

DEM과 DSM의 가시선 탐지확률 비교

A Comparison of LOS Detection Probability Area for DEM and DSM

송헌승¹⁾ · 박완용²⁾ · 박헌춘³⁾ · 이영림⁴⁾

Song, Hyun Seung · Park, Wang Yong · Park, Hyun Chun · Lee, Young Lim

Abstract

Generally, A acquisition of the target is affected by the detector performance and whether it is covered with features or not. This paper represented the comparative analysis of the detection probability for DEM and DSM, when we used by the infrared surveillance device. In the first place, we classified as the visible area and invisible area for DEM and DSM, and obtained the acquisition probability values using the ACQUIRE mode. We have known that The Detection Probability of the DSM is very lower than the DEM and is rising when elevates the height value of the detection point.

Keywords : DEM, DSM, Line of Sight, detection model

초 록

일반적으로 표적에 대한 탐지는 감시장비의 성능과 지형지물의 차폐 여부가 가장 큰 영향을 준다. 본 논문은 DEM과 DSM을 활용하였을 경우, 적외선 감시장비를 이용하여 탐지확률을 비교분석하였다. 일차적으로 DEM과 DSM으로부터 가시선분석을 수행하여 가시영역과 비가시영역으로 구분하였고, 가시영역에 대해서 ACQUIRE모형을 사용하였다. DSM은 DEM의 탐지확률보다 매우 낮았으며, 관측지점의 고도를 높일 수록 탐지확률이 상승함을 알 수 있었다.

핵심어 : 지형고도자료, 수치고도자료, 가시선, 탐지모델

1. 서 론

가시선 분석은 군사분야에서는 은폐와 엄폐, 예상 침투로 분석 및 경계위치 선정 등에 활용되며, 민간분야에서는 조망권 분석 및 무선전화 기지국 위치 선정 등에 사용되고 있다(김용석 등, 2004 ; 김진택 등, 2009). 그 동안 가시선 분석과 관련한 연구로는 해상도별 가시선 분석을 실험하여 근거리를 대상으로 하는 경우 해상도에 많은 영향을 받는 것을 보였고, 지형고도자료의 수평 수직 정확도와도 관련되는 것을 입증하였다(어양담 등, 2008).

가시권 분석시 격자 크기가 증가할수록 스케일 및 구

획효과에 의해 오차가 발생하고, 식생 높이를 고려한 경우에는 격자 크기가 35미터를 넘는 경우 이를 고려하지 않을 때와 큰 차이가 없는 것으로 나타났다(이준학 등, 2009).

한편 3차원으로 구성된 입체적 환경에서의 가시선 분석 기법 연구도 수행된 바 있다(홍태민 등, 2009; 박재선 등, 2010). 탐지확률의 경우, 거리에 따른 감쇄율과 식생차폐율 가정에 의한 시물레이션을 수행하여 감시장비 최적 배치 실험을 수행한 바 있다(이용용 등, 2006).

본 연구는 감시장비 배치에 가장 큰 영향을 미치는 가시권 분석과 탐지확률 요소를 동시에 고려하여 현실적인

1) 정회원 · 국방과학연구소 선임연구원 (E-mail: songgom@paran.com)

2) 정회원 · 국방과학연구소 책임연구원 (E-mail: wypark@add.re.kr)

3) 국방과학연구소 선임연구원 (E-mail: hcpark@add.re.kr)

4) 국방과학연구소 연구원 (E-mail: yrlee@add.re.kr)

감시장비의 가시선 분석을 수행하고자 한다. 가시선 분석은 정밀 지형고도자료에 대하여 적용하였으며, 탐지 영역 비교를 통한 효과분석을 실험하였다.

2. 연구 대상지역 및 지형고도자료

본 연구에 사용된 지형고도자료는 전라남도 무등산 일원으로서 5 km×5 km 면적에 해당하는 지역이다. 지형고도자료는 항공라이다 자료로부터 DEM (Digital Elevation Model)과 DSM (Digital Surface Model)을 수작업으로 제작하였고, 항공라이다 촬영당시의 촬영고도는 2,800m, 점밀도는 1.93점/m² 이었다. 일반적으로 이렇게 획득된 두 자료의 차이를 수목고로 간주하기도 하나 본 연구에서는 DSM을 구성하는 라이다 자료가 수목의 가장 높은 곳에서 반사되었다는 확신이 없으므로 수목고 차이로 보기는 어려운 한계를 가지고 있으며(전민철 등, 2010), 라이다 자료의 정밀도와 실험에 사용한 지형고도자료의 고해상도를 감안하면 자료 처리 연구는 별도의 과정이 필요할 것으로 사료된다.

그림 1의 좌측은 실험지역의 DEM자료를 표현한 것이고, 우측 그림은 실험지역의 DSM자료를 표현한 것으로 격자 간격은 1m이고, 좌표체계는 GRS80타원체, TM좌표이다.

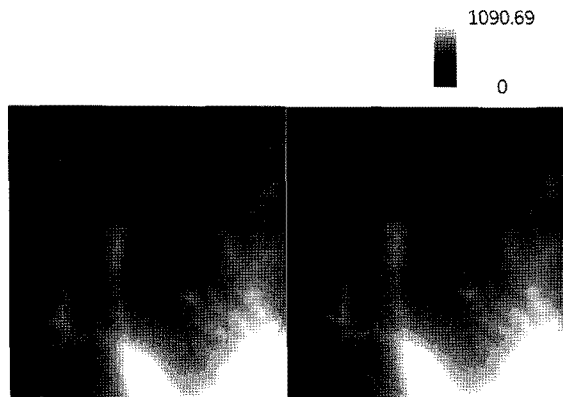


그림 1. 실험지역 DEM과 DSM

순수 지형의 고도를 표현하는 DEM과 지표 상의 자연 지물과 인공지물의 고도값을 포함하는 DSM과는 지형지물에 의해 일정 높이 차이가 있다.

그림2는 DSM의 고도값에서 DEM의 고도값을 뺀 영상을 표현한 것이며, DSM이 최대 40m의 높은 고도값을 나타내었으며, DEM의 고도값이 5m까지 높은 점도 발견되

었다. 평균적으로 5.5m의 차이가 있으며, 이 같은 고도차는 가시선 분석에 영향을 준다.

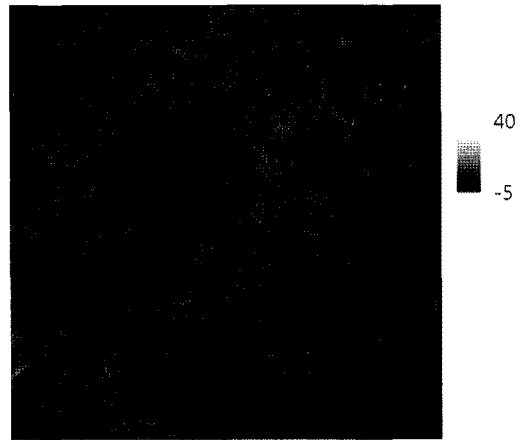


그림 2. DEM과 DSM의 고도차

3. 탐지확률 기반 가시선 분석

3.1 탐지확률 모델

탐지(detection)는 대상물의 존재 여부를 확인할 수 있는 수준으로 차량 또는 전차 등의 장비의 유무를 확인하는 수준이며, 인지(recognition)는 탐지된 대상물이 차량인지, 전차인지를 구분할 수 있는 수준이고, 식별(identification)은 인지된 차량의 종류를 구분할 수 있는 수준을 나타낸다(이용용 등, 2007).

본 연구에서는 탐지확률로 적외선 영상장비의 가시선 시뮬레이션 이론을 적용하였다. 일반적으로 열적외영상은 무광 혹은 저조도 상태에서 대상물과 그 외의 배경환경에서 방출하는 온도의 차이를 영상화 한다. MRTD (Minimum Resolvable Temperature Difference)는 특정 크기의 대상물을 배경과의 온도 차이를 입력으로 하여 탐지 또는 식별 가능한지를 대상물 크기의 역수 형태로 주어지는 공간주파수의 함수로 표현한 것으로 적외선 장비의 성능을 나타낸다(이용용 등, 2007).

적외선 감시장비의 탐지확률을 계산하는 방법으로는 직접시험 방법과 MRTD를 이용하는 방법이 있으며, 일반적으로 MRTD를 이용하는 방법을 사용한다.

미 육군야시장비연구소에서 개발한 AQUIRE 모델은 거리별, 기상별로 특정 표적의 탐지, 인지 및 식별 확률을 계산하는 프로그램으로 감시장비의 탐지확률 계산에 널리 사용되고 있다(Barbar L O'Kane, 1995). 본 논문에서는

AQUIRE 모델의 탐지확률을 사용하였다.

3.2 탐지확률 시뮬레이션

적외선 감시장비를 통한 표적의 탐지확률 시뮬레이션 방법은 다음과 같다.

ACQUIRE 모델에는 감시장비에 대한 공간주파수와 MRTD의 관계를 2차원 그래프로 간주한다. 온도차, 안개 요소 및 대기 투과율에 의하여 MRTD를 결정한다. MRTD 결정은 표적의 크기, 배경과 대상물의 온도차, 1km 떨어진 곳에서의 대기투과율에 영향을 받는다. 이를 수식으로 표현하면 MRTD(m)는 식 (1)과 같다.

$$m = \Delta T \times e^{SM} \times A^\tau \quad (1)$$

식 (1)에서 ΔT 는 온도차, SM은 안개투과율, A^τ 는 대기투과율이다.

MRTD의 값(m)이 정의된 공간주파수가 어느 범위에 해당하는지 결정해야 하기위해서, 공간주파수 f 는 식 (2)에 의해 계산한다.

$$f = \frac{\log_{10}m - X}{a} \quad (2)$$

여기에서,

$$X = \log_{10}y_2 - a \times x_2 \quad (3)$$

$$a = \log_{10} \frac{y_2 - y_1}{x_2 - x_1} \quad (4)$$

여기에서,

x_1, x_2 는 공간주파수이고, y_1, y_2 는 MRTD로서 일종의 log함수로 표현된다. 식 (1)에 의해 계산된 MRTD 값은 y_1 과 y_2 사이 에 있게 되며, 그때의 x_1 과 x_2 사이 에 있는 공간 주파수를 구하게 된다. 이 x_1, x_2, y_1, y_2 의 값은 장비의 제 원으로 주어진다.

공간주파수 f 에 대해서 1km에서의 대상물 크기가 감 시장비에 반영되는 크기를 식 (5)에 의해 구해진다.

$$f_s = f \times \frac{\sqrt{T_h \times T_w}}{C} \quad (5)$$

단, T_h 는 표적의 높이, T_w 는 표적의 넓이, 탐지의 경우 $C=1$ 이다.

최종 탐지확률값은 다음 식 (6)에 의하여 구해진다.

$$p = f_s^x (1 + f_s^x) \quad (6)$$

식 (6)에서 $x = 2.7 + 0.7 \times f_s$

3.4 가시선 분석 프로그램

본 연구에서 기본적인 가시선 분석 프로그램은 SEE-FAR 알고리즘을 사용하였으며(Broome 등, 1980), 탐지확률을 적용하였다. 프로그램은 PC상에서 C# 언어로 개발 하였다.

탐지확률 기반의 가시선 분석의 작업 흐름은 그림 3과 같다.

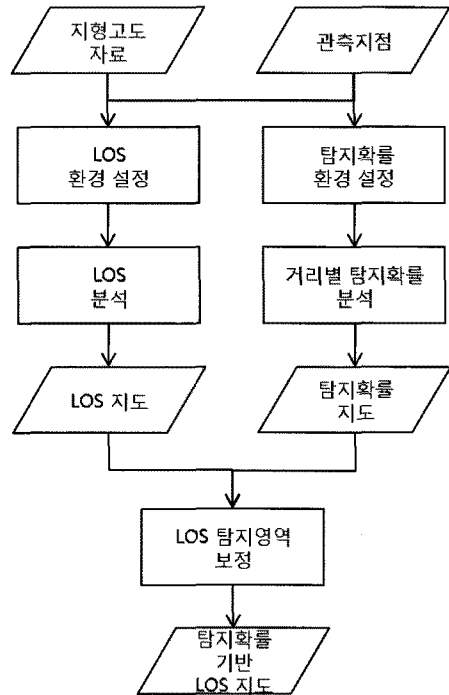


그림 3. 탐지확률 기반 가시선 분석 작업 흐름

4. 가시선 탐지확률 실험 및 결과

4.1 관측지점 선정

본 논문에서 탐지확률기반 가시선 분석실험을 위해서

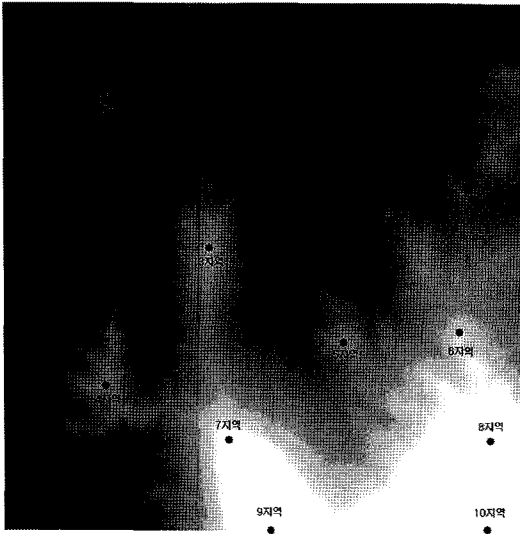


그림 4. 관측지점

그림 4에서 보는바와 같이 DEM의 부분별 최고점 10곳의 관측지점을 선정하였다.

4.2 일반가시선 분석

10곳의 관측지점에서 3km의 영역에 대하여, 지상5m의 관측점에서 가시선 분석을 실시하였고, DEM에 대한 가시선분석결과는 표 1과 같고, DSM에 대한 가시선 분석결과는 표 2와 같다.

1지점의 경우, 표 1에서와 같이 실험대상의 DEM자료에서 1지점에서 반경 3km내의 지점 수는 총 13,450,579 이고, 이중 가시지점은 5,098,533이고, 37.9%의 가시확률을 나타낸다. 반면 표 2에서 보는 바와 같이 DSM의 결과는 가시지점의 수가 821,441이고, 가시확률은 6.1%로 나타났다. 이와같이 DSM의 결과는 DEM보다 현저히 떨어지는 가시확률을 보였다. 그림 5는 1지점의 가시선 분석결과를 나타낸 것으로 하얀색이 가시영역이다.

표 1. DEM의 가시확률 결과

지점 \ 구분	전체 격자수	가시 격자수	비가시 격자수	가시확률(%)	비가시확률(%)
1지점	13,450,579	5,098,533	8,352,046	37.9	62.1
2지점	17,931,655	3,971,412	13,960,243	22.1	77.9
3지점	22,041,741	8,346,170	13,695,571	37.9	62.1
4지점	15,305,874	2,624,788	12,681,086	17.1	82.9
5지점	19,824,381	4,824,934	14,999,447	24.3	75.7
6지점	15,244,461	2,771,360	12,473,101	18.2	81.8
7지점	16,873,111	5,395,925	11,477,186	32.0	68.0
8지점	10,877,169	2,778,040	8,099,129	25.5	74.5
9지점	12,865,069	2,733,221	10,131,848	21.2	78.8
10지점	8,207,367	1,471,756	6,735,611	17.9	82.1

표 2. DSM의 가시확률 결과

지점 \ 구분	전체 격자수	가시 격자수	비가시 격자수	가시확률(%)	비가시확률(%)
1지점	13,450,579	821,441	12,629,138	6.1	93.9
2지점	17,931,655	839,065	17,092,590	4.7	95.3
3지점	22,041,741	1,131,096	20,910,645	5.1	94.9
4지점	15,305,874	535,569	14,770,305	3.5	96.5
5지점	19,824,381	1,186,850	18,637,531	6.0	94.0
6지점	15,244,461	767,412	14,477,049	5.0	95.0
7지점	16,873,111	1,481,764	15,391,347	8.8	91.2
8지점	10,877,169	656,891	10,220,278	6.0	94.0
9지점	12,865,069	746,214	12,118,855	5.8	94.2
10지점	8,207,367	362,244	7,845,123	4.4	95.6

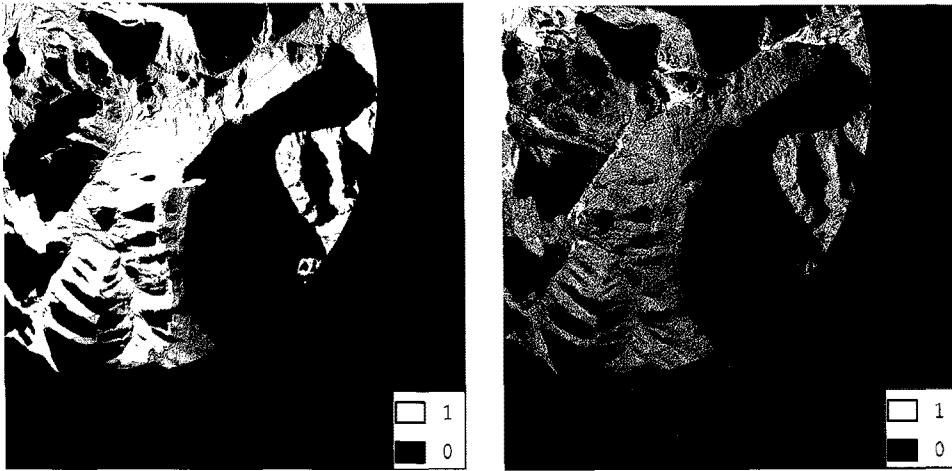


그림 5. 관측지점(1지점)의 DEM/DSM 가시선분석 결과

4.3 순수 탐지확률 지도 생성

관측장비의 성능은 표적의 탐지확률에 중요한 역할을 한다. 본 논문은 제 1세대 적외선 감시장비를 대상으로 1km의 표적(1.5×0.5m)에 대하여 ACQUIRE 적외선 탐지 모델을 사용하였을 경우 표적 탐지확률을 계산하였다.

질 표적의 탐지확률값은 적어지게 되며, 약2.8km 근방에서 탐지확률이 0에 이르게 된다. 온도, 안개, 대기투과율등의 대기환경 변화에 따라 표적의 탐지확률값은 변하게 되며, 고성능 감시장비를 적용할 경우 탐지확률값은 더욱 높아지게 된다.

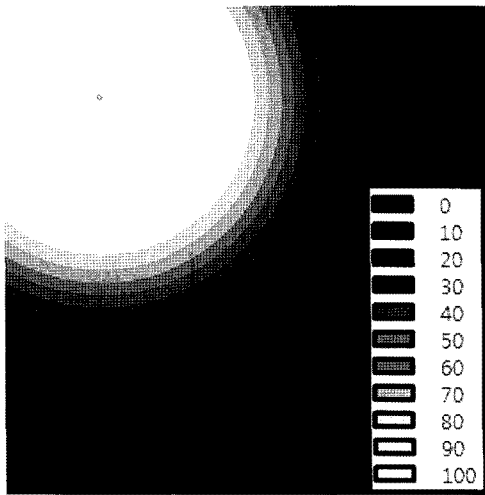


그림 6. 1지점의 탐지확률 지도

그림 6은 1지점에서 관측장비를 통해 탐지할 수 있는 탐지확률지도를 나타낸 것이다. 1km의 거리에 있는 폭 0.5m 높이 1.5m의 표적을 탐지할 확률이 100%라고 설정하고, 관측장비 성능의 제원을 입력하여 대기환경을 고려, 표적을 탐지할 확률을 계산한 것이다. 따라서 약 1km까지는 100%의 탐지확률을 지닌다. 그리고 거리가 멀어

4.4 가시선 탐지확률 계산

탐지확률 지도 생성 결과와 일반가시선분석 결과를 융합하여 탐지확률기반의 가시선 분석을 수행하였다. 그림 7과 그림 8은 1지점의 관측지점으로부터 계산된 DEM과 DSM의 가시선 탐지확률을 계산한결과를 보인 것이다.

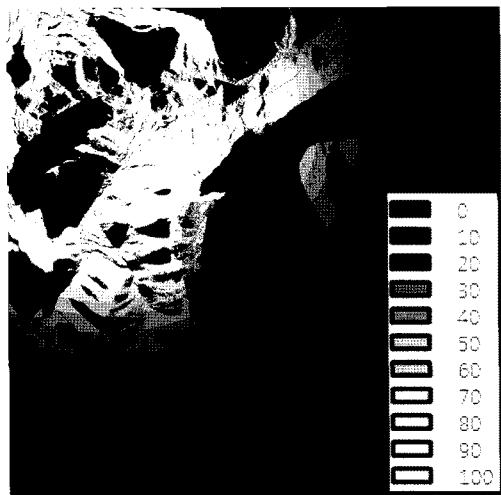


그림 7. 1지점의 DEM 가시선 탐지확률

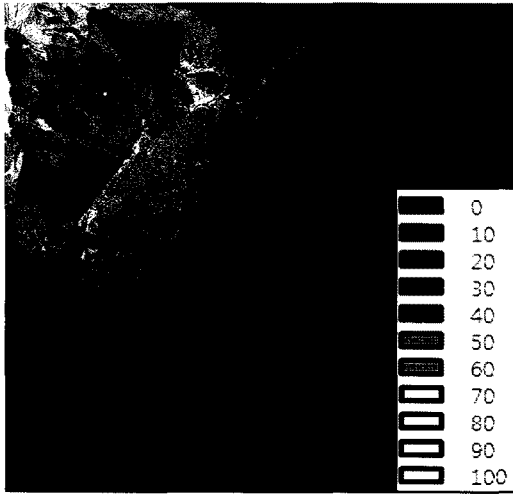


그림 8. 1지점의 DSM 가시선 탐지확률

표 3과 표 4는 10개의 관측지점에서 관측한 DEM 및 DSM에 대하여 표적의 탐지확률을 보인 것이다. DEM을 기준으로 1지점의 경우, 3km이내의 모든 지점 중 표적을 100% 탐색할 확률은 13%이고, 표적을 탐색할 확률이 없는 지점은 68%이다. 반면에 DSM을 기준으로 1지점의 경우, 3km이내의 모든 지점 중 표적을 100% 탐색할 확률은 1.9%에 불과하고, 표적을 탐색할 확률이 없는 지점은 95.4%나 되었다. 이와같이 DSM은 DEM을 기준으로 표적의 탐지확률이 훨씬 낮다는 것을 알 수 있다.

4.5 관측지점 고도값 조정

본 논문에서는 관측지점의 고도가 탐지확률에 어떤 영향을 주는지 실험하였다.

표 5, 표 6, 표 7은 DEM을 기준으로 관측지점 고도를 10m, 15m, 20m를 높였을 경우의 탐지확률을 나타낸 것

표 3. DEM의 탐지확률 결과

지점 \ 가시확률	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1지점	68.0	2.5	2.1	1.5	1.4	1.2	2.0	2.4	2.5	3.4	13.0
2지점	79.1	0.8	0.3	0.2	0.3	0.4	0.8	1.4	2.5	3.0	11.1
3지점	66.6	2.5	2.7	2.5	2.1	2.1	3.1	3.6	4.7	4.1	5.9
4지점	83.2	2.1	3.2	2.1	1.6	1.4	0.7	0.7	0.9	0.8	3.1
5지점	77.3	0.1	0.2	0.4	0.5	0.8	1.3	1.7	2.6	3.2	11.9
6지점	84.2	1.3	0.8	0.4	0.4	0.5	0.4	0.8	1.6	2.0	7.6
7지점	71.7	3.0	2.7	2.5	1.6	1.3	2.0	2.3	3.8	3.5	5.6
8지점	80.6	4.0	3.7	2.3	1.5	1.1	1.0	1.3	1.4	0.5	2.6
9지점	83.3	2.7	1.0	1.1	1.3	1.3	1.9	2.1	1.9	1.6	1.9
10지점	87.9	2.6	2.6	2.3	1.4	1.1	1.0	0.4	0.1	0.0	0.6

표 4. DSM의 탐지확률 결과

지점 \ 가시확률	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1지점	95.4	0.5	0.4	0.2	0.1	0.1	0.2	0.2	0.2	0.7	1.9
2지점	95.9	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	0.6	0.6	1.4
3지점	95.5	0.4	0.3	0.3	0.3	0.3	0.5	0.6	0.8	0.6	0.4
4지점	96.6	0.5	0.7	0.4	0.3	0.2	0.0	0.2	0.2	0.2	0.6
5지점	94.4	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4	0.5	0.8	1.0	2.4
6지점	95.6	0.4	0.2	0.1	0.2	0.2	0.1	0.2	0.5	0.6	1.9
7지점	92.4	1.0	0.9	0.7	0.4	0.3	0.5	0.6	1.0	1.0	1.2
8지점	95.6	1.1	0.8	0.4	0.2	0.1	0.1	0.6	0.5	0.1	0.6
9지점	95.5	0.7	0.2	0.3	0.4	0.4	0.6	0.6	0.5	0.4	0.4
10지점	96.9	0.5	0.6	0.7	0.4	0.3	0.2	0.1	0.0	0.0	0.3

로, 고도를 높임에 따라 탐지확률이 상승함을 알 수 있다.

10m, 15m, 20m를 높였을 경우의 탐지확률을 나타낸 것으

표 8, 표 9, 표 10은 DSM을 기준으로 관측지점 고도를

로, 고도를 높임에 따라 탐지확률이 상승함을 알 수 있다.

표 5. DEM의 탐지확률 결과 (관측지점 고도 10m 높인 경우)

지점 \ 가시확률	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1지점	59.9	2.5	2.1	1.5	1.4	1.3	2.0	2.5	2.6	3.7	14.3
2지점	76.1	0.8	0.4	0.3	0.4	0.5	1.0	1.5	2.7	3.1	12.1
3지점	59.9	2.6	2.8	2.6	2.2	2.2	3.3	3.7	5.0	4.4	6.7
4지점	80.5	2.4	3.5	2.3	1.8	1.6	1.0	1.0	1.0	0.9	3.6
5지점	74.8	0.1	0.2	0.4	0.5	0.8	1.3	1.7	2.6	3.2	12.6
6지점	80.3	1.4	0.9	0.5	0.6	0.6	0.5	0.9	1.7	2.0	8.1
7지점	66.8	3.1	2.8	2.5	1.6	1.4	2.2	2.3	3.9	3.6	6.3
8지점	72.4	4.0	3.8	2.7	1.7	1.3	1.3	1.5	1.5	0.7	3.1
9지점	76.2	2.8	1.3	1.4	1.7	1.5	1.9	2.1	1.9	1.7	2.7
10지점	74.9	2.7	2.7	2.7	2.3	1.9	2.2	1.7	1.1	0.1	0.9

표 6. DEM의 탐지확률 결과 (관측지점 고도 15m 높인 경우)

지점 \ 가시확률	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1지점	58.7	2.6	2.1	1.6	1.4	1.3	2.0	2.5	2.7	3.7	15.0
2지점	75.0	0.8	0.4	0.3	0.4	0.5	1.0	1.7	2.8	3.2	12.7
3지점	58.7	2.7	2.9	2.6	2.2	2.3	3.3	3.8	5.1	4.5	7.3
4지점	78.5	2.4	3.7	2.5	2.0	1.8	1.2	1.2	1.2	0.9	4.2
5지점	74.1	0.2	0.2	0.4	0.5	0.8	1.3	1.7	2.6	3.3	13.0
6지점	78.5	1.4	1.1	0.5	0.6	0.7	0.7	1.0	2.0	2.0	8.8
7지점	65.7	3.1	2.8	2.6	1.6	1.4	2.3	2.4	4.0	3.6	6.8
8지점	70.6	4.1	3.9	2.8	2.0	1.5	1.4	1.7	1.5	0.9	3.5
9지점	72.5	3.5	1.9	1.7	2.0	1.8	2.4	2.3	2.0	1.7	3.2
10지점	72.6	3.2	2.7	2.7	2.3	2.0	2.3	1.8	1.5	0.4	1.1

표 7. DEM의 탐지확률 결과 (관측지점 고도 20m 높인 경우)

지점 \ 가시확률	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1지점	57.6	2.6	2.2	1.6	1.4	1.3	2.1	2.5	2.8	3.8	15.4
2지점	74.1	0.8	0.4	0.3	0.4	0.5	1.1	1.7	3.0	3.3	13.1
3지점	57.8	2.8	2.9	2.6	2.3	2.3	3.4	3.9	5.2	4.6	7.7
4지점	76.8	2.4	3.7	2.6	2.1	1.9	1.3	1.3	1.4	1.3	4.7
5지점	73.4	0.2	0.2	0.5	0.5	0.8	1.3	1.7	2.6	3.4	13.3
6지점	77.0	1.4	1.1	0.7	0.6	0.7	0.8	1.1	2.1	2.1	9.3
7지점	64.6	3.1	2.8	2.6	1.6	1.4	2.4	2.5	4.1	3.7	7.3
8지점	69.0	4.1	3.9	2.8	2.2	1.9	1.7	1.8	1.6	0.9	3.9
9지점	69.4	3.6	2.2	2.0	2.3	2.1	2.8	2.8	2.3	1.9	3.6
10지점	70.9	3.4	3.0	2.8	2.4	2.0	2.4	2.0	1.7	0.8	1.4

표 8. DSM의 탐지확률 결과 (관측지점 고도 10m 높인 경우)

지점 \ 가시확률	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1지점	91.4	0.6	0.5	0.3	0.3	0.2	0.4	0.5	0.5	1.0	4.3
2지점	93.8	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1	0.3	0.5	0.7	0.8	3.1
3지점	91.0	1.0	0.7	0.6	0.5	0.6	1.0	1.0	1.3	1.1	1.2
4지점	95.0	0.7	1.0	0.6	0.5	0.3	0.2	0.2	0.3	0.2	1.0
5지점	93.4	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4	0.5	0.8	1.0	3.3
6지점	95.2	0.4	0.2	0.1	0.2	0.2	0.2	0.2	0.5	0.7	2.1
7지점	91.9	1.0	0.9	0.8	0.4	0.4	0.5	0.6	1.0	1.0	1.5
8지점	94.1	1.1	1.1	0.7	0.4	0.3	0.3	0.6	0.5	0.1	0.8
9지점	94.6	0.7	0.3	0.4	0.6	0.5	0.6	0.6	0.5	0.4	0.7
10지점	94.7	0.8	0.9	0.9	0.7	0.6	0.5	0.3	0.2	0.0	0.4

표 9. DSM의 탐지확률 결과 (관측지점 고도 15m 높인 경우)

지점 \ 가시확률	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1지점	90.5	0.6	0.5	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	1.1	4.8
2지점	92.8	0.3	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.5	0.8	0.9	3.8
3지점	89.7	1.0	0.9	0.8	0.7	0.6	1.1	1.1	1.5	1.3	1.5
4지점	94.3	0.8	1.1	0.7	0.5	0.4	0.2	0.3	0.3	0.2	1.2
5지점	93.1	0.0	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4	0.5	0.8	1.0	3.5
6지점	94.7	0.4	0.2	0.1	0.2	0.3	0.2	0.3	0.6	0.7	2.2
7지점	91.6	1.0	0.9	0.8	0.5	0.4	0.5	0.6	1.0	1.0	1.7
8지점	93.3	1.1	1.2	0.9	0.5	0.3	0.4	0.7	0.5	0.2	0.9
9지점	93.4	0.9	0.5	0.6	0.7	0.6	0.8	0.7	0.5	0.4	0.9
10지점	94.2	0.8	0.9	1.0	0.7	0.6	0.6	0.4	0.3	0.0	0.5

표 10. DSM의 탐지확률 결과 (관측지점 고도 20m 높인 경우)

지점 \ 가시확률	0%	10%	20%	30%	40%	50%	60%	70%	80%	90%	100%
1지점	90.1	0.6	0.5	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.6	1.1	5.1
2지점	92.3	0.3	0.2	0.1	0.1	0.2	0.3	0.6	0.8	1.0	4.1
3지점	89.2	1.0	0.9	0.8	0.7	0.7	1.1	1.1	1.5	1.3	1.7
4지점	93.7	0.8	1.1	0.8	0.6	0.4	0.3	0.3	0.4	0.3	1.3
5지점	92.9	0.1	0.1	0.1	0.2	0.2	0.4	0.5	0.8	1.0	3.7
6지점	94.4	0.4	0.3	0.2	0.2	0.3	0.3	0.3	0.6	0.7	2.4
7지점	91.4	1.0	0.9	0.8	0.5	0.4	0.6	0.6	1.0	1.0	1.8
8지점	92.7	1.1	1.2	0.9	0.6	0.4	0.4	0.7	0.6	0.2	1.0
9지점	92.7	0.9	0.6	0.6	0.7	0.7	0.9	0.9	0.6	0.5	1.0
10지점	93.6	0.9	0.9	1.0	0.8	0.6	0.7	0.5	0.4	0.1	0.6

5. 결론

DEM과 DSM기반으로 적외선 감시장비를 활용하였을 경우 탐지확률이 어떤 결과를 얻는지 비교 분석하였다. 실험결과를 분석한 결과 다음과 같은 결론을 얻을 수 있었다.

첫째, 10개의 부분별 고지점을 관측지점으로 DEM과 DSM에 대해서 ACQUIRE 적외선 감시장비 모델기반의 가시선 탐지확률을 수행하였다.

둘째, DSM의 가시선 분석 및 적외선 감시장비의 탐지확률 결과는 DEM의 가시선 분석 결과와 비교했을 경우, 많은 픽셀에서 비 가시영역으로 분류되어 가시영역의 밀도가 많이 줄었음을 확인할 수 있다.

셋째, 관측지점을 10m, 15m, 20m 높이 상태에서 실시한 경우, 고도가 높을수록 탐지확률이 높아짐을 확인할 수 있다.

넷째, 적외선 감시장비의 성능에 따라 탐지확률 결과가 달라질 수 있는데, 본 논문에서 적용한 1세대 적외선 감시장비 외에 다른 장비에 대한 결과가 필요하다.

다섯째, 표적이 있는 곳이 어떤 지형지물이 있는지에 대한 분석이 필요하다. 그중에서도 수목에 대한 분석은 감시 장비의 탐지확률에 상당한 영향을 미치게 된다. 이를 위해서는 정확한 수목자료 제작이 필수적이며, 제작된 수목자료를 통한 다양한 연구가 진행되어야 할 것이다.

참고문헌

- 김용석, 정창식, 윤경철, 박운용 (2004) "GIS를 이용한 문화·관광자원의 가시권 분석", 한국측량학회 추계학술발표대회 논문집, pp. 429-433.
- 김진택, 엄정섭 (2004) "GIS를 활용한 아파트지역의 전파장애 실태 평가" 한국GIS학회 04 GIS/RS 공동 춘계학술대회 논문집, pp. 389-397.
- 박재선, 어양담, 연상호, 문제흠, 김형태 (2010), "3차원 포인트 공간자료 가시선 분석 실험", 한국지형공간정보학회지, 제18권, 제2호, pp. 55-62
- 어양담, 박완용, 이용웅, 이병길, 편무욱 (2008), "지형고도자료 해상도가 가시선 분석에 미치는 영향", 한국군사과학기술학회지, 제11권, 제3호, pp. 99-105.
- 이용웅, 성장섭, 양우석, 임성빈, 어양담 (2006), "지형공간정보를 이용한 감시장비 배치 최적화 실험 연구", 한국군사과학기술학회지, 제9권, 제1호, pp. 72-79
- 이용웅, 최선용 (2007), "지형환경 요소를 고려한 감시장비 배치 최적화 연구", TEDC-417-070107, 국방과학연구소, pp. 4-55.
- 이준학, 김항덕, 오경두 (2009), "가시권 분석에서의 MAUP 영향분석", 한국군사과학기술학회지, 제12권 제1호, pp. 80-87.
- 전민철, 정태웅, 어양담, 김진광 (2010), "계절별 항공라이다 자료에 의한 수고 추정", 한국측량학회지, 제28권, 제4호, pp. 441-448
- 홍태민, 편무욱, 강납기, 이병길, 김창재 (2009), "격자화된 지상라이다자료의 3차원 가시선 분석 실험" 한국측량학회지, 제27권, 제3호, pp. 357-365.
- Barbar L O'kane, (1995), "Valiation of Predition Models for Target Detedtion with eletro-optical Sensors", *Vision Models for Target Detection and REcognition World Scientific Publishing Co.*, pp. 192-218.
- Broome, Barbara D, SEEFAR (1980), An Improved Model for Producing Line-of-Sight maps. Technical rept, AMSAA-TR-225, *Aberdeen Proving Grounds.*