

무인 어장 도적 감시 시스템 구현에 관한 연구

임정빈* · 남택근**

* 목포해양대학교 해상운송시스템학부, ** 목포해양대학교 기관시스템공학부

Implementation of Unmanned Aquaculture Security System

Jeong-Bin Yim* · Taek-Keun Nam**

* Division of Maritime Transportation System, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

** Division of Engine System Engineering, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

요 약 : 본 논문에서는 어장에 침입하는 도적을 감시하기 위한 어장보호 시스템의 구현절차와 구현결과를 기술하였다. 이 시스템은 사용자의 요구에 따라 저가부터 고가 및 단순 기능부터 복합 기능 등 다양한 형태로 구성할 수 있도록 설계하였다. 육상으로부터 0.5 마일 이내에 총 50개(가로 10열, 세로 5열)의 케이지가 밀집된 전라남도 진도군 소재 전복 양식장에서 구축한 시스템을 현장 실험하였다. 그 결과, 구축한 시스템이 양식장 전체는 물론 단위 케이지까지 세밀하게 감시할 수 있음을 확인하였다.

핵심용어 : 어장보호시스템, 도적, 레이더, 양식장, 전복

ABSTRACT : This paper describes the implementation procedures and results of Fishery Safety and Security System to secure an aquaculture area from a thief. The system designed with various functional modules to implement selectively available system providing low cost to high cost and simple function to high function according to user's requirement in a practical fishing fields. In the abalone farm field located in Jin island, Jeonranam province and having condensed aquaculture facilities with 50 cages (10 row by 5 column) within 0.5 miles from coast, practical field tests are carried out. As results from that tests, it is found that the system can guard not only the whole area of cultivating farm field but also each cages with detail.

KEY WORDS : aquaculture security system, thief, Radar, aquaculture, abalone

1. 서 론

해양경찰청 통계자료(해양경찰청, 2002)에 의하면 양식장 절도사건이 2001년도에는 총 19건(피해액 약 3억원)이 발생하였고, 2002년도에는 총 5건(피해액 약 1억5천만원) 등이 발생한 것으로 나타나 있으며, 이러한 절도사건의 수와 피해액이 매년 증가하고 있는 것으로 나타났다. 대표적인 절도사건으로는 2001년 10월 16일 통영에서 발생한 우렁챙이 약 2억4백만 원어치 절도사건, 2002년 4월 1일 통영에서 발생한 감성돔 약 8천만 원어치의 절도사건 등이 있다.

이러한 양식장 절도사건은 영세한 어민들의 귀중한 재산 손실과 절도행위시의 양식장 시설물 파괴 등으로 나타나기 때문에 도적행위를 적극 방지할 수 있는 첨단 시스템의 개발이 시급히 요구되고 있다.

이 연구의 목적은 어장에 침입하는 도적을 첨단 디지털 장비를 이용하여 민-관-군 협동으로 퇴치하기 위한 어장 도적 방지 시스템 개발에 있다. 이 시스템은 바다에서 어장으로 또는 육상에서 어장으로 접근하는 도적을 사전 식별하는 기능

과, 식별되거나 또는 식별되지 않은 물체가 어장에 접근하는 경우 이에 적합한 경보를 제공하여 도적을 퇴치하는 기능 등을 갖고 있다. 이러한 기능은 주로 알파/레이더(ARPA/Radar)에 의한 장거리 물체탐지와 물체추적 기능 그리고, F-AIS (Fisheries Automatic Identification System)의 물체식별 기능을 적용한 것이다(남 등, 2004; 남 등, 2005).

이러한 시스템을 개발하기 위하여 2003년부터 다양한 선행 연구를 추진한 바 있는데, 해상표적의 레이더 전파 반사능력을 강화하기 위한 레이더 리플렉터(Radar Reflector) 개발연구(김 등, 2003a; 김 등, 2003b; 김 등, 2004a, 김 등, 2004b; 임 등, 2003, 김 등, 2005), 레이더를 이용한 현장실험용 측정장비 개발(임 등, 2005a), 무선식별 개념의 RFID(Radio Frequency IDentification)를 활용한 F-AIS 개발(구 등, 2005; 구 등, 2006; 양 등, 2003; 임 등, 2005b; 임 등 2005c, Shogo HAYASHI *et al*, 2004; Manami IDE *et al*, 2005) 등이 있다. 그리고 다중 레이더 표적을 칼만필터(Kalman Filter)로 추적하기 위한 연구(남 등, 2006), 선박식별 및 추적장치의 국제동향 연구(정 등, 2006), 레이더 응용 기술 연구(임 등, 2006) 등이 있다.

이러한 연구들은 해상용 레이더를 이용한 레이더 표적의 탐지능력 강화, 전파통신장치와 연계한 레이더 표적의 원거리

* 대표저자: 종신회원, jbyim@mmu.ac.kr, 061)240-7051

** 정회원, tknam@mmu.ac.kr, 061)240-7310

자동식별 등을 목표로 한 것이다.

특히, 2005년에 시스템 구성에 요구되는 다양한 주변장치를 개발한 바 있고(구 등, 2005), 2006년에는 도적방지 알고리즘을 연구개발한 바 있으며(남 등, 2006), 주변장치의 성능을 입증하기 위한 해상실험을 시행한 바 있다(안 등, 2006).

여기서, 어장 도적방지 시스템은 귀중한 어민의 재산을 보호하기 위한 것으로, 광범위한 해상에서 발생하는 도적행위를 사전에 퇴치하는 시스템이기 때문에 장기간의 현장실험을 통한 시스템의 신뢰성 확보와, 육상에서 어장으로 또는 해상에서 어장으로 침입하는 내부 및 외부 도적의 방어가 가능한 첨단 도적대응체계 개념의 실현이 중요하다.

이 논문에서는 현재까지 구축한 어장 도적방지 시스템의 설계 개념과 시스템 사양 및 시스템 구성 내용을 소개하고, 본 시스템을 이용한 몇 가지 해상실험 결과를 기술한다.

2. 시스템 설계

2.1 어장 도적방지 시스템의 개요

Fig. 1은 어장 도적방지 시스템의 개념도를 나타낸다. 9GHz의 X-Band 알파/레이더(ARPA/Radar)를 이용하여 어장 주변의 모든 물체를 탐지 및 추적하고, 어장에서 작업하는 선박에 장착한 F-AIS를 이용하여 적과 아군을 식별(이하, 적아식별)한다. 이러한 식별정보는 전자해도 모듈과 상황감시 모듈에 전송되어 24시간 무인 실시간으로 어장에 침입하는 도적감지와 각종 도적방어 단계에 적용된다.

Fig. 1에 나타난 각 단위 시스템은 선행연구로서 구현하였고, 그 내용은 앞의 서론에서 기술하였다. 이 논문에서는 전체 시스템의 구성과 시스템 구축 개념을 중점 기술한다.

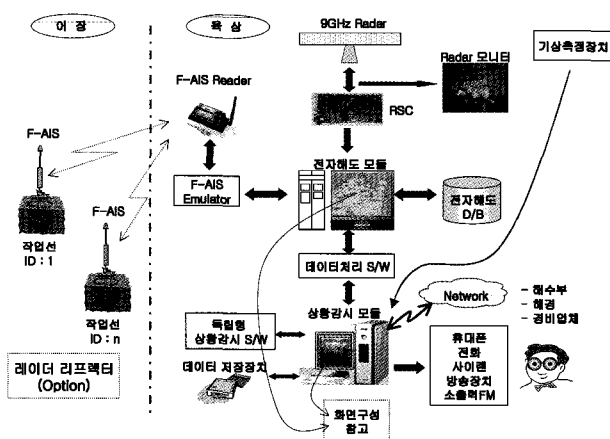


Fig. 1. Configuration of the system construction.

2.2 시스템 구축 개념

어장 도적방지 시스템은 시스템의 보안을 유지하면서, 각 상황별 적합한 대응행동을 준비하기 위하여 다음과 같은 세부 단계로 나누어 구축하였다.

- 1단계 : 시스템 자체를 작동시키는 단계
- 2단계 : 도적 침입시 처리하는 단계
- 3단계 : 도적여부를 식별하는 단계
- 4단계 : 도적 침입시 경보발생 단계
- 5단계 : 도적 대응단계

Fig. 2부터 Fig. 7까지에 이러한 세부 단계를 처리하기 위한 알고리즘을 나타냈다.

Fig. 2는 시스템 시작 단계로서, 허가된 사용자만이 본 시스템을 사용할 수 있게 하였고, 시스템 작동시 레이더나 기타 장치의 준비상태를 점검한 후, 자동으로 상황감시 및 대응하기 위한 단계로 진입하기 위한 절차를 나타낸다. 또한, 상황이 종료한 경우의 데이터 처리방법과 절차를 나타낸다. Fig. 3은 시스템이 작동된 이후, 어장상황을 자동으로 감시하면서 도적 침입시 대응하기 위한 절차를 나타낸다. Fig. 4는 어장에 침입한 물체에 대해서 적아식별을 자동 수행하는 절차를 나타낸다. Fig. 5는 각 상황에 대한 경보발생 절차를 나타낸다. Fig. 6은 각 상황에 대해서 해양경찰이나 육상경찰 등에 상황을 전파하는 절차를 나타낸다. 마지막으로 Fig. 7은 시스템을 강제로 종료하는 경우의 사용자 인증과 이에 적합한 처리를 수행하는 절차를 나타낸다.

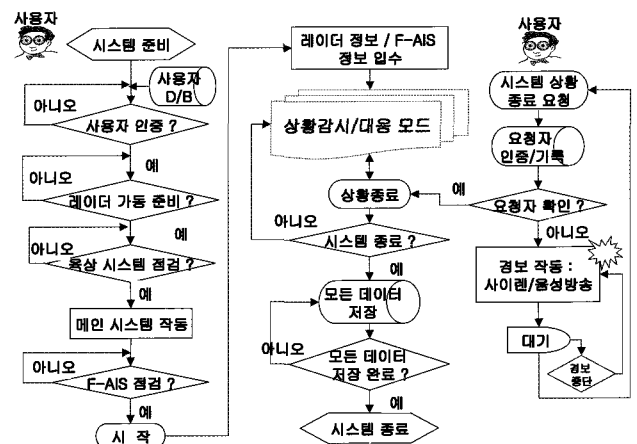


Fig. 2. Starting procedures.

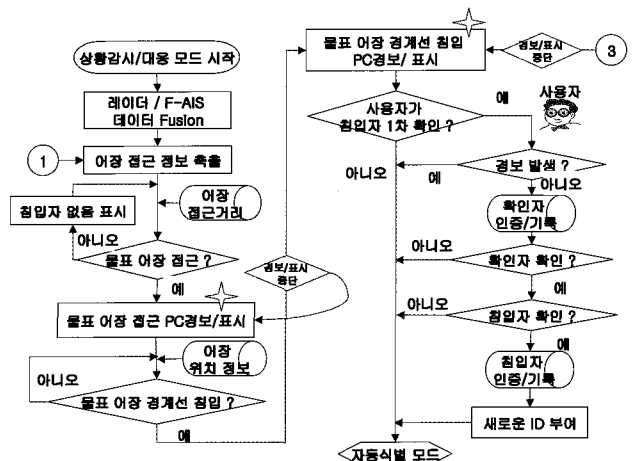


Fig. 3. Watching and Action procedures.

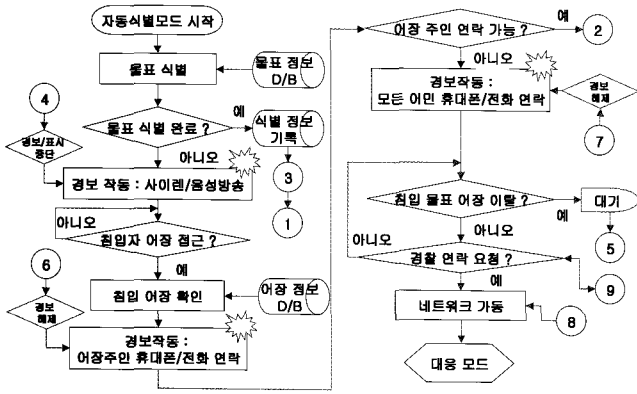


Fig. 4. Automatic identification procedures.

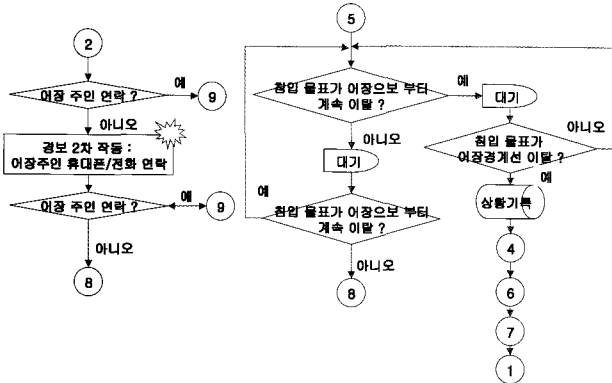


Fig. 5. Warning action procedures.

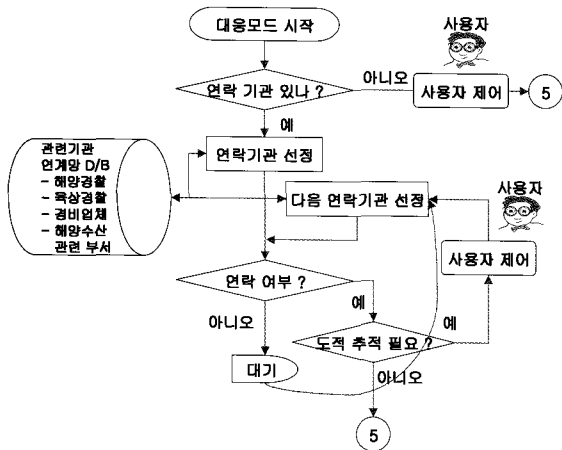


Fig. 6. Situation propagation procedures.

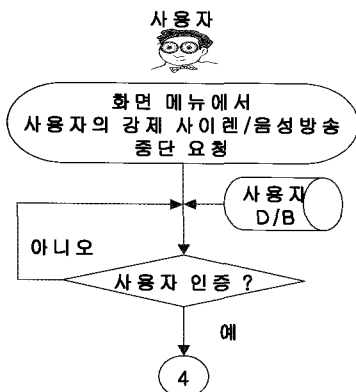


Fig. 7. User identification fault procedures.

Fig. 2부터 Fig. 7까지 나타난 바와 같이 본 시스템은 사용 인가를 허가 받은자가 운영할 수 있으며, 모든 사용 이력은 관리되고, 각 상황마다 자동으로 대응할 수 있는 기능을 갖는다.

2.3 시스템 기능 결정

시스템 기능을 결정하기 위하여 위에서 기술한 다양한 절차를 구현할 수 있는 시스템의 하드웨어 구성과 이에 요구되는 단위장비 구성 및 시스템 구축비용 등을 검토하였다. 검토 결과, 현재 국내 해양 IT 기술을 고려할 때, 다음 Table 1에 나타난 5가지 형태의 시스템 구축이 가능함을 알았다. 이러한 5가지 시스템은 향후 상업화 과정에서 어민이나 어장환경에 따라 요구되는 가격과 성능을 다양하게 반영할 수 있는 것으로 고려된다.

Table 1은 시스템의 종류와 기능 및 이러한 기능을 실현하는데 필요한 핵심 장치 등을 나타내고, Table 2는 Table 1에 나타난 5가지 시스템의 기능과 감시구역 등을 나타내며, Table 3은 시스템 종류별 요구되는 단위 장비구성을 정리한 것이다.

Table 1에서, 시스템 종류 'A'와 'B'는 시스템을 저가로 개발하기 위하여 간단한 기능으로 구성한 것이다. 시스템 종류 'C'는 중저가 시스템을 개발하는 경우를 나타내고, 시스템 종류 'D'는 전자해도와 ARPA/Radar 등의 첨단장비를 이용하여 모든 기능이 가능한 시스템 구성을 나타낸다. 시스템 종류 'S'는 해양경찰이나 군용으로 사용하는 경우를 나타낸다.

이러한 5가지 시스템을 검토한 결과 우선, 'D' 형태의 시스템이 표준 시스템으로 개발되어야 할 것으로 검토되었고, 향후 상용화 과정에서는 'D'를 기본으로, 어민이나 어장환경에 따라 필요한 기능을 추가 또는 삭제하는 것이 타당할 것으로 고려되었다. 이 논문에서는 주로 시스템 종류 'D'에 대한 시스템 구축 내용과 해상실험 결과를 기술한다.

Table 1. System type and its function and core equipments

종류	기능	핵심 구성 장치
A	- 저가, 소형, 아군 어선들 동태만 감시-> 식별->경보	- 900MHz F-AIS : 아군 선박식별 - 전자해도 모듈 : 아군만 전자해도에 표시
B	- 중저가, 물체 감시->추적->식별->경보->대응 - 기존 레이더 활용, 전자해도 상황표시 및 해경과 공조	- 900MHz F-AIS / 일반 어선용 Radar : 물체 탐지 - RSC : 레이더 영상을 전자해도에 오버래핑 - 전자해도 모듈
C	- ARPA/Radar 모니터에 추적결과 표시 - 단순하면서 정밀 추적 가능	- 900MHz F-AIS - ARPA/Radar : 모든 물체 탐지 및 추적
D	- ARPA/Radar 정보 -> 전자해도 전송 - Full Mission	- 900MHz F-AIS 및 ARPA/Radar - 전자해도 모듈
S	- 해경, 해군, 해수부 등에서 어장의 종합 상황 시스템을 구성하는 경우 적용 - 네트워크를 통한 시스템	- 어장에 설치된 모든 장치로부터 정보를 입수 - AIS Emulator : 선박에 설치된 AIS 정보를 입수하여 종합상황 시스템에 표시 기능

Table 2. Detailed functions and its coverage

구분	세목	종 류					
		A	B	C	D	S	
기능	감시	지역	●	●	●	●	●
		광역	-	-	-	-	●
	추적	지역	-	●	●	●	●
		광역	-	-	-	-	●
	식별	아군	●	●	●	●	●
		적군	-	●	●	●	●
	경보	지역내	●	●	●	●	●
		광역	-	-	-	-	●
	대응	지역내	-	●	●	●	●
		광역	-	-	-	-	●
상황종합 (option)	지역	-	●	●	●	●	
	광역	-	-	-	-	●	

3. 시스템 구축

Fig. 8은 Table 3의 시스템 'D'에 대해서 구축한 어장 도적 방지 시스템의 전체 구성도이다. 이 시스템은, 경보전송장치 및 통신 네트워크, 감시·경보·방어 실행을 위한 네트워크, 레이더 영상 모니터링 시스템 등이 하나로 통합된 시스템으로 구축되어있다. 어장의 동적/정적 물표는 ARPA/Radar로 탐지하고, 어장 작업선에 설치된 F-AIS의 정보는 레이더 물표와 융합되고 RS-232C 및 TCP/IP 망을 경유하여 서버에 전송됨과 동시에 모니터링 화면에 나타난다. 풍향풍속계로 해상기상 정보를 입수하고, 이 정보는 RS-232C 및 TCP/IP 망을 경유하여 모니터링 화면에 나타난다. 상황실에 설치된 서버에는 어장작업선 정보, 전자해도, 관리 D/B 등이 저장된다.

Table 3. Unit systems according to the system-type

구 분	필요한 단위 장비	시스템의 종류					
		A	B	C	D	S	
어장탐지 시스템 (FDS)	900MHz F-AIS 송신기	●	●	●	●	-	
	9GHz F-AIS	-	-	-	-	-	
	레이더 리프렉터(option)	-	●	●	●	-	
레이더감시 시스템 (RSS)	소형 9GHz Radar	-	●	-	-	-	
	9GHz ARPA/Radar	-	-	●	●	-	
	RSC	-	●	-	●	-	
	기상측정장치(option)	-	●	●	●	-	
대응 시스템 (WIWAS)	레이더 신호 부스터(option)	-	●	●	●	-	
	900MHz F-AIS 수신기	●	●	●	●	-	
	900MHz F-AIS Emulator	●	●	●	●	-	
	9GHz F-AIS 영상처리모듈(option)	-	-	-	-	-	
	AIS Emulator 모듈	-	-	-	-	●	
	전자해도 모듈	간이 전자해도 S/W	●	●	-	●	-
		Notebook/PC	●	●	-	●	-
		데이터 처리 S/W	●	●	-	●	-
	상황감시 S/W	Notebook/PC	-	●	●	●	-
		데이터 저장장치	●	●	●	●	-
		전자해도용 독립형	●	-	-	-	-
		휴대폰	●	●	●	●	-
		전화	●	●	●	●	-
		사이렌	●	●	●	●	-
	상황 감시 모듈	방송장치	●	●	●	●	-
		소출력 FM방송	●	●	●	●	-
		해양경찰연락망	●	●	●	●	-
해수부정보전송망		●	●	●	●	-	
경비업체연락망		●	●	●	●	-	
종합상황 시스템		-	-	-	●		

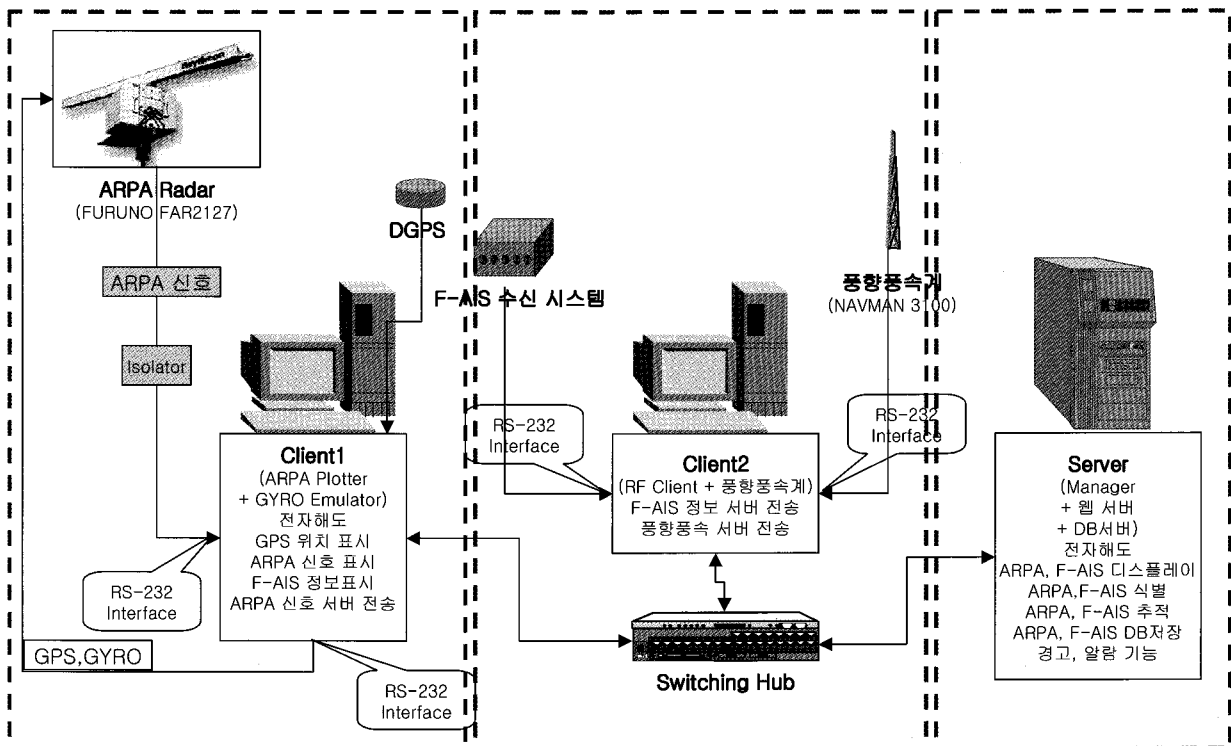


Fig. 8. Integrated configuration of the system type 'D'.

4. 실험 및 결과

4.1 실험환경

현장실험은 전라남도 진도군 보전리의 '진도보전참전복양식단지'(이하, 양식단지)를 대상으로 하였다. 이 양식단지에서는 2000년도에 전북 절도사건이 발생한 바 있어, 어민 자체적으로 소형 레이더를 이용하여 24시간 수동 감시하고 있다. 그러나 어민들이 항상 24시간 당직을 서야하고, 아군 작업선이 어장에서 작업하는 경우에도 적아 구분 없이 경보가 울리거나, 도적으로 판명된 경우에도 이미 대응할 시간이 없으며, 어떠한 선박이 적인지 아군인지를 모르는 등의 많은 문제점들이 나타나고 있다. 또한, 고가의 레이더 감시도 부족하여 3천만원 상당의 고성능 서치라이트(search light)를 추가 구입하여 도적을 감시하고 있는 실정이다.

Fig. 9는 실험대상 지역인 양식단지의 감시초소로서, 태극기 하단에 어민들이 자체 설치한 레이더 스캐너가 보이고, 초소 건물에 서치라이트가 설치되어 있다.

Fig. 10은 각 단위 양식장별 주인과 비상연락 체계를 나타내는데, 24시간 당직제를 운영함에 따라 일손이 부족한 문제점을 나타내고 있다.



Fig. 9. Watching site in Jin island abalone farm.

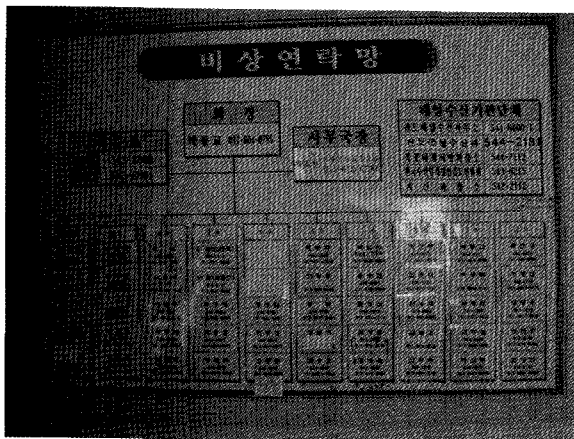


Fig. 10. Emergency procedures and each cage's owner.

4.2 현장실험

2006년 6월 22일부터 25일까지 양식단지에서 현장실험을 실시하였다. 본 실험의 목적은 구축한 시스템의 정상작동 여부를 평가하기 위한 것으로, 다양한 시나리오에 기반한 가상 도적 침투시의 실험평가는 2007년 1월말에 실시할 예정이다.

실험평가 내용은, 육상으로부터 0.5 마일 해상에 설치된 가로 10열×세로 5열의 양식장 전체와 각 단위 양식시설을 본 시스템이 감시할 수 있는지 여부와 시스템의 정상작동 여부 등이다. 실험 당시, 양식단지에는 짙은 안개로 1 마일을 구분할 수 없을 정도로 시정이 제한되었다.

Fig. 11은 시스템을 설치한 양식단지 내의 어민회관으로서, 회관 옥상에 레이더를 설치하였고, Fig. 12와 같이 회관 내부에 도적 방지 시스템을 설치하였다. Fig. 13은 해상에 설치된 양식시설 사진이고, Fig. 14는 양식단지에서 작업하는 바지선과 소형 작업선을 나타낸다.

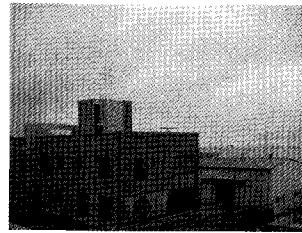


Fig. 11. Radar site.

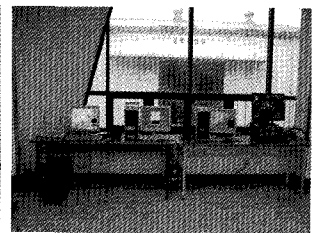


Fig. 12. System set-up.

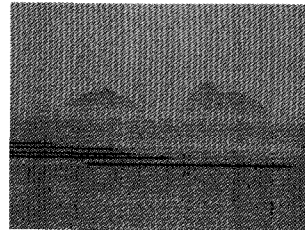


Fig. 13. Abalone farm.



Fig. 14. Working ships.

4.3 실험결과

Fig. 15는 1.5 마일 레인지로 설정한 ARPA/Radar에 탐지된 가로 10열, 세로 5열로 배치된 양식장의 모습이다. 육지로부터 0.5 마일 이내에 설치된 대단히 근거리의 50개 시설물(케이지)이 선명한 화질로 나타나고 있으며, F-AIS를 장착한 선박이 화면 우측에 '+' 마크로 표시되어 있다.

Fig. 16은 작업선에 장착한 모든 F-AIS의 정보를 수집하여 표시하고 기록하는 장치를 나타낸다. 실시간으로 현장에서 작업하는 모든 선박의 위치와 선주, 작업시간 등이 기록되기 때문에 향후 도적사건 발생시 수사의 근거 자료로 활용할 수 있다.

이 실험을 통하여 구현한 도적 감시 시스템이 정상 작동함

을 확인하였다.

기타, 도적 침입시의 대응체계 작동실험과 각 상황에 대한 문제 메세지나 방송매체 등을 통한 상황전파 실험, 인터넷을 통한 해양경찰 함정과의 연락체계 구축이나 경비업체 또는 육상 경찰과의 공조체계 등 대규모 실험은 현재 진행 중에 있다.



Fig. 15. Target acquisition results with F-AIS information.

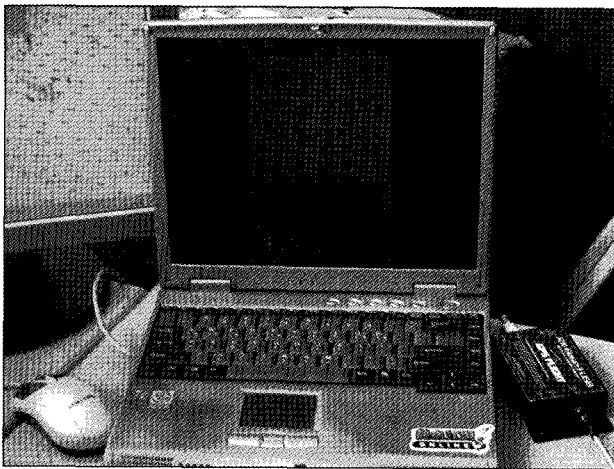


Fig. 16. Working ship information conning system of F-AIS.

5. 결론

ARPA/Radar와 F-AIS 등 단위장비로 구성된 어장 도적방지 시스템을 진도 참진북양식단지에서 현장 실험한 결과, 본 연구에서 제안한 'D' 형태의 시스템이 정상 작동함을 알았고, 부가적으로 이 시스템의 단위 시스템인, 어장탐지 시스템, 레이다 감시시스템, 감시·식별·경보·방어 시스템 등이 TCP/IP 상에서 서로 데이터를 공유하면서 정상 작동함을 확인하였다.

또한, 어장위치 추적 및 감시를 위한 ARPA/Radar의 근거리 표적 탐지능력이 우수함을 확인하였고, F-AIS 정보와 레이다 영상 정보를 융합한 고 신뢰성 어장 도적방지 시스템 구현이 가능함을 확인하였다.

향후 어장 도적 방지 시스템에 전방위 감시기능을 부여하기 위하여 해양수산부와 해양경찰, 육상경찰 등과의 협조 체계를 구축하여 해상실험을 진행할 예정이며, 해상실험 결과를 반영하여 시스템을 상용화할 예정이다.

참고 문헌

- [1] 김우숙, 임정빈, 안영섭, 박성현, 정중식, 이규동(2003a), "Development of Passive-Type Radar Reflector for Fisheries," 해양환경안전학회 2003년도 춘계학술발표대회 논문집, 해양환경안전학회, pp.135-139.
- [2] 김우숙, 임정빈 외 3인(2003b), "어업용 레이다 리플렉터 개발 연구발표," 정보통신 학술세미나, 한국전자과학회 호남지부, pp.145-161.
- [3] 김우숙, 안영섭, 임정빈, 박성현, 김인현(2004a), "어선용 레이다 리플렉터 개발," 선박안전, 제14권, pp.30-43.
- [4] 김우숙, 안영섭, 임정빈, 박성현, 김인현(2004b), "어선용 레이다 리플렉터 개발(II)," 선박안전, 제15권, pp.54-71.
- [5] 김철승, 정중식, 박성현(2005), "양식어장 보호를 위한 원격 감시시스템의 구축 방안에 관한 연구," 해양환경안전학회, 제10권2호, pp.55-60.
- [6] 구자영, 임정빈, 이재용, 남택근, 정중식, 박성현, 양원재, 안영섭(2006), "해양레저 안전장비 개발," 2006년도 한국항해항만학회 춘계학술대회논문집, 제30권 제1호, pp.241-246.
- [7] 구자영, 임정빈, 정중식, 남택근, 이재용(2005), "해상 RFID 개념 설계," 한국항해항만학회 춘계학술발표대회 논문집, 제29권 1호, pp.153-161.
- [8] 남택근, 임정빈, 안영섭(2005), "양식어장 보호를 위한 어장 탐지 시스템 개발에 관한 연구," 해양환경안전학회, 제10권 2호, pp.49-53.
- [9] 남택근, 임정빈, 정대득, 양원재, 안영섭(2004), "양식어장 보호를 위한 어장탐지 시스템 개발에 관한 연구," 한국항해항만학회 춘계학술발표대회 논문집, 제28권2호, pp.97-101.
- [10] 남택근, 임정빈, 정중식, 박성현, 안영섭(2006), "어장보호를 위한 다물체 추적 칼만필터에 관한 연구," 2006년도 한국항해항만학회 춘계학술대회논문집, 제30권 제1호, pp.227-232.
- [11] 안영섭, 김우숙, 남택근, 임정빈, 박성현, 정중식, 김철승, 정재용, 양원재, 정대득(2006), 2006년도 수산특정연구과제 양식어장 보호를 위한 집단 감시 디지털시스템 개발연구 보고서, 해양수산부.
- [12] 양원재, 정중식, 임정빈, 안영섭(2003), "선박자동식별장치(AIS) 활용방안에 관한 연구," 해양환경안전학회 2003년도

- 춘계학술발표대회 논문집, 해양환경안전학회, pp.69-75.
- [13] 임정빈, 김우숙, 안영섭, 박성현, 정중식, 이규동(2003), "Designing Passive-Type Radar Reflector for Small Ship," 해양환경안전학회 2003년도 춘계학술발표대회 논문집, 해양환경안전학회, pp.125-134.
- [14] 임정빈, 김우숙, 박성현, 김철승, 정대득, 구자영, 심영호, 김창경, 이재용(2005a), "어장 보호 시스템의 현장실험을 위한 레이더 추정차량 개발," 한국항해항만학회 춘계학술발표대회 논문집, 제29권 1호, pp.279-283.
- [15] 임정빈, 구자영, 이재용(2005b), "프레넬 영역에서의 해상용 RFID 전파모드 이론 고찰," 2005년도 해양환경안전학회 춘계학술발표회 논문집, pp.65-69.
- [16] 임정빈, 남택근, 정중식, 박성현, 양원재(2005c), "F-AIS를 이용한 어장보호 시스템 설계," 2005년도 해양환경안전학회 춘계학술발표회 논문집, pp.71-74.
- [17] 임정빈, 남택근(2006), "해양레저 안전을 위한 개인 휴대용 전자장비 개발," 한국항해항만학회, 제30권5호, pp.357-362.
- [18] 정중식, 남택근, 김철승, 박성현, 임정빈, 안영섭(2006), "선박식별 및 추적장치의 국제동향과 전자항해전략에 관한 연구," 2006년도 한국항해항만학회 춘계학술대회논문집, 제30권 제1호, pp.105-111.
- [19] 해양경찰청(2002), 2001-2002 양식장 절도사례.
- [20] Manami IDE, Shogo HAYASHI, Masayasu OGAWA and Jeong-Bin YIM(2005), "The Characteristics of Circular Polarization SART," Korea-Japan Joint Symposium 2005, Mokpo, Korea, 2005. Feb. 25-27, pp.37-41.
- [21] Shogo HAYASHI, Manami IDE, Masayasu OGAWA, and Jeong-Bin YIM(2004), "Research and Proposal on One Mile SART," Asia Navigation Conference 2004, Gwangyang, Korea, 2004.8.25-26, pp.186-199.

원고접수일 : 2006 년 12월 14일

원고채택일 : 2007 년 1월 18일