인트클라우드 데이터에서 식생을 객체별로 분류하기 위하여 G사의 LiDAR 360 소프트웨어를 이용하였다. Fig. 9는 연구대상지의 식생 분류 결과를 나타낸다.

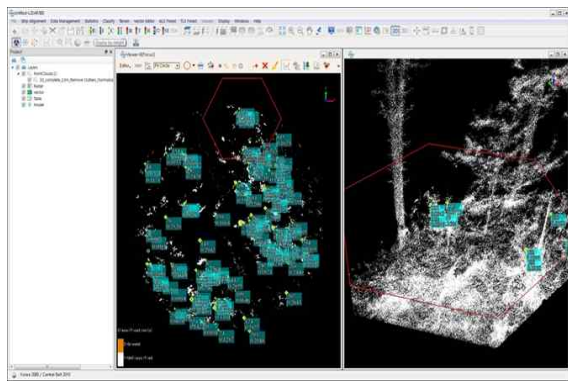


Fig. 9. Data Classification Result

수목관리정보 구축을 위해 식생 객체별로 흉고직경 및 수고를 측정하였다. Fig. 10은 객체별로 분류한 포인트클라우드를 나타내며, Fig. 11은 흉고직경 및 수고 측정을 나타낸다.

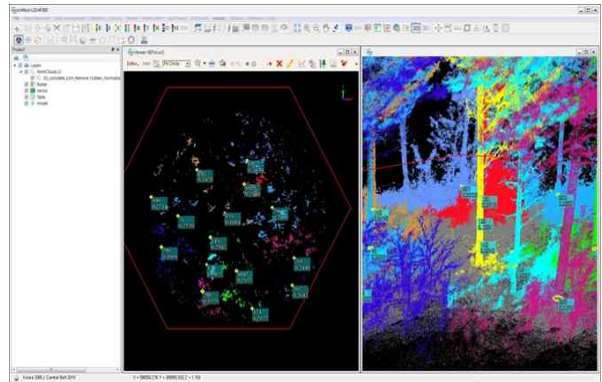


Fig. 10. Point Cloud Classified by Object

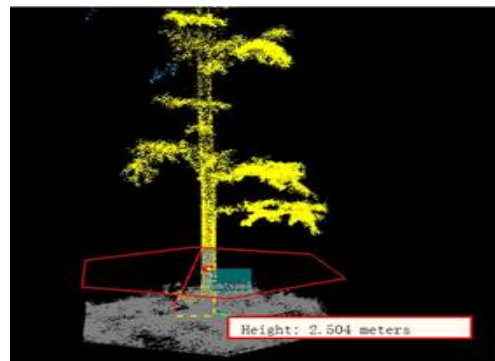
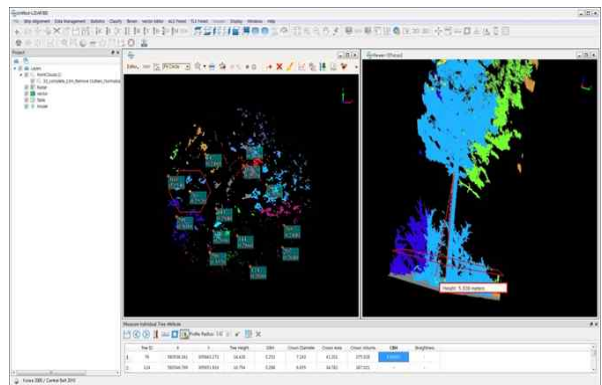


Fig. 11. Measurement of DBH and Height

수목관리정보는 객체 관리가 가능하도록 식생별로 순차적 ID를 부여하고, 흉고직경, 수고 등의 데이터를 보고서 형태로 작성하였다. Fig. 12는 연구를 통해 구축된 수목관리정보의 일부를 나타낸다.

정확도 평가를 위해 토털스테이션으로 측정한 수고와 윤척으로 측정한 흉고직경을 포인트클라우드에서 측정된 수고 및 흉고직경과 비교하였다. 정확도 평가 결과는 Table 2와 같다.

| TreeID | TreeHeight | DBH | CrownDia | CrownArea | PreviousID |
|--------|------------|------|----------|-----------|------------|
| 1 | 6.6 | 0.13 | 5.59 | 26.95 | 688 |
| 2 | 7.91 | 0.16 | 5.82 | 26.6 | 717 |
| 3 | 8.34 | 0.17 | 7.41 | 43.09 | 718 |
| 4 | 9.85 | 0.24 | 17.36 | 236.61 | 715 |
| 5 | 14.32 | 0.21 | 17.55 | 241.81 | 73 |
| 6 | 7.8 | 0.15 | 6.19 | 30.06 | 725 |
| 7 | 9.77 | 0.26 | 8.22 | 53.09 | 726 |
| 8 | 7 | 0.21 | 6.32 | 31.33 | 201 |
| 9 | 9.77 | 0.17 | 6.39 | 32.04 | 728 |
| 10 | 6.71 | 0.18 | 5.02 | 19.78 | 17 |
| 11 | 14.37 | 0.2 | 19.76 | 306.73 | 719 |
| 12 | 6.68 | 0.11 | 3.31 | 8.61 | 721 |
| 13 | 7.37 | 0.17 | 5.14 | 20.78 | 732 |
| 14 | 7.62 | 0.14 | 7.08 | 39.4 | 723 |
| 15 | 8.03 | 0.2 | 6.37 | 31.88 | 735 |
| 16 | 11.16 | 0.24 | 12.25 | 117.85 | 736 |
| 17 | 7.54 | 0.21 | 4.95 | 19.23 | 731 |
| 18 | 3.04 | 0.09 | 0.38 | 0.12 | 727 |
| 19 | 7.47 | 0.23 | 4.71 | 17.41 | 730 |
| 20 | 7.68 | 0.1 | 4.07 | 13.03 | 674 |
| 21 | 7.69 | 0.12 | 3.89 | 11.93 | 733 |
| 22 | 9.71 | 0.2 | 4.64 | 16.89 | 734 |
| 23 | 7.6 | 0.24 | 6.38 | 31.99 | 737 |
| 24 | 19.11 | 0.16 | 21.92 | 377.44 | 729 |
| 25 | 6.84 | 0.14 | 3.63 | 10.33 | 722 |

Fig. 12. Tree Management Information

Table 2. Accuracy Analysis Result

| Measure with Equipment | | Measure with Point Cloud | | Deviation | |
|------------------------|------|--------------------------|------|------------|------|
| TreeHeight | DBH | TreeHeight | DBH | TreeHeight | DBH |
| 6.60 | 0.13 | 6.54 | 0.11 | 0.06 | 0.02 |
| 7.91 | 0.16 | 7.88 | 0.13 | 0.02 | 0.03 |
| 8.34 | 0.17 | 8.28 | 0.15 | 0.06 | 0.02 |
| 9.85 | 0.24 | 9.80 | 0.23 | 0.05 | 0.01 |
| 14.32 | 0.21 | 14.29 | 0.19 | 0.03 | 0.02 |
| 7.80 | 0.15 | 7.78 | 0.12 | 0.02 | 0.03 |
| 9.77 | 0.26 | 9.68 | 0.23 | 0.09 | 0.03 |
| 7.00 | 0.21 | 6.98 | 0.19 | 0.02 | 0.02 |
| 9.77 | 0.17 | 9.70 | 0.15 | 0.07 | 0.02 |
| 6.71 | 0.18 | 6.65 | 0.15 | 0.06 | 0.03 |
| 14.37 | 0.20 | 14.34 | 0.18 | 0.03 | 0.02 |
| 6.68 | 0.11 | 6.65 | 0.09 | 0.03 | 0.02 |
| 7.37 | 0.17 | 7.31 | 0.15 | 0.06 | 0.02 |
| 7.62 | 0.14 | 7.58 | 0.11 | 0.04 | 0.03 |
| 8.03 | 0.20 | 8.01 | 0.16 | 0.02 | 0.04 |
| 11.16 | 0.24 | 11.12 | 0.22 | 0.04 | 0.02 |
| 7.54 | 0.21 | 7.49 | 0.20 | 0.04 | 0.01 |
| 3.04 | 0.09 | 3.01 | 0.08 | 0.03 | 0.01 |
| 7.47 | 0.23 | 7.41 | 0.22 | 0.06 | 0.01 |
| 7.68 | 0.10 | 7.64 | 0.08 | 0.04 | 0.02 |
| 7.69 | 0.12 | 7.61 | 0.08 | 0.08 | 0.04 |
| 9.71 | 0.20 | 9.68 | 0.18 | 0.03 | 0.02 |
| 7.60 | 0.24 | 7.54 | 0.22 | 0.06 | 0.02 |
| 19.11 | 0.16 | 19.04 | 0.14 | 0.07 | 0.02 |
| 6.84 | 0.14 | 6.79 | 0.12 | 0.05 | 0.02 |

기존의 측정 방법과 비교한 정확도 평가 결과 수고는 0.02-0.09m, 흉고직경은 0.01-0.04m의 차이를 나타내었다. 국가산림자원조사에서 흉고직경은 1cm 단위, 수고는 10cm 단위로 측정하는 것으로 방법이 정의되어 있

음을 고려할 때[7], 이러한 정확도는 수목관리에 충분히 활용이 가능할 것으로 판단된다.

연구를 통해 구축된 객체별 수목관리정보는 기존의 인력에 의한 산림조사 방법보다 효과적인 방법으로 산림조사 및 관리를 위한 기초자료로 활용이 가능하며, 산림관리정보 구축 관련 업무의 효율성 증대를 위해 객체별 식생의 위치와 수관 정보의 추가적인 구축이 필요하다.

4. 결론

본 연구는 포인트클라우드 데이터를 이용하여 수목관리정보를 구축하고 분석함으로써 3D 스캐너의 활용성을 평가하고자 하였다.

- 고정형 및 이동형 3D 스캐너를 이용하여 연구대상지에 대한 데이터를 취득하였으며, 작업시간 비교를 통해 이동형 3D 스캐너의 효율성을 제시하였다.
- 포인트클라우드 데이터를 이용한 식생의 객체별 분류를 수행하고, 흉고직경 및 수고에 대한 정보를 구축함으로써 객체 관리가 가능한 수목관리정보를 구축하였다.
- 기존의 수고 및 흉고직경 측정방법과 포인트클라우드 데이터를 이용한 측정방법을 비교한 정확도 평가 결과 수고는 0.02-0.09m, 흉고직경은 0.01-0.04m의 차이를 나타내었으며, 이러한 정확도는 산림관리에 충분히 활용이 가능할 것이다.
- 향후 산림관리정보 구축 관련 업무의 효율성 증대를 위해 객체별 식생의 위치와 수관 정보의 추가적인 구축이 필요하다.

REFERENCES

[1] J. K. park & K. Y. Jung. (2020). Construction of 3D Geospatial Information for Development and Safety Management of Open-pit Mine. *Korean Society Of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography, Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, 38(1), 43-48. DOI: <https://doi.org/10.7848/ksgpc.2020.38.1.43>

[2] H. C. Yun & J. S. Lee. (2018). Accuracy Evaluation and Analysis of SLAM for the Advancement of Forest Investigation. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 19(12), 734-739. DOI : <https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.12.734>

- [3] H. D. Seo & E. M. Kim. (2019). Object Classification Using Point Cloud and True Ortho-image by Applying Random Forest and Support Vector Machine Techniques. *Korean Society Of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, 37(6), 405-416.
DOI: <https://doi.org/10.7848/ksgpc.2019.37.6.405>
- [4] K. J. Bhang, T. Sarker & J. D. Lee (2018). Prediction of Urban Land Cover Change Using Multilayer Perceptron and Markov Chain Analysis. *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, 36(2), 43-48.
DOI: <https://doi.org/10.7848/ksgpc.2018.36.2.85>
- [5] S. J. Jang, Y. T. Lee, K. Y. Lee, J. H. Lee & K. W. Chun. (2020). A Study of Disaster Prevention and Characteristics of Landslides Triggered by the 2019 Typhoon Mitag in Samcheok. *Journal of The Korean Society of Hazard Mitigation*, 20(2), 221-227.
DOI : <https://doi.org/10.9798/KOSHAM.2020.20.2.221>
- [6] J. K. Park & K. Y. Jung. (2018). Investigation and Analysis of Forest Geospatial Information Using Drone. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 19(2), 602-607.
DOI : <https://doi.org/10.5762/KAIS.2018.19.2.602>
- [7] Korea Forest Service (Sep. 11, 2018). News and Resource. <http://www.forest.go.kr/>
- [8] S. K. Choi, J. W. Choi, S. W. Park, S. H. Jung & S. K. Lee. (2017). Applicability of Wind-Vegetation Model in Small Scale Sand Dunes. *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, 35(6), 545-552.
DOI : <https://doi.org/10.7848/ksgpc.2017.35.6.545>
- [9] J. K. Park & K. W. Lee. (2017). Analysis of Geospatial Information Construction Efficiency by 3D Laser Scanner Integrated with Total Station. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 18(12), 638-643.
DOI : <https://doi.org/10.5762/KAIS.2017.18.12.638>
- [10] J. H. Seong, K. R. Lee, Y. S. Kwon, Y. K. Han & W. H. Lee. (2020). A Study on Identification of the Heat Vulnerability Area Considering Spatial Autocorrelation - Case Study in Daegu. *Journal of the Korean Society of Surveying, Geodesy, Photogrammetry and Cartography*, 38(4), 295-304.
DOI : <https://doi.org/10.7848/ksgpc.2020.38.4.295>
- [11] T. H. Kim & J. H. Youn. (2018). A study on 3D safety state information platform architecture design for realistic disaster management based on spatial information. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 20(4), 564-570.
DOI : <https://doi.org/10.5762/KAIS.2019.20.4.564>
- [12] S. C. lee, S. H. Choi & W. Cho. (2020). A Study of Visualization and Analysis Method about Plants Social Network Used for Planting Design - Focusing on Forest Vegetation Area in Busan Metropolitan City. *KOREAN JOURNAL OF ENVIRONMENT AND ECOLOG*, 34(3), 259-270.
DOI : <https://doi.org/10.13047/KJEE.2020.34.3.259>
- [13] J. K. Park & K. W. Lee. (2020). Analysis of Data Characteristics by UAV LiDAR Sensor. *Journal of the Korea Academia-Industrial cooperation Society*, 21(5), 1-6.
DOI : <https://doi.org/10.5762/KAIS.2020.21.5.1>
- [14] Trimble Inc. (Sep. 11, 2020). Product. <http://www.trimble.com/>
- [15] Greenvalley International (Sep. 11, 2020). Product. <https://greenvalleyintl.com/>

이근왕(Keun-Wang Lee)

[장학원]



- 1993년 2월 : 한밭대학교 전자계산학과 (공학사)
- 1996년 : 송실대학교 컴퓨터학과 (공학석사)
- 2000년 : 송실대학교 컴퓨터학과 (공학박사)
- 2001년 2월 ~ 현재 : 청운대학교 멀티

미디어학과 교수

- 관심분야 : 멀티미디어 통신, 멀티미디어 응용, 모바일 통신
- E-Mail : kwlee@chungwoon.ac.kr

박준규(Joon-Kyu Park)

[장학원]



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

공학과 부교수

- 관심분야 : 지형공간정보공학
- E-Mail : jkpark@seoil.ac.kr