

라이다 데이터를 이용한 송전선로 위치 추출 및 3차원 모델링 기법 개발

A Method development of Power Line Location and 3D Modeling using LiDAR Data

김은영¹⁾ · 김승용²⁾ · 이강원³⁾

Kim, Eun Young · Kim, Seong Yong · Lee, Kang Won

¹⁾ 한진정보통신 GIS사업부문 사원(E-mail:eykim00@hist.co.kr)

²⁾ 한진정보통신 GIS사업부문 차장(E-mail:sykim00@hist.co.kr)

³⁾ 한진정보통신 GIS사업부문 상무(E-mail:kwlee@hist.co.kr)

Abstract

There has been many researches using LiDAR(Light Detection And Ranging) data. There has been many other researches through out the world using the 3 dimensional spatial data in various fields. In this research, Using lidar data and digital images, we have extracted the position of the power-transmission line and created 3 dimensional models. The presented method is more efficient than field surveying and It can also be used for monitoring change in the environment

1. 서 론

초고압 전력선은 시설 공사 시에 발생할 수 있는 기술적, 환경적 문제를 해결하면서 진행해야하기 때문에 많은 시간과 비용을 수반한다. 또한 공사 후에도 주변 환경 변화와 전력선 처짐 및 훼손으로 인하여 많은 주의와 관리가 필요하다.

이에 본 연구에서는 항공 라이다(LiDAR; Light Detection And Ranging)측량 기술에서 획득한 라이다 데이터와 디지털 영상을 이용하여 3차원 송전선로 설계를 정확하고 환경 친화적으로 실시할 수 있는 방안을 제시하고자 한다. 특히, 선정된 경인지 주변 지형과 수목 높이, 지물 현황 및 형상 등을 종합적으로 고려한 최적의 설계를 할 수 있으며, 시각적인 3차원 시뮬레이션 효과를 통해 용지 보상을 위한 민원을 사전에 예방하여 시간 및 경제적 손실을 최소화 할 수 있다.

2. 자료획득 및 처리

2.1 라이다 데이터 및 디지털 영상 취득

본 연구에 사용된 라이다 데이터는 표 1에서 보는 바와 같다. 라이다 데이터는 항공기에 탑재

된 레이저 센서가 지상에 발사되어 되돌아오는 시간을 이용하여 획득되는 3차원 위치 데이터이다. 항공기의 GPS와 INS를 통해 이동하는 항공기의 위치와 자세 정보를 레이저 데이터와 통합 처리함으로써, 지상의 정밀한 지형 및 인공 구조물, 수목의 정확한 3차원 공간 정보를 알 수 있다. 비행 고도 약 1000m에서 초당 70,000Hz의 반사율로 중복도를 감안하면 1m² 당 6~7 포인트가 취득된다. 동시에 디지털 카메라를 통해 25cm 해상도의 정밀 디지털 영상을 취득하여 정성적 분석을 함으로써, 시각적인 판단과 모델링을 쉽고 빠르게 처리 할 수 있다. 본 연구를 위해 사용된 데이터는 경기도 시흥시 일대로 기존의 송전선로가 지나는 경로를 따라 취득 및 처리하였다.

표 1 연구 지역의 사용데이터

	라이다 데이터	디지털 영상 데이터
장비	ALTM3070	Rollei-AIC
해상도	1m ² 당 6~7 points	0.25m
중복도	스트립 간 50%	50%
비행고도	1,000m	1,000m

2.2 데이터 처리 및 분석

2.2.1 라이다 및 디지털 영상 데이터 처리

연구 대상지역에 대한 비행 계획을 설계하고 라이다 측량이 진행되는 동안 지상에서는 DGPS를 위한 지상 GPS 기준점이 설치된다. 비행 중 측정된 라이다 데이터와 GPS/INS, 지상 기준점의 데이터를 통합하여 처리함으로써 3차원 좌표 값을 얻게 된다. 이러한 3차원 좌표 값은 대상물의 식별이나 정성적 특성 파악을 위해서는 어려움이 있다. 따라서 동시에 취득된 디지털 영상의 외부 표정요소를 산출하여 고해상도 정사 영상을 제작함으로써 간단하게 시각화할 수 있다.

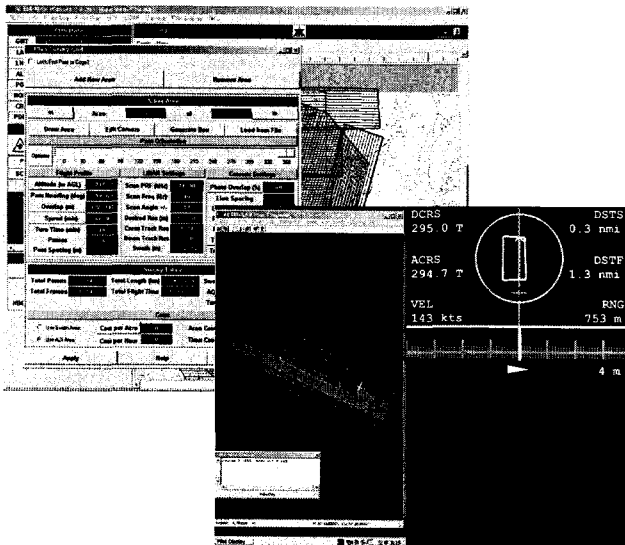


그림 1 라이다 측량 비행 계획

2.2.2 송전탑 위치 추출

연구 대상지에는 발전소에서 생산한 전력을 송전선로를 통하여 수요자에게 보내는 과정에서 전압이나 전류의 성질을 바꾸기 위하여 설치하는 변전소가 위치해 있다. 변전소 주변의 송전탑과 선로의 정확한 위치를 추출하여 주변 시설물에 끼치는 정도를 정확하게 추출함으로써 위험 관리 및 경과지 선정에 객관적, 과학적으로 제시할 수 있다.

라이다 데이터에서 송전탑의 지상 위치와 높이 및 상단 좌표를 신속하게 추출할 수 있으며, 경과지 선정 시 기존 송전탑을 고려하여 설계 계획단계에서부터 현황을 파악할 수 있다. 본 연구 지역에서 추출된 송전탑의 위치 정보를 추출한 결과는 다음과 같다.

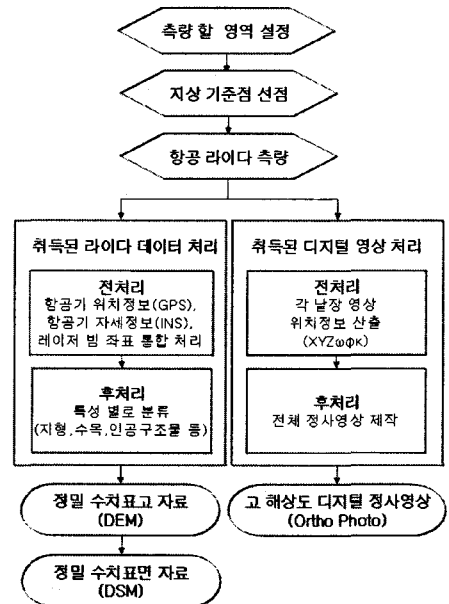


그림 2 라이다 데이터 처리 흐름도

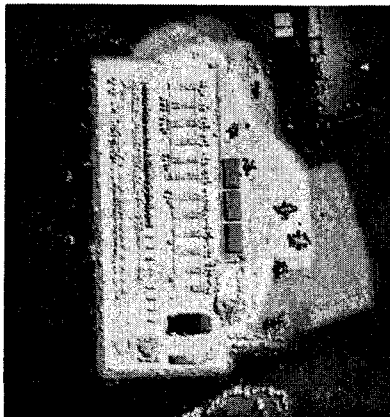


그림 3 시흥 변전소(라이다 데이터)

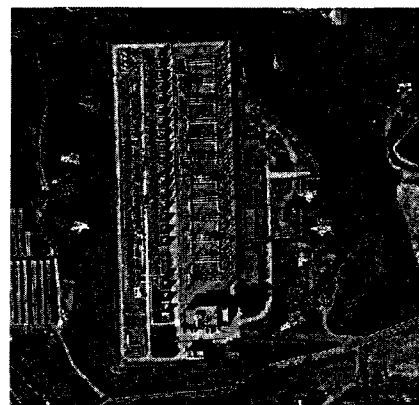


그림 4 시흥 변전소(디지털 정사영상)

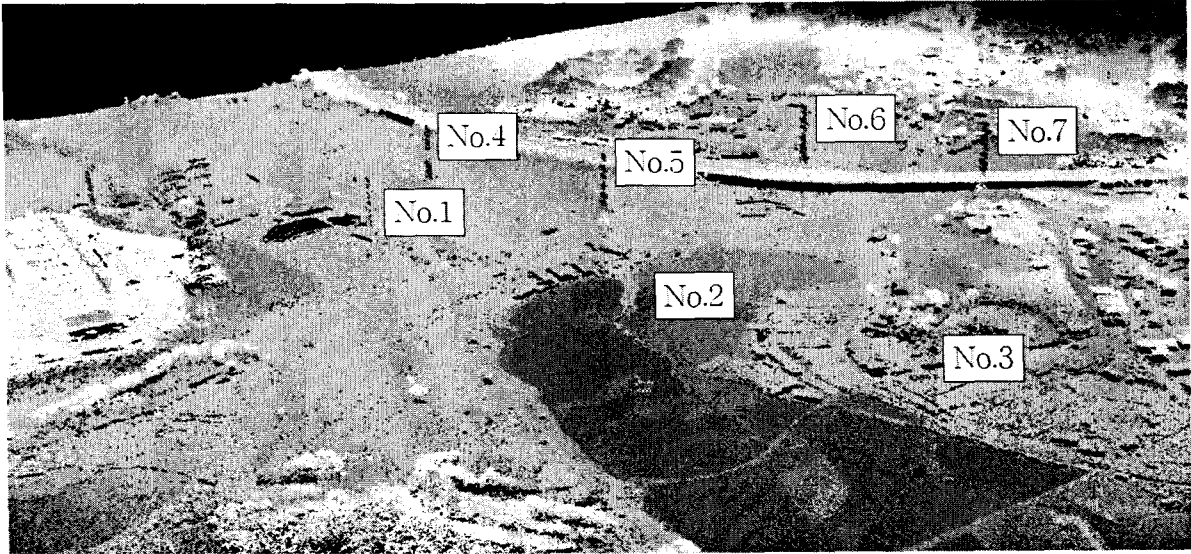


그림 5 연구 대상 지역 라이다 데이터

표 2 송전탑 위치 추출 결과

번호	송전탑 위치			
	E좌표	N좌표	하단높이	상단높이
No.1	179202.13	429186.17	34.10	108.27
No.2	179287.70	428797.73	28.80	128.85
No.3	179424.92	428624.42	28.36	124.70
No.4	179293.91	429267.65	30.12	121.30
No.5	179422.60	429129.98	32.28	114.58
No.6	179640.98	429124.00	32.70	131.89
No.7	179794.79	429037.22	42.25	116.19

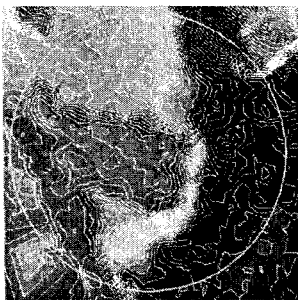


그림 6 0.1m 등고선도

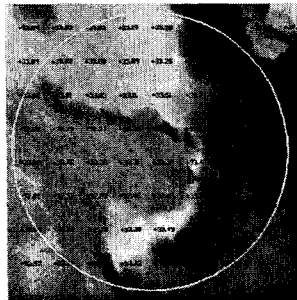


그림 7 고도 분석

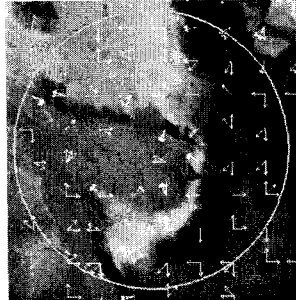


그림 8 경사 분석

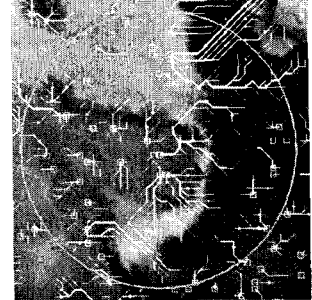


그림 9 배수 방향 분석

또한, 송전탑이 위치한 지형에 대한 고도 및 경사도 분석을 통해 정확한 지표면의 분석을 할 수 있다. 연구지역에 위치한 송전탑 하나를 선정하여 분석한 결과는 다음과 같다.

2.2.2 송전선로 추출

송전탑을 연결하는 선로의 처짐 상태는 재해 및 사고 위험 발생에 많은 영향을 끼친다. 산림지를 지나는 송전선로는 수목 성장에 영향을 받는다.

기존의 수목 높이 추출방법은 직접 작업자가 현장에서 거리 측정기를 이용하여 수작업으로 측정하였다. 이는 경제적으로 비효율적이며 선로를 지나는 모든 구역을 측정한다는 것은 거의 불가능한 일이다. 또한, 도심지의 주택가나 공사현장 등 위험지역에 대한 관리는 더욱 어려운 일이다. 따라서 라이다 데이터를 통해 선로의 벡터추출 및 위험구간 거리를 신속히 측정하여 재난 사고 예방 및 송전선로 관리를 과학적으로 함으로써, 시간적·경제적

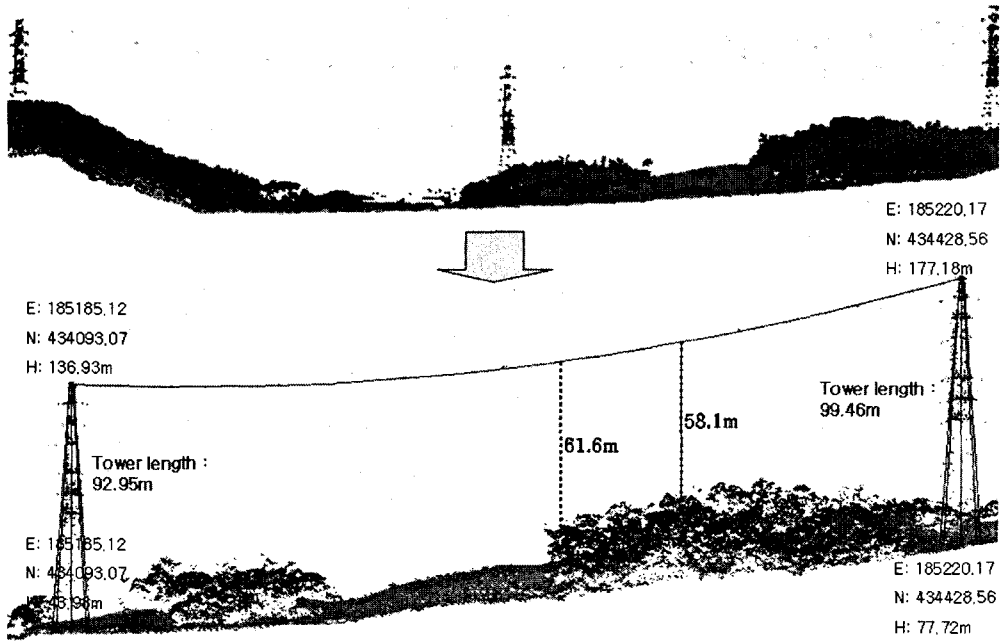


그림 10 송전선로 추출 및 위험구간 거리 분석

절감 효과를 얻을 것으로 기대된다. 송전선로의 벡터라이징은 리스트 스퀘어(Least-square)의 Curve-fitting 방법을 사용하였다.

Curve의 m차 다항식이 다음과 같고,

$$y = a_0 + a_1x + a_2x^2 + \dots + a_mx^m$$

송전선로에 해당하는 라이다 데이터가 (x_n, y_n) 와 같다면, 최적의 Curve 함수는 $f(x)$ 이며, 다음과 같이 정리 할 수 있다.

$$\Pi = \sum_{i=1}^n [y_i - f(x_i)]^2 = \sum_{i=1}^n [y_i - (a_0 + a_1x_i + a_2x_i^2 + \dots + a_mx_i^m)]^2 = \min.$$

2.2.3 3차원 모델링 분석

본 연구 지역의 라이다 데이터와 디지털 영상을 융합하여 3차원으로 모델링한 결과이다. 이러한 3차원 모델링은 송전선로 경과지 선정에 대한 민원 발생의 소지를 최소화 할 수 있으며, 관계자들에 대한 이해도를 높임으로써 시공 속도를 향상시킬 수 있다. 라이다 지형 데이터에 디지털 정사 영상을 모델링하면 송전탑은 지형에 그대로 누워 있는 것을 확인 할 수 있다. 따라서 송전탑 모델을 별도로 제작하여 같이 올려주면 3차원 효과를 극대화 시킬 수 있다.

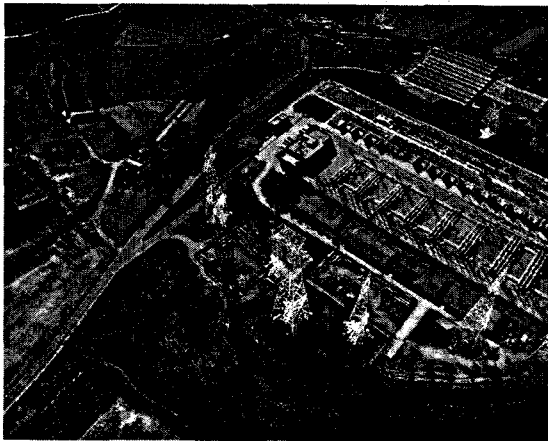


그림 11 송전탑 모델링 결과



그림 12 디지털 영상 3차원 렌더링 결과

3. 결 론

본 연구에서는 항공 라이다측량을 이용하여 송전선로의 위치 추출 및 3차원 모델링을 대상 지역에 대하여 실시하였다. 이미 해외에서는 선진 기술로 전력 분야에 계획단계에서 시공 및 관리에 이르기까지 다양하게 적용되고 있다. 송전선로 주변의 3차원 공간 정보를 이용함으로써 설계 속도를 향상 시키고 인력을 절감할 뿐만 아니라 넓은 면적에 대해 소요되는 작업 시간과 비용을 최소화 하여 경제적인 시공이 될 것으로 사료된다. 또한, 토지 및 건축물 등의 민원발생을 계획단계에서 제거하는 효과를 볼 수 있으며, 유지 관리를 통한 재해 방지도 도움이 될 것이다. 따라서 국내 실정에 맞는 다양한 연구와 적용이 지속적으로 이루어져야 할 것이다.

참고문헌

- 김승용, 위광재 (2004), 항공레이저 측량기술의 송전선로 경과지 선정 활용방안, 한국측량학회지, 한국측량학회, pp. 485-490.
- Richard Vann (2000), Populating a GIS of Utility Corridor Assets using an Integrated Airborne Data Acquisition System, ESRI User Conference, pp. 148.
- Ostendorp, Mark, (2000), Airborne Inventory and Inspection of Transmission Lines: AVCAN Systems Corporation's Helicopter Patrol System (HPS)