

양식어장 보호를 위한 원격감시시스템의 구축방안에 관한 연구

김철승* · 정중식* · 박성현*

* 목포해양대학교 해상운송시스템학부 교수

A Study on Remote Monitoring System for Protecting Aquaculture Farms

Chul-Seung Kim* · Jung-Sik Jeong* · Sung-Hyeon Park*

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

요 약 : 국민소득 증가에 따라 고급해산물의 수요가 늘어나고 있으며, 어패류 및 해조류를 포함하는 양식어업은 국내어업에 대한 총수입중 50.6%를 차지하고 있는 어가의 주 소득원 중의 하나이다. 최근 국내어장에서 불규칙하게 발생하는 어패류 도난사건의 피해액은 매년 건당 수십만에서 수천만원 이상으로 증가하고 있는 실정이다. 본 연구에서는 국내 영세어가에 적용할 수 있는 양식어장 보호를 위한 레이더 감시시스템의 모델을 제안하고, 시스템의 구축방안을 제시하였다. 국외에서 양식어장보호 감시시스템이 개발된 바가 있지만 구축비용이 고가이므로 국내 영세어가에 적용하기에는 어렵다.

핵심용어 : 양식어장, 어장보호, 원격감시, 레이더감시, 해상절도

ABSTRACT : As GNP increases, many peoples need the seafood with high quality. In Korea, aquaculture is one of major incomes for fishing households and records 50.6% of total incomes for domestic fishery. The loss of aquaculture farm due to thievery at sea increases every year. In this research, we propose the system model for development of radar surveillance system, which protects aquaculture farms. For the proposed system, general requirements are described. Our system is cost-effective when it is applied to domestic fishing households.

KEY WORDS : aquaculture farm, protection of aquaculture farm, remote monitoring, radar surveillance, thievery at sea

1. 서 론

최근 국민들의 신선한 어패류 소비 증가에 따라서 양식어장이 광범위하게 확대되고 있으며, 국가적인 차원에서 연안자원회복을 위하여 전국 5개 시범지역을 대상으로 한 바다목장화사업(1998~2010년)을 추진하고 있다(해양수산부, 2003). 어패류 및 해조류를 포함한 양식어업은 어민들의 낮은 소득수준과 열악한 생활환경에서 고소득을 보장할 수 있는 업종이다. 또한 양식어업은 국내어업의 총 수입중 50.6%를 차지하고 있는 어가의 주 소득원 중의 하나이다(통계청, 2002). 그러나 전복을 포함한 고급어류를 양식하는 어장에서 해상절도 행위는 매년 증가하고 있지만, 양식어장의 범위가 광범위하고 도적을 감시하고 방어하기 위한 적합한 시스템의 부재로 영어민에게 막대한 재산손실을 안겨주고 있다. 특히, 개인어장에 대한 절도건수보다도 주로 고가 어패류 양식을 하는 공동어장에 대한 절도건수가 70% 이상을 차지하고 있다(해양경찰청, 2000).

이러한 해상절도 행위를 감시하고 방어하기 위한 시스템으로 레이더 감시시스템을 들 수 있다. 육군 또는 해군, 해상교통관제 (VTS:Vessel Traffic System) 센터에 설치된 고해상도 CCTV (Closed-Circuit Television)를 포함한 해안 레이더 감시시스템은 그 장비 가격이 수억원대에 이르러 어촌계와 같은 영세한 민간단체에 보급하기는 어려운 실정이다. 게다가 대부분의 시스템을 구성하는 주요 요소로서 레이더 및 카메라 장치들은 국외 수입품들이다. 인근 일본과 같은 경우에는 어업협동조합 단위로 고가의 장비를 구입하여 설치하고 있지만, 전체 시스템 구성에 들어가는 비용이 수억원대에 달한다(www.furuno.co.jp).

본 연구에서는 국내의 어촌계 단위나 어민들이 출자하여 협동조합의 형태로 운영하는 공동어장을 감시하고 방어할 수 있는 레이더 감시시스템을 제안한다. 본 연구에서 제안하는 감시시스템의 하드웨어적인 구성은 크게 나누어 레이더에 의한 물표탐지 부분, 탐지된 물표와 레이더 영상을 전송하기 위한 전송로, PC상에서 원격 모니터링을 위한 감시장치, 유관기관에 연락하여 해상절도에 대응하기 위한 통신망으로 구성된다. 소프트웨어적인 측면에서는 레이더 신호 및 영상의 전송기술, PC상의 GUI (Graphical User Interface) 환경구현, 물표추적 및 적아

* 대표저자 : 정희원, cskimu@mmu.ac.krr, 061)240-7307
* 정희원, jsjeong@mmu.ac.kr 061)240-7238
* 종신회원, shpark@mmu.ac.kr 061)240-7127

식별 알고리즘 개발, 레이더 영상강조 및 잡음제거 기술이 포함된다. 레이더 감시시스템의 성공적인 개발을 위하여 국내 감시시스템과 관련한 기술동향 분석과 소요기술을 분류하고 감시시스템 구축방안을 제시하였다. 국내 양식어장을 운영하는 어민들에게 레이더 감시시스템의 개발을 제공하고자 할 때 중요한 요소 중의 하나는 영세어민이라는 점을 고려하여 어장규모에 따라 적합한 저가이면서 사용이 편리한 시스템의 개발이다. 본 연구는 이러한 점에서 X밴드 선박용 레이더의 사용을 가정하였으며, 가능한 현재의 이동통신망 및 인터넷망의 사용을 전제로 하였다.

제2절에서는 감시시스템의 개요 및 국내에서 이용되고 있는 유무선 통신망에 의한 감시시스템의 기술동향을 예시하였다. 제3절에서는 육상과 해상 감시시스템의 특징을 분석하고 비교하였다. 제4절에서 본 연구에서 제안한 레이더 감시시스템의 구성도 및 감시원리를 설명하고 제5절에서 전체시스템의 구축방안 및 각 서브시스템별 기술개발 내용을 제시하고 제6절에서 결론을 가졌다.

2. 감시시스템의 개요 및 기술개발 동향

일반적으로 도둑을 포함한 외부침입자를 감시하는 방법에는 경비인에 의한 현장의 직접감시, 카메라를 이용한 원격감시, 레이더에 의한 감시, 레이더 및 카메라의 동시사용에 의한 감시시스템 등으로 나눌 수가 있다. 이러한 감시시스템은 유무선 통신망을 기반으로 하여 가정, 일반 사무실, 금융기관, 건물외곽, 군사시설구역 등 광범위한 곳에 무인원격 감시의 형태로 적용되고 있을 뿐만 아니라 침입정보를 경비업체 또는 경찰서에 전송하여 침입자를 잡기 위한 방어태세도 갖추고 있다. 특히, 감시 및 방어시스템의 중요성은 2001년 9.11 테러 이후 테러대책의 일환으로 더욱 강조되고 있으며, 전 세계 테러 대응책으로 IMO에서는 2004년 7월 1일 이후 건조되는 500톤 이상의 국제항해 취항선박에 대하여 선박보안경보장치(SSAS : Ship and Security Alarm System)(해상이동업무 및 해상무선 항행업무용 무선설비의 기술기준, 2004)의 탑재를 의무화 한 바도 있다. 최근에 유무선 통신망과 영상처리기술의 발전으로 원격감시 시스템의 성능은 더욱 고도화 되고 있는 추세이다. 가까운 일본의 경우에는 어장의 상황을 레이더로 탐지하여 전용선을 통하여 원격지에 있는 PC 모니터상에서 레이더 영상을 재현하고 물표 추적 알고리즘의 구현을 통한 추적상황을 표시한다. 또한 어장 작업선과 침입선을 식별하기 위하여 선박자동식별시스템(AIS : Automatic Identification System) 송수신기를 이용하여 기 입력된 어장작업선의 정보와 수신된 AIS데이터와 확인하고 있다. 국내의 경우에는 민간용으로서 해상보다는 육상에서 유무선 장비 및 유무선 통신망에 의한 감시시스템이 이용되어 왔다. Fig. 1은 S사에서 제공하는 영상감시시스템을 보여준다. 이 영상감시시스템은 비교적 공간적으로 한정된 현장의 리얼한 상황을 디지털 카메라를 통하여 캡처하고, 그 영상, 음성데이터를 전송

하여, 녹화 및 백업 처리함과 동시에 원격지에서 PC 또는 핸드폰 등으로 모니터링 한다(www.sl.co.kr). 또 다른 예로서 건물 외곽이나 주차장 공항 시설, 군사시설 등 넓은 지역을 대상으로 한 감시시스템도 있다. 이 경우에는 마이크로웨이브 감시시스템 또는 광케이블 감시시스템이 이용되고 있다.

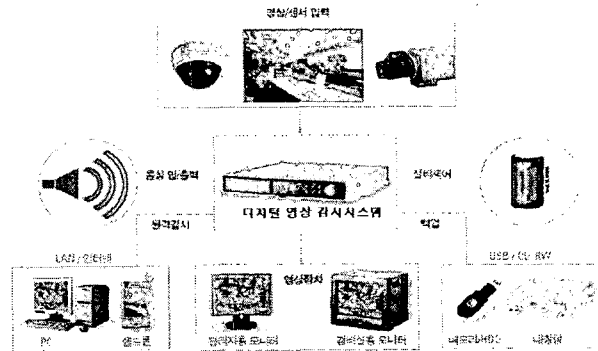


Fig. 1 Remote Monitoring Security System using Digital Camera

마이크로웨이브 감시시스템은 온도, 바람 등 환경변화에 자동 조절 기능을 추가하기도 한다. 마이크로파 웨이브 감시시스템을 극초단파대(2.4GHz, 5.8GHz, 21~24GHz)를 이용하기 때문에 전파의 가시영역에 의존하여 전송거리에 제한을 받는 단점이 있다. 광케이블 감시시스템의 경우에는 외벽이나 담장에 설치하여 지형, 기상조건, 전자기기의 방해 및 동물의 접근 등으로 인한 오동작을 방지할 수 있는 기능을 가진 시스템도 개발되어 있다. 그러나 광케이블 감시시스템은 광케이블의 포설, 광전송 장비의 설치 등으로 높은 투자비용을 요구한다. 한편 수킬로 미터의 반경을 360도 회전하며 감시할 수 있는 수입 영상카메라도 있지만 수억원대에 이른다. 해상의 경우에는 육군이나 해군에서 국가방위의 목적으로 우리나라 연근해에 출입하는 모든 선박들의 동정을 모니터링 하고 있다. 군용으로 이용하고 있는 감시시스템은 고가의 해안감시 레이더와 열영상 장비(TOD: Thermal Observation Device)와 같은 고분해적외선 카메라를 이용하여 우리나라 전 연안의 침입자를 감시하고 있다.

3. 육상 및 해상감시시스템의 비교

어장이 있는 해상은 육상과는 달리 감시시스템을 설치하는데 많은 제약이 따른다. Table 1은 육상과 해상의 원격 감시시스템을 구성하는데 나타날 수 있는 일반적인 특징들을 나타내고 있다.

Table 1에서 지적된 것처럼 해상에서 침입자 원격감시시스템을 구성하는 데에는 많은 제약조건이 따른다. 해상에 떠있는 양식어장의 상황을 레이더로 탐지하고, 탐지된 레이더 정보를 재차 원격감시 센터에 전송하여야 한다는 점에서 이용가능한 통신망의 제한이 따르고 고비용이 든다는 점이 있다.

Table 1 Comparison of Land Surveillance System and Marine Surveillance System

구분	특징
육상	<ul style="list-style-type: none"> ○ 이용할 수 있는 유무선 통신 인프라 설비가 많다. ○ 전원공급은 비교적 쉽게 이루어 질 수 있다. ○ 경찰청, 군부대 및 경비업체에 지원이 신속하게 이루어 질 수 있다. ○ 유무선 모두 이용가능하고 백업망을 구축하기 쉽다. ○ 해상에 비교하여 투자비가 적다.
해상	<ul style="list-style-type: none"> ○ 이용할 수 있는 통신망 인프라 설비에 제한을 받는다. ○ 백업망을 구성하기가 어렵다. ○ 해상에 설치되는 통신설비는 해수에 견딜 수 있도록 방부식성과 내구력이 뛰어나야 한다. ○ 전원공급이 육상보다 어렵다. ○ 주로 무선에 의존하여야 하고, 해상기상 상태는 전파환경에 커다란 영향을 준다. 게다가 해상의 기상변화는 육상의 기상변화보다 심하다. ○ 해상에서 움직이는 물표를 식별하기 위하여 레이더를 이용할 필요가 있다. ○ 수중감시 또는 야간감시를 위하여서는 고성능 감시 카메라를 이용할 필요가 있다. ○ 초기 투자비가 비싸다. ○ 도서지역이나 외지의 어촌의 경우 해상절도에 대응하기 위한 유관기관의 지원에 많은 시간이 소요될 수 있다.

4. 레이더 감시시스템의 제안

본 연구는 복수개의 고급어패류 양식어장으로 구성되는 공동어장에 적용할 수 있는 레이더 감시시스템의 구성을 목표로 하고 있다. 전체시스템은 Fig. 2에 나타난 것 처럼 양식어장 탐지모듈, 레이더 탐지 및 신호처리부, 원격감시/경보/방어모듈로 구성된다. 시스템 구성을 기능별로 나누어 보면 Fig. 3과 같다. 우선 공동어장을 입출입하는 작업선 또는 미확인 물표의 신원에 관한 정적상황(소유주, 선종, 선박고유번호 등)과 움직임에 관한 동적정보(거리, 방위)가 레이더 화면상에 표시된다. 레이더 영상의 동기, 방위 및 영상신호는 PC에서 처리 가능한 프로토콜로 변환을 통하여 원격지 PC 화면상에 표시된다. PC 화면상에서는 물표의 추적관리를 통하여 도적선 또는 작업선 여부를 확인한 후 도적선일 경우에는 자동경보와 동시에 유무선 인터넷에 의한 단문메시지를 통하여 해양경찰서, 어업지도선 및 경비업체에 연락하고 필요시에는 해군과 협동하여 방어할 수 있도록 한다. 어장작업선의 판별은 어장출입 작업선에서 가지고 있는 핸드폰으로부터 가입자 식별정보 및 위치정보가 이동통신망에 전송되어 PC에 수신되어 물표식별에 이용한다. 또한 PC상에서 추적되는 모든 물표들의 식별정보 및 위치정보는 일정시간 간격으로 데이터베이스에

저장되고, 조회검색이 자유롭게 이루어지도록 한다.

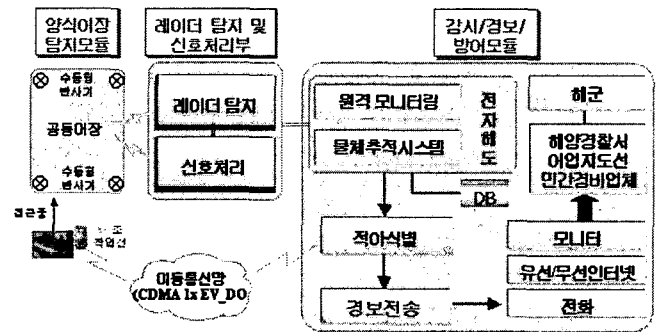


Fig. 2 General Configuration of Radar Surveillance System

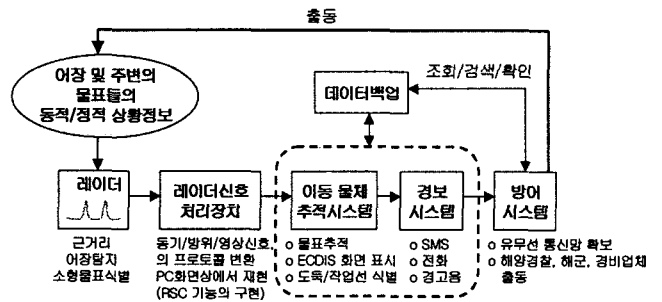


Fig. 3 Functional Block Diagram for Radar Surveillance System

5. 레이더 감시시스템의 구축방안 분석

제4절에서 제안한 시스템을 구성하기 위하여 레이더 탐지능력 강화기술, 레이더 신호전송 기술, 영상신호처리 기술, 통신망구성 기술, 사용자 인터페이스 환경 구현을 위한 소프트웨어 기술 등이 포함된다. 다음은 시스템의 성공적인 개발을 위하여 요구되는 세부기술들을 정의하고 주요내용을 정리하였다.

5.1 소요 기술의 분류

Table 2에서는 본고에서 제안한 시스템을 구현하기 위하여 요구되는 기술을 분류하였다.

Table 2 Technical Requirements for Research Development

대분류	소분류
레이더 탐지 능력강화 기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 어장내 수동형 반사기의 설치를 통한 어장탐지능력의 증대방안 구현 ○ 근거리 물표 탐지능력 강화 기술 <ul style="list-style-type: none"> - 측엽(Sidelobe) 억제를 위한 전파흡수체 부가기법 - 최적 빔형성 알고리즘의 개발
레이더 신호	○ 레이더 신호의 전송 및 영상변환 장치 구현

전송 및 변환기술	- 동기신호, 영상신호, 방위각 신호의 디지털 변환을 통한 레이더 영상변환
영상신호 처리 및 사용자 인터페이스 환경(GUI) 구축	<ul style="list-style-type: none"> ○ 변환된 레이더 영상정보의 처리 <ul style="list-style-type: none"> - 물표추적 ○ 물표식별 정보 및 위치정보의 저장 ○ GUI 환경의 구현 <ul style="list-style-type: none"> - 레이더 화면의 주요기능 재현 - 물표식별 정보 (사용자 인식) - 어장상황 - 경보신호의 자동발생 - 단문메시지의 발생 등 외부 자동연락 상황 - ECDIS화면상에 매핑
원격감시 통신망 구성기술	<ul style="list-style-type: none"> ○ 통신망의 종류 결정, 통신망의 구성도 작성 ○ 통신망의 최소 전송속도, 최대 지연시간 결정 ○ 백업망의 구축 방안 마련

5.2 원격감시시스템의 구축방안

양식어장에 침입하는 선박은 소형선박으로 추정되며 선속 30노트 이상의 고속선도 있다. 이러한 선박을 근거리(6마일 이내)에서 탐지·추적하기 위해서는 고분해능의 레이더를 요구한다. 기존의 VTS 센터에서 이용하는 항만감시 레이더 또는 육군과 해군에서 이용하는 감시 레이더는 수억원대에 이르는 고가이므로 경제적인 면에서 그 이용에 제약이 따른다. 본 연구에서는 중소형 선박용 X-Band 레이더의 탐지성능 개선을 통하여 물표탐지능력을 높이고 인터넷망을 이용하여 비용효율적인 시스템을 구성하고자 한다. 다음은 5.1절에서 분류된 소요기술에 대한 주요내용 및 시스템 구축방안을 정리하였다.

○ 전체시스템 구축시 고려사항

- 통신비용을 고려하여 경제적인 통신망을 구축하고 가능한 통신망을 최대한으로 이용하여 어민에게 실용적으로 활용될 수 있는 시스템을 구축한다.
- 공동양식 어장에 소속된 작업선의 수와 원격감시 화면에서 추적대상 선박의 수, 추적되는 물표에 대한 정보저장 간격을 고려하여 예측되는 정보처리 용량 및 시스템 사양을 결정하고 필요시 시스템 확장이 가능하도록 설계한다.

○ 근거리 탐지능력 증대기술

- 레이더 송수신 안테나의 지향성 패턴의 측정을 통하여 측엽이 생기는 방향에 전파흡수체를 흡착할 수 있는 방안을 개발한다. 그 결과로서 측엽이 억제되어 근거리에서 해면반사(Sea Clutter) 및 강한 반사파 등에 의하여 산란되어 수신되는 신호의 억압능력을 증대시킬 수 있을 것이다.
- 레이더 탐지거리를 증대시키기 위하여 안테나 높이와 물표 높이가 알려진 경우에는 다음과 같이 측정가능 최대거리, R 을 계산할 수 있다(김, 1996).

$$R = 2.21 (\sqrt{h} + \sqrt{H}) [mile]$$

여기에서, $h[m]$ 는 레이더 스캐너 높이, $H[m]$ 는 물표의 높이를 의미한다.

- 도래방향 추적치에 기초를 둔 최적 빔형성 기술의 구현 알고리즘을 개발한다(Haykin et al., 1985).
- 양식어장의 가장자리에 수동형 반사기를 설치하여 레이더 탐지능력을 강화한다.

○ 레이더 신호의 전송 및 변환기술

- 레이더의 송수신부로부터 동기신호, 영상신호, 방위각 신호를 A/D 변환기를 통하여 디지털 신호로 바꾸고 레이더 영상을 PC상에서 볼 수 있도록 RSC(Radar Scan Converter)를 통하여 영상변환 후 PC에 전송한다(송, 2000).
- 레이더에서 탐지된 물표는 극좌표 형식이므로 이를 PC 화면에서 재현하기 위해서는 직각좌표계로 변환되어야 한다.
- RSC는 슬롯 형태로 PC에 내장되도록 구현한다.

○ 영상신호처리 및 GUI 환경 구축

- Fig. 4에서 보는 것 처럼 레이더의 영상신호는 디지털화된 후 RSC에서 PC에서 처리가능한 영상신호로 변환되고 기본적인 잡음제거 및 물표의 검출과정을 거쳐 목표물의 위치정보를 취득하게 된다. 이 위치정보를 이용하여 물표를 추적한다(송, 2000; Yoo et al., 1997; Hirono et al. 2005; Skolnik et al., 2001).
- 레이더의 물표추적 알고리즘으로는 $\alpha - \beta$ 추적필터가 잘 알려져 있다[12]. $\alpha - \beta$ 추적필터는 소요 메모리가 적으며 처리시간이 짧다는 점에서 선호되는 방법이다. 또한 선박처럼 움직임에 비하여 데이터 량이 많은 경우나, 가속도에 의한 움직임이 거의 없는 경우 추정정도가 높은 방법이다(김 등, 2003).
- 물표 추적시에는 어장에 출입하는 작업선의 정보를 핸드폰에서 이동통신망을 이용하여 수신하여 웹서버에 이미 입력되어 있는 어장작업선의 가입자 정보를 확인한 후, 도적선 여부를 식별한다.
- RSC에서 변환된 영상신호는 ECDIS 화면상에 매핑하여 표시한다.
- 필요시에는 모니터상에서 어장 출입선박에 신호를 보내어 그 응답결과에 따라 도적선인가의 여부를 식별할 수 있는 통신망 서비스를 제공한다.
- 레이더 화면상의 여러가지 기능 중 일부로서 EBL(Electric Bearing Line), VRM(Variable Range Marker), 디스플레이 레인지의 가변범위, 보호대의 지정, 마우스에 의한 물표지정기능 등을 Fig. 5와 같은 GUI 화면으로 구성된다. PC상에서 재현된 레이더 영상은 실질적으로 ECDIS 화면상에 매핑시켜 어장위치 및 도적선의 위치를 명확하게 나타내어야 할 것이다. GUI 환경에서는 다음과 같은 형태로 경보발송 및 출동명령이 이루어 진다.

- ① 웹서버에서는 ECDIS가 하드디스크에 내장되어 있다. 물표가 탐지되면 그 위치를 참고하고, 표시라인지, 화상내 스캐너의 위치정보로부터 레이더 신호의 데이터 표시범위를 구한다.
- ② 사전에 양식어장 주변에 가상반경 해역(보호대)을 설정하고 그 해역에 진입한 물표를 포착/추적할 수 있도록 한다.
- ③ 미확인 물표가 추적/마크되고 있으면 주의경보의 신호로서 '미확인 물체 접근중' 이란 단문메시지와 함께 그 위치정보가 어장주, 어업지도선 및 경비업체에 자동/수동 발신된다.
- ④ 양식장의 일정한 주의반경 이내로 접근하면 미확인 물체에 대한 경보신호 및 단문메시지, '출동준비 바람'을 어장주, 어업지도선, 해양경찰서 및 경비업체에 자동/수동 송신한다.
- ⑤ 양식장의 일정한 위험반경이내에 들어오는 미확인 물체에 대해서는 도적선으로 판명하여 '출동개시!'를 어장주, 어업지도선, 경비업체 및 해양경찰에 자동/수동 송신한다.

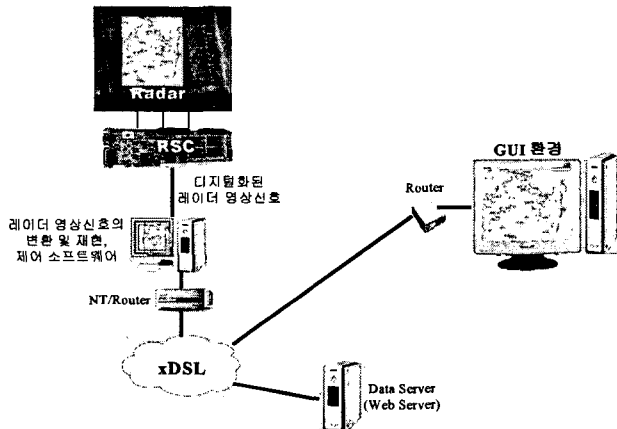


Fig. 4 Digital Transmission of Target Information in Radar

Fig. 5와 같은 GUI 환경구축 방안이다. GUI 환경은 Java언어 등의 객체지향 언어를 이용하여 구축할 수 있다. GUI 환경에서는 물표추적과 함께 경보 및 출동신호를 자동으로 송신할 수 있고, 수동으로도 절환하여 송신이 가능하도록 구현한다. 무엇보다도 가장 중요한 것은 원격감시요원이 어민이라 하더라도 손쉽게 사용할 수 있도록 구현되어야 할 것이다.

○ 원격감시 통신망의 구성

원격지에 있는 레이더 사이트에서 레이더 신호를 전송하기 위해서는 T1급(1.544Mbps) 또는 E1급(2.048Mbps)의 인터넷 회선을 이용하여 전송한다. 또한 감시센터에서 작업선에 연락할 수 있도록 통신망을 구성할 필요가 있다. 본 연구에서는 CDMA 이동통신망을 통하여 핸드폰에 의한 쌍방향 통신방법을 제시하였다. 미확인 물체의 접근 또는 주의 반경내로 진입하는 경우에는 작업선에서 핸드폰을 통하여 가입자 정보와 위치가 원격모니터실에 전송된다. 작업선의 위치는 현재 이동통신망 서비스중에서 위치기반 정보제공 서비스를 이용하면 될 것으로 판단된다. 이러한 가입자의 신원, 현 위치를 원격모니터의 ECDIS상에서 추적되고 있는 물표의 위치정보와 비교하

게 되면 공동어장의 작업선인지 미확인 물표인지를 파악할 수 있게 된다. 도적선으로 판정되었을 경우에는 자동경보 및 출동신호가 단문메시지의 형태로 유무선 인터넷을 통하여 출타중인 어장주, 어업지도선, 경비업체 및 해양경찰서에 연락되도록 구성한다. 이러한 개념에 기초를 두고 본 연구에서는 Fig. 6와 같은 원격통신망의 구성을 제안하였다. 만일 유무선 인터넷망이 중단되는 경우를 대비하여 지역의 CATV 및 FM방송 등의 방송매체를 통한 통신로의 확대설정이 가능하도록 소프트웨어 플랫폼 및 네트워크층을 설계할 필요가 있다.

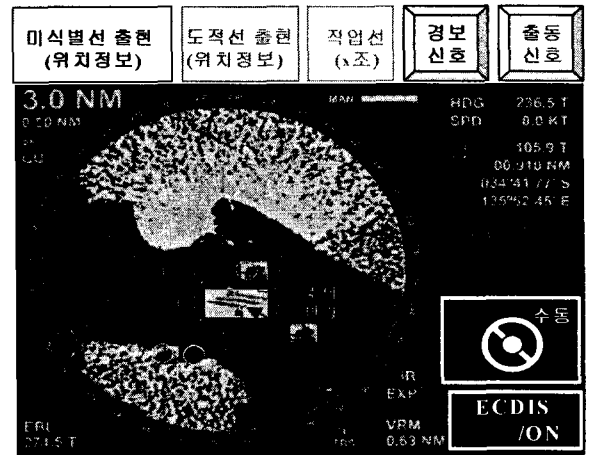


Fig. 5 GUI Environments

5.3 감시용 레이더의 이용을 위한 법제도적 문제

제안한 시스템에서 사용하고자 하는 레이더는 X-Band (8GHz~12.5GHz) 레이더이다. 9.3GHz~9.5GHz사이의 주파수대는 국제전파규칙(RR : Radio Regulations) 및 대한민국 주파수 분배표에서 해상무선항행 및 무선표정 업무용(무선항행 이외의 무선표지 업무)(정보통신부)로 규정되어 있으며, 국내에서 실험국용, 무선표지설비 및 해상교통관제용으로 그 용도가 지정되어 있다(정보통신부). 또한 전파지정기준에 따라 정보통신부 고시 주파-93341-263(1995. 5. 23), 주파-93341

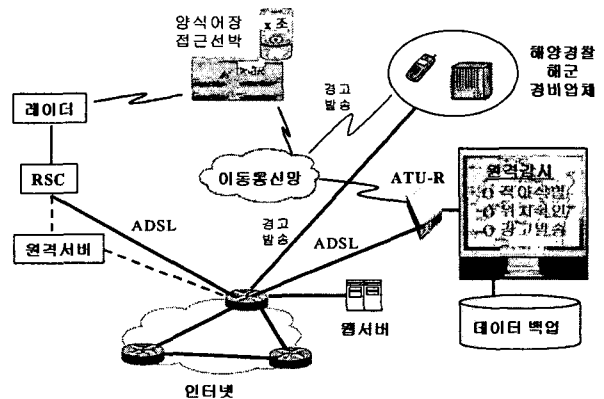


Fig. 6 Remote Monitoring System using Wired and Wireless Communication Networks

-380(1995. 7.21)에서 선박용 레이더로 명시하고 있다. 이러한 전파지정기준은 전파법(2000. 12. 29) 제21조 제2항 제1호에 따라 전파자원을 효율적으로 이용하기 위하여 무선국 허가시 주파수 지정 등에 관한 필요사항을 규정한 것이다(전파법, 2000). Table 3은 전파지정기준에 명시된 선박용 레이더의 주파수, 전파형식, 공중선 전력, 사용해역 등을 나타내고 있다. 이러한 선박용 레이더를 육상 또는 도서지역에 설치하여 양식어장 감시용으로 사용하고자 할 때에는 대한민국 주파수 분배표 및 전파지정기준상에 그 용도를 지정받아야 할 것이다.

Table 3 Frequency Allotment for Ship Radar

일련 번호	주파수 (MHz)	전파 형식	무선국 종별 공중선 전력(kW)	사용 지역	사용자
1	3050	PON	60	전 해역	국가기관 지방자치단체 법인 개인
2	9375		70		
3	9410		75		
4	9415		75		
5	9445		4.5		

* 무변조 연속펄스로서 정보송출이 없는 전파형식

양식어장 감시용으로 주파수가 지정되면, 전파법 제19조에 따라 무선국의 개설의 허가를 받아야 한다. 현재 X밴드 레이더는 선박국 이외에 육상의 VTS 센터에서 이용하고 있다. 전파지정기준에 따라 선박의 안전유도 및 효율적인 관제를 위하여 현재 VTS 센터에서 허가된 레이더는 9.375GHz와 9.465GHz의 주파수대를 사용하고 있으며, 무선탐지 육상국으로 허가되어 있다. 이 경우의 공중선 전력은 50kW 이하로 제한하고 있다.

6. 결 론

본 연구에서는 국내의 어촌계 단위나 어민들이 출자하여 협동조합의 형태로 운영하는 공동어장을 감시하고 방어할 수 있는 레이더 감시시스템을 제안하였다. 제안된 시스템은 양식어장 탐지모듈, 레이더 탐지 및 신호처리부, 원격감시/경보/방어 모듈로 구성되며 비용 효율적인 시스템의 제작을 염두에 두고 기술개발 방향을 정하였다. 그 주요내용을 요약하면 다음과 같다.

- (1) 양식어장 탐지모듈에서는 양식어장내에 수동형 반사기의 설치를 통한 레이더파 반사능력 강화, 양식어장내 출입하는 선박에 대한 정보제공 방안마련을 들 수 있다.
- (2) 레이더 탐지 및 신호처리부에 있어서는 레이더 탐지능력 강화를 위한 전파흡수체 흡착기술, 근거리 신호탐지능력 강화 알고리즘 개발, 레이더 신호를 디지털 신호로 변환하여 PC 상에서 재현하기 위한 영상신호 변환을 위한 RSC 개발이 요구된다.

(3) 마지막으로 원격/감시/방어 모듈에 있어서는 레이더에 포착된 신호를 추적하여 ECDIS상에 표시하고, 이동통신망을 통하여 전송되어온 어장 작업선의 위치정보와 비교함으로써 어장작업선 여부를 식별한다. 어장 작업선이 아닐 경우에는 미확인 물체로 처리하고 이에 대한 상황을 단문메시지의 형태로 어장주들에게 전송한다. 도적선이라고 판단될 경우에는 경보방송을 발함과 동시에 단문메시지를 통한 출동신호를 유관기관에 송신하여 신속한 대응이 가능하도록 통신망을 구성하였다.

향후 전체시스템의 프로토타입 설계를 통하여, 감시시스템의 각 모듈을 제작한 후, 인근 공동어장에 시범 설치하여 시험운영할 예정이다.

참 고 문 헌

- [1] 김석재, 구자윤, 윤수원(2003), 선박자동식별장치의 목표물 추적 알고리즘 개발에 관한 연구, 해양환경안전학회 제9권 제2호, pp.5-13.
- [2] 김우숙(1996), 레이더 항법과 알파, 부산.
- [3] 대한민국 주파수분배표, 정보통신부.
- [4] 전파법(2000), 법률 제6315호..
- [5] 송재욱(2000), Radar Signal Detecting & Processing 장치의 개발에 관한 연구, 한국항해학회지, 제24권 제5호, pp.435-441.
- [6] 통계청(2002), 어가경제 통계자료.
- [7] 해상이동업무 및 해상무선 항행업무용 무선설비의 기술기준(2004), 정보통신부고시 제2004-25호.
- [8] 해양경찰청(2000), 해양사고 통계분석.
- [9] 해양수산부(2003), 2003년 수산업동향에 관한 연차보고서.
- [10] J. Yoo, J. Bae, J. Kim, and J. Chun(1997), PC-Based Implement of the Maritime Radar Display Unit," Asilomar Conference on Signal-Systems, and Computers, Serial. 31, Monterey USA, Nov. 1997.
- [11] Kouhei Hirono, Kinzo Inoue, and Hideo USUI(2005), Identification of Vessel Traffic Information based on Radar Echo Images and Use on Land, The Journal of Japan Institute of Navigation, No.111, pp.235-242.
- [12] Merrill I. Skolnik(2001), Introduction to Radar Systems, Third Ed., McGraw-Hill International Editions, Singapore.
- [13] Simon Haykin, James H. Justice, Norman L. Owsley, J. L. Yen, Avi C. Kak(1985), Array Signal Processing, Prentice-Hall, Inc., Englewood Cliffs, New Jersey.
- [14] <http://www.furuno.co.jp>
- [15] <http://www.sl.co.kr>

원고접수일 : 2004년 11월 29일

원고채택일 : 2004년 12월 24일