

Out-of-Kilter법을 이용한 지상감시장비의 최적배치모형개발 (The Ground Surveillance Equipment Optimal Arrangement Using Out-of-Kilter Algorithm)

홍기남, 김충영*

Abstract

At present surveillance equipment on the ground of the army is distributed and located by experience element and intelligence preparation of the battle field. Therefore, it is hard to utilize the optimal detection capability.

This paper is focused on improving watch ratio of the named area interested(NAI) and maximizing detection area. A linear programming model is developed and network model is established on the basis of the linear programming model. And then Out-of-Kilter algorithm is utilized for the optimal solution.

Finally, one of the example is provided it shows that this model minimizes the non-detection area.

* 국방대학원

1. 序 論

현재 육군의 지상감시장비는 제한되어 있어서 작전부대의 요구를 충족시키기 어렵고, 지상감시장비를 경험적 요소와 전장정보분석(IPB : Intelligence Preparation of the Battle field)에 의존하여 배치함으로써 효과적으로 운용되고 있지 않은 문제점이 있다. 그러므로 제한된 감시장비로 최대의 감시능력을 발휘하기 위해 감시도를 작성하고, 통합감시체제를 유지시킬수 있는 감시장비배치 방법을 개발하는 것은 필요하다.

본 연구는 지상감시장비의 각 후보진지에 대하여 감시장비별 차폐면적을 구하여 감시지역을 최대화하도록 감시장비를 할당하기 위해 선형계획모형을 개발하고, 이 모형을 수송네트워크로 변환하여 Out-of-Kilter법을 이용함으로써 최적해를 도출한다.

2. 理論的 考察

2.1 監視裝備의 運用概念

현재 보유하고 있는 지상감시장비는 기술적 특성으로 볼 때 관측 및 탐지장비이며 전자파 유형에 따라 분류할 때 레이더, 적외선, 열상, 가시광선장비이다. 이 장비들은 주야운용이 가능하고 이동감시가 가능한 전투장비이다.

장비운용개념은 장비운용시간의 제한과 장비의 신뢰성을 고려하여 진지당 2대의 장비를 복수 또는 복합으로 운용함으로써 전장감시의 연속성을 보장하고 감시의 공백을 최소화한다. 또한 중요감시지역에 대한 연속적인 최대감시를 보장하고 상호중첩에 의한 통합감시체제를 유지시킨다. 여기서 복수진지는 같은

장비 2대 운용, 복합진지는 서로 다른장비를 2대 운용하는 것을 의미한다.

감시장비의 수가 실제 배치해야 하는 진지의 수에 비해 적을 경우, 감시장비를 최적으로 배치해야 하는 문제가 발생한다. 이러한 경우의 감시장비 배치문제는 선형계획법, 수송법, 네트워크 등과 같은 수리모형을 응용하여 해결이 가능하다.

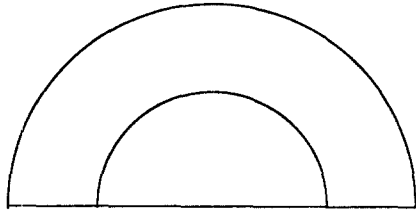
감시장비는 탐지거리에 따라 분류시 근거리, 원거리(중·장거리)장비로 구분할 수 있고, 가시선에 의하여 탐지여부가 결정된다. 그러므로 감시진지유형은 장비의 탐지거리와 지형의 특성을 고려하여 3가지로 구분하였으며 장비 운용개념은 <그림 2-1>과 같은 유형으로 운영한다. 진지유형별 탐지장비배치 방법을 <그림2-1>에 의거 설명하면 다음과 같다.

진지유형 “가”는 근거리 지역의 가시율은 불량하나 원거리 지역의 가시율이 좋은 지형적 특성을 가진 진지이며, 이러한 유형의 진지에는 원거리 탐지장비를 배치하는 것이 효과적이다.

진지유형 “나”는 근거리 지역의 가시율은 좋으나 원거리 지역의 가시율이 불량한 지형적 특성을 가진 진지이며, 이러한 유형의 진지에는 근거리 탐지장비를 배치하는 것이 효과적이다.

진지유형 “다”는 원거리 및 근거리 지역의 가시율이 평범하여 원·근거리 탐지장비를 복합운용하는 것이 효과적이다.

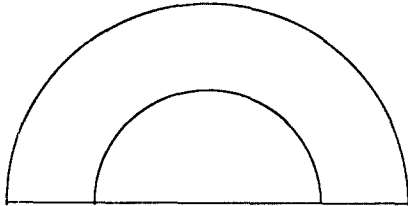
진지유형 “가”



L S

L장비 : 2대

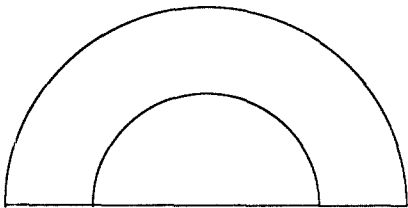
진지유형 나



L S

S장비 : 2대

진지유형 다



L S

L 장비 : 1대, S장비 : 1대

L장비 : 원거리 탐지장비

S장비 : 근거리 탐지장비

<그림 2-1> 감시진지 유형별 장비운용개념

이와 같이 장비배치는 감시진지 유형과 지역의 작전사항을 고려하여야 한다. 즉 장비배치는 중요감시지역을 우선적으로 감시하면서, 차폐지역을 최소화해야 한다.

2.2 監視裝備의 遮蔽面積 算出方法

감시장비의 차폐면적을 산출하는데는 지형분석이 선행되어야 한다. 지형분석은 감시진지의 방위별 탐지 및 추적영역을 표시하는 것을 의미한다. 지형분석은 특정 실지형에 대한 차폐영역을 표시하는 결정적 지형분석과 평균탐지 및 추적거리, 탐지면적, 탐지율 산출 등 지형의 평균적 요소를 도출하는 통계적 지형분석으로 구분할 수 있다.

본 연구는 감시대상지형을 감시진지별, 장비별 탐지거리에 의한 가시선(line of sight)을 분석하여 차폐면적 및 가시도를 산출하는 결정적 지형분석법을 적용한다.

본 연구에서 가시도는 경사각에 의하여 탐지범위내 모든 좌표점에 대해 보이면 1, 안보이면 0으로 표현한다. 감시장비가 배치된 지점에서 감시장비의 유효탐지거리까지 탐지거리를 12.5m단위로 증가시켜 나가면서 가시도를 분석하고 가시율을 계산한 후 차폐면적을 산출한다.

임의의 표적에 대한 가시도를 판단하기 위해서는 먼저 표적의 위치를 결정해야 한다. 표적의 위치는 12.5m지형고도자료의 특성에 의해 <그림2-2>와 같이 Δx , Δy 의 값에 따라 다음과 같이 좌표 A, B, C, O중 하나의 값을 갖는다.

R_i : 감시장비로 부터 감시하고자 하는 임의표적까지 거리(m), $R_i = 12.5(m) \times i$

$$i = \left[\frac{\text{감시장비의탐지거리(m)}}{12.5(m)} \right]$$

단, i 는 소수점 이하를 제거한 정수,
 θ : 감시장비와 표적간의 경사각(°).

그림(2-3)에서 감시장비로 부터 임의의 거리 R_i 에 위치한 표적에 대한 경사각(지형가시각)은 다음과 같이 나타낸다.

$$\tan \theta = \frac{DH_i}{R_i}, \theta = \tan^{-1}\left(\frac{DH_i}{R_i}\right)$$

따라서 차폐각(Mask Angle : θ_{\max})은 가장 큰 경사각(지형가시각) 이 되므로 식(1)과 같다.

$$\theta_{\max} = \max \left\{ \tan^{-1}\left(\frac{DH_i}{R_i}\right), \tan^{-1}\left(\frac{DH_{i-1}}{R_{i-1}}\right) \right\} \quad (1)$$

최초 표적의 지형가시각을 $\theta = \theta_{\max}$ 라 하면 식(1)에 의하여 $\theta \geq \theta_{\max}$ 이면 표적이 보이고, $\theta \leq \theta_{\max}$ 이면 안보인다. 따라서 다음에 적용되는 가시각은 $\theta \geq \theta_{\max}$ 일 경우 가시각은 $\theta = \theta_{\max}$ 로 바뀐다.

각 좌표점에 대해 가시도가 판별되면 진지에 배치된 감시장비의 가시율(V)과 차폐면적(C)를 아래 식(2), (3)을 사용하여 구할 수 있다.

$$\text{가시율}(V) = \frac{\text{가시좌표점수}}{\text{총좌표점수}} \times 100\% \quad (2)$$

차폐면적(C)=(총좌표점수)-(가시좌표점수)(3)
 단, 총좌표점수=(장비의탐지거리(m)÷12.5(m))
 × (요구되는 감시각도의 총수).

3. 模型의 開發

감시장비는 감시지역을 최대한 감시할 수 있도록 해야 하고 또한 중요감시지역이 감시장비의 탐지거리내에 있을 경우에는 이 지역을 감시할 수 있도록 하는 장비를 배치하도록 하여야 한다.

따라서 감시장비 배치는 다음 두가지 방법을 고려하여야 한다. 첫째, 중요감시지역을 우선적으로 감시할 수 있도록 하여야 한다. 둘째, 지형과 장비 성능만을 고려하여 차폐면적을 최소화 하여야 한다.

본 연구는 중요감시지역을 우선적으로 감시하면서 차폐면적을 최소화시키는 감시장비 배치방법을 도출하였다. 이와 같은 감시장비의 최적배치 모형을 구성하기 위하여 다음과 같이 가정사항을 정의한다.

- (1) 가용한 모든 감시장비는 진지에 배치된다.
 - (2) 감시장비는 탐지거리를 고려 충분한 이격거리를 두고 감시대상 지역에 배치된다.
 - (3) 감시장비는 장비의 제한된 사용시간을 고려하여 감시의 연속성을 보장하기 위하여 복수 또는 복합 운용된다.
 - (4) 감시장비 탐지거리내의 중요감시지역은 우선적으로 감시될 수 있도록 한다.
- 최적감시장비 배치모형을 구성하기 위하여 다음과 같이 변수를 정의한다.

m : 가용 감시장비의 총 수,

n : 감시장비가 배치될 진지의 수,

r : 감시장비 기종의 수,

a_i : 가용한 i장비의 수, (단, i=1,2,...,r),

b_j : 진지j에 배치된 장비의 수,

(단, j=1,2,...,n),

C_{ij} : 장비i가 진지j에 배치 되었을때의

차폐면적,

L_{ij} : 감시장비i가 진지j에 배치되는 최소수

(하한값),

U_{ij} : 감시장비i가 진지j에 배치되는 최대수

(상한값),

x_{ij} : 진지j에 배치되는 장비i의 수,

W_{ij}^k : i감시장비는 j진지에서 k개의

중요감시지역을 감시가능함.

최적 감시장비배치 모형의 목적함수는 제한된 감시장비로 차폐면적을 최소화하면서 중요 감시지역의 감시가 가능해야 한다. 즉, j진지에 배치할 i장비의 수 x_{ij}에 차폐면적(C_{ij})을 곱했을 때 그 값이 최소가 되어야 하고, 중요감시지역은 우선적으로 감시되어야 한다. 그러므로 차폐면적(C_{ij})에 중요감시지역의 가중치(W_{ij}^k)를 다시 곱하여 식 (4)과 같이 나타낼 수 있다.

$$\text{Minf} = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^n W_{ij}^k C_{ij} x_{ij} \quad (4)$$

감시장비를 최적으로 배치하는데 관련 제약조건식을 구성하면 다음과 같다.

(1) 모든 가용장비는 진지에 배치되어야 한다. 이를 수식으로 나타내면 식(5)와 같다.

$$\sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, i=1,2,\dots,r \quad (5)$$

단, 모든 변수는 비음이며 정수.

(2) 각 진지별 배치되는 장비수는 복수 또는 복합 운용개념에 의하여 0 또는 2대가 되어야 한다. 이를 수식으로 나타내면 식(6)과 같다.

$$\sum_{i=1}^r x_{ij} = b_j, j=1,2,\dots,n \quad (6)$$

단, b_j = 0 또는 2,

모든 x ≥ 0 이며 정수.

(3) 총 장비의 수와 모든 진지에 배치된 장비의 수는 같아야 하므로 이를 수식으로 나타내면 식(7)과 같다.

$$\sum_{i=1}^r a_i = \sum_{j=1}^n b_j \quad (7)$$

위 내용을 종합하여 지상감시장비의 최적배치모형을 구성하면 식(8)와 같다.

$$\text{Minf} = \sum_{i=1}^r \sum_{j=1}^n W_{ij}^k C_{ij} x_{ij}.$$

$$\text{s.t. } \sum_{j=1}^n x_{ij} = a_i, \quad i = 1, 2, \dots, r$$

$$\sum_{i=1}^r x_{ij} = b_j, \quad j = 1, 2, \dots, n \quad (8)$$

단, $b_j = 0$ 또는 2,

$$\sum_{i=1}^r a_i = \sum_{j=1}^n b_j,$$

모든 변수는 비음이며 정수.

2단계 : 수송표작성

수송표작성은 총 공급량(장비수)이, 총 수요량(진지수)은 n 이고 $m \leq 2n$ 이므로 복수·복합 운용개념에 의해 먼저 총 공급량과 수요량이 균형되도록 해야한다. 이를 위하여 부족한 공급량을 수송할 가상행을 만들고 가상장비의 수송비를 0으로 하면 <표 3-1>과 같이 나타낼 수 있다.

<표3-1> 불균형 수송문제의 수송표

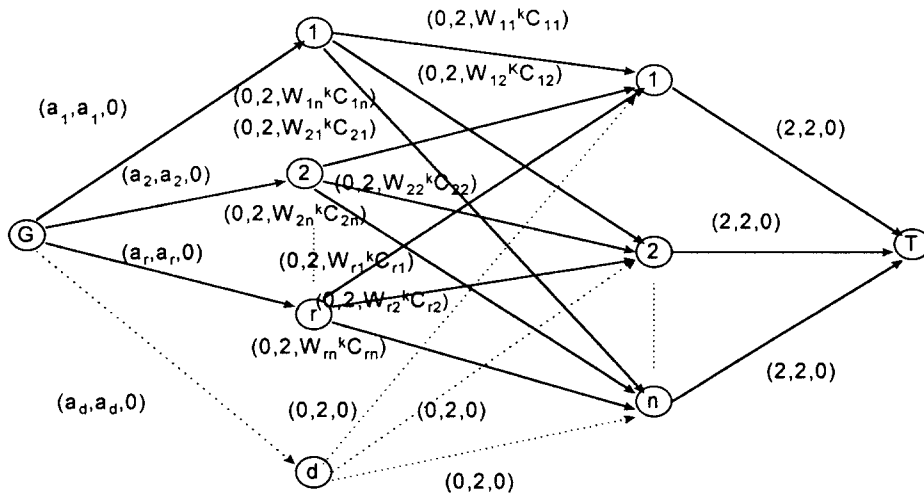
장비 \ 진지	1	2	...	n	공급량
1	X_{11} C_{11}	X_{12} C_{12}		X_{1n} C_{1n}	a_1
2	X_{21} C_{21}	X_{22} C_{22}		X_{2n} C_{2n}	a_2
r	X_{r1} C_{r1}	X_{r2} C_{r2}		X_{rn} C_{rn}	a_r
d (가상행)	X_{d1} 0	X_{d2} 0		X_{dn} 0	a_d
수요량	b_1	b_2		b_n	$\sum_{i=1}^r a_i + a_d$ $= \sum_{j=1}^n b_j$

식(8)의 정수문제는 선형계획법의 단체법, 수송문제 및 Out-of-Kilter법으로 해를 구할 수 있으나 단체법이나 수송문제는 변수가 많아질 때 해를 구하는데 많은 시간이 소요되고 특히 단체법은 반드시 정수해를 구할 수 있는 단점이 있다. 반면에 Out-of-Kilter법은 마디의 수가 500개 정도까지는 해를 구하는데 어려움이 없으므로 전군의 감시장비를 배치하는데 제한이 되지 않는다. 따라서 본 연구에서는 이문제의 해를 구하기 위해 수송표에 의한 네트워크를 구성한 후 Out-of-Kilter법을 이용하여 최적해를 구하였다. 해법 절차는 다음과 같다.

1단계 : 차폐면적을 산출하고 중요감시지역 탐지가능성을 판단한다.

3단계 : 네트워크 구성

G 출발마디이고 T는 도착마디로 두며, 마디1에서 r마디까지는 장비기종으로 정의하며 이를 장비공급마디로 한다. 그리고 마디 1에서 n마디까지는 장비배치대상, 진지수로 정의하며 이를 진지수요마디로 한다. 마디와 마디를 연결하는 호에 있는 괄호안의 값중 첫번째 값은 마디간 흘러 보내야 하는 최소한의 장비수이며 두번째 값은 최대한의 장비수를 의미한다. 세번째 값은 장비공급 마디에서 자원 1단위가 진지수요 마디에 할당될 때의 차폐면적을 나타낸다. 식(8)과 <표3-1>에 의하여 네트워크를 구성하면 <그림3-1>과 같다.



$$\left(\sum_{i=1}^r a_i + a_d, \sum_{i=1}^r a_i + a_d, 0 \right)$$

<그림 3-1> 가상공급량의 흐름이 있는 최적 배치네트워크 구성

<그림3-1>에서모형의목적함수값은모든마디의 흐름량에 단위비용(차폐면적: C_{ij})과가중치(W_{ij}^k)를 곱한 값의 합이다. 가용감시장비의 수는 출발마디 G에서 장비공급마디 사이의 값이고, 배치되는 감시장비의 수는 진지소요 마디에서 도착마디 T사이의 값으로 표현하였다. 그리고 수요량에 비해 부족한 공급량은 가상공급마디를 만들어 공급량과 수요량이 균형되도록 하여 각 진지소요마디에 2대씩의 장비가 배치될 수 있도록 하였다. 여기서 가상공급장비의 수는 식(9)와 같다.

$$a_d = \sum_{j=1}^m b_j - \sum_{i=1}^r a_i, \quad (9)$$

$$\text{단, } \sum_{j=1}^m b_j > \sum_{i=1}^r a_i .$$

이때 가상공급마디와 연결되는 다른 마디간의 호의 흐름은 차폐면적의 값을 0으로 줄으로써 실 공급량의 흐름이 완료된 후 마지막 단계에 흐름이 생기며, 총 가중치 차폐면적 값에 영향을 주지 않는다. 또한 가상장비의 흐름량을 갖는 진지에는 실제 감시장비가 배치되지 않음을 의미한다.

그림<3-1>의 네트워크는 Out-of-Kilter법을 이용하여 최적해를 구할 수 있다. 이 모형은 가중치(W_{ij}^k)를 부여할 경우에는 중요 감시지역을 감시할 수 있는 최적해가 된다. 지형만을 고려할 경우에는 모든 차폐면적의 가중치

(W_{ij}^k)를 1로 줌으로써 최소 차폐면적을 갖는 배치방법을 도출할 수 있다.

4. 模型適用

여기서는 본 연구에서 개발한 모형을 적용하여 모든 가용 감시장비를 전방지역에 배치하는 방안을 도출해 보기로 한다. 현재 L과 S 감시장비 각각 40대를 보유하고 있고 후보진지는 46개소로 판단되었으며 중요감시지역은 40개소라고 가정하자.

1단계 : 먼저 각 진지별, 장비별 차폐면적을 계산하면 <표4-1>과 같다.

<표4-1> 진지별, 장비별 차폐면적
단위: 차폐표적수(천개)

진 지	L 장비	S 장비	진 지	L 장비	S 장비
1	650	795	24	713	835
2	765	880	25	705	826
3	710	815	26	741	854
4	685	810	27	685	808
5	720	875	28	725	865
6	700	825	29	723	872
7	730	845	30	668	798
8	715	835	31	717	848
9	660	795	32	708	835
10	735	830	33	645	790
11	705	840	34	686	810
12	690	790	35	723	872
13	760	815	36	745	893
14	655	790	37	695	825
15	695	800	38	735	866
16	713	837	39	630	760
17	718	826	40	648	790
18	676	780	41	710	835
19	750	875	42	735	860
20	746	867	43	685	846
21	672	813	44	726	855
22	720	840	45	755	890
23	658	796	46	666	798

그리고 각 진지에서 중요 감시지역의 감시가 가능한 여부를 판단하면 <표4-2>와 같다.

<표4-2> 중요감시지역 감시가능여부 평가

진 지	중요감시지역탐지		진 지	중요감시지역탐지	
	L 장비	S 장비		L 장비	S 장비
1	1,2지역*	2 지역*	24	22	불가
2	3	불가	25	22,23	22
3	불가	불가	26	23	불가
4	4	4	27	24	24
5	5,6	5	28	25	25
6	7	7	29	불가	불가
7	불가	불가	30	26	불가
8	8	8	31	27	27
9	9	9	32	28,29	28
10	10	불가	33	30	30
11	11,12	12	34	불가	불가
12	13	불가	35	31	31
13	14	14	36	32	32
14	불가	불가	37	32	불가
15	15,16	16	38	33	33
16	불가	불가	39	34,35	35
17	17	17	40	불가	불가
18	18	18	41	36	36
19	19	19	42	37	37
20	19	불가	43	38	불가
21	20	20	44	불가	불가
22	불가	불가	45	39	39
23	21	21	46	40	불가

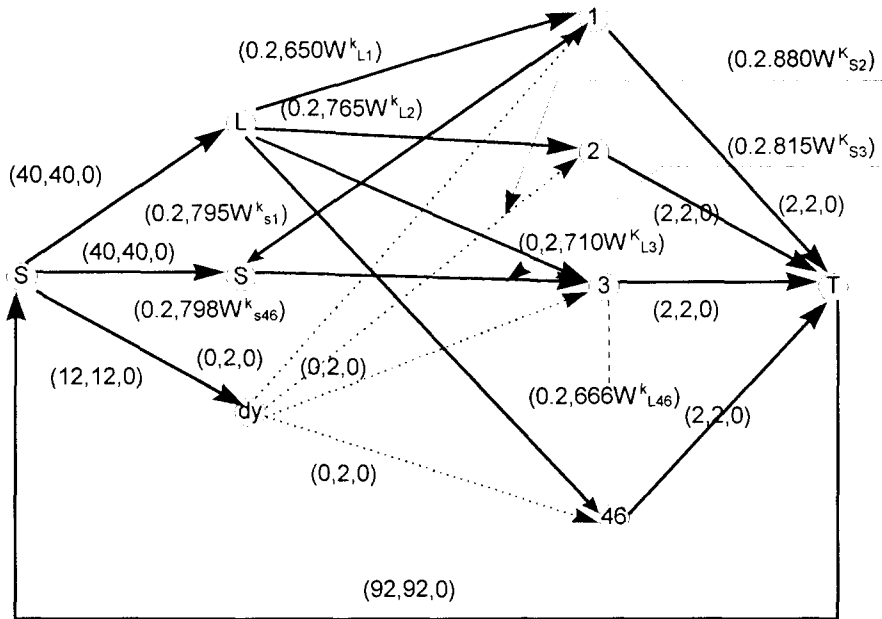
2단계 : 수송표를 작성한다.

가용장비는 80대이고, 후보진지는 46곳이므로 수요를 충족시키기 위해서는 12대의 가상장비가 필요하고 이때의 가중치 차폐면적을 0으로 하면 <표4-3>과 같다.

3단계 : 모든 단계의 결과를 적용하여 네트워크를 구성하면 (그림4-1)과 같으며, 이를 Out-of-Kilter법을 이용하여 최적해를 도출한다.

<표 4-3> 장비배치 수송표

장비	진지	1	2	3	46	장비수
L 장비	X L1		X L2	X L3	X L46	40
		650	765	710	666	
S 장비	X S1		X S2	X S3	X S46	40
		795	880	815	798	
D 장비 (가상행)	X D1		X D2	X D3	X D46	12
		0	0	0	0	
배치장비수		2	2	2	2	92



<그림 4-2> 최적배치를 위한 네트워크 구성

본 연구는 지형만을 고려한 배치방안과 중요감시지역을 포함하여 감시할 수 있는 배치방안에 대해 배치결과를 분석해 보았다. 전자의 경우는 모든 차폐면적의 가중치를 1로

하였고, 후자의 경우는 중요감시지역을 탐지할 수 있는 진지/장비에 대해 가중치를 곱하여 최적해를 구하였다. 각각의 최적해를 구한 결과는 <표4-4>와 <표4-5>에 표시하였다.

표 4-4 지형만을 고려할 경우의 최적배치

진 지	장 비 배 치	중요감시 지역탐지	차 페 면 적
1	L,L	1,2지역	1300
2	dummy	×	0
3	S,S	×	1630
4	S,S	4	1620
5	L,L	5,6	1440
6	S,S	7	1650
7	S,S	×	1690
8	S,S	8	1670
9	L,L	9	1320
10	S,S	×	1660
11	L,L	11,12	1410
12	S,S	×	1580
13	S,S	14	1630
14	L,L	×	1310
15	S,S	16	1600
16	S,S	×	1674
17	S,S	17	1652
18	S,S	18	1560
19	dummy	×	0
20	dummy	×	0
21	L,L	20	1344
22	S,S	×	1680
23	L,L	21	1316
24	S,S	×	1670

진 지	장 비 배 치	중요감시 지역탐지	차 페 면 적
25	S,S	22	1652
26	dummy	×	0
27	S,S	24	1616
28	L,L	25	1450
29	L,L	×	1446
30	L,L	26	1336
31	L,L	27	1434
32	S,S	28	1670
33	L,L	30	1290
34	S,S	×	1620
35	L,L	31	1260
36	L,L	32	1296
37	S,S	×	1670
38	dummy	×	0
39	L,L	34,35	1370
40	L,L	×	1452
41	dummy	×	0
42	L,L	37	1332
43	S,S	×	1620
44	L,L	×	1410
45	L,L	39	1440
46	L,L	40	1352
계		30개소	60122

표 4-5. 중요감시지역을 우선적으로 고려할 경우의 최적배치

진지	장비 배치	중요감시지역탐지	차페면적
1	L,L	1,2지역	1300
2	L,L	3	1430
3	dummy	×	0
4	S,S	4	1620
5	L,L	5,6	1440
6	S,S	7	1650
7	dummy	×	0
8	S,S	8	1670

진지	장비 배치	중요감시지역탐지	차페면적
9	S,S	9	1590
10	L,L	10	1470
11	L,L	11,12	1410
12	L,L	13	1380
13	S,S	14	1630
14	L,L	×	1310
15	L,L	15,16	1390
16	dummy	×	0

<표4-5>계속

진지	장비배치	중요감시지역탐지	차폐면적
17	S,S	17	1652
18	S,S	18	1560
19	S,S	19	1750
20	L,L	19	1492
21	S,S	20	1626
22	dummy	×	0
23	S,S	21	1592
24	L,L	22	1426
25	L,L	22,23	1410
26	L,L	23	1482
27	S,S	24	1616
28	L,L	25	1730
29	dummy	×	0
30	L,L	26	1336
31	S,S	27	1696
32	L,L	28,29	1416
33	S,S	30	1580
34	L,L	×	1372
35	S,S	31	1520
36	S,S	32	1580
37	L,L	32	1420
38	S,S	33	1720
39	L,L	34,35	1270
40	dummy	×	0
41	S,S	36	1780
42	S,S	37	1596
43	L,L	38	1270
44	L,L	×	1410
45	S,S	39	1790
46	L,L	40	1352
계		모두감시	63034

결과적으로 지형만을 고려하여 장비를 배치할 경우에는 <표4-4>과 같이 차폐면적은 최소값인 60,122로 가장 넓은 지역을 감시할 수 있지만 중요감시지역의 감시율은 75%에 그

쳤다. 그러나 중요감시지역을 감시할 수 있는 진지/장비에 가중치를 부여했을 경우에는 <표4-5>과 같이 차폐면적은 63,034로 2,912가 증가하였으나 중요감시지역은 모두 감시할 수 있다.

또한 감시장비배치는 <표4-4>와<표4-5>에 나타난 결과와 같이 탐지거리가 같은 장비를 복수배치 하는 것이 가장 효과적으로 나타났다.

5. 結 論

기존의 감시장비는 경험적 요소와 전장정보 분석(IPB)에 의존하여 배치하므로 감시효과가 최적에 이르지 못한 감이 없지 않았다.

본 연구에서는 UTM좌표간격 12.5m의 수치지형고도자료를 이용하여 가시도를 분석하여 각 진지별, 장비별 차폐면적산출과 중요감시지역 감시가능여부를 판단하였으며, 중요감시지역을 감시하면서 차폐면적을 최소화시키는 선형계획모형을 개발하여 네트워크모형을 구성한 후 Out-of-Kilter법에 의하여 최적해를 구하는 방안을 제시하였다.

본 연구의 모형은 지형만을 고려하는 방안과 중요감시지역을 포함하여 감시할 수 있는 방안에 대해 최적 배치방법을 도출할 수 있음을 보였다. 본 모형의 적용결과 전자는 감시율을 최대로 하는 반면 중요감시지역에 대한 감시 불가능지역이 발생하였고, 후자는 중요감시지역을 모두 감시할 수 있는 반면 전자에 비해 감시율이 어느 정도 감소하였다.

그러나 본 모형을 보다 현실성 있게 적용하기 위해 감시장비의 성능에 관한 자료가 보다 정확하여야 하며 앞으로 저고도 침투항공기를 탐지하기 위하여 공중감시 레이더와 연계하여

통합감시체계를 위한 새로운 모형개발이 요구되고 있다.

參 考 文 獻

1. 國防大學院, 計量的 意思決定論, 1991.
2. 國防大學院, 네트워크 理論과 應用, 1986.
3. 防空砲兵學校, 컴퓨터를 利用한 防空武器體系分析, 1990.
4. 서성철, 戰術地形分析 시스템, 韓國軍事運營分析學會誌, 第19卷, 第2號, 1993.
5. 李相文, 經營科學概論(意思決定技法의 分析和 適用), 法文社, 1993.
6. 陸軍教育司令部, 地上監視裝備運用, 教育 回章94-3-7, 1994.
7. 陸軍本部, 作戰要務令, 野戰教範100-5, 1991.
8. 陸軍本部, PC用 地形分析시스템, 1994.
9. 張源弘, 數值地形資料를 利用한 레이다 視界圖 電算化에 관한 研究, 國防大學院, 碩士學位論文, 1988.
10. Ahuja, R.K., Magnanti, T.L., andOrlin, J.B., Network Flows, New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 1993.
11. Ford, L.R., and Fulkerson, D.R., Flows in Network, Princeton, N.J.: Princeton University Press, 1962.
12. Fulkerson, D.R., The Out-of-Kilter Method for Minimal Cost Flow Problems,

Journal of Applied Mathematics, 9(1)
(March 1961).

13. Phillips, D.T., and Alberto, G.D., Fundamentals of Network Analysis, New Jersey, Prentice-Hall, Inc., 1981.