J. Soc. Korea Ind. Syst. Eng Vol. 44, No. 1 : 9-16, March 2021
https://doi.org/10.11627/jkise.2021.44.1.009
ISSN : 2005-0461(print)
ISSN : 2287-7975(online)

A Study on the Measuring of Combat Effectiveness for Naval Frigates Using Analytic Hierarchy Process

Kitae Kim*† · Yojoon Lim**

*System Analysis Center, ROK Naval Force Analysis Test Evaluation Group
**Division of Liberal Arts, Kangnam University

AHP를 이용한 해군 호위함 전투효과 측정에 관한 연구

김기태*† · 임요준**

*해군전력분석시험평가단 체계분석처
**강남대학교 교양학부

Modern combat has been extended to the concept of real-time response to a variety of threats simultaneously occurring in vast areas. In order to quick command determination and accurate engagement in these threats, the combat system has emerged in frigate. Frigates conduct anti-surface, anti-submarine, and anti-aircraft as the core forces of the fleet. In this study, the combat effectiveness measures naval frigates using AHP (analytic hierarchy process) method. A hierarchical structure for measuring the combat effectiveness was developed, and weights of criteria were calculated by expert surveys and pair-wise comparisons. In addition, the combat effectiveness of frigates was synthesized and compared. The weights for each attribute were calculated, and the weights for the three main attributes were in the order of act (0.594), evaluate (0.277), and see (0.129). As a result of calculating the weight, anti surface warfare (0.203) was the highest. The combat effectiveness of FFG Batch-III, which has advanced hardware and software and improved combat system capabilities, see (1.73 to 2.56 times), evaluate (1.68 to 2.08 times), and act (1.31 to 3.80 times) better than the comparative frigate. In summarizing the combat effects of the frigate, FFG Batch-III was 1.41~2.95 times superior to the comparative frigate. In particular, a group of experts evaluated the act importantly, resulting in better combat effectiveness.

Keywords : Combat Effectiveness, Naval Warship, Combat System, Analytic Hierarchy Process

1. 서 론

우리나라는 삼면이 바다로 둘러 쌓여있는 반도 국가이며, 육지와 연결된 북쪽에는 북한이 있어 외국으로 통할 수 있는 길은 해상과 공중밖에 없다. 하지만, 우리의 수출입 물동량의 99.7%는 선박을 이용하여 해상으로 수송하고 있으며, 항공기로 수송되는 물동량은 0.3%에 불과하다[9, 15]. 이처럼 우리나라는 해양에 대한 안전보장 없이는 국가의 경제 유지와 국민의 윤택한 생활을 보장할 수 없으며, 해양은 이미 우리나라의 생명선이나 다름없다.

해군은 상륙작전을 포함한 해상작전을 주 임무로 하고[14], 국방목표 달성과 국가이익의 보호 및 증진에 기여하기 위해 <Table 1>과 같이 해군의 목표[17]를 설정하였다.

Received 6 December 2020; Finally Revised 14 February 2021; Accepted 26 February 2021
† Corresponding Author : navystar52@naver.com

<Table 1> Objectives of ROK Navy

The ROKN as the core of military strength to protect the national security and support the prosperity of the nation. • Builds an independent naval power to deter wars. • Secure the maritime superiority to assure a victory. • Protect maritime activities to enhance national interests. • Improve national prestige by raising naval power.

해군은 이러한 임무와 목표를 달성하기 위하여 수상, 수중, 항공 등의 전력을 증강 및 운용하고 있다. 특히, 호위함은 경비 및 초계임무를 수행하고 대함전, 대잠전, 대공전 능력을 통해 적의 해상도발을 억제하는 우리 해역 함대의 주요전력이다[18]. 우리 해군은 1981년에 호위함(FF, Frigate) 국산 1호인 울산함을 취역하여 운용하였으나, 현재는 장기간 운용으로 노후화되어 대체 세력이 요구되고 있다. 이에 따라 해군은 획기적으로 성능이 향상된 신형 호위함(FFG, Guided Missile Frigate)을 전력화 및 건조 중이다.

새로운 전력의 등장과 전장 환경의 변화 및 무기체계의 첨단화 등 과학기술의 발달에 따른 전투효과에 관한 연구가 활발하게 진행되고 있다. 강승철[5]은 AHP(Analytic Hierarchy Process)를 이용하여 센서, C4I(Command, Control, Communication, Computer, and Intelligence), 타격 등 3종의 체계로 분류한 후 지상전술 C4I 체계의 전투효과를 측정하였고, 이수열, 이재영[13]은 해군 전술지휘통제체계의 전투효과를 AHP 기법으로 지휘통제시간의 단축 측면에서 측정하였다. 박송기, 이재영[16]은 Schutzer의 C2(Command, Control) 효과측정 모델을 이용하여 지휘통제시간단축과 정보의 정확도 측면에서 지상전술 C4I 체계의 군단 통합화력 운용에 따른 전투효과를 측정하였다. 정환식 등[4]은 Newton의 제2법칙을 재해석한 전투력 측정함수를 제시하고, 네트워크를 고려한 C4I 체계의 전투효과를 측정하였으며, Jolene Marshall et al.[3]과 송영일, 이근록[20]은 시뮬레이션을 이용하여 테러 위협이 있는 해역에서 함정의 전투효과를 측정하였다. 이재문 등[10]은 육군항공분석모델과 AHP를 이용하여 육군 공격헬기의 전투효과를 산출하였고, 조기홍[1]은 AHP를 이용하여 차기 다련장로켓의 전투력 상승효과를 측정하였다. 그러나 선행연구들은 특수한 위협이나 단순화된 지휘통제시간, 정보 정확도 등 일부 성능의 변화만을 적용하여 전투효과를 측정하였으며, 이는 획기적인 성능 향상으로 인한 전투수행개념의 변화를 반영하는 것에 한계가 있었다. 최근 국방 분야에서 전투효과 측정하는 수단으로 동적인 전투상황에서 측정하는 시뮬레이션이 널리 활용되고 있다. 그러나 본 연구의 신형 호위함(FFG Batch-Ⅲ)이나 차기 다련장로켓과 같이 신규 무기체계의 경우 현실적으로 모든 성능 및 제원 자료를 입력하기가 제한되므로 합리적인 전투상황을 묘사하기가 불가능하며, 정태적인 방법을 활용한 전투효과 측정이 필요하다[11].

본 연구에서는 우리나라 해군이 현재 운용 중이거나 건조할 호위함을 대상으로 정태적 방법인 AHP 기법을 이용하여 전투효과를 측정하고자 한다. 전투효과 측정을 위한 계층구조를 작성하고, 전문가 설문과 쌍대비교를 통해 속성별 가중치를 산출하며, 전투수행개념 단계별 전투효과를 측정한 후 비교·분석한다.

2. 호위함의 전투수행개념

2.1 호위함과 함정 전투체계

호위함은 우리 영해 내의 해상, 공중, 수중 위협에 대한 대함작전, 대공작전, 대잠작전 등을 주 임무로 수행한다. 또한, 주 임무 이외 부여된 작전(상륙작전, 봉쇄작전, 해양차단작전, 선박통제 및 보호작전, 국지도발대비작전, 기지 및 항만방어작전 등)을 수행하고, 기타 지시된 작전을 지원한다. 1981년에 건조한 구형 호위함과 2010년대 이후 전력화 및 건조 중인 신형 호위함의 주요 제원과 성능은 <Table 2>[2]와 같다.

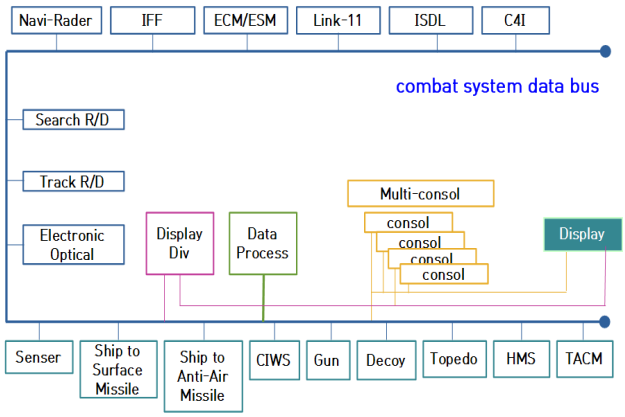
함정 전투체계는 탑재된 센서·통신·항해체계와 우군 작전요소로부터 획득한 표적의 정보를 신속하게 융합·분석하여 지휘결심을 용이하게 하고, 위협 우선순위에 따라 탑재된 무장을 할당하여 교전하는 자동화된 복합 무기체계를 말한다. 함정에 탑재한 장비를 통합하여 표적의 탐지에서부터 지휘결심과 교전까지의 모든 과정을 자동화하는 체계공학 기술의 결정체일 뿐만 아니라 함정의 두뇌 역할을 수행하는 핵심적인 체계이다[12]. 구형 호위함은 함정 전투체계가 등장하기 이전의 모델인 전술자료처리체계와 사격통제체계를 갖추고 있으나, 신형 호위함은 함정 전투체계를 보유하고 있으며, <Figure 1>[7]과 같이 공중, 수상, 수중, 그리고 지상에 대한 정보를 획득하는 센서체계, 획득한 정보를 처리하여 함정의 운용자 및 지휘결심권자에게 정확하고 신속한 정보를 제공하는 지휘통제장치, 그리고 무장체계를 조정·통제하는 무장통제체계 등으로 구성된다.

신형 호위함 전투체계는 구형 호위함보다 통합 및 지휘통제 능력 극대화, 자동화 시스템의 강화, 생존성 등을 보장하였고, Batch-Ⅱ는 Batch-Ⅰ에 비해 탐지체계, 전술 데이터링크, 무장체계의 구성이 향상되었다. 또한, Batch-Ⅲ는 다기능레이더(MFR)가 탑재됨에 따라 표적 관리가 더욱 쉬워졌으며, 기존과 비교하면 획기적으로 능력이 향상될 수 있는 조건의 함정으로 진화하였다.

<Table 2> Specifications and Performances of Frigates

Contents	Old Frigate	New Frigates		
	FF	FFG Batch-Ⅰ	FFG Batch-Ⅱ	FFG Batch-Ⅲ
Ship Type				
Tonnage/Max Sp.	1,800ton/36kts	3,200ton/30kts	3,600ton/30kts	3,800ton/30kts
Length/Personnel	78~102m/110 persons	114.3m/120 persons	122m/120 persons	To be determined
Weapon	• Main Gun : 76mm • Guided missile Harpoon(anti-ship) Mistral(anti-aircraft) • Lightweight Torpedo • RBOC, TACM	• Main Gun : 5-inch • Guided missile Haeseong(anti-ship) RAM(anti-aircraft) Haeryong(to surface) • Torpedo Chung Sang Eo • CIWS, DAGAIE, TACM	• Main Gun : 5-inch • Guided missile Haeseong(anti-ship) RAM(anti-aircraft) Haeryong(to surface) • Torpedo Chung Sang Eo Hong Sang Eo • CIWS, DAGAIE, TACM	• Main Gun : 5-inch • Guided missile Haeseong(anti-ship) RAM(anti-aircraft) Haeryong(to surface) • Torpedo Chung Sang Eo Hong Sang Eo • CIWS, MASS, TACM
Equip-ment	• Inclined launcher	• Inclined launcher • Anti-sub. Helo	• Vertical launcher • Anti-sub. Helo • TASS, IRST	• Vertical launcher • Anti-sub. Helo • TASS, IRST, EOTS, MFR

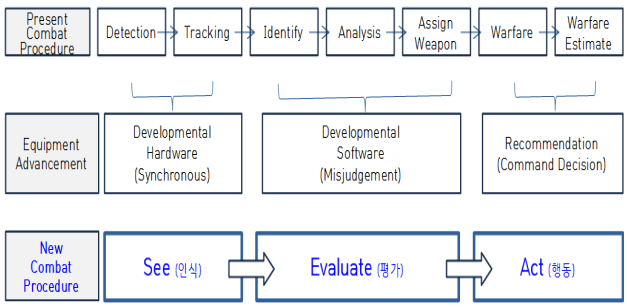
* RBOC : Rapid Blooming Offboard Chaff / TACM : Torpedo Acoustic Counter Measure / CIWS : Close-In Weapon System / DAGAIE : Device Automatic Gurre Antimissile Infrared Electromagnetic / MASS : Multi Ammunition Softkill System / TASS : Towed Array Sonar System / IRST : Infra-Red Search and Track / EOTS : Electro-Optical Targeting System / MFR : Multi Function Radar



<Figure 1> Structure of FFG Combat System

2.2 전투수행개념

함정의 전투수행개념은 <Figure 2>와 같이 '탐지 → 추적 → 식별 → 위협평가 → 무장할당 → 교전 → 교전평가'의 7단계로 이루어지며, 전투체계를 탑재하지 않은 구형 호위함은 각 단계에 인간이 개입하여 임무를 수행한다. 하지만, 오늘날의 전장환경에서는 인적 요인을 통해서는 전투지휘가 불가능할 정도로 복잡해졌으며, 이를 보완하기 위해 신형 호위함은 전투체계를 운용하고 있다. 하드웨어의 고도화로 표적의 통합/동시 처리가 가능



<Figure 2> Change in Combat Concept

해졌고, 운영체제와 작전 기능별 응용 소프트웨어의 고도화로 인간의 오인 및 오판율 최소화가 가능해졌다. 이로 인해 <Figure 2>와 같이 기존 운용자의 역할을 전투체계가 자율·조건반사적으로 수행할 수 있으며, 전투수행개념을 '인식(See) → 평가(Evaluate) → 행동(Act)' 3단계로 변화할 수 있다.

전투체계가 자율·조건반사적으로 수행하게 될 임무로 인식단계에서는 다기능레이더가 효율적 자원분배와 표적을 관리한다. 이후 평가단계에서는 적을 먼저 식별하고, 교전구역을 선정하며, 무장선택 및 위협 우선순위를 지정한다. 마지막으로 행동단계에서는 작전 상황과 위기 고조에 대해 결심 보좌, 우군 보호 및 방어를 위한 조치들을 권고한다.

이를 통해 의사결정의 신속화, 운용 인원의 감소화, 생존성의 극대화 등이 이루어질 것이고, 전투체계는 인간의 판단오류와 비이성적 의사결정 부분을 사전에 배제함으로써 생존성과 전투에 있어 우위를 차지할 것이다.

3. 전투효과 측정을 위한 AHP

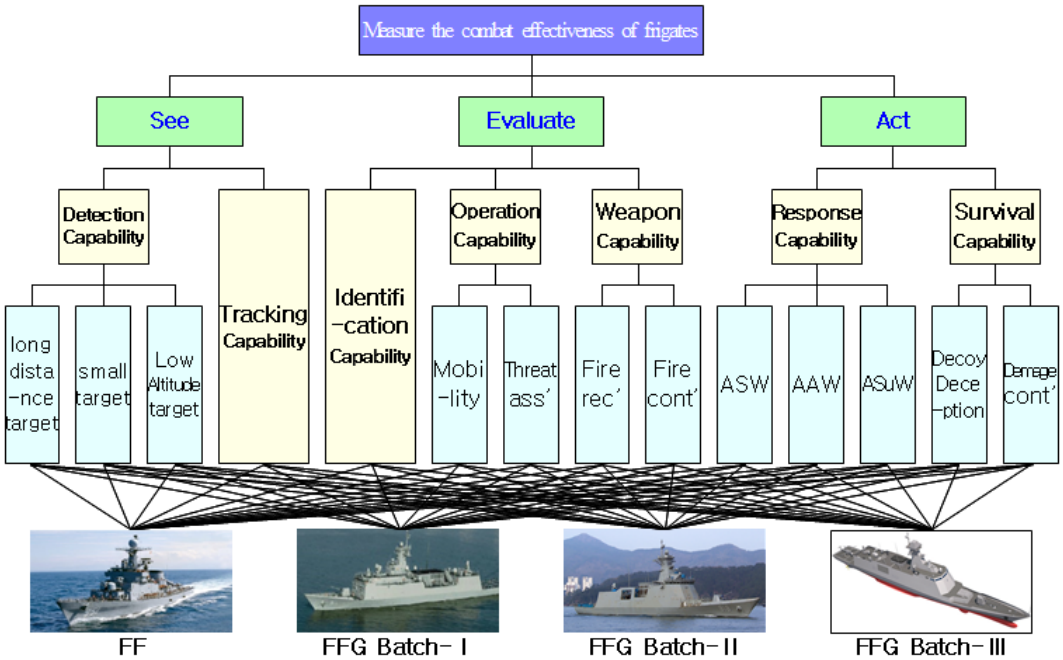
본 연구에서는 해군 호위함 전투효과를 합리적이고 정량적으로 측정하기 위하여 AHP 기법을 적용하였다. 1971년 Thomas L. Saaty에 의해 개발된 AHP 기법은 다기준 분석 방법론의 대표적인 방법론으로 기업이나 군사에 관련된 의사결정, 제한된 자원의 배분 등의 문제 해결에 많이 사용된다[8]. 또한, 정량적인 요소뿐만 아니라 정성적인 요소도 정량화하여 수치로 표현할 수 있고, 비정형적이거나 여러 기준의 복잡한 문제를 계층적으로 분화함으로써 문제 해결을 가능하게 하는 융통성 있는 의사결정 방법이다. AHP 기법은 먼저 의사결정 문제를 계층화한 후 각 평가요소들의 쌍대비교를 통해 상대적 중요도인 가중치를 산출한다. 이후 최하위 계층에 있는 대안들의 가중치 또는 우선순위를 구하여 의사결정을 하게 된다.

본 연구에서는 호위함의 전투효과를 측정하기 위하여 제2장의 변화된 전투수행개념을 기반으로 호위함 운용교범, 관련 연구보고서[6, 8], <Table 2>의 호위함의 제원과 성능을 토대로 한 전문가 23명(장교 12명, 부사관 11명) 의견수렴 등을 통해 <Figure 3>과 같이 계층구조를 작성하였다. 최상위 계층에는 호위함 전투효과 측정을 목표로 두고, 하위계층에는 변화된 전투수행개념인 인식, 평가, 행동을 주속성으로 하였다. 부속성은 주속성에 적합한 가장 핵심적인 기능을 기준으로 분류하였으며, 측정 대상인 호위함을 최하위 계층에 두었다.

계층구조에 따라 속성들의 상대적 중요도를 측정하기 위해 각 계층 내에서 속성을 2개씩 선정하여 비교하고, 그 결과를 식 (1)과 같이 쌍대비교행렬(Pairwise Comparison Matrix) A로 나타내는 과정이며, 본 연구에서는 9점 척도를 사용하였다. 중요도의 척도에 따라 쌍대비교를 통해 행렬 A가 구성되는데, 이는 주대각선의 원소들이 모두 1이 되는 역수행렬(Reciprocal Matrix)이다. 이 행렬에서 w_i와 w_j는 i번째 속성과 j번째 속성의 가중치를 나타낸다.

$$A = \begin{bmatrix} \frac{w_1}{w_1} & \frac{w_1}{w_2} & \cdots & \frac{w_1}{w_n} \\ \frac{w_2}{w_1} & \frac{w_2}{w_2} & \cdots & \frac{w_2}{w_n} \\ \cdots & \cdots & \cdots & \cdots \\ \frac{w_n}{w_1} & \frac{w_n}{w_2} & \cdots & \frac{w_n}{w_n} \end{bmatrix} \quad (1)$$

가중치 계산을 위해 고유벡터법을 적용하였다. 행렬 A에 상대적 중요도를 나타내는 열벡터 $w^T = (w_1, w_2, \cdots, w_n)$을 곱한 결과는 $Aw = \lambda w$가 되고, 행렬 A를 알고 있다면 식 (2)와 같은 특성방정식(Characteristic Equation)으로 표현될 수 있다.



<Figure 3> Hierarchical Structure for Measuring Frigates Combat Effectiveness

$$(A - \lambda I)w = 0 \quad (2)$$

λ : 행렬 A의 고유값(Eigen Value)
I : 단위행렬(Identity Matrix)
w : 고유벡터(Eigen Vector)

행렬 A가 기본적 일관성(Cardinal Consistency)이 있다면 특성방정식의 근 $\lambda_i (i = 1, 2, \cdots, n)$는 가장 큰 근 하나만이 $\lambda_{\max} = n$을 가지며, 나머지 근들은 0이 된다. 따라서 고유벡터 w를 구하고, $\sum w_j = 1$이 되도록 정규화하면 각 속성의 가중치가 된다.

쌍대비교 후 일관성 비율(CR, Consistency Ratio)을 이용해 측정 결과의 일관성을 검증한다. 일관성 지수(CI, Consistency Index)는 $\lambda_{\max} = n$이 일치되는 정도를 지수로 나타낸 것이며, 식 (3)과 같다.

$$CI = \frac{\lambda_{\max} - n}{n - 1} \quad (3)$$

무작위 지수(RI, Random Consistency Index)는 1~9까지 정수들을 무작위로 추출하여 역수 행렬을 작성한 후 일치지수를 구한 것이며, 일관성 비율은 일관성 지수를 평균 무작위 지수로 나누어 구할 수 있고, 식 (4)와 같다.

$$CR = \frac{CI}{RI} \quad (4)$$

Satty는 일관성 비율이 0.1 이내인 경우는 합리적인 일관성을 갖는 결과, 0.2 이내인 경우는 용납할 수 있는 결과, 0.2 이상이면 일관성이 부족한 결과로 판단하였으며[19], 본 연구의 일관성 비율은 0.2 이하로 설정하였다.

4. 호위함 전투효과 측정

AHP 기법은 전문가 집단의 의견을 종합하여 최종적인 의사결정을 하는 방법으로 객관성을 지닐 수 있도록 해당 분야에 대한 충분한 지식과 이해관계를 갖는 전문가를 선정해야 한다. 본 연구에서 호위함 전투효과 측정을 위한 전문가 집단은 해군 전투함에 대한 전문지식과 충분한 근무경험을 보유한 함정병과 장교 40명, 전탐·음탐·무장·사통 직별 부사관 40명 등 총 80명을 대상으로 하였다. 설문결과는 Expert Choice S/W Numerical Mode를 이용하여 산출하였다.

4.1 속성별 및 복합 가중치 산출

쌍대비교 및 고유벡터법을 이용하여 호위함 전투효과 측정을 위한 속성별 및 복합 가중치를 산출하였으며, <Table 3>과 같다.

<Table 3> Attributes and Complex Weights

Weight of each criteria			Complex Weight (A×B×C)
Criteria (A)	Sub-criteria-1 (B)	Sub-criteria-2 (C)	
See (0.129)	Detection (0.714)	Long Distance (0.541)	0.050
		Low Altitude (0.197)	0.018
		Small Target (0.262)	0.024
	Tracking(0.286)		0.037
Evaluate (0.277)	Identification(0.127)		0.041
	Operation (0.352)	Mobility(0.363)	0.033
		Threat(0.637)	0.059
	Weapon (0.521)	Recommend (0.731)	0.105
		Control(0.269)	0.039
Act (0.594)	Response (0.753)	ASuW(0.457)	0.203
		AAW(0.223)	0.099
		ASW(0.320)	0.142
	Survival (0.247)	Decoy(0.612)	0.092
		Damage(0.388)	0.058

평가목표를 달성하기 위한 주속성 3개 요소에 대한 설문은 전문가 80명 중 일관성 비율이 0.1 이하는 32명(장교 17명, 부사관 15명), 0.1~0.2는 37명(장교 20명, 부사관 17명)으로 86.3%의 설문결과를 활용하여 가중치를 산출하였으며, 행동(0.594), 평가(0.277), 인식(0.129) 순으로 나타났다. 이는 해군 전투함에 대한 전문지식과 근무경험을 가진 전문가 집단의 관점에서 전장환경 및 표적의 인식이나 위협평가 및 무장할당보다는 직접적으로 전투의 승패를 좌우하는 교전이 포함된 행동을 전투효과의 가장 중요한 요소로 평가한 것이 확인되었다.

속성별 가중치를 바탕으로 최종적인 14개 속성의 복합 가중치를 산출하였으며, 행동-대응능력-대함전(0.203)이 가장 높게 나타났다. 이는 전문가 집단의 관점에서 호위함이 수행할 전투는 잠수함이나 항공기와의 교전보다는 수상함과의 교전 기회가 더욱 많을 것으로 평가함을 알 수 있다.

4.2 호위함별 상대적 점수 산출

계층구조의 최하위에 있는 전투효과 측정 대상인 호위함을 대상으로 쌍대비교 및 고유벡터법을 이용하여 14개 부속성별 총점 100점을 기준으로 상대적 점수를 산출하였으며, <Table 4>와 같다.

<Table 4> Relative Scores

Contents		FF	FFG		
			Batch-Ⅰ	Batch-Ⅱ	Batch-Ⅲ
See	Long Distance	15.8	21.3	22.1	40.8
	Low Altitude	13.2	23.1	23.9	39.8
	Small Target	17.6	22.8	23.5	36.1
	Tracking	15.1	20.3	23.7	40.9
Evaluate	Identification	18.2	22.9	24.1	34.8
	Mobility	27.7	22.5	24.2	25.6
	Threat	12.5	22.4	23.5	41.6
	Recommend	16.4	20.5	24.0	39.1
	Control	19.5	22.8	23.6	34.1
Act	ASuW	12.5	24.0	24.4	39.1
	AAW	7.1	25.1	27.1	40.7
	ASW	10.9	23.1	30.2	35.8
	Decoy	5.8	20.2	35.9	38.1
	Damage	10.9	18.9	34.7	35.5

구형 호위함보다 상대적으로 우수한 무장과 장비를 보유한 신형 호위함의 상대적 점수가 전체적으로 높게 산출되었으나, 특히 기동성 부속성의 상대적 점수는 신형 호위함보다 최대 속력이 높은 구형 호위함이 0.277로 신형 호위함 대비 1.08~1.23배 높게 산출되었다.

4.3 전투효과 종합

호위함 전투효과를 산출하기 위하여 <Table 3>에서 산출한 14개 부속성에 대한 최종적인 복합 가중치(A)와 <Table 4>에서 산출한 호위함별 상대적 점수(S)를 가중합하였으며, 식(5)와 같다.

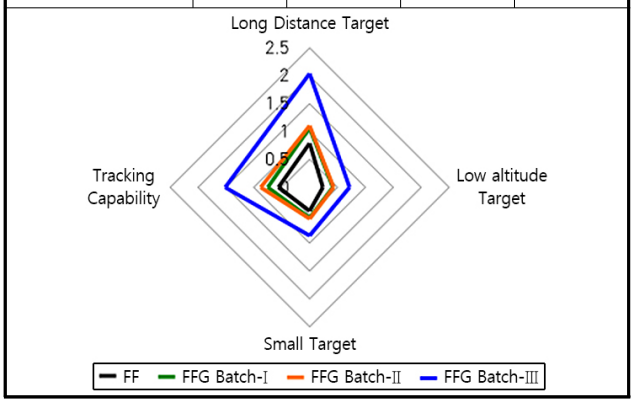
$$E_k = \sum_{i=1}^{n} A_i \times S_{ik} \tag{5}$$

E_k : 호위함 k의 전투효과
A_i : 부속성 i 복합 가중치
S_{ik} : 부속성 i의 호위함 k 상대적 점수
n : 부속성 i의 수

인식 주속성에 대한 호위함 전투효과를 산출하였으며, <Table 5>와 같다. FFG Batch-Ⅲ는 우수한 탐지성능과 표적에 대한 효율적 자원분배 및 관리가 용이한 다기능레이더를 탑재하고 있고, 정보처리장치, 다기능콘솔(MFCC) 등 하드웨어의 고도화로 인식 주속성에 대한 전투효과가 가장 높게 산출되었으며, 대상 호위함 대비 1.73~2.56배 우수하였다. 특히, 원거리 표적 탐지능력과 추적능력 부속성에서 FF 대비 2.58~2.71배의 더욱 우수한 전투효과를 나타냈다.

<Table 5> Combat Effectiveness of See Attribute

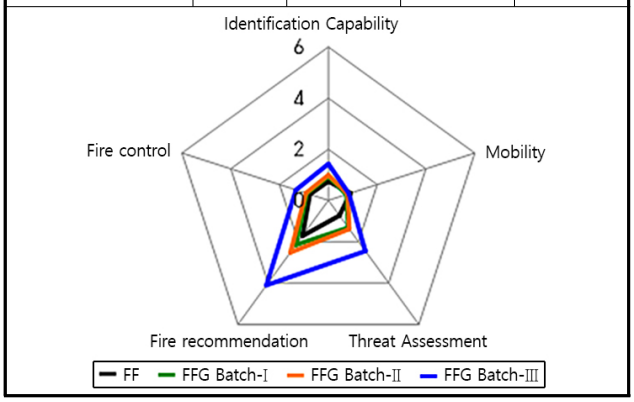
Contents	FF	FFG		
		Batch-Ⅰ	Batch-Ⅱ	Batch-Ⅲ
Long Distance	0.7900	1.0650	1.1050	2.0400
Low Altitude	0.2376	0.4158	0.4302	0.7164
Small Target	0.4224	0.5472	0.5640	0.8664
Tracking	0.5587	0.7511	0.8769	1.5133
Total	2.0087	2.7791	2.9761	5.1361



평가 주속성에 대한 호위함 전투효과를 산출하였으며, <Table 6>과 같다. FFG Batch-Ⅲ는 운영체제(OS)와 작전기능별 응용 소프트웨어의 고도화로 인간의 오인 및 오판율 최소화가 가능해져 평가 주속성에 대한 전투효과가 가장 높게 산출되었으며, 대상 호위함 대비 1.68~2.08배 우수하였다. 특히, 위협평가와 무장추천 부속성에서 FF 대비 2.38~3.33배의 더욱 우수한 전투효과를 나타냈다.

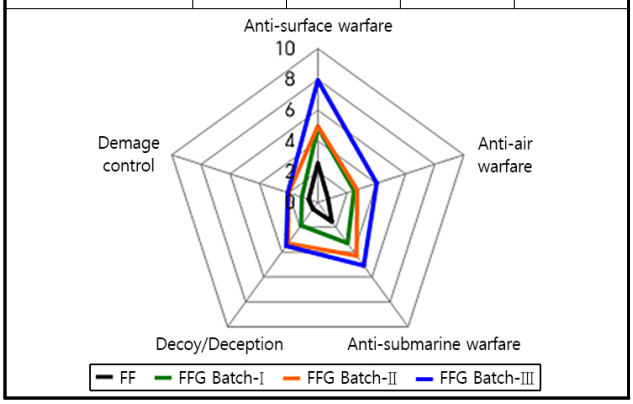
<Table 6> Combat Effectiveness of Evaluate Attribute

Contents	FF	FFG		
		Batch-Ⅰ	Batch-Ⅱ	Batch-Ⅲ
Identification	0.7462	0.9389	0.9881	1.4268
Mobility	0.9141	0.7425	0.7986	0.8448
Threat	0.7375	1.3216	1.3865	2.4544
Recommend	1.7220	2.1525	2.5200	4.1055
Control	0.7605	0.8892	0.9204	1.3299
Total	4.8803	6.0447	6.6136	10.1614



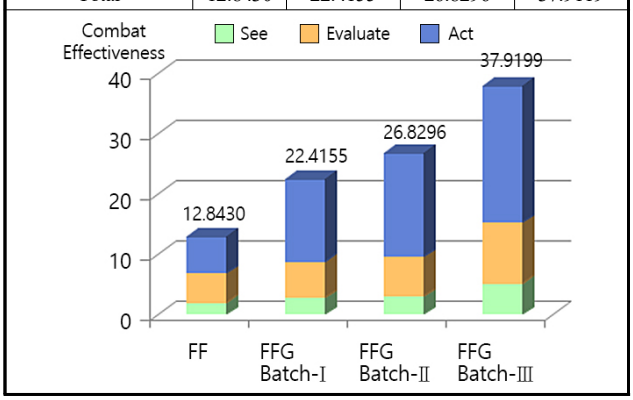
<Table 7> Combat Effectiveness of Act Attribute

Contents	FF	FFG		
		Batch-Ⅰ	Batch-Ⅱ	Batch-Ⅲ
Identification	2.5375	4.8720	4.9532	7.9373
Mobility	0.7029	2.4849	2.6829	4.0293
Threat	1.5478	3.2802	4.2884	5.0836
Recommend	0.5336	1.8584	3.3028	3.5052
Control	0.6322	1.0962	2.0126	2.0590
Total	5.9540	13.5917	17.2399	22.6144



<Table 8> Aggregation of Combat Effectiveness

Contents	FF	FFG		
		Batch-Ⅰ	Batch-Ⅱ	Batch-Ⅲ
See	2.0087	2.7791	2.9761	5.1361
Evaluate	4.8803	6.0447	6.6136	10.1614
Act	5.9540	13.5917	17.2399	22.6144
Total	12.8430	22.4155	26.8296	37.9119



행동 주속성에 대한 호위함 전투효과를 산출하였으며, <Table 7>과 같다. FFG Batch-Ⅲ는 탐지 및 무장체계, 전술 데이터링크 등의 성능 향상으로 전투체계의 능력이 획기적으로 향상되었다. 이로 인해 작전 상황과 위기 고조에 대해 결심 보좌, 우군에 대한 보호 및 자함을 방어하기 위한 조치들을 자율·조건반사적으로 권고할 수 있어 행동 주속성에 대한 전투효과가 가장 높게 산출되었으며, 대상 호위함 대비 1.31~3.80배 우수하였다. 특히, 호위함 대응능력을 평가하는 대함전, 대공전, 대잠전 부속성에서 FF 대비 3.13~5.73배의 우수한 전투효과를 나타냈다.

3개의 주속성에 대한 결과를 바탕으로 호위함 전투효과를 종합 산출하였으며, <Table 8>과 같다. FFG Batch-Ⅲ는 우수한 무장과 장비를 보유함과 동시에 전투체계의 능력이 획기적으로 향상되어 전투효과가 가장 높게 산출되었으며, 대상 호위함 대비 1.41~2.95배 우수하였다. 특히, 해군 전투함에 대한 전문지식과 근무경험을 가진 전문가 집단의 관점에서 직접적으로 전투의 승패를 좌우하는 교전이 포함된 행동을 가장 중요하게 평가함으로써 더욱 우수한 전투효과를 나타냈다.

5. 결 론

본 연구에서는 호위함을 대상으로 AHP 기법을 이용하여 전투효과를 측정하였다. 호위함 전투효과를 측정하기 위하여 속성별 가중치를 산출하였으며, 주속성 3개 요소에 대한 가중치가 행동(0.594), 평가(0.277), 인식(0.129) 순으로 나타났고, 14개 부속성에 대한 최종적인 복합 가중치를 산출한 결과 대함전(0.203)이 가장 높게 나타났다.

하드웨어 및 소프트웨어의 고도화, 전투체계 능력이 획기적으로 향상된 FFG Batch-Ⅲ의 전투효과는 대상 호위함 대비 인식 1.73~2.56배, 평가 1.68~2.08배, 행동 1.31~3.80배 우수하였다. 호위함 전투효과를 종합해보면 FFG Batch-Ⅲ는 대상 호위함 대비 1.41~2.95배 우수하였다.

본 연구의 정태적 방법인 AHP 기법은 성능 및 제원 자료가 구체화되지 않아 합리적인 전투상황 묘사가 제한되는 신규 무기체계의 전투효과 측정에 매우 유용하다. 향후 신형 호위함의 성능이나 제원이 구체화되고, 시뮬레이션 모델에 자료의 입력이 가능해진다면 실제 전장환경과 유사한 조건에서 동태적인 전투효과를 측정할 수 있을 것이다. 또한 인공지능 기술의 군사적 적용에 대한 시대적·기술적 요구가 증대되고 있다. 이를 통해 함정 전투체계가 더욱 스마트해질 것이며, 이에 따른 함정의 전투효과를 측정하는 연구가 필요하다.

References

[1] Cho, K.H., A Study on the Analysis of the Cost-Effectiveness for the New Generation Multiple Launcher Rocket System Using AHP & Parametric Estimating, *Journal of the Korea Institute of Military Science and Technology*, 2010, Vol. 13, No. 1, pp. 84-90.

[2] Chung, S.M., Park, K.J., Kim, H.C., Park, Y.M., Lim,

Y.J., Lee, J.H., Cho, H.J., and Kim, H.K., A Study on the Operation Tactics for the Ulsan Class Batch-3 Combat System, Changwon, Korea : Naval Academy, 2019.

[3] Jolene, M., Eric, R.L., Joshua, T., Alfred, T.D., Daniel, Q., John, G., Kenneth, R., Curt, W., and Mark, B., An Analysis of the Open Architecture Warfare System Domain Model for Surface Time Critical Targets, [Master's Thesis], [California, USA] : Naval Postgraduate School, 2007.

[4] Jung, W.S., Lee, J.Y., and Kim, Y.H., An Assessment of Combat Effectiveness for C4I System Considering Network Effect, *Journal of Society of Korea Industrial and Systems Engineering*, 2010, Vol. 33, No. 2, pp. 23-32.

[5] Kang, S.C., A Study on the Analysis of Combat Effectiveness of the Ground Tactical C4I Systems using AHP, [Master's Thesis], [Seoul, Korea] : Korea National Defense University, 2001.

[6] Kim, J.H. and Lee, C.J., AHP/DEA-AR Model Design for Structural Efficiency Analysis of Naval Combat Ships, *Journal of the Military Operations Research Society of Korea*, 2019, Vol. 45, No. 1, pp. 59-72.

[7] Kim, J.W., Kwon, T.H., Joo, S.H., and Choi, J.M., Principles and Understanding of Combat System, Changwon, Korea : Naval Education & Training Command, 2016.

[8] Kim, K.T. and Jeon, G.W., Efficiency Evaluation for Battleships by using AHP & DEA Model, *Journal of Military Science and Technology Studies*, 2007, Vol. 1, No. 2, pp. 68-91.

[9] Lee, I.H., 5-year plan for shipping reconstruction and Established Ocean Promotion Corporation, *Maritime Korea*, 2018, Vol. 543, pp. 20-21.

[10] Lee, J.M., Jeong, C.Y., and Lee, J.Y., The Combat Effectiveness Analysis of Attack Helicopter Using Simulation and AHP, *Journal of the Korea Society for Simulation*, 2010, Vol. 19, No. 3, pp. 63-70.

[11] Lee, M.H., Moon, H.K., and Park, C.W., Development of Defense Simulation Model for Ground Weapon System Effectiveness Analysis, *Proceedings of the Korea Society for Simulation*, 2002, pp. 131-136.

[12] Lee, S.E., Development Status and Future Directions of Naval Combat System, *Journal of Maritime Strategy*, 2011, Vol. 150, pp. 1-24.

[13] Lee, S.Y. and Lee, J.Y., A Study on the Assessment of Force Improvement Effectiveness of KNTDS, *Journal of the Military Operations Research Society of Korea*, 2001, Vol. 27, No. 2, pp. 56-75.

[14] Ministry of Government Legislation, Act on Organization of National Armed Forces, Ver. 10821(3), 2011.

[15] Ministry of Oceans and Fisheries, 5-year plan for shipping reconstruction, 2018.

[16] Park, S.K. and Lee J.Y., A Study on the Assessment of Power Improvement Effectiveness of Corps Level C4I System Applied to Integrated Fire Operation, *Journal of the Military Operations Research Society of Korea*, 2003, Vol. 29, No. 1, pp. 8-27.

[17] ROK Navy Headquarters, Naval doctrine, 2017.

[18] ROK Navy Homepage(https://www.navy.mil.kr/), Military Archives, 2020.

[19] Saaty, T.L., Decision Making for Leaders; The Analytic Hierarchy Process Decisions in an Complex World, RWS Publications, 1982.

[20] Song, Y.I. and Lee, G.L., A Study on the Improvement Effectiveness of Ship Combat System by using the Simulation Model, *Journal of Military Science and Technology Studies*, 2009, Vol. 3, No. 1, pp. 74-93.

ORCID

Kitae Kim | https://orcid.org/0000-0001-7824-0336

Yojoon Lim | https://orcid.org/0000-0001-6746-5855