

## 목표계획법을 이용한 경계부대 근무편성에 관한 연구 (A Goal Programming Model for Guard Soldier Scheduling)

김 학 영(Hak-Young Kim)\*, 류 흥 서(Hong-Seo Ryoo)\*\*

### 초 록

본 연구는 최적화의 목표계획법을 이용하여 근무 편성권자가 경계병 근무계획시 의도하는 부대목표와 병사 선호도의 조합에 따른 최적 근무계획을 작성하는 보편적인 모형을 제시한다. 본 연구에서 제시하는 모형의 실용성 및 우수성을 시험하기 위하여 실제 경계부대의 자료와 다양한 부대목표(선·후임병의 조 편성, 교육 훈련 균등할당, 분대 건제유지) 및 병사목표(근무량의 균등할당, 비번 편성, 선호병사와의 근무편성)를 사용한 다양한 실험을 실시하였다. 이 실험을 통하여, 본 연구의 모형을 이용한 최적 경계근무명령서 작성과 우발적 상황에 따른 신속한 경계근무 재계획이 효율적으로 이루어질 수 있다는 점을 보였으며, 나아가 본 연구의 모형이 실제 경계부대 근무편성 문제해결에 용이하게 적용될 수 있다는 점을 입증하였다.

### Abstract

This paper presents a mixed linear and integer goal programming (GP) model to aid in strategic planning and scheduling of guard soldiers. The proposed model is a general-purpose model, hence can be used to produce an optimal schedule with respect to any user-provided combination of guard post objectives and soldier preferences.

We extensively test the usefulness of the model on a real-life dataset from a guard post in the ROK Army with using three objectives set by the guard post and three preferences provided by individual soldiers. Numerical results and analysis from these experiments show that the proposed guard scheduling model efficiently as well as effectively generates an optimal guard schedule and can also be used for an optimal revision of any existing schedule. In summary, these illustrate that the proposed model can be practically used for optimal planning and scheduling of guard soldiers in guard posts.

**KeyWords:** 목표계획법(Goal Programming), 혼합선형·정수 목표계획법(Mixed Linear and Integer Programming), 경계병사 근무편성(Guard Soldier Scheduling)

\* 고려대학교

\*\* 고려대학교 산업시스템정보공학과

## 1. 서 론

한반도는 한국전쟁 이후 남과 북이 북위 38도를 사이에 두고 종전이 아닌 휴전의 상태로 현재까지 지속되고 있다. 이러한 국가적 환경에 따라 한반도는 남과 북을 사이에 두고 내륙과 해안선을 따라 많은 수의 경계부대가 배치되어 있다. 여기서 말하는 경계부대란, 경계임무를 수행하기 위하여 편성된 부대로서 특정 지역이나 주요시설 등의 경계를 주 임무로 하는 부대를 말한다. 이러한 경계부대들의 특성으로는 대대급 이상의 부대가 아닌 주로 소(중)대급의 부대들이 경계임무를 수행하고 있으며 격오지 생활에 따른 독립적인 생활이 이루어지고 있기 때문에 소(중)대장에 의하여 교육훈련, 소속부대원 관리 그리고 경계근무 계획 및 감독 등이 이루어지고 있다. 또한 그 부대가 담당하는 경계 초소가 일반 주둔지 부대와 비교하여 인원 대비 많이 편성되어 있어 그날 경계근무 편성에 따라 소속부대원들의 하루일과가 달라진다. 그로 인해 경계근무 편성에 있어서 병사들의 부담은 매우 크다. 그러므로 경계근무 계획의 중요성은 주둔지 부대와 비교하여 클 수밖에 없다. 따라서 병사들의 경계근무에서 오는 부담을 줄이고 경계의 질을 향상시키는 최적의 근무계획을 수립하는 것이 경계근무 편성권자의 고민이 되고 있는 것이다.

그러나 경계근무를 계획하는데 있어 많은 어려움이 존재하고 있다. 이 중 몇 가지를 나열하면 다음과 같다. 첫째, 근무를 편성하는 초급간부들의 업무가 과중하다는 것이다. 주로 소

대단위 생활을 하는 경계부대에서 경계근무명령서는 소대장이나 부소대장이 계획하게 된다. 그러나 이들은 소속 부대원 관리, 순찰, 교육훈련 등의 많은 업무에 시달리고 있다. 따라서 많은 고민과 노력을 기울여 모두가 만족할 수 있는 근무 계획을 작성해야 하는 것은 쉽지 않은 작업이다. 둘째, 근무시작  $\alpha$ 시간 전 근무명령서의 작성 및 계시가 완료되어야 한다는 것이다. 각 부대는 해당부대의 실정에 따라  $\alpha$  값을 지정하여 근무명령서 작성 완료 및 게시하도록 하고 있다. 그러나 이 과정에서 앞 근무와 연계성이 약해질 수 있다. 만약  $\alpha$ 가 48시간인 부대의 근무 편성권자는 48시간 전의 근무를 바탕으로 근무를 편성하게 되므로 48시간 이전 근무와의 연계성은 적을 수밖에 없다. 셋째, 상급부대의 지시사항과 규정 그리고 소속부대원 개인의 선호도 등을 고려한 근무계획은 쉽지가 않다. 과거의 군은 부대임무와 지휘관의 의도에 따라 병력 및 부대가 지휘되었으나 현재의 군은 과거의 지휘체계를 따르기에는 병사들의 성향이 너무도 많이 달라졌다. 현재의 병사들은 과거와 달리 육체적·정신적 나약함과 개인주의 및 이기적인 성향에 따른 단체생활의 적응이 더딘 반면 교육 수준의 향상과 합리적인 사고를 가지고 있어 자신의 의사표현이 확실하고 옳다고 생각하는 일에는 적극적으로 참여하는 성향이 있다[2]. 그러므로 이러한 성향을 가진 병사들의 조기 부대적응을 유도하고 사고를 예방하기 위해서는 합리적이고 병사들의 선호도를 반영한 부대 운영이 되어야 한다. 그 중에서도 주둔지 부대와 달리 폐쇄성이 강

하고 간부들의 관리·감독 사각지역이 발생 할 수 있으며 하루 대부분의 시간을 경계근무지에서 선임병과 후임병 단 들이 생활하는 경계부대는 이러한 부대 운영이 더욱 중요하다. 국방부가 국회에 제출한 국정자료[3]를 보면 복무염증이나 개인 신상과 관련하여 후임병들의 우발적인 총기사고가 경계부대의 근무초소에서 많이 발생함을 알 수 있다. 이 자료에 따르면 최근 5년간 발생한 총기사고의 50%로 정도가 경계부대의 근무초소에서 발생하였고 발생한 사고의 70%가 복무염증 때문이었으며 사고자의 93%가 일병이하 후임병이었다. 이 자료에서 보여주듯 경계부대의 후임병들은 낮선 군이라는 환경에서 복무부적응에 의해 많이 힘들어하고 있는 것이다. 이런 심리적 상태에서 후임병이 싫어하는 선임병이나 선임병이 싫어하는 후임병과의 근무는 경계근무지의 특성상 자칫 사고로의 연결이 될 수 있는 것이다. 따라서 병사 개인이 선호하는 병사와의 근무 편성을 통하여 사고예방과 병사들의 부대적응을 도울 수 있을 것이며 공정하고 합리적인 근무계획을 통하여 병사들의 근무편성에서 오는 불만을 해결할 수 있는 것이다. 실제 야전부대는 2006년 4월 합동참모본부의 경계근무지 실탄 지급 지시에 따라 각 부대는 경계근무 계획 간 병사들의 선호도를 반영한 근무편성에 더 많은 노력을 기울이고 있다.

위에서 알 수 있듯 경계부대의 근무계획에 있어서 병사 개인의 선호도 반영은 중요하다. 그러나 이를 위한 연구는 거의 진행되어 있지 않았으며 진행된 연구 또한 군 병원의 간호사 근

무계획과 관련된 연구이다[4]. 그러므로 일선 부대는 아직까지도 소대장이나 부소대장에 의해서 많은 시간을 투자하며 근무자를 공정히 편성하기 위하여 노력하고 있다. 그러나 이 과정에서 병사들의 생체적 요구(연속근무, 비번 등)와 선호도 등의 반영은 미흡하여 부대 목표와 병사들의 선호도간에 상호 충돌이 발생 할 수 있는 것이다.

본 연구는 Azaiez and Sharif[1]가 간호사 근무계획간 병원의 요구사항 및 규정에 간호사들의 선호도를 반영한 것을 바탕으로 이를 군의 경계병 근무계획에 맞게 적용하였다. 여기서의 부대목표는 선·후임병 근무편성, 분대건제 유지 그리고 교육훈련 기회의 균등 할당으로 하였으며 병사들의 선호도로는 근무량의 적정 할당, 비번편성의 공정성 그리고 선호하는 병사와의 근무편성으로 하였다. 이러한 부대목표와 병사들의 선호도를 모두 만족시키기 위하여 본 연구는 최적화 기법인 목표계획법을 이용한 경계근무 계획법을 제시한다. 이를 통한 위에서 언급된 문제를 해결함으로써 초급간부들의 근무편성에서 오는 시간적·정신적 어려움을 해결할 수 있을 것이다. 따라서 이들은 교육훈련이나 병원관리 등의 업무에 더 많은 시간을 활용할 수 있을 것이다. 또한 병사들의 선호도를 근무편성에 반영함으로써 후임병들의 부대적응을 돕고 임무에 적극적인 참여를 유도 할 수 있을 것이다.

이를 위한 본 논문의 구성은 다음과 같다. 2장에서는 현 경계근무명령서 작성의 고찰을 통하여 문제점 및 개선사항을 알아보며, 3장에서

는 경계부대의 보편적인 경계근무계획 수리모형을 제시한다. 4장에서는 민감도 분석을 통한 실험과 우발계획에 따른 실험결과를 제시한다. 그리고 1주 및 1달 단위의 실험결과 비교를 통하여 1주 단위 근무계획이 1달 단위의 근무계획과 유사한 근무편성 결과를 보여줌을 제시하고 1주 단위의 근무계획 시 40초 이내의 최적 근무계획이 가능하여 경계부대의 특성상 보다 합리적인 방법임을 제시한다. 마지막으로 5장은 본 연구의 결론 및 기대효과를 제시한다. 더불어 본 모형은 경계부대의 경계병 근무계획 뿐만 아니라 일반 주둔지 부대의 경계근무 계획, 군(민간)병원 간호사 근무계획[4, 5, 6, 7], 승무원 승무계획[8, 9] 등 능력별 조 편성을 통한 근무를 계획하는 다양한 문제 등에도 적용이 가능한 다목적적인 모형이다.

## 2. 경계근무명령서 작성의 고찰

현재 육군의 많은 경계부대는 24시간 주·야 경계를 실시하고 있다. 이러한 경계부대의 근무방식은 통상 2명이 1개조를 이루어 각 근무지에서 일정시간 근무를 서고 다음 근무지로 이동하는 밀어내기식 근무를 시행하거나 시야 조건이나 지역적 특색에 따라 해당 근무지에서 고정하여 근무를 서는 고정식 근무를 시행하고 있다. 근무 인원은 시계조건의 차이가 나는 주간과 야간이 차이가 나며 시계조건이 불량한 야간에 근무자 수가 많이 편성된다. 또한 각 근무형태에서의 필요인원은 반드시 만족되어야 하며 계획된 경계근무지에는 경계병에 의한 경

계근무가 반드시 이루어져야 한다.

경계근무 편성에 있어서의 편성권자는 경계근무에 관한 관련 규정의 준수, 상급부대 지시사항(분대건제 유지, 선임병과 후임병에 의한 조 편성, 교육훈련 등)과 소속부대원의 선호도(균등한 근무할당, 비번 편성, 선호병사와의 근무조 편성 등)를 고려한다. 또한 생체적인 피로도를 고려한 근무를 편성하고 있는데 이는 연속적인 근무편성 금지와 하루 2회 이하의 근무편성 그리고 낮 근무보다 야간 근무의 초과 할당 등이 고려된다. 그리고 많은 인원이 생활함으로써 발생하는 예기치 못한 우발 상황이 있을 수 있다. 이는 최초 미 계획된 결원이 발생시 근무명령서를 재계획해야 하는 추가 소요가 발생하는 것으로 이 과정에서 앞 근무와의 연관성 및 전체적인 편성의 공정성, 재계획에 따른 시간적인 문제 등이 발생한다.

## 3. 경계병 근무계획 모형

본 장은 부대목표와 병사들의 선호도를 만족시키며 우발적인 상황발생에 따른 신속한 재 근무계획이 가능한 경계병 근무계획 문제를 해결하기 위하여 최적화의 목표계획법을 이용한 수리모형을 제시하고자 한다.

### 3.1 가정

독자의 문제이해 및 해석을 돕기 위하여 다음과 같은 사항들을 가정하였다.

- (1) 경계부대는 1개 소대로 한다.
- (2) 오전, 오후, 저녁, 새벽 4개의 근무형태로

경계근무를 계획한다.

- (3) 교육훈련 참여는 오후 근무에 미 편성된 인원에 한하여 가능하다.
- (4) 근무계획 기간 중 야간 근무인원이 추가로 편성되어야 하는 무월광 취약시기와 같은 기간은 없다.

### 3.2 기호 정의

경계근무 계획을 위한 수리모형 구축에 앞서 먼저 모형과 본 연구에서 사용하는 기호를 정의한다.

- $i$  : 1개 소대 인원( $n$ 명)
- $s$  : 분대( $s=1\sim 4$ )
- $i_a$  : 선임병 그룹의 인원( $NS$ 명)
- $i_b$  : 후임병 그룹의 인원( $NJ$ 명)
- $i_{as}$  : 선임병 그룹의  $s$ 분대 인원
- $i_{bs}$  : 후임병 그룹의  $s$ 분대 인원
- $j$  : 일자( $m$ 일)
- $p$  : 미 계획된 근무결원 발생 전까지의 근무 일수
- $k$  : 근무형태( $k=1\sim 4$ )
- $DU$  : 하루 근무편성 제한량
- $N_{as}$  : 선임병 그룹의  $s$ 분대 총 인원수
- $N_{bs}$  : 후임병 그룹의  $s$ 분대 총 인원수
- $BO_{ip}$  : 병사  $i$ 가  $p$ 일까지 근무 간 비번 편성량
- $X_{ijk} = \begin{cases} 1 : \text{병사 } i \text{가 } j \text{일에 근무 } k \text{에 배정} \\ 0 : \text{otherwise} \end{cases}$

- $Y_{ij} = \begin{cases} 1 : \text{병사 } i \text{가 } j \text{일에 근무 미편성} \\ 0 : \text{otherwise} \end{cases}$
- $Z_{ijk} = \begin{cases} 1 : \text{병사 } i \text{가 } j \text{일 } k \text{근무에 미편성} \\ 0 : \text{otherwise} \end{cases}$
- $C_{i_a i_b} = \begin{cases} 1 : \text{선임병 } i_a \text{와 후임병 } i_b \text{는 상호 호감} \\ 0 : \text{otherwise} \end{cases}$
- $MD_i$  : 병사  $i$ 의 적정 근무량
- $BMD_{ip}$  :  $p$ 일까지 병사  $i$ 의 근무량
- $D_i$  : 병사  $i$ 의 오후근무 편성량
- $BD_{ip}$  : 병사  $i$ 의  $p$ 일 근무까지의 오후 근무 편성량
- $R_{jk}$  :  $j$ 일 근무형태  $k$ 에서의 요구인원수
- $TA_k$  : 근무형태  $k$ 에서의 선임병의 요구
- $TB_k$  : 근무형태  $k$ 에서의 후임병의 요구
- $OD$  : 근무계획간 요구되는 비번 편성량

### 3.3 수리적 모형

본 연구에서 제시하는 목표계획법을 이용한 경계병 근무계획 문제는 반드시 만족되어야 하는 강한 제약조건과 부대 및 병사들이 추구하는 목표제약식을 통하여 다음과 같은 수리적 모형으로 표현될 수 있다.

- 가) 강한 제약조건(Hard Constraints)  
상급부대 지시사항과 관련 규정 및 경계병들의 생체적 피로 등은 경계근무를 계획하면서 반드시 만족되어야 하는 조건으로 아래와 같이 강한 제약조건을 구성한다.

- 하루 2회 이하의 근무편성  
하루 3회 이상의 근무는 병사들에게 많은 생

체적 피로를 줄 수 있으므로 병사들의 근무편성에 대한 불만과 경계근무 질의 저하를 초래할 수 있다.

따라서 1일 2회 이하의 근무편성은 다음의 제약식을 통하여 만족시킬 수 있다. 또한 근무가용인원이 많아지거나 또는 근무형태가 더 세분화되어 하루 근무 편성량의 변화가 필요하다면  $DU$ 값의 변화를 준 근무계획이 가능하다.

$$\sum_{k=1}^4 X_{ijk} \leq DU, \quad i=1, \dots, n, \quad j=1, \dots, m-p$$

• 연속근무 금지

연속적인 근무의 편성은 병사들의 피로감과 근무에 대한 집중도를 저하시킨다. 아래의 제약식은 오전에서 오후, 오후에서 저녁, 저녁에서 새벽 그리고 새벽에서 다음 날 오전 근무 등의 연속근무를 제한하고 병사들에게 휴식시간을 제공하는 근무편성을 보장한다.

$$X_{ijk} + X_{ijk+1} \leq 1$$

$$i=1, \dots, n, \quad j=1, \dots, m-p, \quad k=1, \dots, 3$$

$$X_{ijk} + X_{ij+1k-3} \leq 1$$

$$i=1, \dots, n, \quad j=1, \dots, m-p-1, \quad k=4$$

• 근무형태별 요구인원 할당

군이라는 특수성에 의해 계획된 근무지에는 반드시 경계병이 근무를 서고 있어야 하며 제한된 근무가용인원에 따라 초과인원이 편성시 그 다음 근무편성에 지장을 줄 수 있다.

따라서 아래의 제약식을 통하여 각 근무형태별 요구인원을 만족시킨다. 또한 무월광 취약시기 등으로 인한 일자별 근무 요구인원이 변

동될 수 있으므로 편성권자는  $R_{jk}$  값을 변경하면서 해당 일의 근무형태별 근무인원 수를 만족시킬 수 있을 것이다.

$$\sum_{i=1}^n X_{ijk} = R_{jk}, \quad j=1, \dots, m-p, \quad k=1, \dots, 4$$

• 야간근무는 주간근무보다 많이 편성

야간근무가 주간근무보다 신체적·정신적 피로가 크므로 병사들의 주간근무 선호는 당연하다. 그러므로 주간근무와 야간근무의 불평등한 근무편성이 된다면 특정 인원의 근무 피로는 가중될 것이며 근무편성에 대한 불만을 야기시킬 수 있다.

따라서 다음의 제약식을 통하여 근무가용인원들이 근무편성 기간 동안 야간 근무가 낮 근무보다 초과 편성되도록 한다.

$$\sum_{j=1}^m (X_{ij3} + X_{ij4}) - \sum_{j=1}^m (X_{ij1} + X_{ij2}) \geq 1, \quad i=1, \dots, n$$

나) 목표 제약식(Formulating Goals)

경계부대와 병사들이 추구하는 목표로서 경계근무 계획 간 편성권자는 이를 최대한 달성함으로써 최적화된 경계근무 계획이 가능할 것이다. 다음의 목표 제약식들은 편성권자가 만족시켜야하는 부대목표와 병사들의 선호도를 나타내고 있다.

• 목표 1 : 선·후임병의 근무 편성

대다수의 경계부대가 선임병과 후임병의 조편성을 통하여 서로의 유대 강화 및 인수인계 그리고 일정한 수준의 전투력을 보유한 경계근무가 가능하도록 근무를 편성하고 있다.

이와 같은 부대목표를 구현하기 위하여 아래의 목표 제약식은 선임병 그룹과 후임병 그룹의 인원들을 동일 수만큼 각 근무형태에 할당함으로써 목표를 달성한다. 여기서  $d1_{jk}^+$ ,  $d1_{jk}^-$ ,  $d2_{jk}^+$ ,  $d2_{jk}^-$ 는 선임병과 후임병의 근무 편성간 초과 및 미달 편차를 나타내며  $TA_k$ ,  $TB_k$ 는 선임병 및 후임병의 근무형태별 할당인원 수를 나타낸다.

$$\sum_{i \in i_s}^{NS} X_{ijk} - (d1_{jk}^+ - d1_{jk}^-) = TA_k$$

$$\sum_{i \in i_s}^{NJ} X_{ijk} - (d2_{jk}^+ - d2_{jk}^-) = TB_k$$

$$j=1, \dots, m-p, \quad k=1, \dots, 4$$

• 목표 2 : 교육훈련 기회의 균등부여

일반 주둔지 부대가 오전·오후로 나누어 교육훈련을 실시하는 반면 경계부대는 주로 오후에 실시된다. 그러므로 오후 근무 시간에 균등한 편성이 되지 않으면 교육훈련 기회의 균등부여를 달성하기는 어렵다. 따라서 오후 근무의 균등편성을 통한 교육훈련 기회의 균등부여를 통하여 소속부대원 모두가 높은 수준의 전투력을 발전, 유지할 수 있을 것이다.

다음의 제약식은 부대목표인 교육훈련 균등할당을 위하여 오후 근무량을 제약하고 있으며 이는 편성권자가 오후 근무량을 조절함으로써 상황에 맞는 근무편성이 가능할 것이다. 그리고  $p$ 와  $BD_{ip}$ 는 예상치 못한 근무결원에 따른 재계획시 사용된다. 또한  $d3_i^+$ ,  $d3_i^-$ 는 오후 근무 편성의 초과 및 미달 편차를 나타내며  $D_i$ 는 각 인원별 오후 근무 편성량을 나타낸다.

$$\sum_{j=1}^{m-p} X_{ijk} - (d3_i^+ - d3_i^-) = D_i - BD_{ip}, \quad i=1, \dots, n$$

• 목표 3 : 같은 분대 인원들의 근무편성

전투의 최소 단위인 분대의 결속력과 소속감을 증대시키기 위하여 야전 부대에서는 많은 노력을 기울이고 있다. 따라서 각 부대는 교육훈련, 부대활동 그리고 경계근무 등에 있어서 분대원들이 같이 활동할 수 있도록 부대 운영을 하고 있다.

아래의 목표제약식은 선임병 그룹과 후임병 그룹에서 같은 분대의 인원을 동일한 근무형태에 할당함으로써 위의 부대목표를 달성한다. 본 목표제약식에서의  $d4_{jk}^+$ ,  $d4_{jk}^-$ 는 같은 분대원 편성에 있어서의 초과 및 미달 편차를 나타낸다.

$$\sum_{i_a=1}^{N_{a_s}} X_{i_a j k} - \sum_{i_b=1}^{N_{b_s}} X_{i_b j k} - (d4_{jk}^+ - d4_{jk}^-) = 0$$

$$j=1, \dots, m-p, \quad k=1, \dots, 4, \quad s=1, \dots, 4$$

• 목표 4 : 비번(off-day) 편성의 공정성 보장

경계부대의 병사들은 대부분이 격오지 생활에 따른 주변 여건과 부대시설 등의 취약 등으로 인하여 많은 어려움을 겪는다. 특히 정해진 개인정비나 휴식시간 등이 많지 않아 비번편성은 매우 중요하다.

아래의 목표제약식을 이용하여 병사들의 목표인 주 OD회의 비번을 보장한다. 따라서 편성권자는 부대인원 및 휴가현황 그리고 병사들의 선호도를 고려하여 비번 편성량을 할당할 수 있을 것이다. 또한 앞의 목표제약식들과 같이

$BO_{ip}$ 는 근무 재계획 시 사용된다. 그리고  $d5_i^+$ ,  $d5_i^-$ 는 근무계획 기간 동안 비변편성의 초과 및 미달 편차를 나타내며  $OD$ 는 근무 편성권자가 근무기간 중 할당하고자하는 비변 편성량을 나타낸다.

$$\sum_{k=1}^4 X_{ijk} \leq 2(1 - Y_{ij})$$

$$\sum_{k=1}^4 X_{ijk} \geq (1 - Y_{ij})$$

$$\sum_{j=1}^{m-p} Y_{ij} - (d5_i^+ - d5_i^-) = OD - BO_{ip}$$

$$i = 1, \dots, n, \quad j = 1, \dots, m - p$$

• 목표 5 : 적정 근무량 할당

각 병사는 근무계획일 동안 공정한 근무의 편성을 기대할 것이며 이는 전체 기간 중에 자신이 몇 번 편성이 되었느냐가 주요 판단 요소가 될 것이다. 그러므로 공정한 근무량 할당을 통하여 신세대 병사들의 이해를 돕고 근무편성에서 오는 불만요소를 줄일 수 있을 것이다.

이를 위하여 아래의 목표제약식은 각 병사별 휴가 및 계급, 다른 인원과의 형평성 등을 고려하여 근무 편성권자가 적정 근무량을 할당해 줌으로써 이를 만족시킬 것이다. 여기서  $BMD_{ip}$  또한 근무 재계획 시 사용되며  $d6_i^+$ ,  $d6_i^-$ 는 적정 근무량 할당에 따른 인원별 초과 및 미달 편차를 나타내며  $MD_i$ 는 각 인원별 근무계획 기간 중 전체 근무할당량을 나타낸다.

$$\sum_{j=1}^{m-p} \left( \sum_{k=1}^4 X_{ijk} \right) - (d6_i^+ - d6_i^-) = MD_i - BMD_{ip}$$

$$i = 1, \dots, n$$

• 목표 6 : 선호하는 병사와의 근무편성

경계근무지에서의 실탄 지급 이후 총기사고의 발생 등으로 인하여 많은 부대들은 교우도식을 활용한 경계근무 계획수립을 통하여 사고예방에 노력하고 있다.

따라서 본 목표제약식은 서로 비 선호하거나 한쪽만 선호하는 경우를 제외한 상호 선호하는 병사들끼리의 조 편성을 보장함으로써 해당 병사가 선호하는 병사와의 조 편성이 될 수 있도록 한다. 아래식의  $d7_{ijk}^+$ 와  $d7_{ijk}^-$ 는 개인이 선호하는 병사와의 근무편성에 따른 초과 및 미달 편차를 나타낸다.

$$X_{i_a j k} + \sum_{i_b=1}^{NJ} C_{i_a i_b} X_{i_b j k} - (d7_{ijk}^+ - d7_{ijk}^-) + 2Z_{i_a j k} = 2$$

$$X_{i_a j k} + Z_{i_a j k} = 1$$

$$i_a = 1, \dots, NS, \quad j = 1, \dots, m - p, \quad k = 1, \dots, 4$$

다) 목적함수(Objective function)

목적함수는 위에서 기술한 상응하는 목표들로부터 가중치된 편차의 합을 최소화하는 것이다. 각 목표들의 가중치는  $w_{11}$ ,  $w_{12}$ ,  $w_{13}$ 인 부대목표와  $w_{21}$ ,  $w_{22}$ ,  $w_{23}$ 인 병사 선호도로 나타내며 이들의 가중치는 각 경계부대의 부대 환경과 근무지역의 특성 그리고 해당 지휘관 의도에 따라 달라질 수 있다.

$$\min Z = w_{11} \left( \sum_{j=1}^m \left( \sum_{k=1}^4 d1_{jk}^+ + d1_{jk}^- + d2_{jk}^+ + d2_{jk}^- \right) \right) +$$

$$w_{12} \left( \sum_{i=1}^n d3_i^+ + d3_i^- \right) + w_{13} \left( \sum_{i=1}^n d4_{jk}^+ + d4_{jk}^- \right) +$$

$$w_{21} \left( \sum_{i=1}^n d5_i^+ + d5_i^- \right) + w_{22} \left( \sum_{i=1}^n d6_i^+ + d6_i^- \right) +$$

$$w_{23} \left( \sum_{i=1}^n d7_{ijk}^+ + d7_{ijk}^- \right)$$



#### 4. 실험 : 결과 및 결과분석

본 장은 위의 모형에 적용하기 위하여 사용된 입력 자료와 이를 사용한 다양한 실험결과를 보여 준다. 여기서의 실험은 가중치에 변화를 주며 실험한 결과와 우발계획에 따른 경계근무 명령서의 재계획 그리고 1주 단위 근무계획의 타당성을 보여 본 연구에서 제시한 최적화에 기반 한 경계근무 계획의 합리성과 우수성을 보여 주었다.

##### 4.1 사용한 입력 자료

본 연구에 사용된 입력 자료는 독자의 이해와 전개의 편의상 00부대에서 경계임무를 수행하고 있는 1개 소대의 자료를 사용하였다.

경계근무명령서를 계획하는데 필요한 근무량, 비번 그리고 오후근무량 할당과 선·후임병 그룹지정 등에는 해당 부대의 인원현황과 휴가현황이 사용되었으며 <표 1>의 자료는 본 연구에서 사용한 1개 소대의 병력 보유현황과 휴가계획 등의 1개월 단위 소대 계획이다. 또한 선호하는 병사와의 근무편성을 위하여 <표 2>의 교우도식 자료를 활용하였다. 이는 각 병사에 대하여 다양한 설문을 통하여 병사 상호간의 선호도를 알아본 것으로서 선임병은 후임병을 대상으로 선호도를 나타내고 있으며 후임병은 이와 반대로 선임병과의 선호도를 나타내고 있다.

위의 자료를 활용한 모형의 적용을 위하여 다음의 입력 값을 사용하였다. 총 34명의 근무가용인원에 대하여 선임병 16명과 후임병 18명을 두 개의 그룹으로 구성하였으며 근무형태는

<표 1> 소대 인원현황 및 휴가계획

구분	그룹	휴가 일수			
		1주차	2주차	3주차	4주차
1 분 대	1	선임	10일		
	2	후임			
	3	후임	3일		
	4	선임			
	5	후임			
	6	후임		10일	
	7	선임			
	8	후임			
	9	후임			
	10	선임			7일
2 분 대	1	선임			
	2	후임			
	3	후임			
	4	선임			
	5	후임	10일		
	6	후임		10일	
	7	선임			
	8	후임			
	9	선임			
	10	선임			
3 분 대	1	선임			
	2	후임			
	3	후임			
	4	선임			
	5	후임			
	6	후임	5일		
	7	선임			
	8	후임			
	9	선임			
	10	선임	10일		
분 부	1	선임	10일		
	2	선임			7일
	3	후임		5일	
	4	후임	5일		
합계		총인원 : 34, 선임병 : 16, 후임병 : 18			

앞에서 언급하였듯이 4개로서 오전, 오후, 저녁 그리고 새벽으로 하였다. 적정 근무량은 1주 단위 계획에서 비휴가자의 경우 7~8회의 근무

<표 2> 소대 교우도식 결과

구 분	선호병사				
	1분대	2분대	3분대	본부	
1 분 대	1	2, 6, 8		5	3
	2	1, 10	4	7	1
	3	4, 7	1, 10	7	
	4	2, 3, 5	2	10	
	5	4, 7, 10	10	4	
	6	1, 10	1, 4	1	
	7	3, 5, 9	5		4
	8	1, 10	4, 7		2
	9	4, 10	7, 10	9	
	10	2, 5, 8, 9		8	
2 분 대	1	6	2, 3, 8		3
	2	4, 7	1, 10	7	
	3	1, 4	1, 4, 10		
	4	9	6, 8	1, 10	
	5	7	1, 9, 10	7	
	6		4, 7	4, 10	1
	7	6, 9	3, 5	2	
	8	4	1, 7	7, 9	
	9	6, 8	3, 6		4
	10	2	2, 5, 8	6	
3 분 대	1	5		3, 6, 8	3
	2		1, 10	4, 9, 10	
	3	10	4	1, 9, 10	
	4	2, 8, 9	8	5, 8	
	5		4	4, 7, 9	2
	6	4	9	1, 10	1
	7		3, 6	2, 3, 6	
	8	7	9	1, 4, 7	
	9	8	6	2, 5, 8	
	10		3	2, 3, 5	4
본 부	1	2, 8	3		3, 4
	2	8	8	5	3, 4
	3	1	7	1	1, 2
	4	4		4, 9	1, 2

를 5일 휴가인원은 3회, 3일 휴가자는 4~5회의 근무편성을 적정량으로 선정하였고 1개월 단위 실험에서는 휴가계획과 1주 단위의 근무량을 환산하여 1개월 근무량을 할당 후 실험하

였다. 또한 교육훈련이 실시되는 평일 오후근무와 비번 편성은 주 1회로 하였으며 근무형태별 요구인원은 오전·오후는 6명, 저녁·새벽은 10명씩으로 하였다. 근무형태별 선임병과 후임병의 요구 인원수는 오전·오후에서 3명씩, 저녁·새벽에서 5명씩으로 하여 실험하였다.

## 4.2 모형의 적용 및 분석

3장에서 제시한 경계병 근무계획 모형의 합리성과 우수성을 보이기 위하여 본 절에서는 다음과 같은 실험을 수행하였다.

첫째, 가중치 변화에 따른 민감도 분석을 실시하였으며 둘째, 민감도 분석을 통하여 제시된 가중치를 적용하여 근무명령서를 작성하였다. 셋째, 최초 근무계획간 예상치 못한 근무결원 발생에 따른 근무명령서 재계획을 실험하였으며 마지막으로 1주 단위 vs 1개월 단위 실험결과를 비교하여 1주 단위 경계근무 계획이 경계부대의 특성상 더 적합한 방법임을 보였다.

### 4.2.1 민감도 분석

경계부대가 근무계획을 수립하기 위하여 고려하는 목표의 중요도는 변할 수 있다. 이는 해당 부대를 지휘하는 지휘관의 의도, 부대가 담당하는 지역의 특색 그리고 규정의 수정 또는 생성 등이 부대목표와 병사 선호도의 중요도에 영향을 주기 때문이다. 따라서 본 단락에서는 부대가 고려하는 목표의 중요도 변화에 따른 목적함수의 가중치를 변화시켜가며 이 변화가 각 목표에 어떠한 영향을 미치는지를 실험하였다.

가. 분석 및 결과

본 실험에서는 부대목표와 병사 선호도의 가중치 합이 1이 되도록 유지하되 부대목표의 가중치를 0.1의 간격으로 0에서 1까지 증가시키면서 각 목표에 대한 편차 값의 변화를 실험하였다. 이 실험의 결과인 <표 3>은 근무계획자가 만족시키고자하는 해당 목표의 입력 값에 대한 전체 근무 계획 기간동안의 편차(횟수) 값을 보여주고 있다. <표 3>의 실험 결과를 통하여 선·후임병의 조편성을 나타내는 목표 1은 목적함수 가중치의 변화에 관계없이 항상 그 조건이 만족됨을 알 수 있다. 이는 본 연구에서 적용한 소대와 같이 선임병과 후임병의 인원 수가 유사한 경우에 이 목표제약식은 목적함수에 영향을 주지 않음을 의미하며, 따라서 이와 관련된 제약식 224개 및 변수 448개를 삭제할 수 있어 더 빠른 문제 해결이 가능하다.

그리고 부대목표와 병사 선호도의 가중치 중 어느 한쪽 가중치가 상대적으로 크게 될 시 목표 6(선호병사와의 조편성)을 제외한 다른 목표들은 작은 가중치 차이에서도 고정된 값을 가짐을 알 수 있다. 또한 부대목표의 가중치를 나타내는  $w_1$ 의 값이 <표 3>에서 굵은 선으로 표시된 (0, 0.1~0.2, 0.3, 0.4, 0.5, 0.6~0.7, 0.8~0.9, 1) 8개의 구간에서 각 목표의 편차 값이 같음을 알 수 있다. 그러나 이들 구간의 편차 횟수를 살펴보면  $w_1$ 과  $w_2$ 가 A구간 ( $w_1 \in [0.1, 0.2], w_2 \in [0.8, 0.9], w_1 + w_2 = 1$ )에서 병사 선호도 위주 그리고 B구간 ( $w_1 \in [0.8, 0.9], w_2 \in [0.1, 0.2], w_1 + w_2 = 1$ )에서는 부대목표 위주의 Pareto Optimal Solution (dominant solution)이 존재함을 알 수 있다. 따라서 본 실험의 결과를 통하여, 연구에서 적

<표 3> 가중치 변화에 따른 각 목표의 변화량

구분		가중치 변화량											
$w_1$		0	0.1	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	1	
$w_2$		1	0.9	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1	0	
편차 (횟수)	부대목표	목표 1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	
	목표 2	15	2	2	2	2	1	1	1	1	1	1	
	목표 3	68	20	20	20	20	14	2	2	2	2	2	
	병사선호도	목표 4	3	1	1	1	1	7	19	19	19	19	45
	목표 5	0	0	0	0	0	1	2	2	2	2	24	
	목표 6	19	7	7	13	15	17	15	15	13	13	49	
목적함수 값		22	9.4	10.8	16.4	18.4	20	16.2	12.9	9.2	6.4	3	

- $w_1$  : 부대목표 가중치
- $w_2$  : 병사 선호도 가중치
- 목표 1 : 선·후임병 조편성
- 목표 2 : 교육훈련 균등할당
- 목표 3 : 같은 분대원의 조편성
- 목표 4 : 전체 근무량의 균등 할당
- 목표 5 : 비번 편성
- 목표 6 : 선호병사와 조편성

용한 실제 경계부대가 병사 선호도보다 부대목표에 더 높은 중요도를 둔다면  $w_1 : w_2 = 4 : 1$ 의 비율로 경계근무를 계획해야 하며 위와 반대로 병사 선호도에 큰 가중치를 둔다면  $w_1 : w_2 = 1 : 4$ 의 비율로 근무를 계획해야 부대가 추구하는 중요도에 적합한 근무계획을 수립할 수 있다. 또한 다른 경계부대가 본 모형을 이용한 경계근무를 계획 시 이와 같은 민감도 분석을 통하여 해당 부대의 의도에 부합하는 부대목표와 병사 선호도의 가중치 범위를 구할 수 있을 것이다. 따라서 본 모형을 이용하여 초급간부들은 부대가 원하는 방향의 경계근무를 쉽게 계획할 수 있을 것이다.

우선순위에 의한 방법 또한 본 연구에서 사용한 가중치에 의한 방법으로 해결이 가능한데, 예를 들어 근무 계획자가 부대목표를 병사 선호도보다 우선시 한다면  $w_1$ 의 가중치를  $w_2$ 의 가중치보다 월등히 크게 하여 우선순위에 의한 방법과 동일하게 문제를 해결할 수 있다. 즉,  $w_1$ 의 가중치에 1의 근사값을 주고  $w_2$ 의 가중치는 0의 근사값을 준다면 우선순위에 의한 방법과 같은 해법이 될 것이다. 그러나 우선순위에 의한 방법으로 구한 해는 본 연구가 제시한 해와 비교 시 상대적으로 우수하지 않음을 <표 3>을 통하여 쉽게 알 수 있다.

따라서 본 연구가 제안하는 방법은 우선순위에 의한 방법보다 널리 적용될 수 있으며 동시에 우수한 해를 제공함을 알 수 있다.

#### 4.2.2 민감도 분석 결과를 이용한 근무계획

본 단락에서는 민감도 분석 결과에서 제시한

<표 4> 주간 경계근무 명령서( $w_1 : w_2 = 4 : 1$ )

구분	근무 수	비번	교육훈련	
1 분 대	1(선임)	9	1	4
	2(후임)	6	1	4
	3(후임)	5	0(휴가)	0
	4(선임)	8	1	4
	5(후임)	7	1	4
	6(후임)	7	1	4
	7(선임)	9	1	4
	8(후임)	6	2	4
	9(후임)	5	1	4
	10(선임)	9	1	3
2 분 대	1(선임)	7	1	4
	2(후임)	8	1	4
	3(후임)	8	1	4
	4(선임)	8	1	4
	5(후임)	0	0(휴가)	0
	6(후임)	9	1	4
	7(선임)	8	2	4
	8(후임)	8	1	4
	9(선임)	7	1	4
	10(선임)	6	1	4
3 분 대	1(선임)	8	1	4
	2(후임)	7	1	4
	3(후임)	7	1	4
	4(선임)	8	1	4
	5(후임)	6	1	4
	6(후임)	7	1	4
	7(선임)	9	1	4
	8(후임)	7	1	4
	9(선임)	8	1	4
	10(선임)	0	0(휴가)	0
본 부	1(선임)	0	0(휴가)	0
	2(선임)	8	1	4
	3(후임)	6	1	4
	4(후임)	3	0(휴가)	0
선·후임병 조편성율			100%	
같은 분대원과 조편성율			98%	
선호병사와 조편성율			88%	

가중치의 비율을 적용하여 양쪽 목표의 중요도에 따른 실제 근무계획이 어떻게 이루어지는 보여준다. <표4>는 부대목표에 병사 선호도보다 큰 가중치( $w_1 : w_2 = 4 : 1$ )를 부여하고 실험한 결과를 보여준다. <표 4>의 결과를 보면 부대목표 중 같은 분대원과의 근무 편성율은 98%, 선·후임병의 근무 편성은 100%로 조건을 만족하였다. 또한 교육훈련은 1분대 10명 병사와 휴가자를 제외하고는 주 4회의 참석이 가능하다. 반면 병사 선호도 중 전체 근무량은 근무 계획기간 중 5~9번의 근무가 편성되어 병사 간 편차를 보이고 있다. 그리고 비번은 2명의 인원을 제외하고 주 1회씩 편성되었으며 선호병사와의 근무 편성율은 88%를 보여준다. 이번에는 병사 선호도에 큰 가중치( $w_1 : w_2 = 1 : 4$ )를 부여하고 실시한 실험결과를 <표 5>에서 보여주고 있다. 부대목표로서 선·후임병의 조 편성은 앞 실험과 같은 결과를 보여주며, 같은 분대원과의 근무편성은 82%를 보였다. 그리고 교육훈련은 2명의 인원을 제외하고는 주 4회의 참석이 가능하다. 반면, 병사 선호도에서 전체 근무량과 비번은 균등하게 할당되었으며 선호병사와의 근무편성은 93%를 보여준다.

<표 6>의 1주간 종합 경계근무명령서는 <표 5>의결과에 대한 일자별 각 병사들의 근무편성을 보여준다. 이 결과에서 알 수 있듯 본 모형은 부대가 고려하는 높은 중요도를 갖는 목표에 대한 가장 우수한 결과를 보여줌과 동시에 상대적 중요도가 떨어지는 목표에 대해서도 좋은 결과를 제시한다. 예로 <표 6>에서 1분

<표 5> 주간 경계근무 명령서( $w_1 : w_2 = 1 : 4$ )

구분	근무 수	비번	교육훈련	
1 분 대	1(선임)	8	1	4
	2(후임)	7	1	4
	3(후임)	5	0(휴가)	1
	4(선임)	8	1	4
	5(후임)	7	1	4
	6(후임)	7	1	4
	7(선임)	8	1	4
	8(후임)	7	1	4
	9(후임)	7	1	4
	10(선임)	8	1	4
2 분 대	1(선임)	8	1	4
	2(후임)	7	1	4
	3(후임)	7	1	4
	4(선임)	8	1	4
	5(후임)	0	0(휴가)	0
	6(후임)	7	1	4
	7(선임)	8	1	4
	8(후임)	7	1	4
	9(선임)	8	1	4
	10(선임)	8	1	3
3 분 대	1(선임)	8	1	4
	2(후임)	7	1	4
	3(후임)	7	1	4
	4(선임)	8	1	4
	5(후임)	6	1	4
	6(후임)	7	1	4
	7(선임)	8	1	4
	8(후임)	7	1	4
	9(선임)	8	1	4
	10(선임)	0	0(휴가)	0
본 부	1(선임)	0	0(휴가)	0
	2(선임)	8	1	4
	3(후임)	7	1	4
	4(후임)	3	0(휴가)	0
선·후임병 조편성율		100%		
같은 분대원과의 조편성율		82%		
선호병사와 조편성율		93%		



대 1번 병사를 보면 편성된 근무에 모두 후임 병과 같은 조에 편성되어 있으며 비번은 3일차에 다른 인원들과 같이 1회 편성되어 있다. 그리고 각 근무별 자신이 선호하는 같은 분대 2·8번 병사와 같이 편성되어 있음을 알 수 있다. 또한 근무량은 총 8회로 같은 그룹의 병사들과 동일한 편성을 보였으며 교육훈련은 주 4회의 참석이 가능한 것으로 나타났다.

위의 실험에서 보듯 각 목표의 가중치를 조절함으로써 부대가 추구하는 중요도에 적합한 결과를 얻을 수 있음을 확인할 수 있다. 이는 본 모형을 경계부대의 근무계획에 적용함에 있어 그 부대의 규정이나 지시사항 그리고 지휘관 의도에 따라 중요시하는 목표의 가중치 변화를 통하여 다양한 조건을 만족시킬 수 있는 경계 근무편성이 가능함을 보여주는 결과이다

#### 4.2.3 우발계획(Contingency Plan)

군부대에서는 많은 인원이 생활하고 역동성이 많아 우발적인 상황이 자주 발생하게 된다. 예를 들어 예상치 못한 병사의 청원휴가나 교육훈련 및 경계근무 간 안전사고 등의 다양한 사유로 인하여 근무 결원이 발생 할 수 있다. 이러한 우발적인 결원 발생시 경계근무명령서 편성권자는 그 인원을 제외하고 경계근무명령서를 다시 계획해야 한다. 본 단락에서는 연구에서 제시한 모형을 통하여 위와 같은 우발상황에서의 신속한 근무 재계획이 가능함을 보일 것이다. 이를 위하여 <표 5>의 근무계획을 바탕으로 1분대 5번 병사가 1주 3일차부터 청원휴가를 가야한다는 가정으로 경계근무명령서를 재계획하였다.

<표 7> 수정된 경계근무자 명령서

구분	근무 수	비번	교육훈련	
1 분 대	1(선입)	8	1	4
	2(후입)	7	1	4
	3(후입)	5	0(휴가)	1
	4(선입)	8	1	4
	5(후입)	2	0(휴가)	0
	6(후입)	7	1	4
	7(선입)	8	1	4
	8(후입)	7	1	4
	9(후입)	7	1	4
	10(선입)	8	1	4
2 분 대	1(선입)	8	1	4
	2(후입)	8	1	4
	3(후입)	7	1	4
	4(선입)	8	1	4
	5(후입)	0	0(휴가)	0
	6(후입)	8	1	4
	7(선입)	8	1	4
	8(후입)	8	1	4
	9(선입)	8	1	4
	10(선입)	8	1	4
3 분 대	1(선입)	8	1	4
	2(후입)	7	1	4
	3(후입)	7	1	4
	4(선입)	8	1	4
	5(후입)	6	1	4
	6(후입)	7	1	4
	7(선입)	8	1	4
	8(후입)	7	1	4
	9(선입)	8	1	4
	10(선입)	0	0(휴가)	0
본 부	1(선입)	0	0(휴가)	0
	2(선입)	8	1	4
	3(후입)	7	1	4
	4(후입)	4	0(휴가)	0

경계근무명령서를 재계획하기 위하여  $p$ ,  $BMD_{ip}$ ,  $BD_{ip}$ ,  $BO_{ip}$ 을 변경하였는데 이는 앞의 3장에서 설명하였듯이 결원발생 일까지의 일수 및 근무 편성량, 오후근무 및 비번 편성량을 나타낸다. 이러한 수정된 값을 입력하여

새롭게 편성된 경계근무명령서는 <표 7>과 같다. 본 표에서 알 수 있듯이 청원 휴가를 간 1분대 5번 병사는 근무가 7번에서 2번(청원휴가 전 근무량)으로 변경되었으며 2분대 2·6·8번 병사와 본부 4번 병사는 기존 근무와 비교하여 근무 수가 1회 증가하였다. 그리고 교육 훈련은 2분대 10번 병사가 1회 증가하였고 비번편성은 변동사항이 발생하지 않았다. 이때 수정된 경계근무명령서를 계획하는데 20초 이내의 시간이 소요되었는데, 이것은 다음 근무를 준비해야하는 기존의 경계병들에게 근무변경에 따른 혼란을 방지할 수 있고 근무를 사전에 준비할 수 있는 시간적인 여유를 줄 수 있을 것이다.

#### 4.2.4 1주 단위 경계근무 계획의 타당성

본 단락에서는 연구에서 제시한 모형을 활용하여 1개월 단위의 근무계획을 수립하고 이것을 1주 단위 계획과 비교함으로써 1주 단위 경계근무 계획이 경계부대에 왜 더 합리적인 방법인가를 보일 것이다. 이를 위해 본 모형을 활용한 1개월 단위의 최적해<실험 1>와 1주 단위 실험을 4회 실시하여 만들어진 1개월의 휴리스틱 해 <실험 2>를 구한 후 각 결과를 비교하였다. 이 두 실험의 결과를 보여주는<표 8>은  $w_1 : w_2 = 1 : 4$ 의 동일한 가중치 하에 실시된 결과이다. 먼저 시간적인 면에서 1개월 단위 경계근무명령서를 계획한 <실험 1>이 <실험 2>의 방법과 비교하여 근무를 계획하는데 더 많은 시간이 걸림을 알 수 있다. 그로 인하여 잦은 근무 변동소요가 발생하게 되었을

<표 8> 1개월과 1주 단위 실험 비교

a : 선임병, b : 후임병

구분	실험 1		실험 2		
	근무편성	비번	근무편성	비번	
1 분 대	1a	22	2	21	2
	2b	28	4	28	4
	3b	22	3	26	3
	4a	30	4	31	4
	5b	30	4	28	4
	6b	20	3	17	2
	7a	30	4	31	4
	8b	27	4	27	4
	9b	29	4	26	4
	10a	22	3	23	3
2 분 대	1a	30	4	30	4
	2b	26	4	27	4
	3b	28	4	27	4
	4a	30	4	31	4
	5b	20	2	18	2
	6b	20	2	17	2
	7a	30	4	30	4
	8b	29	4	27	4
	9a	30	4	30	4
	10a	30	4	30	4
3 분 대	1a	30	4	32	4
	2b	27	4	27	4
	3b	29	4	28	4
	4a	30	4	32	4
	5b	28	4	25	4
	6b	22	3	24	3
	7a	30	4	32	4
	8b	27	4	28	4
	9a	30	4	30	4
	10a	22	2	21	2
본 부	1a	22	2	21	2
	2a	22	3	23	3
	3b	22	3	23	3
	4b	22	3	25	4
실험시간	4시간 07분		2분 27초		
선호병사와 근무편성을	89%		92%		



경우 <실험 1>의 방법은 경계근무명령서를 계획함에 있어 시간적인 소비가 크게 되어 경계근무를 준비해야 하는 병사들의 혼란을 야기할 수 있으며 빠른 상황대처를 중요시하는 군에는 적용이 어려울 것이다.

다음으로 양 실험의 1개월 근무 결과를 비교하면 아래와 같음을 알 수 있다. 전체 할당된 근무 수는 <실험 1>과 <실험 2>에서 0~4회의 차이를 보이고 있다. 그리고 비번 편성과 교육훈련에서는 유사한 결과를 보여주고 있으며 선호하는 병사와의 조 편성율에서는 <실험 1>이 89%, <실험 2>는 92%의 결과를 보여줬다. 이는  $w_1 : w_2 = 1 : 4$ 의 가중치에 의한 실험에서 최적해를 찾아내는 <실험 1>보다 휴리스틱 해를 제시하는 <실험 2>에서 병사 선호도를 만족시키는 방향으로의 문제해결이 더 잘 이루어졌기 때문이다. 또한 같은 분대원과의 근무 편성율은 <실험 1>이 83%, <실험 2>는 81%의 결과를 보여줬다. 위의 사항들을 고려하였을 때 <실험 1>과 <실험 2>는 유사한 결과를 보여준다 할 수 있다.

그리고 위와 반대로 부대목표에 큰 가중치를 부여한 실험에서도 1개월 단위와 1주 단위 4회의 실험은 유사한 결과를 보여준다.

위와 같은 실험결과에 따라 1주 단위의 근무계획이 1개월 단위의 근무 계획보다 시간적인 효율성 및 우발상황에서의 빠른 상황대처 그리고 양 실험의 유사함 등을 고려하였을 때 경계부대의 특성상 더 적합한 근무계획 방법으로 여겨진다. 그러나 근무계획자가 1개월 단위의 근무계획을 원한다면 본 연구에서 제시한 모형을

사용하여도 4시간 정도의 시간으로 최적 근무를 계획할 수 있다.

## 5. 결론 및 기대효과

본 연구는 최적화의 목표계획법을 이용하여 현재의 경계부대가 근무계획간 고려하고 있는 많은 제약과 목표들을 적용하여 이를 수리 모형화하였다. 이 모형을 활용함으로써 근무 계획자의 의도에 따라 해당 부대가 근무계획간 추구하는 목표를 만족시킬 수 있으며 우발상황에 따른 신속한 근무 재계획이 가능하다. 이는 제시된 결과에서 잘 보여주고 있다.

이 모형을 사용하여 얻을 수 있는 기대효과는 첫째, 경계근무 여건과 해당 지휘관의 지휘도 등을 고려하여 가중치를 조절하며 근무를 편성할 수 있다는 것과 둘째, 각종 업무와 부대관리 등에 많은 시간을 보내고 있는 초급간부들에게 근무편성에서 오는 시간적인 문제와 합리적으로 편성해야 한다는 정신적인 어려움을 해결하는데 많은 도움이 될 것이다. 셋째, 근무계획에 병사 선호도를 반영함으로써 후임병들의 부대적응을 도울 수 있고 경계근무간의 선호병사와의 조편성을 통하여 사고예방에도 기여 할 것이다. 마지막으로 미 계획된 결원발생에 따른 신속한 조치가 가능하여 변경에 따른 능동적인 사전 근무준비를 유도함으로써 계속 경계근무에 임해야하는 병사들의 혼란을 막을 수 있을 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] Azaiez, M.N., Sharif, S.S., "A 0-1 Goal Programming for Nurse Scheduling," *Computers & Operations Research*, Vol. 32. Issue3, pp. 491-507, 2005.
- [2] 구승신, "신세대 병사의 군 생활 적응에 관한 연구," 박사학위 논문, 이화여자대학교, 2004.
- [3] 국방부 국회 국정제출 자료, "최근 5 년간 발생한 총기사고 발생현황 및 사후조치 내역," 2006
- [4] 노우협, "유전자 알고리즘을 이용한 간호사 업무 평준화 스케줄에 대한 연구(군 병원을 중심으로)", 석사학위 논문, 연세대학교, 2004.
- [5] Warner, D.M., "Scheduling Nursing Personnel according to Nursing Preference: A Mathematical Programming Approach," *Operations Research* Vol. 24, No. 5, pp.842-856, 1976.
- [6] Lee, C.W., Kwak, N.K., "Information Resource Planning for a Health-Care System Using an AHP-Based Goal Programming Method," *The Journal of the Operational Research Society*, Vol.50, No12, pp.1191-1198, 1999.
- [7] Huarng, F., "A Primary Shift Rotation Nurse Scheduling Using Zero-One Linear Goal Programming," *Computers in Nursing*, Vol17. No 3, pp.135-144, 1999.
- [8] Kim, K.Y., Lee, Y.H, "집합분할모형을 이용한 운항 승무원의 승무경로 일정계획," *한국경영과학회*, 제 21권 1호, pp. 39~55, 2004.
- [9] Hwang, J.H., Park, C.H., "정수계획법과 휴리스틱 탐색기법의 결합에 의한 승무일정 계획의 최적화," *한국정보과학회*, 제8권 2호, pp. 195~205, 2002.
- [10] Jang, Y.C, Jun, G.U, "휴리스틱을 이용한 초계합급 함정의 정박당직근무 일정계획," *국방경영분석학회*, 제31권 2호, pp. 60~74, 2005.
- [11] Aickelin, U, White, P, "Building Better Nurse Scheduling Algorithms," *Journal Annals of Operations Research*, Vol 128, No 1-4, pp.159-177, 2004.
- [12] Carter, M.w, Lapierre, S.D, "Scheduling Emergency Room Physicians," *Health Care Management Science*, Vol 4, No 4, pp.347-360, 2001
- [13] Aickelin, U, Dowsland, K, "An indirect genetic algorithm for a nurse scheduling problem," *Computers and Operations Research*, Vol 31, Issue 5, pp.761 - 778, 2004.

## 저 자 소 개

김 학 영 (E-mail: khy9143@korea.ac.kr)  
2001 육군3사관학교 기계공학과 졸업(학사)  
현재 고려대학교 산업시스템정보공학과 석사과정  
관심분야 Scheduling, Assignment Problem

류 홍 서 (E-mail: hsryoo@korea.ac.kr)  
1999 Ph.D. In Industrial Engineering  
The University of Illinois at Urbana-Champaign  
현재 고려대학교 공과대학 산업시스템정보공학과 부교수  
관심분야 Global Optimization, Biomedical Informatics