

휴리스틱을 이용한 초계함급 함정의 정박당직근무 일정계획 (An Watch Duty Scheduling by using Heuristic focused on Korea Navy Ship)

장영천* 전건욱**

Abstract

The main purpose of this study is to develop an watch duty scheduling focused on Korea Navy Ship, PCC class, in port. The watch duty scheduling is a type of a scheduling problem which both considers the readiness of the ship and fair duty for each person. In this study, we analyzed the personal ability and military occupational speciality and developed a manpower scheduling by using heuristic. We find an efficient and effective watch duty schedule which improved results.

(Key Words: Watch duty scheduling, Heuristic)

* 해군 제1함대 김천함

** 국방대학교 운영분석학과

1. 서 론

해군함정의 정박(碇泊)당직근무 일정계획 문제란 제한된 함정인원으로 최대의 임무효과를 얻기 위하여 당직인원을 적절히 분배하는 것이다. 정박 당직근무 일정계획 문제는 당직인원을 근무표에 할당하는 단순한 구조를 가지면서도, 함정의 특성상 계급, 서열, 부서, 직별(職別)¹⁾ 등을 고려해야 하는 어려움을 가진 문제이다.

이러한 정박당직근무 일정계획은 근무자 개인에게 공정하고 함정의 전투태세에 적절하게 편성되어야 한다. 그러나 실제 함정의 당직근무일정은 당직근무임무별 편성된 조에 따라서 상호 균형근무만을 기준으로 평일과 휴일을 다르게 할당하는 수준이었다. 이러한 수평적 요소만을 고려한 기존의 수작업으로 인하여 초임근무자들이 편중되어 있다든지, 일부 직별이 몰려있다든지, 피로도가 높은 야근근무자가 연속적으로 편성되는 등의 여러 가지 문제가 발생하기도 한다.

이상적인 당직근무 일정계획은 수평적 고려요소인 균형적인 근무편성과 개인의 피로도를 고려하여 연속야근자를 방지할 수 있어야 하며, 함정의 전투태세를 고려해서 근무자들의 수준에 따른 적절한 분배와 가능한 여러 직별이 동시에 근무해야 하는 종적인 고려요소까지 반영하여야 한다. 또한 함정의 출입항에 따라 신속한 최적해를 찾을 수 있는 효과적인 알고리즘을 구성하는 것이 중요하다.

본 연구는 다음의 목적들을 만족시킬 수 있는 휴리스틱 기법을 제시하고 이를 프로그램으로 구

현하는데 있다.

첫째, 함정의 전투태세에 따른 일일당직자의 능력의 합을 합리적으로 할당한다. 각 당직임무별 인원들의 계급, 서열 등을 고려하여 당직자의 능력을 상대적으로 부여한 후, 함정의 태세의 중요도에 따라서 당직자를 할당하여 일일당직자 능력의 합을 합리적으로 할당한다.

둘째, 당직근무 일정을 작성할 때 가능한 여러 직별을 동시에 근무하도록 하여 긴급상황에 대처할 수 있는 능력을 높일 수 있도록 하고, 연속 야근자가 발생하는 것을 방지하도록 하여 근무자의 피로도를 줄일 수 있도록 한다.

셋째, 함정의 특성상 기상 등에 따른 유동적인 함행동(艦行動)과 비번(非番 : 예, 휴가, 외박 등) 등의 변화에 대처 유연하고 신속하게 작성한다.

수작업으로 당직근무 일정 작성 시 많은 시간과 인력이 소모되나, 위의 목적들을 만족시킬 수 있는 컴퓨터 프로그램을 이용 시 많은 낭비요소를 절감할 수 있으며, 또한 사용자로 하여금 쉽게 이용할 수 있도록 한다.

2. 당직근무 작성 문제의 특성

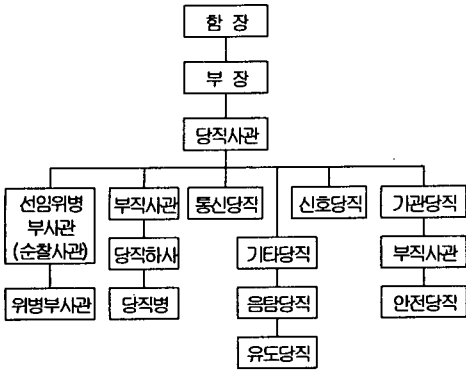
2.1 함정 정박당직근무 개념

일반적으로 함정 정박당직근무 일정계획 문제의 개념은 함정이 부두(항구)에 정박(계류)하는 동안에 각 당직임무별로 정해진 인원을 순서에 따라 휴일과 평일로 구분하여 배정하는 문제이다.

이러한 함정의 정박당직근무의 형태는 함정의 유형과 작전환경 등의 특성에 따라 다양하지만, 본 연구에서는 현재 연안초계임무에 주력함인 해군의

1) 직별: 해군 부사관의 고유 특기분류임, 예) 갑판, 조타, 전담 직별 등

초계함(PCC)급 함정을 대상으로 하였다.



<그림1> 초계함급 함정 당직조직도

초계함급 함정 당직조직은 <그림1>과 같이 장교로 이루어진 당직사관을 중심으로 편성되며, 선임위병부사관(순찰사관)은 당직사관을 보좌하며, 순찰업무수행 및 당직위병부사관을 통제한다. 그리고 기관실에는 기관부직사관이 근무하며 안전당직자는 순찰이외의 근무시간에는 기관조종실에 위치하고 수리할 때 재함(在艦)인원을 고려해서 당직하사와 당직병을 통합하여 운영이 가능하다.

당직업무는 함정에 따라 여러 가지가 존재하지만, 상기의 8개 당직업무 이외의 당직업무는 임무별 자체편성당직이거나 상시(24시간) 당직업무이므로 본 논문의 고려대상에서 제외하였다. 당직의 인원구성은 각 함정의 인원 및 태세 등에 따라 유동적이며 근무형태는 당직사관, 순찰당직, 위병부사관은 1일 1명이 24시간 근무 개념이고, 현문과 기관실 당직자는 1일 3명이 4시간씩 두 번 근무하여 하루에 총 8시간을 근무한다.

이러한 정박당직의 당직임무별 구성, 근무위치, 근무형태를 요약 정리하면 다음 <표1>과 같다.

<표 1> 당직임무별 구성 및 근무형태

당직업무	구성	근무위치	근무형태
당직사관	장교	함전반 (艦全般)	1일 1직 (24시간)
순찰당직	원/상사		
위병부사관	상/중사		
현문(4)부직사관	중사 /영외하사	현문	1일 3직 (8시간) 1직:00~04시 12~16시 2직:04~08시 16~20시 3직:08~12시 20~24시
현문당직하사	하사		
현문당직병	병		
기관부직사관	중사 /영외하사	기관실 (1일1직)	합전반순찰
안전당직	하사/병		

2.2 함정 정박당직근무 일정계획의 특성

함정은 바다를 대상으로 해상작전임무를 수행하는 해군함정의 특성상 당직근무 일정계획의 특성은 다음의 몇 가지로 분류할 수 있다.

첫째, 함정은 태세(態勢)가 존재하며 다음 <표 2>와 같이 당직에 관련된 직수 등의 운용을 하여야 한다.

<표2> 함정 정박당직 직수 운용 원칙

구분	당직직수	비고	
함정 태세별	RFS 5)당직	3직제6)	총원재함(總員在艦)
	RFS태세	3직제 영외자 4~6직	정박당직 함정태세별, 유형별 기준으로 편성운영하며, 영외자는 직수의거 재함. 특히, 소화방수 긴 급상황시 자체 대응 기능 및 능력이 발휘될 수 있도록 기관부 부사관/병(특히 영외자)을 적의 편성 운용.수리함정은 휴가자 고려 당직운용
	수리함정	영외거주자 1급함 : 4~6 2급함 : 3~6 3/4급함 : 2~6	

둘째, 작성기준일이 상당히 가변적이다. 일반적으로 함정의 행동은 계획에 의거 이루어지는 것이

- 4) 현문(舷門, gangway): 함정에 출입할 수 있도록 현측의 손잡이를 거두어 놓고 발판을 놓아 둔 곳.
- 5) RFS: 출항준비(Ready For Sea), 미해군용어집, 해군본부
- 6) 직제(직수) : 근무의 순환주기, 예) 4직제는 4일에 한번 근무를 의미.

원칙이지만 바다라는 특수한 상황(기상조건 등)과 근작전상의 이유로 이 계획은 달라질 수 있다. 즉, 계획된 함정일정에 따라서 바다에서 출동임무중인 함정이 갑자기 입항하게 될 때는 그 입항일을 기준으로 일주일간의 정박 당직근무 일정을 작성하여야 하고, 정박중이던 함정이 긴급출항을 하게 되면 그 출항일을 기준으로 다음 입항할 때에 다시 작성해야 한다.

셋째, 평일근무와 휴일근무를 나눠 배정한다. 일반적인 근무 스케줄문제에서는 휴일근무에 대해 비용이 관련되어 있기 때문에 공정한 수준에서 편성되지만, 함정에서는 휴일과 평일근무를 완전히 분리 배정하여 공정한 근무편성이 이뤄지도록 한다. 또한 함정에서의 휴무일은 작전상 조절 실시될 수도 있기 때문에 이에 따른 신속한 대처가 필요하다.

넷째, 여러 직별을 고려해서 배정되어야 한다. 함정에는 계급으로 이루어진 상하구조 이외에 각 부서와 20여개의 직별로 구성된 획적인 구조가 존재하며, 함정의 여러 작전요소와 많은 장비들의 운용함에 있어서 이러한 획적인 요소들은 당직근무 작성이 반드시 고려되어야 할 것이다. 예를 들면 출항준비태세는 장비를 작동시켜서 출항해야 하므로 더 높은 당직근무 수준을 요구할 것이고, 만약 수리중일 경우는 장비의 안전유지를 위한 정도의 당직근무 수준으로 가능할 것이기 때문이다. 이렇게 태세별 당직근무자의 능력과 직별을 고려하여 적절히 조정 수 있다면, 보다 안정적이고 합리적인 함정태세 유지가 가능할 것이다.

3. 기존연구의 검토

3.1 기존 근무일정 작성 문제

함정의 당직근무 일정계획 문제는 근무대상자들의 휴가, 교육, 각종 함정의 일정 등을 고려해서 배정해야 하는 문제이다. 이러한 근무일정에 대상자들을 배정하는 문제는 여러 가지 요소들이 상호작용을 하는 복합적인 문제이며, 일반적으로 관련된 문제로는 항공기 승무원근무할당, 전화교환원 근무계획, 종합병원의 간호사 근무계획, 대학의 강의시간표 작성문제 등이 있다. 이러한 체계들의 운영계획을 수립할 때, 전략적 차원에서 인적, 물적 자원을 효과적으로 운영하기 위해서 비용을 최소화하고 각 근무자의 선호도를 만족시키면서 근무량을 공정하게 할당하여야 한다.

항공기 승무원할당문제는 일반적으로 안전운항을 목적으로 규정된 운항승무원의 근무량에 관한 법규를 만족하면서 주어진 항공기 스케줄에 최적의 방법으로 배정하는 것이다. 즉, 총 승무원의 비용을 줄이거나 승무원의 활용을 극대화하려는 것이다. Dawid and Koning[6]는 승무원의 할당문제를 해결하기 위한 모델로 기본모델인 집합문제에 Crew bottleneck개념을 추가하여 해를 조기에 산출하였다. 임의의 시간에 중복되는 승무원로 수가 최대일 경우 가장 많은 승무원수가 동시에 필요하게 되는데 이때가 승무원을 할당할 때 필요한 최저 승무원 수가 된다는 점에 착안하여 병목시간대에 시간관련 승무원 병목제약식을 주어 기존의 일반적인 해법보다 훨씬 빠르게 해를 구하였다. Beasley[5]는 동적계획법을 적용하여 운항승무원이 중간기착지에서의 체류비용을 최소화하는 패턴 생성(route pattern)을 고려하였다. 주어진 단위운항구간에서 동적계획법으로 최저의 비용을 갖는 값을 찾아 라그란지 완화 기법을 적용하여 조기에

개선된 해를 찾았다. 김국연[1]은 운항승무원의 항공일정계획을 2단계로 나누어 해를 구하였다. 1단계는 운항승무원 일정계획을 정수계획법을 응용하여 체류비용 최소화를 하였고 2단계에서는 1단계 를 기반으로 공평한 운항시간을 배분하도록 하는 승무원 할당문제의 발전적 기법을 적용하였다. 전지훈[4]은 군용항공기에 있어서 승무원 피로도 누적방지와 임무달성 효과를 높이기 위해 목표계획 모형을 이용해 해를 구하였다. 전시라는 특수한 상황 때문에 고려 될 수 있는 여러 가지 목표 중에서 정량화 될 수 있는 자료를 바탕으로 승무원들의 피로도 방지를 위해 할당되는 전 승무원에 대한 비행임무 시간의 간격을 최대화하면서 임무달성의 효과를 높이기 위해 임무지수 합을 최대화할 수 있는 목표계획 모형이다.

전화교환원 근무할당문제를 Segal[8]은 교환대를 이용하는 매일의 예상수요를 최소비용으로 담당할 수 있는 교환원의 인원과 근무시간의 형태를 네트워크 알고리즘을 이용하여 단계별로 문제를 해결하였다. 1단계에서는 각 근무시간에 휴식시간이 없다는 가정하에 비용을 최소화 할 수 있는 교환원의 인원을 결정하였고, 2단계에서는 휴식 시간을 고려하여 추가로 요구되는 인원을 조절한 다음, 3 단계에서는 휴식시간이 포함된 각 근무시간에 필요한 인원을 결정하였다.

병원의 간호사 근무문제는 간호사들의 선호도를 만족시키면서도 부족인원을 최소화할 수 있도록 간호사들을 할당하는 문제이다. Warner[10]는 각 근무시간에 적합한 자격을 갖춘 간호사의 최소요구 인원을 만족하면서 선호도와 부족한 인원에 대한 비용과의 균형점을 찾는 모델을 수립하여 정수 계획법을 적용하였다. 이지원[2]은 근무일정에 필

요한 각종 기초 정보들, 즉 간호사의 직급, 근무형태(주야근무 등), 간호단위, 근무유형(근무조), 일정 등을 데이터베이스화한 후 간호단위별로 고유의 인력배치형태를 유지하면서 가능한 간호사들의 선호도를 고려하고 균등한 근무배정이 되도록 휴리스틱기법을 이용하여 간호사근무일정관리시스템을 개발하였다.

대학의 강의시간표 작성문제는 학생그룹, 교과목, 가능시간대 그리고 배정될 때 이익 등의 고려를 중심으로 하는 수리모델과 각각의 고려 요소에 우선순위를 주는 휴리스틱기법이 있다. 수리모델로서 Glassey and Misrach[7]의 교과목의 강의실 배정비용의 합의 최소화하는 정수계획모형과 Tripathy[9]의 교과목의 강의시간표 배정할 때 배정효과를 최대화하는 라그랑지완화법으로 접근한 모델 등이 있다. 또한 이호종[3]은 교수의 선호도와 강의실 이용률을 효율적으로 반영하도록 하기 위하여 교과목들의 배정순서를 정하고 각 과목의 강의시간대를 배정한 후 강의실을 배정하는 휴리스틱방법을 사용하였다.

이상에서 본 연구와 관련된 기존연구들을 검토하였다. 항공기승무원 할당문제는 승무원의 근무수준을 목적으로 하지 않는다. 전지훈이 승무원의 능력을 고려하였지만 전시라는 특수상황이므로 휴가 등의 예외 상황은 고려하지 않았다. 또한 전화 교환원 배정문제는 소요에 따른 교환원의 인력만을 고려하였으며, 종합병원간호사 근무계획은 일일 근무수준은 동일한 것으로 가정하였다. 대학 강의시간표 작성문제는 고정적인 제 요소(강의실, 시간, 과목 등)가 이동거리나 강의실 이용률 등을 중심으로 배정되는 것이다.

따라서 본 연구에서는 당직근무 일정계획 작성

에 있어서 일반적으로 고려되는 시간에 따른 근무 인원의 횡적인 할당뿐만 아니라 합정의 특성에 맞추어 종적으로 일일 당직임무별 근무인원능력의 합과 임무(직별)의 다양화에 관한 내용을 다음과 같이 고려하였다.

첫째, 합정의 전투태세에 따른 일일당직자의 능력의 합을 합리적으로 할당하였다. 먼저 당직대상자들의 계급, 서열, 근무기간, 당직자격평가 점수 등을 고려한 당직자의 3단계(상, 중, 초) 당직임무 능력을 합정에서 구분하여 입력하도록 하였고, 또한 합정에 주어지는 일일태세별로 당직구성원들의 능력지수의 합의 기준을 설정하였다. 이러한 기준을 만족하는 당직인원이 효율적으로 할당되도록 하였다.

둘째, 당직근무 일정을 작성 시 가능한 여러 직별을 동시에 근무하도록 하여 긴급상황 대처능력 등을 높일 수 있도록 하였다. 당직근무자를 편성할 때에 여러 직별의 당직근무자가 할당이 되도록 하였다. 즉, 동일한 조건일 때는 대상자중에서 다른 직별의 대상자를 우선 배정하도록 하여 다수의 직별이 동시 근무하도록 하였다.

3.2 수리 모형의 제한사항

본 연구에 있어 제한사항은 다음과 같다.

첫째, 전시라는 가정으로 근무자의 비번(Duty Off)이 고려되지 않았고, 단위기간 할당한 후에 다음 단위기간 할당할 때 자료의 연속성이 없으며, 공평한 근무할당이 보장되지 못한다. 둘째, 합정에서는 태세에 따른 일일 근무 수준이 차등화 되어야 하며, 합정 근무자의 고유 직별(특기)을 고려해서 균등화 하여야 한다. 셋째, 합정에서는 평일과 휴일이 나누어져서 할당되며, 연속근무는 불가하고 연

속 야근자를 없도록 하였다. 넷째, 합정에서는 정확한 임무지수가 존재하지 않는다.

만약 비번근무자를 고려할 경우 대상자들에 대한 제약식이 필요하며, 단위 기간을 대상으로 하기 때문에 연속된 근무 작성에는 새로운 데이터베이스를 필요로 한다. 매일 바뀌는 일일태세 만족 제약식과 고유의 직별의 균등을 만족하는 목적식도 추가되어야 한다. 또한 일정한 배정이 아닌 평일과 휴일을 나누어 배정하는 문제이면서 연속이 되지 않아야 하는 문제의 해결은 상당히 복잡한 수식을 요구한다. 따라서 위의 고려사항을 추가하여 수리식으로 표현할 경우 ILOG SOLVER와 같은 프로그램 등을 이용하는데 이러한 경우 많은 시간을 소비해야 할 것이다.

4. 휴리스틱을 이용한 당직 근무일정 작성

4.1 당직근무 일정 개요

해군의 초계함급 합정의 정박당직근무 일정을 작성 시 기본 고려사항은 다음과 같다.

첫째, 정박당직근무의 일일당직근무 명령서는 1주일 단위로 작성한다. 둘째, 각 당직임무에 따라 구성된 인원을 순차적으로 할당한다. 단, 휴일과 평일근무의 공평성을 위해서 휴일과 평일로 구분하여 할당한다. 셋째, 연속된 근무가 되지 않도록 할당한다.

4.2 당직근무 작성의 가정 및 고려사항

합정 당직근무 일정 작성 시, 위의 기본 고려요소 외에 구체적으로 가정 및 고려한 사항은 다음과 같다.

첫째, 합정에서 자체기준에 의거하여 각 당직임무별 대상자의 능력을 상급, 중급, 초급으로 3단계로 구분하고 능력을 고려하여 배정하였다.

둘째, 합정에 주어진 일일작전태세에 따라서 일일 근무자 능력합의 기준을 임의 설정하고, 근무자들의 합이 기준 이상이 되도록 배정하였다.

셋째, 합정의 태세에 따른 당직직수는 고려하지 않았으며, 각 당직임무에 따라 정해진 인원수에 의거 배정하였다.

넷째, 통신과 조타직별 만으로 각각 자체당직편성이 되는 통신당직, 신호당직은 고려 대상에서 제외하고 8개의 당직임무를 대상으로 하였다.

다섯째, 기관실의 당직은 일반적 당직을 기준으로 하였다. 즉, 자체 발전기를 사용하지 않은 당직을 기준으로 하였다.

여섯째, 합정에서 자체기준에 의거하여 우선(필수/필요의거) 직별을 선택하고 대상 직별만을 고려하여 배정하였다.

일곱째, 당직임무의 상호연관성 및 계급 등을 고려하여 3개의 당직군으로 구분하였다. 즉, 24시간 근무개념의 당직사관군(당직사관, 순찰당직, 위병부사관), 현문당직군(현문부직사관, 당직하사, 당직병), 기관당직군(기관부직사관, 안전당직)의 3개의 당직군으로 구분하여 적용하였다.

여덟째, 1일 3직으로 근무하는 대상자중에서 야근(1직)자가 격일로 연속야근이 되지 않도록 하였다.

4.3 당직근무일정 기본사항 설정

본 연구에서는 각 당직임무에 배정된 인원을 일주일 단위로 평일과 휴일을 구분해서 배정하면서 합정의 태세에 맞게 그리고 가능한 다양한 직별이

근무하도록 하는 것이다. 이를 위하여 먼저 대상자의 근무능력을 파악하고 일일태세에 맞게 배정하는 것인데, 여기서 일일 태세 기준은 합정 태세에 따른 우선순위를 고려하여 임의로 설정하였다. 다음은 당직 능력지수, 당직군, 태세 기준을 중심으로 당직할당 방법을 제시한다.

(1) 당직자의 능력지수

당직대상자의 능력지수는 3단계(초급, 중급, 상급)로 구분하였으며, 합정의 자체 기준에 의거 설정하도록 하였다. 또한 각 단계별로 정수(초급 : 1, 중급 : 2, 상급 : 3)로 표현하여 태세지수합의 이해를 쉽도록 하였으며, 지수 3이 지수 1의 3배라는 수리적인 의미는 없다. 예를 들어 특정 당직군(3명)의 능력지수 합이 3이라면 대상자(3명) 모두가 초급자(능력지수 1)로 구성되었다는 의미이고, 합이 9이면 상급자(능력지수 3) 3명으로 구성되었다는 의미이며 이 두개의 값(3과 9) 사이에 3배의 능력차가 아니다.

(2) 당직군의 분류

본 연구에서 합정의 태세에 따른 8개 당직임무 전체의 능력지수합을 기준으로 할당했을 때 발생할 수 있는 당직임무별 수준의 편중현상을 방지하기 위하여 당직군을 분류하였다. 즉, 일일 당직근무자들의 능력지수의 합이 동일할지라도 어떤 날은 특정당직임무의 수준이 낮거나 높게 할당이 될 수 있다. 이것을 방지하기 위하여 <표 3>에서와 같은 계급과 근무특성 등을 고려하여 8개의 당직임무를 3개의 소집단으로 분류하여 태세에 따른 능력지수합의 기준을 반영하였다.

<표3> 합정 당직군 분류

구 분	당직업무	구성	근무위치
당직사관군	당직사관	장교	합전반
	순찰당직사관	원/상사	
	위병부사관	상/중사	
현문당직군	현문부직사관	중사/영의하사	현문
	현문당직사관	하사	
	현문당직병	병	
기관당직군	기관부직사관	중사/영의하사	기관실
	안전당직	하사/병	합전반순찰

예를 들어 합정이 RFS태세일 경우 당직 능력지수합의 기준 17이상을 만족해야 한다면, <그림 2>에서와 같이 8개 직별을 대상으로 할당할 경우 기관실을 책임진 근무자들(기관부직사관, 안전당직자)이 초급자로서만 편중되어 할당될 수 있다. 이러한 기관실당직근무자의 당직편중과 같은 경우를 보완하기 위하여, 각 당직군별로 기준(당직사관군과 현문당직군은 6, 기관당직군은 5)을 나누어 할당하였다.

가 당직군분류이전

구 분	당직사관	순찰당직	위병부사관	현문부직사관	현문당직하사	현문당직병	기관부직사관	안전당직
상급				3	3	3		
중급	2	2	2					
초급							1	1
기준	17							

나 당직군분류이후

구 분	당직사관군			현문당직군			기관당직군	
	당직사관	순찰당직	위병부사관	현문부직사관	현문당직하사	현문당직병	기관부직사관	안전당직
상급						3		3
중급	2	2	2		2		2	
초급				1				
기준	6			6			5	

<그림2> 당직군 분류전후의 할당 비교

(3) 합정 태세 기준

합정은 태세에 따라서 <표2>에서와 같이 당직수준이 다르게 요구된다. 따라서 각 당직군별로 일정 수준을 정하고 그 기준이상을 만족하도록 하였다. 여기서 당직군의 당직능력 지수 조합은 2명으로 이루어진 기관 당직군 능력지수 조합은 <표4>와 같으며, 3명으로 이루어진 당직사관군 및 현문당직군 능력지수 조합은 <표5>와 같다.

<표4> 기관당직군 능력지수 조합

구 분	가능 조합					
A업무	3	3	3	2	2	1
B업무	3	2	1	2	1	1
합 계	6	5	4	4	3	2

<표5> 당직사관군 및 현문당직군 능력지수 조합

구 분	가능 조합									
A업무	3	3	3	3	3	3	2	2	2	1
B업무	3	3	3	2	2	1	2	2	1	1
C업무	3	2	1	2	1	1	2	1	1	1
합 계	9	8	7	7	6	5	6	5	4	3

합정은 태세에 따라서 요구되는 당직수준이 다르다. 다음 <표6>에 의하면 수리합정, RFS 태세, RFS 당직의 순으로 더 높은 당직근무 수준을 요구하고 있다. 따라서 본 연구에서는 각 당직군별로 가장 낮은 수준 합을 제외하고 <표6>와 같은 합정의 태세별 능력지수합의 기준을 설정하고 이를 만족하도록 하였다.

<표6> 합정 태세별 능력지수합의 기준

구 분	수리합정	RFS태세	RFS당직
당직사관군	5	6	7
현문당직군	5	6	7
기관당직군	3	4	5

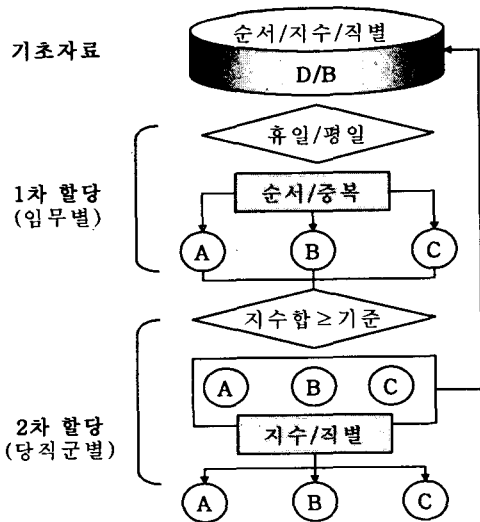
기관당직군은 부직사관과 안전당직만으로 이뤄져 있지만, 실제 순찰당직사관과 위병부사관 중에서 기관직별을 가진 근무자가 근무할 수 있다. 이렇게 순찰당직이나 위병부사관이 기관직별자이면 능력지수 2를 더하여 할당된다. 예를 들어 능력지수의 합이 4일지라도 순찰당직사관이 기관직별이면 지수 2를 더하여 RFS 당직기준인 6을 만족하는 것으로 할당된다.

(4) 합정 당직근무 주기

합정 당직근무 주기관 각 당직임무별로 정해진 인원이 할당되는 순서이다. 이러한 한 개의 순서를 가지고 휴일과 평일로 나누어서 할당을 한다. 즉, 합정에서 당직근무를 할당할 때는 일주일 기간의 각 요일을 평일과 휴일로 구분한다. 여기서 휴일이란 합정에서 자체적으로 지정한 휴일을 포함한다.

4.4 당직 근무일정 할당 방법

당직 근무일정 할당 방법은 <그림3>와 같이 기초자료, 1차 할당, 2차 할당으로 나누어진다.

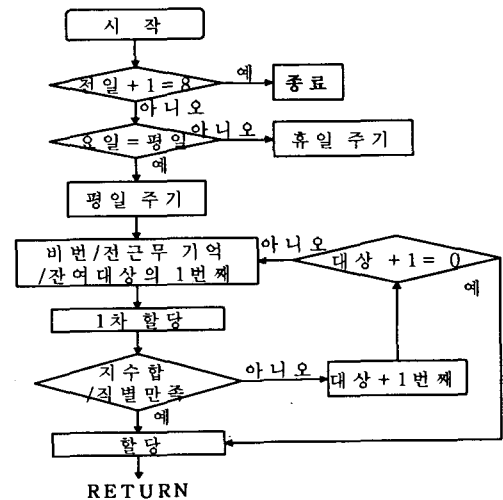


<그림3> 당직근무일정 할당 방법

당직근무 할당 방법은 다음과 같다. 먼저 개인별

(A, B, C) 기초자료(당직순서, 능력지수, 직별)를 데이터베이스화 하고 당직임무별로 평일과 휴일 주기를 확인한 후 각 주기의 순서에 맞게 1명이 선택되고, 비번과 전일근무를 고려하여 1차 할당이 된다. 이렇게 할당된 인원은 각자 해당되는 당직군별로 당직임무 1차 할당자들의 지수의 합을 합정의 태세기준과 비교 확인하고, 1차 할당자들 중에서 지수와 직별을 고려하여 선택된 당직임무자를 새로운 1차 할당자로 바꾸어 찾아가며, 대상자가 조건을 만족하면 할당이 종료된다. 이에 대한 흐름도는 <그림 4>와 같다.

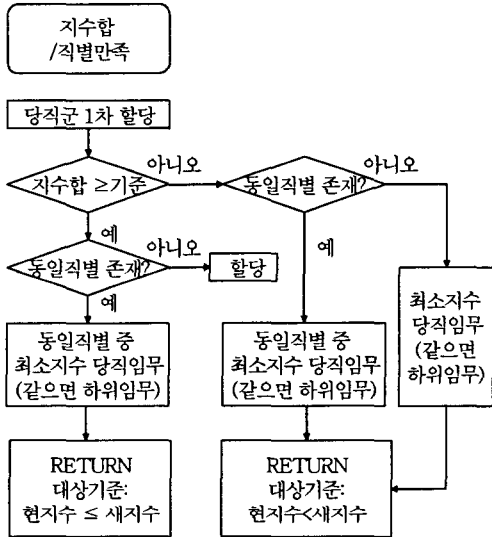
각 당직군별로 할당된 3명(A, B, C)의 능력지수와 직별을 식별한 후 <그림 5>와 같이 태세에 따른 기준만족 여부를 확인하고 동일한 직별이 존재하면 다른 직별을 찾아가고, 이때에 3명이 동일한 직별일 경우 최소의 능력지수를 갖는 당직임무자부터 찾는데, 만약 동일 직별에 동일한 능력지수일 때에는 하위임무자(?)부터 우선하여 찾아가고, 이렇게 해서 태세 기준을 만족하면 해당 당직군의 할당이 완료된다.



<그림4> 당직 할당 흐름도 I

7) 하위임무자: 당직군내에서의 중요도 순서임(예, 현문부직사관 > 현문당직하사 > 현문당직병 순서임)

기관당직군의 경우는 2명의 능력지수의 합에 순찰당직과 위병부사관 중에 기관직별 대상자의 존재유무에 따라서 2 또는 0을 더해서 계산한다. 단, 순찰당직과 위병부사관은 단지 유무에 따라 지수의 합에 영향을 줄 뿐 해를 찾는 것과는 무관하다.



<그림5> 당직 할당 흐름도 II

위의 당직군무 일정 할당의 휴리스틱 절차를 정리하면 다음과 같다.

단계 1. 본 시스템에서 고려하는 모든 자료파일을 열고 각 당직임무별 파일을 정렬한다. 해당일이 휴일과 평일을 확인하여 각각 요일에 맞는 저장된 자료를 선택한다.

단계 2. 해당 자료에서 첫 번째 대상자를 먼저 선택한다.

단계 3. 이 대상자를 해당일의 비번근무자와 전날 근무자를 비교 확인한다. 만약 비번이거나 전날 근무자이면 해당 주기의 다음 대상자를 확인하여 할당 한다.

단계 4. 각 당직군별로 할당된 인원을 모아서 능력지수를 합한다. 이 값이 함정의 태세 기준이상이고

동일 직별이 없으면 단계 7로 간다. 만약 동일 직별이 존재하면 단계 5로 가고 태세기준 미달이면 단계 6으로 간다.

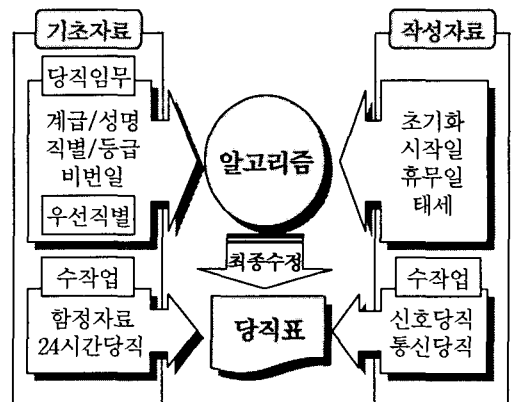
단계 5. 동일직별이 존재하면 능력지수가 최소인 당직임무부터 단계 1로 가서 현재 지수보다 크거나 같은 새 대상자를 찾아서 단계 3으로 간다. 이때 능력지수가 동일하면 하위 당직임무부터 단계 1로 간다.

단계 6. 동일직별이 존재하면 그 중에서 능력지수가 최소인 당직임무부터, 존재하지 않으면 최소지수 임무부터 단계 1로 가서 현재 지수보다 큰 새 대상자를 찾아서 단계 3으로 간다. 이때 능력지수가 동일하면 하위 당직임무부터 단계 1로 간다.

단계 7. 각 당직임무별 할당이 받은 대상자는 당직군무명령에 입력한다. 이렇게 1주간의 당직할당이 완료되면 프로그램을 종료한다.

4.5 입출력 자료 설계

본 연구에서 제시하는 프로그램은 입출력자료를 포함하여 다음 <그림 6>과 같이 구성이 되어 있다.



<그림6> 입출력 자료 설계의 개요

프로그램을 이용하여 당직군무 일정을 작성하기

위해서는 기초가 되는 자료와 작성할 때 필요한 자료의 입력 등 크게 두 가지로 구분되는데, 여기에서 다시 알고리즘에 의해서 할당되는 당직임무 자료 및 일반자료(초기화, 시작일, 휴무일, 태세)와 수작업으로 작성되는 당직근무(통신, 신호)로 구분된다.

4.5.1 기초 자료 입력

기초 자료는 알고리즘과 관련된 자료와 고정된 사항을 입력하여 출력사항으로 연결하는 자료로 나누어진다.

첫째, 알고리즘과 관련된 자료는 당직임무별 개인의 계급/성명/직별/능력지수/비번일/당직순번이고 직별의 중요도에 따라서 함정에서 선택한 직별이 입력된다. 단, 보안을 고려하여 직별을 선택할 때 직별의 고유부호를 입력 및 선택하도록 하였다. 여기서 당직임무별 자료가 입력되면 실제 할당될 때는 휴일과 평일로 나누어져서 할당이 된다. 즉, 각 당직임무마다 평일과 휴일에 따라 같은 순번을 갖는 두 개의 데이터베이스를 운영하는 것과 같다.

둘째, 함정의 이름과 서명관(書名官) 그리고 고정된 당직자(24시간 당직자)가 입력되는데, 이 자료들은 최초로 입력을 하고 변경사항 발생할 때만 재입력하면 되는 자료로서 알고리즘과 무관하게 출력화면에 바로 출력되는 사항 들이다.

4.5.2 작성 자료 입력

작성 자료는 주간 당직근무 일정을 작성할 때마다 입력해주어야 할 사항들이다. 먼저 전번 근무의 초기화/시작일/휴무일/태세 등이 있으며 이러한 자료들은 매 당직편성에 기준이 된다. 또한 자체적으

로 편성운영되는 신호당직(조타직별)과 통신당직은 매 당직작성할 때 마다 자체 작성하여 입력한다.

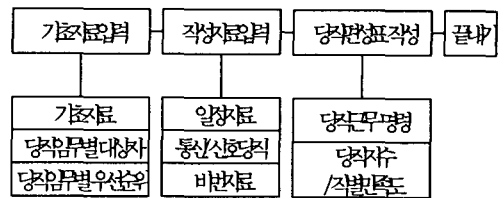
초기화란 정박 당직근무 일정이 일주일이 편성되었더라도 편성된 기간이내에 출항하게 되면, 출항일을 기준으로 할당된 모든 데이터를 초기화하는 것을 의미한다. 시작일은 연속된 당직근무생성이 아닌 입항일 등에 따라서 당직근무 편성일의 기준이 다르므로 실제 당직근무 일정의 시작 일을 설정하는 것이다.

휴무일은 일반적인 토요일이나 일요일의 휴무이 외에도 함정의 사정에 따라서 설정되는 출동임무 후 전투 휴무일 등을 현실적으로 반영하여 선택하도록 하였다. 함정의 태세는 정박하고 있는 함정에게 상급부대에서 설정하는 일종의 함정의 준비태세로서 당직수준의 중요한 기준요소의 하나이다.

4.6 시스템 구성

4.6.1 화면구성 및 입력

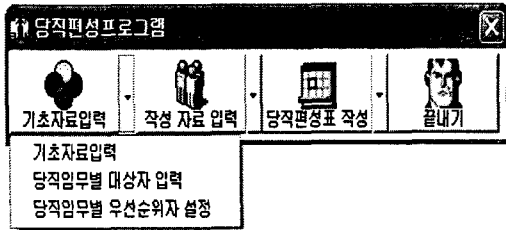
본 시스템은 실행, 기초 Data 작업, 설정 작업, 결과보기, 종료의 주 메뉴와 그에 따른 부메뉴로 다음 <그림 7>과 같이 구성된다.



<그림7> 시스템 구성도

4.6.2 기초자료입력

기초자료입력에서는 함정의 정보, 당직임무별 개인자료, 우선직별 선택, 24시간 당직임무 등이 입력된다.



<그림8> 기초자료입력 주화면

가. 기초자료입력

합정의 정보는 출력화면에 함께 나오는 기본 자료이며, 우선직별은 합정에 따라 직별의 유무 그리고 당직근무 유무 등에 따라 설정한다. 24시간 당직 입력은 고정된 당직근무자를 입력한다.

나. 임무별 대상자 입력

임무별 당직대상자 입력은 8개 직별 이외에 통신/신호 당직근무자도 입력한다.

개인적 자료인 계급, 성명, 직별, 당직임무 순서로 입력하고, 합정에서 자체 기준에 의하여 각 개인의 당직임무 수행능력을 상, 중, 초급으로 선택하여 입력한다. 검색에서는 당직직별별로 대상자를 쉽게 검색가능하게 하였다. 또한 대상자 리스트 화면에서 선택하여 수정, 삭제, 저장이 가능하다.

다. 임무별 당직순서 설정

각 당직임무별로 당직대상자의 정보가 입력되었더라도, 당직근무주기의 순서와 동일하지 않을 수 있기 때문에 합정의 사정에 따라서 또는 당직임무별 특성에 따라서 대상자의 정보와 다르게 당직순서를 설정해주어야 한다. 즉, 당직임무 정보에는 있어도 당직임무를 수행할 수 없는 파견자 등과 전출입에 따른 당직근무 유예자 등을 고려해야 하기 때문이다. 당직임무별 리스트는 기초자료 입력에서 입력된 자료를 당직임무별로 확인이 가능하고, 순번이 부여된 당직자의 검색에서는 실제 근무

하게 될 당직순서와 임무가 가능한 대상자들을 보여준다.

4.6.3 작성자료 입력

작성자료 입력은 일정자료 입력, 통신/신호당직 입력, 비번사항 입력 등으로 나누어지며, 실제 당직근무 작성할 때에 필요한 정보나 자료사항을 입력하는 창이다.

가. 일정자료 입력

일정자료 입력은 초기화, 시작일, 휴무일, 태세로 구분되며, 초기화와 시작일을 근무의 공정성을 위해서 직수의 선택까지 할 수 있게 하여 실제 근무에 접근하도록 하였다. 휴무일/태세의 요일은 작성기준일자를 선택하면 그 날짜를 기준으로 순서에 맞게 요일이 편성되도록 하였고, 휴무일은 요일별로 선택이 가능하고 태세는 RFS당직, RFS, 수리태세를 선택하도록 하였다

나. 통신/신호 당직 입력

통신/신호당직 입력은 수작업으로 자체 작성된 당직표를 입력하는 방식으로, 초기에 저장된 자료에서 찾아서 선택하여 입력하면 출력화면에 입력사항이 출력된다.

다. 비번자료 입력

비번자료 입력은 조회관을 통해 당직임무별 또는 직별별로 쉽게 검색하여 자신의 비번 기간을 설정하도록 하였다. 또한 등록정보를 통해서 입력된 자료를 쉽게 확인이 가능하도록 하였다.

4.6.4 당직작성 결과

당직근무 일정작성은 당직근무명령서 결과와 당직지수/직별의 만족도를 확인 할 수 있도록 되어 있다.

가. 당직편성표 작성

당직근무편성 작성에서는 기초자료와 작성자료의 입력을 완료하고 편성표 만들기를 선택하면 화면에 실행된 결과가 나타난다. 여기서 만약 수작업으로 변경이 필요한 사람을 선택하여 변경이 가능하다. 또한 인쇄하기를 선택하면 실제 합정에 사용할 수 있는 양식의 당직명령이 출력된다.

나. 당직지수/직별만족도

작성된 기간 동안의 당직지수 및 직별 만족도를 시각적으로 확인이 가능하게 하였다.

<표8> 표준화한 당직임무별 대상자 현황

구 분	장교	능력지수																	
		11	12	13	14	15	16	25	26	39	40	42	44	51	53	상	중	초	
당직사관	6																2	3	1
순찰당직		1		1		1	1	1	1		1				1		3	3	2
위병사관			1		2	1				1	1						2	3	1
현문부직					1	1	1	3		2				2	2	5	5	2	
당직하사			2		2	2	3	1		1						1	5	5	2
당직병		1	3		4		4										5	5	2
기관부직											1	4	3	2			4	4	2
안전당직												2	3	5	2		5	5	2
합계(78)	6	2	6	1	9	9	9	5	1	4	5	7	8	4	3	3	31	33	14

적용 예제의 설정 조건은 다음과 같다.

1. 임무별 대상자, 직별, 능력지수는 <표8>의 자료를 활용하였다.
2. 대상인원의 순서는 실제합정과 유사하게 하기위해서 당직임무별로 상급에서 초급을 상이하게 배치하였다.
3. 비변사항은 합정을 수리할 때 정규 휴가를 실시하므로 제외하였다.
4. 태세는 RFS태세를 기본으로 하고, RFS대기는 휴일과 평일 각 1일(일요일, 수요일)을 설정하였다.
5. 휴일은 토/일요일 2일을 설정하였다.
6. 우선직별은 다수 대상자순으로 10개(11, 13, 14, 15, 16, 26, 39, 40, 42, 44)⁸⁾의 직별을 설정하였다.

5. 모형의 적용 및 결과 분석

5.1 적용 예제

본 연구대상인 함정의 8개 정박당직임무의 일반적인 인원은 60~80명 정도이고 당직주기는 4직제로 운영을 하고 있다. 그리고 전입자의 당직유예기간 및 당직자격평가 등을 고려하여 초급자가 적다고 판단하여 개인의 능력지수는 상급, 중급, 초급의 비율을 4 : 4 : 2로 하였다. 또한 <표7>은 합정 3척의 실제 인원에 대한 사례이며, 이것을 기준으로 <표8>과 같이 표준화 된 예제를 구성하였다.

<표7> 실제 합정 당직임무별 대상자 현황

구 분	인 원	구 분	인 원
당직사관	6	현문당직하사	9~14
순찰당직	5~10	현문당직병	7~12
위병부사관	5~7	기관부직사관	7~11
현문부직사관	13~15	안전당직	13~16

5.2 결과 분석

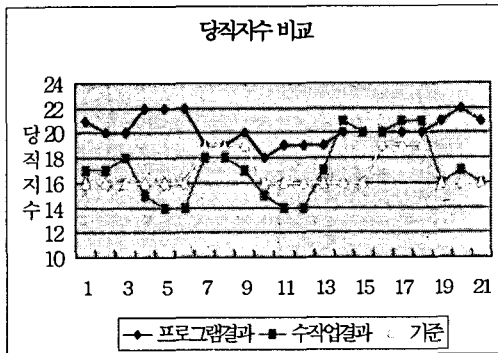
수작업 당직표와 프로그램 당직표의 비교

본 연구에서는 결과 분석을 위해서 프로그램은 상기의 조건을 입력하여 실행하였고, 수작업은 동일한 대상자를 기준으로 작성하였다. 단, 당직지수와 우선직별의 계산에 있어서는 프로그램의 계산방법을 공통적으로 적용하여 두 대상의 비교가 가능하게 하였다.

8) 상기의 숫자는 해군 부사관 직별의 고유번호임.

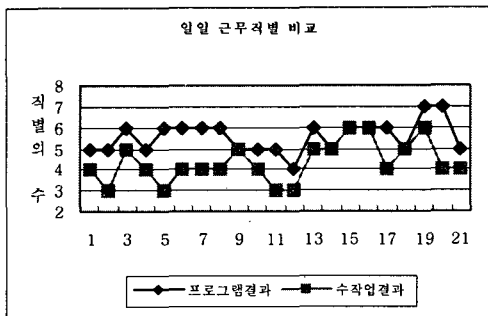
프로그램을 이용한 당직표 작성과 능력지수, 직별, 야근자를 고려하지 않은 수작업 당직표 작성은 서로 상이한 결과를 나타냈다.

당직능력지수를 비교한 결과는 다음 <그림9>와 같다. 가로의 숫자는 1일을 3직으로 계산하여 1주일간 총 21직수의 결과를 의미한다. 프로그램 당직표에서는 일일 태세에 따른 당직능력지수를 거의 만족하면서 안정적인 당직지수를 나타내고 있으나, 수작업을 이용한 당직할당 결과는 태세에 무관하게 능력지수가 오히려 낮은 경우도 발생하였다.



<그림9> 당직지수 비교 1

일일 근무직별 수를 비교한 결과는 <그림10>과 같다. 우선직별 10개를 기준으로 비교한 결과, 프로그램 당직표는 4~6개 직별이 골고루 안정적으로 근무하도록 편성되었으나, 수작업 당직표에서는 3~7개의 직별이 근무하도록 편성되어 차이를 나타내었다.



<그림10> 일일 근무직별 비교

기타 연속 야근자는 프로그램 당직근무 일정에는 없었으나 수작업 작성 당직 일정에 다수 발생하는 것을 보였다.

6. 결론 및 연구과제

6.1 결론

현재 합정에서 사용하고 있는 수작업에 의한 합정 정박 당직근무 일정 수립 시 많은 인력과 시간이 요구된다. 또한 당직근무자들의 능력이나 합정의 작전태세 그리고 당직자들의 직별의 편중 등이 고려되지 않고 있다.

본 연구에서는 현재 수작업에 의한 합정 정박당직근무 일정계획 작성 방법 분석을 통하여 당직할당의 기본원칙을 도출하고 합정의 태세, 개인의 능력지수, 당직자의 직별의 편중을 고려하여 컴퓨터에 구현하여 합정의 태세에 따라서 당직지수의 기준을 설정하여 효과적인 당직편성에 관하여 연구하였다.

먼저 기존의 수작업에 의한 당직임무별 휴일과 평일의 중복이 없는 할당을 하였다. 그리고 당직대상자의 능력지수와 직별, 합정의 태세에 따른 능력지수합의 기준, 당직임무별 당직군 등을 고려하여 원칙을 수립하고 이에 따라서 대상자를 할당하였다. 실제 적용할 때 다음과 같은 기대효과를 얻을 수 있다.

첫째, 시간을 절약할 수 있다. 현재 합정에서는 대부분 당직임무별로 자체 당직근무 할당을 하고 있다. 또한 휴가자 등의 자료를 매번 확인해야 하는 번거로움 등으로 여러 사람이 많은 시간을 투자 하고 있다. 하지만 휴가실시에 대한 일괄처리가 가능하고 자료보존으로 매번 확인의 번거로움을 감소할 수 있다. 또한 담당자들의 진출입으로 인한 업무의 공백을 최대 줄일 수 있다.

둘째, 함정의 태세에 따른 효율적인 근무편성이 된다. 현재 함정에서는 당직임무별로 순서에 따라서 중복이 되지 않게 당직근무 일정을 작성하고 있다. 하지만 당직대상자의 능력지수를 식별하고 함정의 태세에 따른 능력지수의 합을 기준을 설정하여, 이를 만족하면서 직별이 가능한 편중되지 않도록 근무대상자들을 효율적으로 할당하였다.

셋째, 함정의 함행동에 적절한 작성이 되도록 하였다. 함정이 출항하게 되면 근무한 날짜와 직수가 기록되도록 하는 초기화 개념을 도입하였으며, 시작하는 날짜와 직수를 설정하게 하여 입항예정일에 적합한 현실적인 당직편성이 되도록 하였다.

넷째, 컴퓨터를 이용하여 자료의 운영이 용이하게 되었다. 당직대상자를 입력한 후 당직대상자 순서를 입력하게 하여 파견자나 당직의 순서가 바뀌는 대상자들의 관리를 용이하도록 하였다.

6.2 향후 연구방향

본 연구에서는 휴리스틱을 이용하여 현 당직근무 일정을 반영하였으므로 최적해를 보장할 수는 없다. 향후 발전방향으로는 먼저 수리모형을 개발하여 최적해에 관한 비교연구가 필요하고, 대상 함정의 유형을 다양화, 전입일, 당직의 유예 기간 등을 고려하여 인사행정지원의 방향으로 발전이 가능할 것으로 본다. 그리고 공군의 공중근무자 표준화평가와 같은 형태로 함정근무자의 임무능력(예, 당직근무 평가 성적, 해상근무경력, 동일 함정 근무경력, 계급 등)이 반영된 임무능력지수를 최대화한 값을 이용하여 당직근무일정을 구현할 수 있겠다. 또한 함정의 중요한 업무인 PMS(계획정비제도)를 고려한 당직의 작성도 고려되어야 한다. 본 연구를 기초로 대규모의 용량의 프로그램이 필요할 함정의 일정계획 수립 등의 기초가 될 수 있을 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 김국연, "운항승무원의 승무경로 할당문제에 대한 발견적 기법", 연세대학교, 석사학위 논문, 2002
- [2] 이지원, "종합병원 간호사근무일정관리시스템 설계 및 구현", 전북대학교, 석사학위 논문, 1996
- [3] 이호중, 전건욱, "발견적 알고리즘을 이용한 강의시간표 작성에 관한 연구", 오늘의 국방경영분석, 20권, p. 104-137, 2004.
- [4] 전지훈, "항공기 승무원 할당 모형에 관한 연구", 국방대학교, 석사학위 논문, 1998
- [5] Beasley, J. E., "A Dynamic programming based algorithm for the crew scheduling problem", *Computer & Operations Research*, Vol. 25, No. 7/8, pp.567-582, 1998
- [6] Dawid, H., Koning, J., and Stauss, C., "An enhanced rostering model for airline crews", *Computer & Operations Research*, Vol.28, No. pp.671-688, 2001
- [7] Glassey, C. R. and Mizarch, M., "A Decision Support System for Assigning Classes to Rooms", *Interfaces*, Vol.16, pp. 92-100,1986
- [8] Segal, M., "The operation-scheduling problem : a network-flow approach", *Operations Research*, Vol. 22, No.4, pp.808-823, 1974
- [9] Tripathy, A., "A Lagrangean Relaxation Approach to Course Timetabling," *Journal of Operational Research Society*, Vol.31, 599-603, 1980
- [10] Warner, D. M., "Scheduling nursing personnel according to nursing preference : a mathematical programming approach", *Operations Research*, Vol. 24(5), pp. 824-856, 1976