



Received: 2023/11/23
Revised: 2023/12/05
Accepted: 2023/12/26
Published: 2023/12/31

***Corresponding Author:**

Joung Jun Yun

Defense Force Research Center, Agency for Defence Development
P.O. Box 35, Daejeon, Republic of Korea
Tel: +82-42-336-7880
Fax: +82-42-336-7887
E-mail: tabusch@hanmail.net

QFD를 활용한 AI 기반 해안감시시스템 개발모델에 대한 개념적 연구

A Conceptual Study on the Development Model of AI-based Coastal Surveillance System Using QFD

권용수¹, 권준홍², 윤종준^{3*}, 정재욱⁴, 허정행⁵, 김재준⁴

¹지디엘시스템 국방연구소 연구소장

²지디엘시스템 대표이사

³국방과학연구소 군전력연구센터 겸임연구원

⁴지디엘시스템 SW개발부 수석연구원

⁵지디엘시스템 국방연구소 수석연구원

Yong Soo Kwon¹, Joon Hong Kwon², Joung Jun Yun^{3*}, Jae Wook Jung⁴,
Jung Haeng Hur⁵, Jae Joon Kim⁴

¹Director, Defence Research Center, GDL System

²Chief Executive Officer, GDL System

³Visiting researcher, Defense Force Research Center, Agency for Defence Development

⁴Chief development engineer, SW Division, GDL System

⁵Chief researcher, Defence Research Center, GDL System

Abstract

본 논문은 시스템엔지니어링 접근방법을 통한 산업체 주도의 개념적 연구 개발모델을 제시한다. 기존 해안감시시스템의 문제점 및 연안침투 사례 분석을 통해 COIs를 도출하고, QFD 도구를 활용하여 이를 해결할 수 있는 효율적인 시스템 개발 모델을 제시하였다. QFD를 적용하여 임무 수행에 필요한 핵심기능을 도출하고, 적용 가능한 AI 기술 요소를 식별하였다. 이를 기반으로 주-야간 및 전천후 상황에서 효율적으로 접촉물을 탐지하고 식별할 수 있는 AI 기반 해안감시시스템을 제안하였다.

This paper describes an industrial company led conceptual study through a systems engineering approach. COIs were derived through the analysis of existing coastal surveillance system problems and the coastal infiltration cases, and the efficient system development model that can solve them using QFD tools was presented. It was derived critical functions required to perform the mission successfully by applying the QFD tool and identified applicable AI technology elements. It then proposed an AI-based coastal surveillance system that can efficiently detect and identify targets under the day and night and all weathers.

Keywords

시스템 엔지니어링(Systems Engineering),
해안감시시스템(Coastal Surveillance System),
품질기능전개(QFD), 인공지능(AI)

1. 서론

AI와 같은 4차 산업혁명의 첨단기술 적용은 산업뿐만 아니라 국방에서도 변화를 가져오고 있다. 이러한 기술 적용은 다양한 문제를 내포하고 있는 해안감시시스템의 효율적인 작전 수행에 좋은 옵션이 될 수 있다. 현 해안감시시스템은 제한된 인원으로 다수 감시장비를 집중하여 동시에 관찰해야 하는 구조적 한계와 시각 집중도 저하 등과 같은 문제를 지니고 있다. 더욱이 해양환경 특성은 다양한 접촉물을 적시에 정확하게 탐지·식별하고 추적·감시해야 하는 감시장비 운용 목적에 제한적 요인으로 작용한다[1]. 또한, 해안 침투 선박의 형태와 방법이 다양해지고 고도화되는 것도 접촉물 식별을 어렵게 한다.

이러한 점에서 본 논문은 국방환경 변화와 현 해안감시시스템의 한계를 극복할 수 있는 개발모델에 대해 연구한다. 연구 성격은 국

방획득개발 사업이 공식적으로 결정되기 이전인 사전 개념연구단계에서 군이 아닌 일반 기관에서 수행하는 개념적 연구이다. 본 연구에서는 고객의 요구를 낮은 레벨까지 체계적으로 하향 세분화하는 QFD (quality function deployment, 품질기능전개)를 활용하여 임무로부터 기능을 도출하고, 식별된 핵심기능(critical functions)에 AI 기술을 적용한 AI 기반 해안감시시스템 개발모델을 제안한다.

2. 해안감시시스템 문제식별 및 COIs

2.1 해안감시시스템 현 실태 및 문제 식별

군은 입영 대상 인구 감소 등과 같은 국방환경 변화에 따라 현 해안경계 작전개념을 병력 절감형으로 전환하는 등 해안경계의 다양한 발전방향을 모색하고 있다. 실제로 지속적인 출산을 저조에 따른 병력감축

의 불가피함을 인식하여 과학화 해안감시시스템 구축에 AI, 빅데이터 등과 같은 4차 산업혁명 기술 적용을 가속화하고 있다.

현 해안감시시스템은 레이더뿐만 아니라 다양한 영상장비로 구성되어 있다. 그러나 물리적 장비 중심의 시스템 구성은 제한된 인원으로 많은 장비를 집중하여 동시에 감시해야 하는 구조적 한계와 시각 집중도 저하 등과 같은 문제를 내포하고 있다. 인간의 시각 집중도는 일반적으로 감시 활동 시작 후 5분까지 90% 내외를 유지하지만 10분 후 65%, 20분 후에는 5% 수준으로 급격히 감소하여[2] 숙련된 운용 요원이라 하더라도 지속적인 감시가 어렵다. 더욱이 파도, 강우 등과 같은 해양환경 특성에 의한 레이더 클러터는 접촉물의 탐지와 식별을 어렵게 한다. 영상감시장비(CCTV, TOD) 역시 해무, 해면 반사파 등이 발생할 때 시정이 짧아지고 화질이 저하되어 영상정보만으로 접촉물을 제대로 식별할 수 없다. 또한, 해안 침투

Table 1. 현 해안감시시스템 COIs와 기술요구 관련성

구분	사례분석 및 문제점	COIs	기술요구
시스템	북한 목선 사건 (2019. 6.) · 주·야간 영상감시장비 분리 운영으로 접촉 기회 저하 · 해면 반사파로 인한 접촉물 오인		레이더 신호와 AIS/V-Pass 선박정보 융합(①)
	중국인 보트 밀입국 (2020. 5.) · 1.5톤급 중국 밀입국 보트가 감시장비에 ○○회 포착 · 해안레이더, 해안복합감시카메라, 열상감시장비에 반복적으로 포착되었으나 레저용 보트(낚시배)로 식별 판단		레이더 클러터/허상 제거(①)
	오리발 해엄 귀순 (2021. 2.) · CCTV 감시장비의 과도한 오동작 · 새를 포착하거나 바람이 센 날씨에 수시 경보음이 울림		레이더 정보 분석/저장(①)
운용환경	파도, 강우 등에 의한 레이더 클러터 발생으로 접촉물 탐지 어려움 발생		선박 이동경로 패턴 학습/분석모델 생성(②)
	해무, 해면 반사파, 역광 시 영상감시장비의 시정이 짧아지고 화질이 저하돼 영상정보만으로 접촉물을 제대로 탐지/식별하기 어려움	① 표적을 주·야간 전천후 탐지할 수 있는가? ② 표적을 정확히 식별할 수 있는가?	레이더 분석정보와 표적정보 융합(②)
운용업무 / 운용요원	북한 목선 사건 (2019. 6.) · TOD를 효과적으로 운용하지 못해 해안감시 공백 발생 - 북한 소형목선이 해상에서 대기/이동하던 야간에 TOD가 삼척항 인근 지역 수제선 만 집중 감시 - 삼척항으로 이동하던 주간 TOD 미운용 · 운용요원 접촉물 식별 실패 - 해면 반사파로 오인 식별 - 의심 선박이 항구로 진입하였으나 감시요원이 낚시배로 오판		이상항로, 장시간 특정 지역 정박, 접촉/분리하는 접촉물 인식(②)
	중국인 보트 밀입국 (2020. 5.) 감시장비에 총 ○○차례 포착됐지만, 레저용 보트(낚시배)로 판단		실시간 객체 행동 인식(②)
	오리발 해엄 귀순 (2021. 2.) · 북한 남성이 해안으로 상륙하는 장면이 감시카메라에 ○회 포착됐고, 상황실에 ○회 경보음이 났으나 오경보로 판단		영상 객체정보 저장/관리(②)
	· 넓은 해안감시 범위 및 임무 과중 · 감시병 1명이 ○개 화면을 동시에 관찰해야 하는 구조적 한계/시각 집중도 저하 · 레이더 및 영상식별 요원의 전문성 부족		고위험 의미표적 알람/경보(②)

선박의 형태와 방법이 다양해지고 침범 횟수가 증가하는 상황에서도 감시장비들이 연동이나 통합 없이 통제부대에 따라 달리 운용되는 것도 문제 중의 하나이다.

2019년 6월 해안 감시망을 뚫고 삼척항에 무단 입항한 북한 목선 사건은 해안경계작전의 문제점을 명확히 나타낸 대표적 사례 중의 하나이다. 정부 합동 브리핑 자료에 따르면[3] 해군은 경비함정을 배치하고 항공초계전력 및 해상감시레이더 등을 운용했으나, NLL을 통과하여 삼척항에 도달하기까지 〇〇시간 동안 북한 목선을 식별하지 못했고, 해경 경비정 역시 탐지하지 못하였다. 육군 해안경계부대는 레이더와 지능형 영상감시시스템에 포착된 소형목선을 주의 깊게 식별하지 못했으며, 감시 성능이 우수한 TOD를 야간에만 사용하는 등 효과적으로 운용하지 못해 해안감시에 공백이 발생한 것으로 확인되었다. 해안감시레이더에 소형목선으로 추정되는 의심 표적이 포착되었으나, 감시장비 운용요원은 이를 해면 반사파로 오인하여 감시 추적에 실패하였다. 또 다른 사례는 2020년 5월 1.5톤급 중국 밀입국 보트가 군 감시망을 뚫고 충남 태안까지 들어온 사건과 2021년 2월 발생한 오리발 해염 귀순 사건이다[4,5]. Table 1은 이들 사건에 대한 사례분석 및 문제점을 나타낸다.

2.2 COIs 및 기술요구 도출

개발 대상 해안감시시스템의 임무와 기능을 도출하는 목적과 방향이 되는 COIs와 기술요구(technical needs) 도출은 운용 도메인과 관련 기술 전문가로 구성된 집단의 브레인스토밍을 통해 도출했다. 관련 사례분석을 통해 도출된 COIs는 ‘표적을 주야간 전천후 탐지할 수 있는가?’와 ‘표적을 정확히 식별할 수 있는가?’ 2가지이다.

이러한 COIs를 충족시키기 위해 요구되는 기술적 요구는 Table 1에 나타낸 바와 같이 ‘레이더 신호와 AIS/V-Pass 선박정보 융합’, ‘레이더 클러터/허상 제거’, ‘레이더 정보 분석/저장’, ‘선박 이동경로 패턴 학습/분석모델 생성’ 등 총 9개로 식별되었다. 사례분석 결과로부터 COIs 및 이를 해결하기 위한 기술요구(technical needs)까지 관련성을 Table 1에 정리하였다.

3. QFD를 활용한 AI 기반 해안감시시스템 핵심 기능 도출

3.1 1단계(what)

정의된 임무(mission)로부터 과업(tasks)을 먼저 식별하고, 과업을 수행하기 위해 요구되는 활동(activities)을 도출하는 단계이다. 전문가 그룹의 브레인스토밍 방식으로 과업과 활동을 식별하였으며, 중요도는 임무 도메인 전문가로 구성된 집단의 브레인스토밍에 의한 계층화 의사결정 기법(AHP)을 활용하여 결정했다. COIs를 해결하기 위한 해안감시시스템의 임무는 ‘해안 침투 및 불법 행위를 지속적 감시하고 상황을 전파하라’로 가정했다. 이러한 임무를 성공적으로 수행하기 위한 과업은 ‘T.1 해안을 감시하라’와 ‘T.2 상황정보를 전파하라’의 2가지로 구분했다. 활동은 HoQ(house of quality)의 2단계(how) 도출 절차를 통해 식별하는 것이 일반적이지만, 과업이 2개이고 활동 또한 단순하여 전문가의 직관적 판단으로 대신하였다.

식별된 7가지 활동과 각각의 상대적인 중요도를 Table 2에 나타냈다. 가장 중요도가 높은 활동은 ‘A.3 접촉물을 식별하라’로 중요도가 0.28이며, 다음 순위는 중요도가 0.15인 ‘A.2 접촉물을 탐지하라’와 ‘A.4 표적을 추적하라’이다.

Table 2. 식별된 활동과 고객요구 중요도

임무 (mission)	과업 (task)	활동 (activity)	중요도	
			AHP	고객요구
해안을 지속적 감시하고 상황을 전파하라	T.1 해안을 감시하라	A.1 해안을 탐색하라	0.08	1
		A.2 접촉물을 탐지하라	0.15	4
		A.3 접촉물을 식별하라	0.28	5
		A.4 표적을 추적하라	0.15	3
		A.5 위험을 경보하라	0.08	3
	T.2 상황정보를 전파하라	A.6 상황을 경보하라	0.13	2
		A.7 상황정보를 전파하라	0.13	2

고객요구(customer needs) 중요도 선정은 사용자 중심의 기능 우선순위 결정에 중요한 요소이다. 각각의 활동에 대한 고객 중요도는 1(low)에서 5(high)까

지 임무 도메인 전문가 그룹에 의해 Table 2와 같은 점수를 부여했다.

3.2 2단계(how)

1단계에서 도출한 활동을 수행하기 위해 요구되는 기능(functions)을 식별하는 단계이다. 1단계에서 선정된 7개의 활동을 수행하기 위해 요구되는 기능은 사용자 관점에서 관련 교범을 근거로 도출해야 하지만 군사자료 접근 제한으로 자체 군 도메인 전문가 그룹의 브레인스토밍 방식을 택했다. 이를 통해 도출된 기능은 총 28가지이며 Table 3와 같다.

Table 3. 활동으로부터 식별된 기능

구분	기능(functions)
F.1	레이더를 가동하라
F.2	CCTV를 가동하라
F.3	TOD를 가동하라
F.4	외부기관 감시정보를 활용하라
F.5	레이더 신호와 AIS/V-Pass 선박 정보를 융합하라
F.6	클러더가 제거된 레이더 신호를 제공하라
F.7	허상이 제거된 레이더 신호를 제공하라
⋮	⋮
F.25	고위험 의아표적에 대해 알람/경보하라
F.26	소초는 상급부대에 상황을 자동 경보하라
F.27	소초는 인접부대에 상황정보를 공유하라
F.28	상급부대는 인근부대(기관)에 상황정보를 공유하라

3.3 3단계(HoQ)

HoQ는 1단계에서 식별한 활동 중요도, 2단계에서 도출된 기능과 활동 사이의 관계성(relationship)을 판단하여 작성했다. HoQ 관계성은 도메인 전문가 그룹 브레인스토밍을 통해 도출된 최적값을 QFD 전산 도구인 CUPID를 사용하여 셀 단위로 입력했으며, 정도에 따라 ◎, ○, △로 표기했다. ◎와 ○는 각각 강한 관계성과 보통 관계성을 나타내며, 가중치는 일반적인 수치인 9와 3으로 설정했다. 또한, △는 약한 관계성으로 가중치는 1로 설정했다. HoQ의 지붕에 해당

하는 상관매트릭스(correlation matrix) 영역의 기능 간 상관관계 정도는 강한 긍정(++), 긍정(+), 부정(-), 강한 부정(--)의 네 가지 기준으로 표기했으며, 각각에 대해 3, 1, -1, -3의 수치를 부여했다. 1단계(what)에서 도출한 활동 가운데 상대 중요도가 0.28로 가장 높은 'A.3 접촉물을 식별하라'는 'F.9 레이더 정보를 분석하라', 'F.10 정상 선박에 대한 이동경로 패턴 학습/분석모델을 생성하라' 등 10개 기능과 강한 관계성을 나타냈다. 또한, 상대 중요도가 0.15인 'A.2 접촉물을 탐지하라'는 'F.6 클러더가 제거된 레이더 신호를 제공하라', 'F.7 허상이 제거된 레이더 신호를 제공하라'와 강한 관계성을 보였다.

Fig. 1은 QFD 전산도구인 CUPID를 사용하여 나타낸 활동과 기능 간의 HoQ로 해안감시시스템의 임무를 수행하기 위해 요구되는 활동과 기능뿐만 아니라 활동과 기능 사이의 관계성, 그리고 각각의 중요도 등을 알 수 있다.

3.4 4단계(prioritization)

Table 4는 3단계의 HoQ에 1단계의 고객 중요도(customer importance)를 적용하여 계산된 각각의 기능에 대한 중요도를 우선순위로 정렬해 나타낸 것이다.

Table 4. 해안감시시스템의 기능 우선순위

순위	기능(functions)	중요도
1	F.10 정상선박에 대한 이동경로 패턴 학습/분석모델을 생성하라	54
2	F.9 레이더 정보를 분석하라	49
3	F.12 이상항로, 장시간 특정지역 정박, 접촉/분리하는 접촉물을 인식하라	48
3	F.13 접촉물을 확인하라	48
3	F.15 의아표적을 지정하라	48
3	F.16 표적정보를 통합전시기에 전시하라	48
3	F.17 영상객체행동을 실시간 인식하라	48
3	F.18 영상객체를 식별하라	48
3	F.19 영상객체정보를 통합전시기에 전시하라	48
⋮	⋮	⋮
27	F.24 의심표적을 인접부대와 자동중계하고 추적하라	12
28	F.28 상급부대는 인근부대(기관)에 상황정보를 공유하라	6

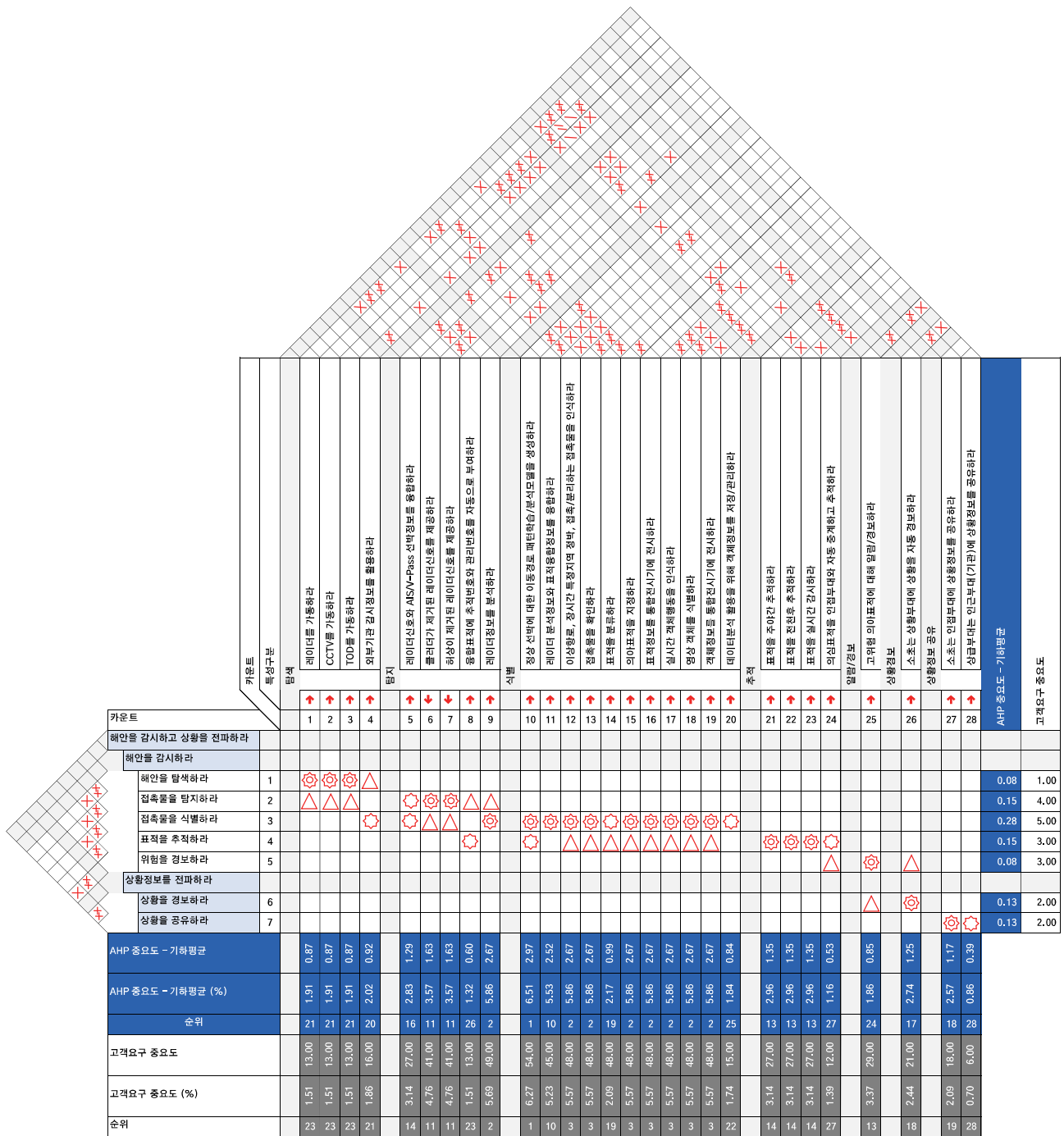


Fig. 1. 해안감시시스템의 활동과 기능 간 HoQ

Table 4에서 알 수 있듯이 1순위와 2순위는 각각 'F.10 정상선박에 대한 이동경로 패턴 학습/분석모델을 생성하라'와 'F.9 레이더 정보를 분석하라'이다.

해안감시시스템 기능의 고객요구 중요도는 크기에 따라 Fig. 2와 같이 A, B, C의 3개 영역으로 구분할 수 있다. 중요도가 상대적으로 큰 A 영역에 해당하는 총

12개의 기능에 대해서는 중점 관리할 필요가 있다. A 영역에 포함된 기능의 평균값은 B보다 2배 이상의 중요도 값을 갖는다. 따라서 해안감시시스템 임무를 수행하기 위해 요구되는 총 28개 기능 가운데 A 영역에 해당하는 상위 순위 12개에 대해 AI 기술 적용 가능성을 검토했다.

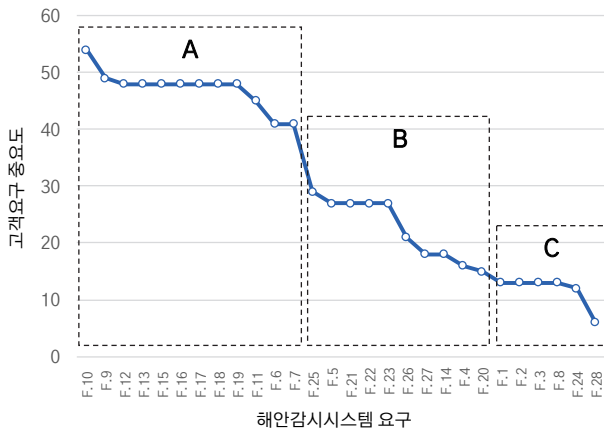


Fig. 2. 해안감시시스템의 기능 중요도별 영역

또한, 전문가 그룹의 브레인스토밍을 통해 Table 5와 같이 ‘F.10 정상선박에 대한 이동경로 패턴 학습/분석모델을 생성하라’, ‘F.9 레이더 정보를 분석하라’, ‘F.12 이상항로, 장시간 특정지역 정박, 접촉/분리하는 접촉물을 인식하라’ 등 7개 기능을 AI 기반 해안감시시스템을 구현하기 위한 핵심기능으로 선정했다. Table 5에서 시스템 구성품은 적용된 AI 관련 기술과 Fig. 3의 시스템 구성품과의 연계성을 나타낸다. 이러한 핵심기능에 적용할 수 있는 AI 관련 기술 분야는 빅데이터, 딥러닝, 머신러닝(지도학습, 비지도학습) 등으로 식별되었다.

Table 5. 상위 우선순위 기능과 AI 관련 기술

순위	기능(functions)	AI 관련 기술	시스템 구성품
1	F.10 정상선박에 대한 이동경로 패턴 학습/분석모델을 생성하라	빅데이터(시계열분석), 비지도학습(군집화)	AI 분석 서버
2	F.9 레이더 정보를 분석하라	지도학습(분류), 비지도학습(군집화)	AI 분석 서버
3	F.12 이상항로, 장시간 특정지역 정박, 접촉/분리하는 접촉물을 인식하라	빅데이터(시계열분석), 지도학습(분류), 비지도학습(군집화)	AI 분석 서버
3	F.13 접촉물을 확인하라	-	융합표적 서버
3	F.15 의사표적을 지정하라	-	융합표적 서버
3	F.16 표적정보를 통합전시기에 전시하라	-	AI 통합 W/S
3	F.17 영상객체행동을 실시간 인식하라	딥러닝(CNN)	영상인식 서버
3	F.18 영상객체를 식별하라	딥러닝(CNN)	영상인식 서버
3	F.19 영상객체정보를 통합전시기에 전시하라	-	AI 통합 W/S
10	F.11 레이더 분석정보와 표적융합정보를 융합하라	-	융합표적 서버
11	F.6 클러더가 제거된 레이더 신호를 제공하라	딥러닝(CNN), 지도학습(분류)	AI 분석 서버
12	F.7 허상이 제거된 레이더 신호를 제공하라	빅데이터(시계열분석), 지도학습(분류), 비지도학습(군집화), 강화학습	AI 분석 서버

4. AI 기반 해안감시시스템 개발모델

앞에서 설명한 절차를 통해 본 연구에서 제시된 개발모델시스템은 Fig. 3와 같이 신호장비(레이더, AIS/V-Pass), 영상장비(CCTV, TOD), 그리고 이들 장비를 통합하고 감시 활동을 자동으로 운영하는 통합시스템 및 영상정보 빅데이터 구현을 위한 클라우드 환경 구축으로 구성된다. Fig. 3는 Table 5의 AI 기술이 적용된 각각의 구성품을 포함한 전체 AI 기반 해안감시시스템 구성 개념도로 다음과 같은 특징을 갖는다.

첫째, 신호장비 AI는 레이더 신호를 수신하여 AIS/V-Pass 외부 선박식별정보와 융합하며, 딥러닝(CNN)과 머신러닝(지도학습, 비지도학습) 등을 적용하여 클러터를 제거하고 레이더 접촉물에 대한 실상과 허상을 구분한다[6,7]. 실상에 대해서는 표적 번호를 부여하고 AI 통합시스템에 전송한다. AI 분석 결과 이상징후 표적으로 분류되면 경보 메시지를 통합시스템에 자동 전송한다. 이상징후 표적에 대한 AI 행동 패턴(behavioral pattern) 분석모델은 레이더 실상, AIS, V-Pass 데이터를 입력하여 정상 선박에 대한 이동경로 패턴을 학습시키고, 장기간 특정 지역 정박 및 어선단 분리 패턴에 대한 학습은 빅데이터(시계열분석)와 비지도학습(군집화) 등으로 수행한다[8,9].

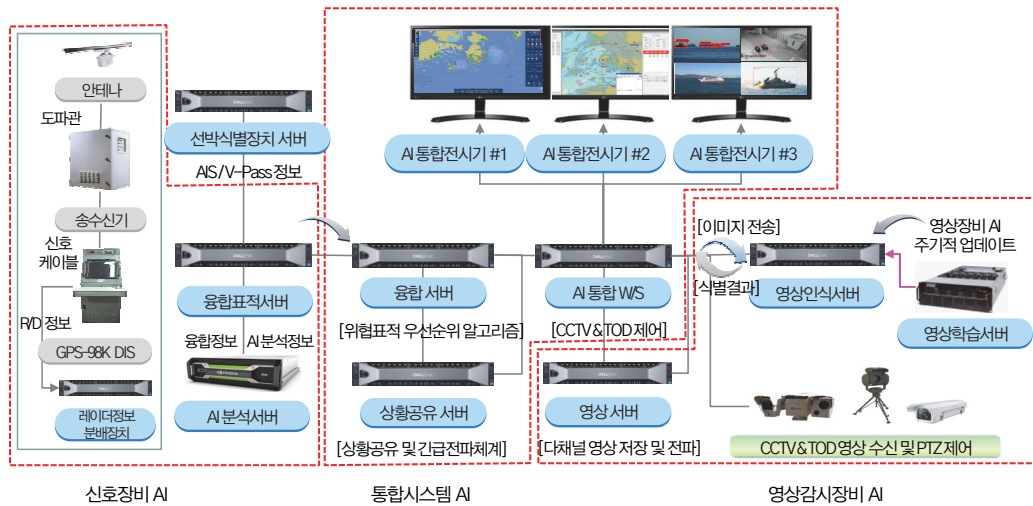


Fig. 3. AI 기반 해안감시시스템 구성 개념도

둘째, 영상감시장비 AI는 TOD, CCTV 등과 같은 감시장비를 통해 획득하는 영상데이터에 AI를 적용하여 객체를 인식함으로써 인식률을 향상하고 오경보를 최소화한다. 영상인식서버는 딥러닝(CNN)으로 학습된 인식모델로 객체를 검출하여 분류한다.[10,11,12,13] 그리고, 인식결과를 통합시스템(AI 통합 워크스테이션)에 전시한다. 객체식별 대상은 선박, 사람, 차량 등이며, 특히 침투, 배회, 유기 등 사람에 대한 상황을 인식한다.

셋째, 통합시스템 AI는 해안 표적의 탐지, 식별 및 추적·감시를 자동화하고 체계 간 연동을 통해 정보를 분석·융합하며, 통합상황을 전시한다. AI 통합시스템은 융합표적서버로부터 전송된 표적정보(AI 분석 결과 포함)를 자동 전시하고 관리한다. 또한, 이상징후 의심 표적은 영상감시장비를 통해 추가로 추적·감시하고, 고위험군의 의심 표적 접근에 대해서는 경보와 알람 기능이 수행되며 인접 및 상급부대에 상황을 전파한다. 연해에서 해안으로 접근하는 의심 표적의 신호 및 영상정보를 AI 분석하고 융합하여 그 결과를 통합화면에 전시하여 종합적인 상황인식이 가능하게 한다.

마지막으로 클라우드컴퓨팅체계는 해안감시시스템을 통해 수집된 데이터를 빅데이터 처리하고 AI와 빅데이터의 사용성과 편의성을 높이는 역할을 한다.

5. 결론

본 논문은 해안감시 침투사례 분석을 통해 COIs를 도출하고 QFD를 활용하여 이를 해결할 수 있는 AI

기반 해안감시시스템 개발모델을 개념적으로 연구했다. QFD를 순차적으로 적용하여 임무를 성공적으로 수행하기 위해 요구되는 핵심기능을 도출하고 적용 가능한 AI 요소기술을 식별했다. 이를 구현하여 표적을 주·야간 전천후 효율적으로 탐지 및 식별할 수 있는 AI 기반 해안감시시스템 모델을 제시했다.

본 연구의 산출물은 업체 자체 개발이라는 특성상 전문가 그룹 구성 다양성과 군 관련 자료 접근이 제한된 상태에서 도출된 도전적인 선행개발의 결과이다. 향후 고도화 단계에서 소요군의 실질적 운용환경과 전술/교리가 적용된 정제 과정이 요구된다.

참고문헌

- [1] Joon Hong Kwon et al., "Development of an AI-based Coastal Guard Surveillance System," Journal of the Military Operations Research Society of Korea, Vol.48, No. 2, pp.86-98, 2022.
- [2] Avigilon, Enhancing Human Attention Span With Self-Learning Video Analytics, p. 2, 2018.
- [3] 국무조정실·국무총리비서실, 북한 소형목선 상항관련 정부합동브리핑, 대한민국 정책브리핑 보도자료, 2019. 7. 3.
- [4] 김정욱, '태안 밀입국 보트' 13번이나 보고도...軍, 뉴시배로 오판, 서울경제, 2020. 6. 5.
- [5] 신규진, 'CCTV 포착' 8차례 놓친 軍... 귀순 배수로 존재조차 몰랐다, 동아일보, 2021. 2. 24.
- [6] 황조연, 이영주, 김성진, 이남용, 박진호, "레이다기반의 통합해안감시체계 구축에 관한 개념 연구," 한국 IT정책경영학회 논문지, Vol. 9, No. 4, pp. 433-443, 2017.
- [7] 최병찬, 임도유, 권세훈, 김지현, 주지한, 남해운, "Denoising 엔코더-디코더 딥러닝 네트워크를 이용한 클러터 제거 기법," 한국전자파학회 논문지, Vol. 33, No. 9, pp. 720-729, 2022.

- [8] 오재용, 김혜진, 박세길, “AIS 데이터 분석을 통한 이상 거동 선박의 식별에 관한 연구,” 한국항해항만학회지, Vol. 42, No. 4, pp. 277-282, 2018.
- [9] 황훈규, 김배성, 신일식, 송상기, 남경태, “해상-빅데이터 기반 선박 항적 표시 및 해상교통량 통계 분석 시스템의 개발,” 한국정보통신학회논문지, Vol. 20, No. 6, pp. 1195-1202, 2016.
- [10] S. Moon, J. Lee, J. Lee, D. Nam, and W. Yoo, “A Comparative Study on the Maritime Object Detection Performance of Deep Learning Models,” ICTC Proceeding, pp. 1155-1157, 2020.
- [11] J. Lee, S. Moon, D. Nam, and W. Yoo, “Vessel Database Construction and Comparative Study on Ship Classification Performance Suitable for Korean Maritime Environment,” IEIE Proceeding, pp. 1864-1866, 2020.
- [12] M. Zhang, J. Choi, K. Daniilidis, M. Wolf, and C. Kanan, “VAIS : A Dataset for Recognizing Maritime Imagery in the Visible and Infrared Spectrums”, IEEE CVPRW Proceeding, pp. 10-16, 2015.
- [13] 남권우, 노명일, 이해원, 이원재, “자율 운항 선박을 위한 딥러닝 기반 선박 이미지 분류 방법,” 한국CDE학회 논문집, Vol. 26, No. 2, pp. 144-153, 2021.