

연안 어장에서의 불법 조업 어선의 탐지, 식별 및 감시 시스템 개발

이대재* · 김광식¹

부경대학교 해양생산시스템공학과, ¹마린전자상사

Detection, Identification and Surveillance System Development of Illegal Fishing Vessels in Inshore Fishing Ground

Dae-Jae LEE* and Kwang-Sik KIM¹

Department of Marine Production System Engineering, Pukyong National University,
Busan 608-737, Korea

¹Marine Electronics Corporation, Busan 616-113, Korea

A real-time surveillance system of the inshore fishing ground was constructed to identify and detect discrete targets, such as illegal fishing vessels. This paper describes measurements made with a combination of sensors, such as radar, CCTV camera, and GPS receivers, for monitoring the fishing activity of small vessels within the fishing limit zones of the inshore waters. The CCTV camera system was used to confirm detection and to classify the type of target. The location of legal vessels distributed in coastal waters was acquired from each GPS system of ships connected to commercial satellite communication network. The surveillance system was networked via LAN to one host PC with the use of electronic navigational charts (ENC) and a radar link. Radar Target Extractor (RTX) for radar signal processing can be remotely accessed and controlled on existing PC via the internet, from anywhere, at any time. Results are presented that demonstrate the effectiveness of the newly constructed fisheries monitoring system for conducting continuous surveillance of illegal fishing vessels in the inshore fishing ground. The identification of illegal fishing vessels was achieved by comparing radar positions of illegal fishing vessels exceeding the warning limits in the surveillance area with GPS position reports transmitted from legal fishing vessels, and the illegal fishing vessels were marked with red symbols on the ENC screen of a PC. The methods to track the activities of all vessels intruding or leaving the fishing limit zones also were discussed.

Key words: Surveillance system, Radar, CCTV camera system, GPS receiver, Inshore fishing ground

서 론

최근 우리나라에서는 연안 해역에서의 불법적인 어로행위를 근원적으로 예방함과 아울러 어업의 지도단속업무를 강력하게 추진하기 위해 수산업법에서 허용하지 않는 어업을 행하는 불법 어업자에 대한 벌칙 규정을 한층 더 강화하는 방향으로 수산업법을 개정한 바 있다.

현재 우리나라에서 불법어로행위는 영세한 어업 종사자는 물론 일반인들까지도 첨단 어로 장비를 동원하여 어획 어종, 포획 생물의 크기 등에 관계없이 무차별적으로 자행하고 있는 실정이다. 이와 같은 불법 어업은 어업제한구역에서의 조업, 불법적인 양식 어패류 어획, 불법적인 어구의 사용, 금어기의 위반 등을 행하는 데에 그 심각성이 있다. 이 때문에 정부는 2000년도에 들어서부터 연안어장에서 행해지는 각종 먼허, 허가 및 신고어업 등에 대해서는 어민들 스스로가 관할 어장을 관리토록 유도하고, 이로부터 생산성의 향상과 불법적인 어로행위를 근절시키기 위한 자율관리어업의 기반조성과 효

율적인 추진에 많은 노력을 기울여 왔다.

그러나, 연안어장에서의 자율적인 어업질서를 안정적으로 유지 및 지속시키기 위해서는 무엇보다도 내부 및 외부에 의해 자행될 수 있는 불법적인 어로행위를 감시하기 위한 과학적인 모니터링 시스템의 구축에 대한 필요성이 대두되고 있다. 만일, 레이더 시스템을 이용하여 해상 이동표적의 동태를 실시간으로 추적하면 (Mahafza, 2000; Kolawole. 2002), 당해 어장에서 어로행위를 하거나 항행하는 모든 선박에 대한 위치와 항행정보 뿐만 아니라 각종 어업구역에의 출입과 체류 시간 등에 대한 정보의 정량적인 파악이 가능하다. 또한, 부가적으로 GPS 수신시스템의 정보를 활용하면 어촌계 허가 어선과 미허가 어선의 식별 등에 대한 정보를 정량적으로 확보할 수 있기 때문에 이들 레이더와 GPS 시스템에 의한 어장상황정보와 CCTV 시스템을 통한 시각적인 정보를 통합시켜 어촌계의 모든 구성원에게 인터넷을 통해 제공할 수 있다면 연안어장의 관리를 체계적으로 추진할 수 있을 것으로 판단된다.

본 연구에서는 이 점에 주목하여 연안어장에서의 불법적인

*Corresponding author: daejael@pknu.ac.kr

어로행위를 근절시키기 위한 어로감시시스템을 개발하기 위해 해상용 레이더 시스템, 위성통신망과 연계된 GPS 수신장치 및 고성능 CCTV 카메라 시스템을 조합한 연안어장 모니터링 시스템을 구축하였다. 이들 시스템에 대한 제어, 정보의 수록 및 분석은 PC를 통해 실시간적으로 수행토록 함으로써 모든 어민이 인터넷을 통해 필요한 장소에서 언제든지 목적하는 수역의 어장 상황을 파악할 수 있도록 하였는데, 이 연안어장 감시시스템을 시험적으로 운용한 결과에 대하여 보고한다.

재료 및 방법

Monitoring system

연안어장에서의 불법적인 어로행위를 자행하는 어선을 실시간으로 탐지, 식별 및 감시하기 위한 모니터링 시스템의 계통도는 Fig. 1과 같다. Fig. 1에서 육지에 인접한 연안 해역을 통항하는 모든 선박의 동태를 실시간으로 추적 및 감시하기 위한 시스템은 레이더 물표의 추적 및 해석 시스템, 어촌계 소속 어선에 대한 조업위치의 식별을 위한 GPS 수신기 및 위성전송시스템, 추적선박의 식별을 위한 CCTV 카메라 시스템 등으로 구성하였다.

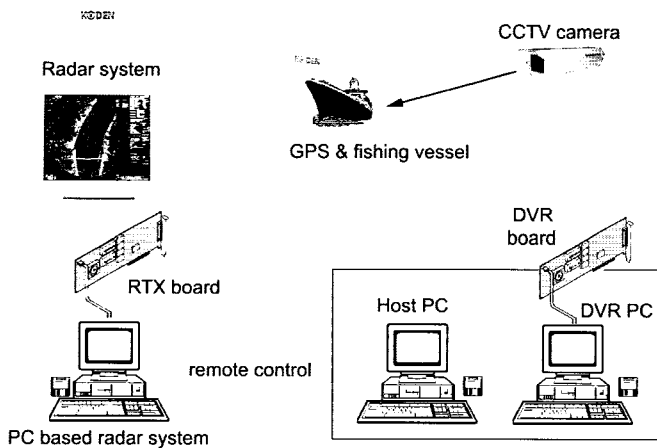


Fig. 1. A real-time fishing surveillance system that consists of three sub-systems of PC-based radar system, GPS receiver system connected to commercial satellite communication network, and CCTV video monitoring system. PC-based radar system is networked via the Ethernet Local Area Network (LAN) running the TCP/IP protocol to one host PC and can be remotely accessed and controlled.

레이더 물표의 추적 및 해석 시스템

레이더 물표의 추적 및 해석을 위한 시스템은 선박용 레이더 장치 (MDC-1520, Koden), 레이더표적추적장치 (radar target extractor (RTX); Marine Electronics Co.), 전자해도 (electronic navigational chart (ENC); Marine Electronics Co.) 등으로 구성하였다. 레이더의 송신출력은 25 kW이고, 물표의 수평 분해능을 향상시키기 위해 9 피트의 슬롯 안테나를 사용하는 데, 이 안테나의 송신 지향성각은 수평 0.8°, 수직 25°이었다.

레이더 장치에서 안테나가 1 회전할 때마다 RTX에 입력되는 물표의 영상신호는 12 bit, 40 MHz로서 양자화되고, 거리방향 (y축 방향)과 방위방향 (x축 방향)으로 512×720 pixel의 echo frame의 memory map이 생성된다. 이 때, 1 pixel의 레이더 비디오 데이터는 8 bit (256 color)로 변환되어 자체의 메모리에 저장되고, host computer와의 데이터 통신은 DMA (Direct Memory Access) 채널을 통하여 수행된다. RTX에서는 DMA를 이용하여 ISA bus로부터 비디오 신호처리에 필요한 알고리즘과 시스템 파라미터를 호출하고, host computer에서 제공하는 선박의 위치, 침로, 속력, 물표 추출 영역의 크기와 방향, 물표 추출을 위한 파라미터, 레이더 영상변환을 위한 스케일, 포착물표의 cursor 좌표와 같은 파라미터를 넘겨 받아 물표를 추적한다. RTX에서 추적한 모든 물표의 운동정보는 다시 host computer에 전송하여 ENC 화면상에 실시간으로 표시되도록 함으로써 물표의 식별을 행하였다 (Lee et al. 2002).

RTX를 통해 수신된 레이더 영상은 재차 명암도 개선, 필터링 및 잡음억제처리를 수행하여 영상의 화질을 개선하였고, 레이더 영상의 컬러는 0-256의 color bar를 화면상에 직접 나타내어 희망하는 컬러를 자유롭게 선택할 수 있도록 하였다.

GPS 위치의 원격전송과 식별 시스템

같은 수역내에서 조업하는 어촌계 소속의 합법적인 어선으로부터 불법조업을 자행하는 어선을 식별해 내기 위해서는 먼저 합법적으로 어로행위를 하는 어선을 식별할 필요가 있다.

따라서, 여기서는 어촌계 소속의 어선에 탑재된 각종의 GPS 수신기 (가령, SPR-1400, Samyung ENC 및 기타의 제품)에 위성통신단말기를 장착하고, 상용위성통신망을 사용하여 각 어선의 위치를 전송받아 어장 감시국에 설치된 ENC 시스템의 화면상에 이들 어선의 위치와 탐지어선의 목록을 실시간으로 표시함으로써 허가받은 어선을 식별할 수 있는 software를 개발하였다. 또한, 이 GPS 위치의 수신 및 식별기능을 기존의 ENC software에 고유 기능으로써 부가시켜 레이더에 의해 탐지한 물표와 GPS 수신위치가 미리 설정한 오차의 범위내에서 일치하는 경우에는 동일어선으로 간주하여 합법적인 어선으로써 식별하도록 하였다. GPS 수신기에서 출력되는 NMEA0183 protocol중에서 어장 감시국으로 전송하기 위해 위성통신단말기에 전달되는 전송 데이터의 종류와 data format은 Fig. 2와 같다. Fig. 2에서와 같이 어장 감시국에 전송되어 오는 GPS 데이터는 위치, 속력, 시각 데이터 및 어선의 식별 고유번호 등이다.

CCTV 카메라 시스템에 의한 추적선박의 식별장치

레이더에 의해 탐지한 어선의 추적결과와 GPS 위치의 수신 데이터를 서로 조합하여 불법적인 어로행위를 자행하는 선박이나 기타의 이동 물체를 식별할 때, 해상에 고정 부표나 속구류가 많거나, 기상상태가 불량할 때에는 레이더 신호가 불규칙하게 변동하여 식별에 많은 어려움이 발생한다. 이 경우에

```

struct DATA4SENDING{
  double Latitude; // in degrees
  double Longitude; // in degrees
  float COG; // course over ground, degrees
  float SOG; // speed over ground, knots
  unsigned short int ID; // ship's ID
  unsigned char Second; // 0 - 59, time
  unsigned char Minute; // 0 - 59, time
  unsigned char Hour; // 0 - 23, time
  unsigned char Day; // day of month, from 1, date
  unsigned char Month; // 1-12, date
  unsigned char Year; // current year minus 2000, date};
    
```

Fig. 2. Data format of GPS information receiving in the host PC via commercial satellite communication network.

대비하여 시중에서 손쉽게 구입이 가능한 고성능의 CCTV 카메라 시스템 (LPT-SD158HM, LG Electronics)을 장치하여 실시간으로 해상의 경계구역을 시각적으로 확인할 수 있도록 하였고, 또 카메라의 영상신호를 DVR 시스템 (MIG4, KJTech)을 통해 ENC 화면상에 중첩시켜 불법적인 조업 어선의 식별에 참고하도록 하였다.

결과 및 고찰

Radar Target Extractor의 원격구동 및 제어

감시대상 해역 주변에 대한 지리적인 지형의 고도변화나 굴곡이 심한 경우, 또는 관할 어장이 매우 넓은 경우에는 어느 한 감시국에서 어촌계 관할의 모든 어장 상황을 효율적으로 모니터링할 수 없기 때문에 부득이 서로 다른 장소에 감시시스템을 독립적으로 설치하고, 이들 시스템을 원격으로 제어해야 하는 문제가 발생한다. 따라서, 본 연구에서는 여러 곳의 감시국에 설치된 레이더 시스템으로부터 출력되는 analog video signal, trigger pulse signal, azimuth reset pulse (ARP), azimuth count pulse (ACP) 등 신호를 각각의 PC에 장착한 RTX에 입력하고, 이들 RTX를 제어하는 방법에 의해 각 레이더 사이트에서 수집되는 모든 물표 영상을 추적하여 이들 레이더 시스템의 탐색 범위내에 있는 모든 이동물체를 실시간으로 모니터링할 수 있는 software를 개발하여 그 실용성에 대한 실험을 행하였는데, 그 결과의 일례는 Fig. 3과 같다. Fig. 3은 radar echo generator (EG-3000, Furuno)를 이용하여 레이더 (Model 1932, Furuno)를 구동하고, PC에 장착된 RTX를 자체 개발한 software module을 통해 원격으로 제어하는 실험을 행한 결과이다. Fig. 3에서 (A)는 레이더 사이트에 고정 설치된 PC의 ISA slot에 install된 RTX를 ENC software의 direct driving module를 구동시켜 레이더 신호를 수록한 결과이고, (B)는 원격지에서 같은 ENC software의 remote driving module을 구동시켜 원격으로 RTX를 제어하면서 레이더 신호를 수록한 결과이다. Fig. 3에서 레이더 사이트에서 탐지한 영상 (A)과 임의의 원격지에서 수록한 레이더 신호영상 (B)이 완전히 일치하고 있어 본 연구에서 개발한 ENC software를 활용하면 시간과 장소에 관계없이 상용의 인터넷망을 통해 연안수역의

어업보호구역내를 통항하는 모든 이동물체의 실시간 추적이 가능함을 알 수 있었다. Fig. 3에서 원격지의 PC상에 install된 ENC software를 통해 연안의 어업보호수역을 설정 (red guard ring)하면, 해당수역과 그 수역내에 분포하는 모든 물표가 레이더에 의해 추적되어 레이더 사이트 및 원격지의 ENC 화면상에 동시에 나타나게 되어 어느 곳에서나 설정수역내서 움직이는 물표의 정보를 파악할 수 있도록 하였다.

본 연구에서 사용한 RTX의 제어는 상용 인터넷망을 통해 각 레이더 사이트의 시스템 제어 PC에 할당된 고정 TCP/IP address로 RTX의 구동 및 물표영상의 위치좌표 추출에 필요한 제어정보, 즉, trend level, bearing offset, range offset, gain, ACP 등의 정보를 전송하는 것에 의해 이루어진다. 각 레이더로부터 수신되는 신호를 실시간으로 처리하는 RTX에 이들의 제어 파라미터가 전송되면 물표영상의 추적이 시작되고, 위치추적이 성공적으로 이루어진 물표에 대해서는 고유의 포착번호가 순서대로 부여된다. 이렇게 탐지된 물표의 이동정보는 포착번호순으로 감시국의 host PC에 전송되어 ENC 화면상에 물표의 영상과 함께 표시된다. 이들 번호가 부여된 추적 물표의 정보는 마우스의 조작에 의해 RTX 표시와 함께 화면상에 나타나기 때문에 사용자는 목적에 따라 각 레이더 시스템에 탐지된 어장경계구역내에 존재하는 모든 물표의 정보를 실시간으로 확인할 수 있다.

Fig. 3에서 레이더 사이트의 ENC 화면상의 우측에는 RTX의 정보가 표시되지만, 원격지에는 복잡성을 피하기 위해 나타나지 않도록 하였고, 원격지에서 설정구역내에 있는 어떤 물표에 대한 정보를 표시하면, 이 물표의 정보는 레이더 사이트의 ENC 화면상에도 동시에 나타나도록 하여 관찰자 상호간의 정보의 독점을 방지토록 하였다.

연안 어장 감시 시스템에 의한 조업 어선의 원격 모니터링 및 식별

수산동식물의 포획·채취금지기간이 설정된 해역이나 정치망어업의 보호구역, 월동장 또는 월하장안에서의 조업은 불법이므로 ENC 화면상에 이들 해역의 경계를 설정하여 출입하는 선박의 항적을 감시할 필요가 있다. 특히, 현재 선망어업의 경우는 수산자원보호령에 의해 연안유자망, 정치망과 같은 연안어업과의 분쟁을 방지하기 위해 전국 연안에서는 약 11,000 m (6 mile) 내측, 또한, 제주도, 추자도 및 거문도에서는 7,400 m 내측에서는 불빛을 사용한 조업이 금지되고 있다.

이와 같이 수산업법이나 수산자원보호령 등에서 법적으로 규정하고 있는 조업금지구역에 대해서는 이들 경계구역을 ENC 화면상에 설정하고, 그 수역내로 진입하는 모든 선박에 대해서는 레이더 영상의 해석을 통해 선박의 이동상태, 즉, 침로, 속력, 위치 등에 대한 정보를 실시간으로 파악할 필요가 있다. 여기서는 이들 해역을 통항하는 모든 선박에 대한 이동속도와 이동궤적의 분석을 통해 각종 어선의 조업패턴을 판별할 목적으로 외끌이 기선저인망과 유자망어선에 대한 조업항적을 ENC 화면상에 중첩시켜 나타내었는데, 그 기록의 일례

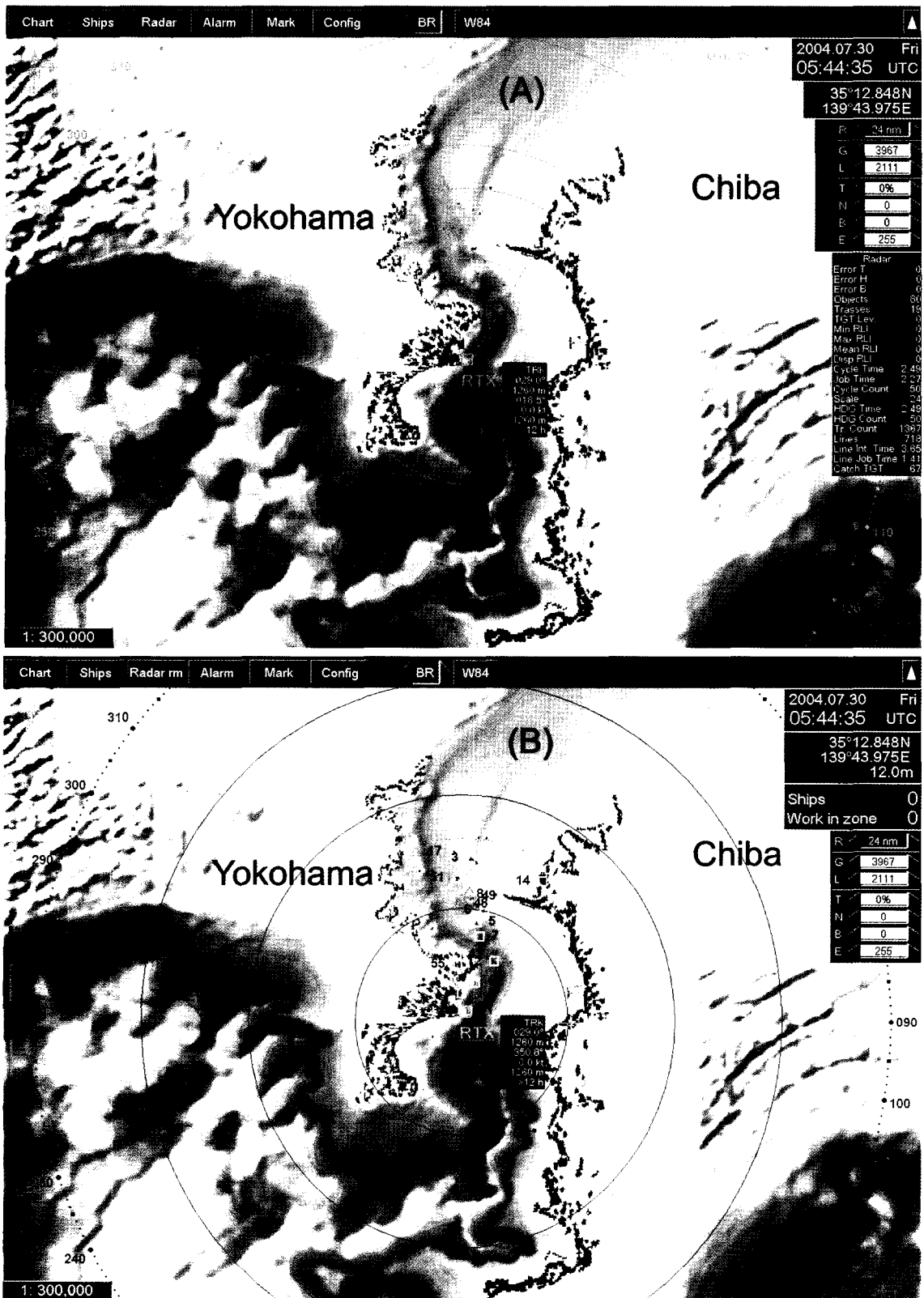


Fig. 3. An example of radar images and target tracking informations in the Uraga Suido, JAPAN, generated by radar simulator. (A), Result acquired directly at PC-based radar system. (B), Result acquired at the host PC controlling remotely the PC-based radar system.

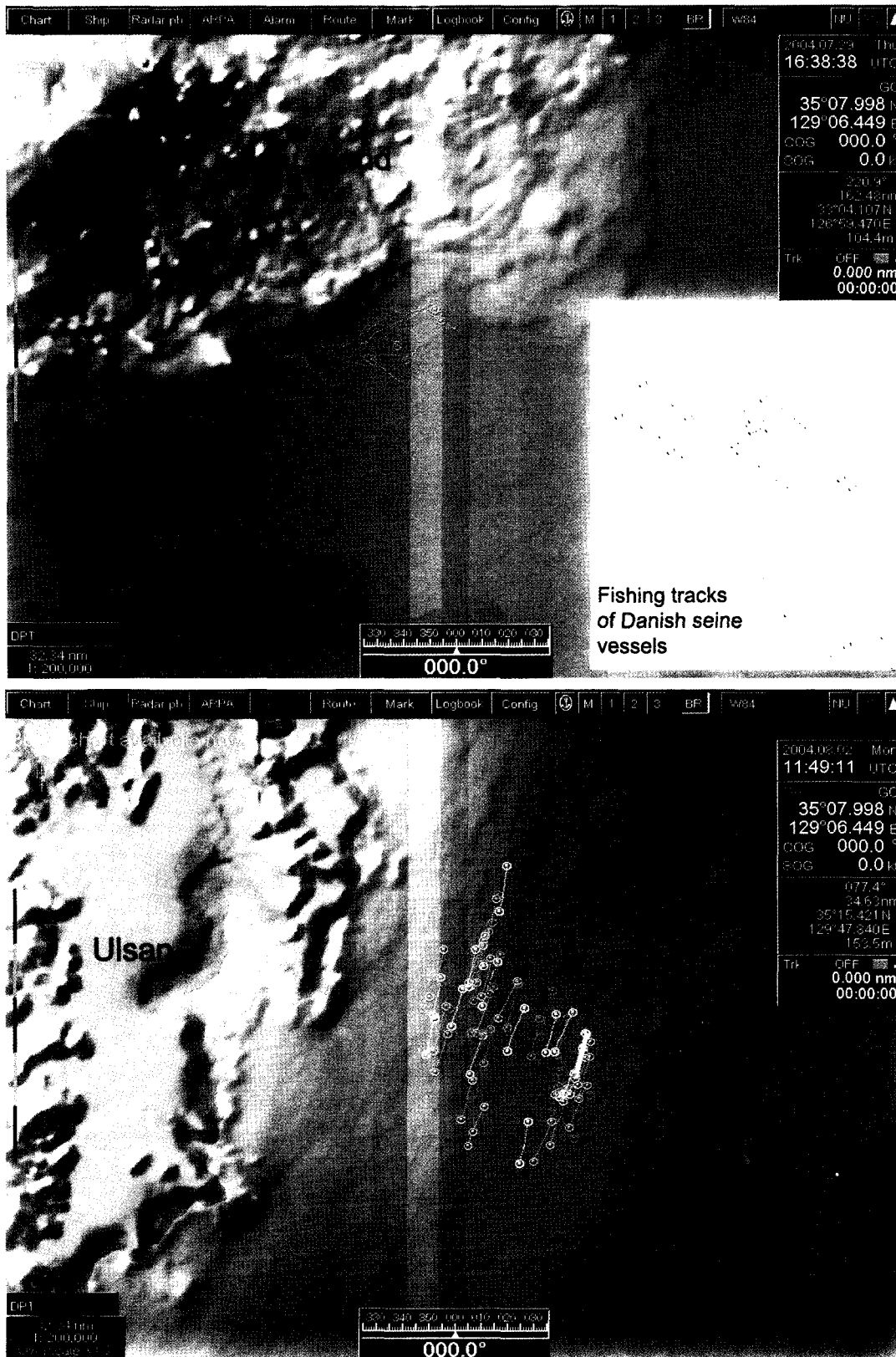


Fig. 4. (A), Fishing tracks of large size Danish seine vessels recorded in the coastal waters of Jeju Island, Korea. (B), Fishing tracks of drift gill net vessels recorded in the coastal waters of Ulsan, Korea.

는 Fig. 4와 같다.

Fig. 4 (A)는 2003년도에 제주도 주변해역에서 조업을 행한 다수의 외끌이 기선저인망 어선으로부터 수집된 ENC 화면의 우측에 나타낸 실제적인 조업 항적 데이터를 토대로 수치계산을 통해 평균적인 조업 항적도를 작성하고, 이 시뮬레이션 조업 항적도를 제주도 지귀도 등대의 동방해역 수심 약 100 m 수역의 ENC 화면상에 모의적으로 나타낸 결과이다. 이 조업 항적으로부터 알 수 있는 바와 같이 만일 외끌이 기선저인망 어선이 특정지역의 어업보호구역에서 조업하는 항적을 실시간으로 추적하면, 그 항적의 형상이 다이아몬드형을 나타내므로 당해 선박이 외끌이 기선저인망 어선임을 용이하게 식별할 수 있다. 또한, Fig. 4 (B)는 정자항을 선적을 둔 8톤급의 유자망어선에 의해 2003년 11월과 12월에 행해진 실제적인 조업 항적도이다. 이 항적으로부터 자망어선의 경우에는 조업 항적이 직선형의 패턴을 나타내므로 당해 어선을 쉽게 식별할 수 있다. 이와 같이 연안어장에서 행해지는 불법조업의 항적 패턴을 연속적으로 추적하면, 항적의 패턴변화로부터 조업어선의 업종식별이 가능함을 알 수 있었다.

한편, 마을어업 및 협동양식어업의 경우에는 어장수심의 한계를 두어 면허가 허가되고 있는 데, 마을어업은 평균수심 5 m 이내(강원도·경상북도 및 제주도의 경우에는 7 m 이내), 또한, 협동양식어업의 경우에는 평균수심 5 m부터 10 m 이내

(강원도·경상북도 및 제주도의 경우에는 7 m 부터 15 m 이내)로 제한되고 있는 점을 고려하여 본 연구에서는 ENC에 나타나는 수심을 3차원 해저 지형도로써 작성하여 각 해역에서 수행되고 있는 각종 어업의 경계구역을 나타내는 데 도움이 되도록 하였다.

선박에 탑재된 GPS 수신기로부터 발신되는 정보중에서 선박의 ID가 위성통신망을 통해 수신되면, 이 ID의 데이터 베이스에 저장되어 있는 선명, 선주, 선적항 및 전화번호와 GPS로부터 송출되는 위치정보 등이 ENC 화면상에 동시에 표시되는데, 그 실험 결과의 일례는 Fig. 5와 같다.

Fig. 5에서 ENC 화면의 상부에 나타나는 흑색의 삼각형 심볼은 위성통신망을 통해 host PC에 수신된 조업어선의 위치이고, 이들 어선에는 식별번호가 numbering되어 있어 이들 식별번호에 해당하는 선박의 거동에 대한 모든 정보가 ENC 화면의 하단에 테이블로써 표시된다. 또한, ENC 화면에 나타난 대형의 circle은 레이더의 탐색범위로써, 그 내부에 있는 노란색의 사각형 심볼이 레이더에 의해 추적되고 있는 표적들이다. 이들 표적의 동적 거동정보는 실시간으로 화면상에서 확인할 수 있도록 하였다. 본 연구에서는 GPS 수신기에서 출력되는 위치정보와 선박의 식별자 (ID) 등을 상용위성 통신망을 통해 육상의 감시국에 전송하고, 이 정보를 받아 선박의 위치를 ENC상에 표시하는 방식을 채용함으로써 연안어장에

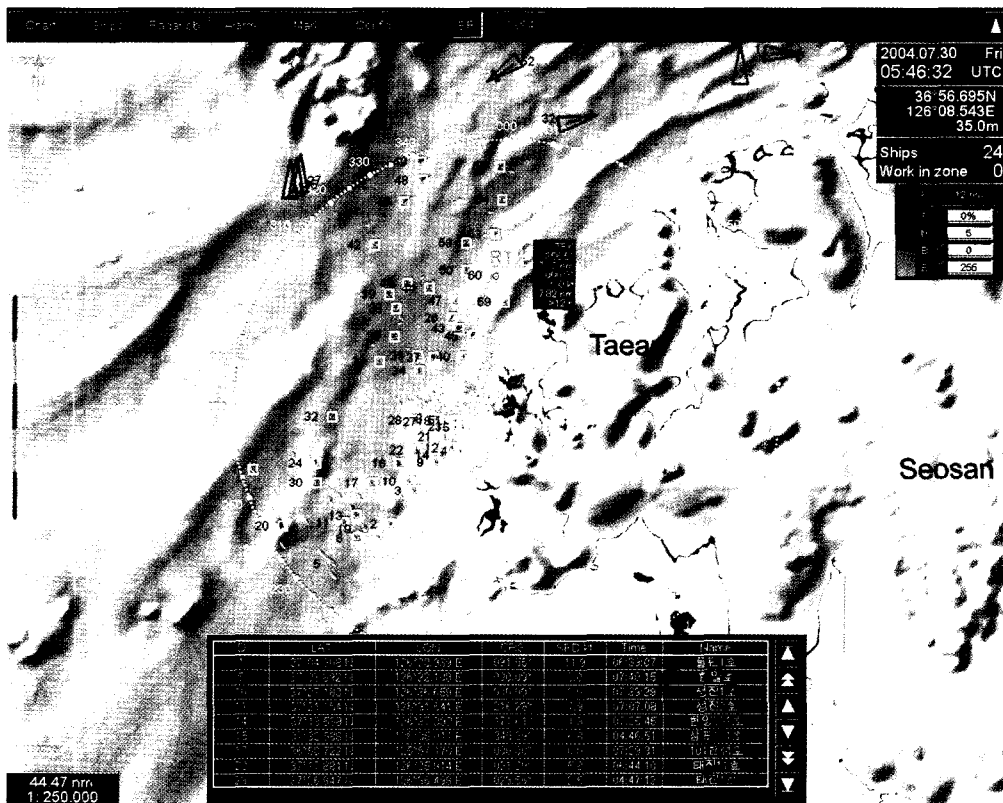


Fig. 5. A list of GPS information received in the host PC via commercial satellite communication network and targets tracked by PC-based radar system. Black triangular symbols is vessels identified by GPS information and yellow rectangular symbols in a circle is vessels identified by radar.

분포하는 각각의 선박의 식별을 용이하도록 하였다. 또한, 선박별 매일, 매월, 매년간의 경계구역을 출입한 모든 정보가 기록되기 때문에 필요한 경우에는 항시 데이터 베이스로부터 필요한 양식으로 필요한 정보를 출력 및 조회 가능하도록 하였다.

연안어장에서 조업하는 선박의 위치를 위성통신망을 통해 식별하는 방법으로써 현재 상용화되고 있는 방식으로는 데이콤의 글로볼 스타 위성통신망이나 한국통신 파워텔 위성통신망을 이용하는 경우도 하나의 방법이 될 것이다. 이들 방식은 중계소를 경유하여 선박의 GPS 위치정보를 범용의 휴대폰에 부가적인 단말기를 장착하여 TCP/IP 또는 UDP 방식으로 상용 인터넷 망을 통해 육상 감시국의 고정 TCP/IP 주소로 전송하는 방식이란 점에서 어촌계 선박의 실시간적인 식별이 더욱 저렴하게 실현될 수 있을 것으로 판단되기 때문에 향후 지속적인 연구가 필요하다.

연안의 양식어장이나 정치망 어장의 보호구역내로 선박이 진입하는 경우, 감시국에서 이들 경계구역을 미리 설정해 놓고, 그 경계구역을 진입해서부터의 경과시간과 그 구역내에서의 항주속력을 레이더신호처리장치를 통해 실시간으로 분석함과 동시에 동적 거동이 불확실한 물표에 대해서는 ENC 화면상에 표적의 추적번호를 적색으로 표기하였는데, 그 실험 결과의 일례는 Fig. 6과 같다. Fig. 6에서 모든 통항선박에 대한 레이더 영상의 추적을 통해 산출된 보호구역내에서의

체류시간과 항주속력 정보를 토대로 이들 선박이 미리 설정된 경과시간을 초과하거나 설정속력 이하의 저속으로 운항하는 경우에는 경고를 발하면서 추적선박에 적색 삼각형이 나타난다. Fig. 6에서의 적색 삼각형 심볼은 이동물체가 경계구역을 진입해서부터 30분 이상을 체류한 것 중에서, 이동속력이 3 knot 이하인 물표에 대해서만 나타낸 것이다. 이 때, 이들 물표의 식별이 이루어진 경우에는 필요에 따라 RTX 정보의 확인을 통해 추적중인 물표의 경보를 해제할 수 있도록 하였다. 또한, 레이더에서 탐지한 추적물표의 영상과 어촌계 허가 선박에 탑재된 GPS 수신장치에서 송출되는 선박의 위치가 상용의 위성통신망을 통해 어장 감시국에 수신되어 동시에 ENC 화면상에 표시될 때, 이들 두 선박의 위치가 설정범위 이내에 장소에 서로 위치할 때에는 동일한 선박으로 간주하도록 하였다.

한편, 수산업법의 적용을 받는 잠수기어업 및 나잠어업은 산소통의 착용을 허용치 않고 있으나, 최근 유어객의 증가로 인하여 비어업자가 산소통을 이용하여 해저의 수산동식물을 포획·채취하는 경우가 빈번하게 발생하고 있기 때문에 필요에 따라서는 연안어장에 대한 시각적인 감시의 필요성이 대두되고 있다. 이를 위해 본 연구에서는 어떤 경계구역내로 진입하여 일정 시간동안 체류하는 불확실한 물체에 대해서는 그 물체의 시각적 식별을 위해 해당어장에 대한 CCTV 카메라 영상정보를 실시간으로 수록하고, 이것을 레이더 영상과 함께

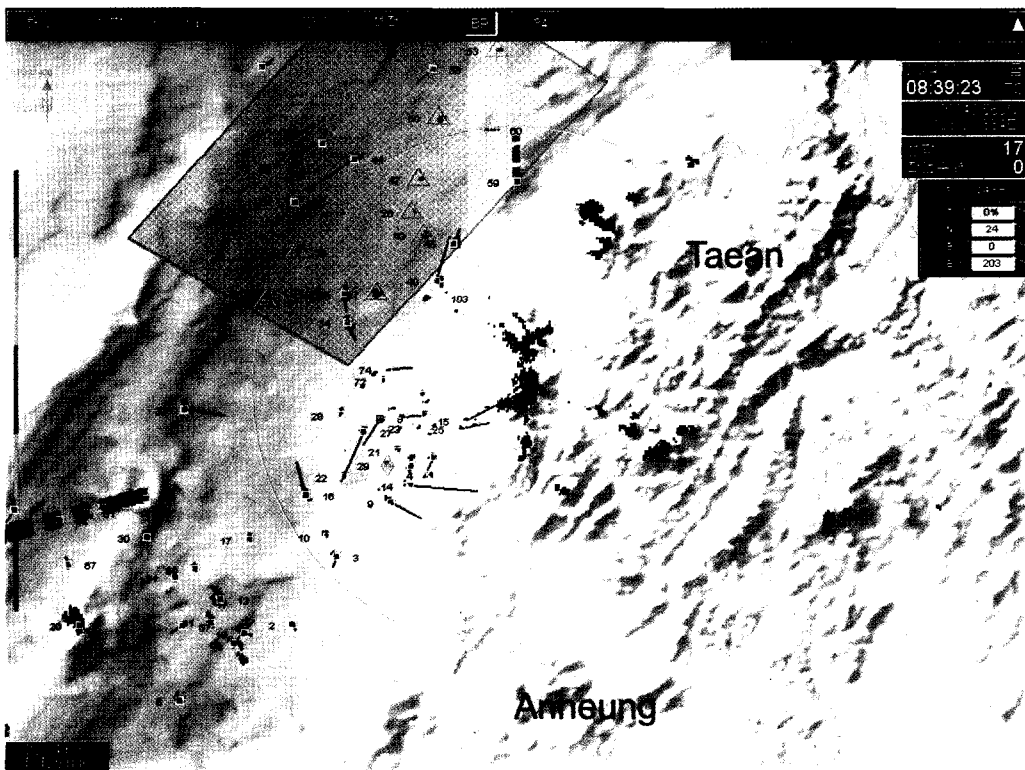


Fig. 6. Radar targets exceeding the warning limits in speed and time assigned as red triangular symbols within the guard zone set by the system operator on the ENC screen.

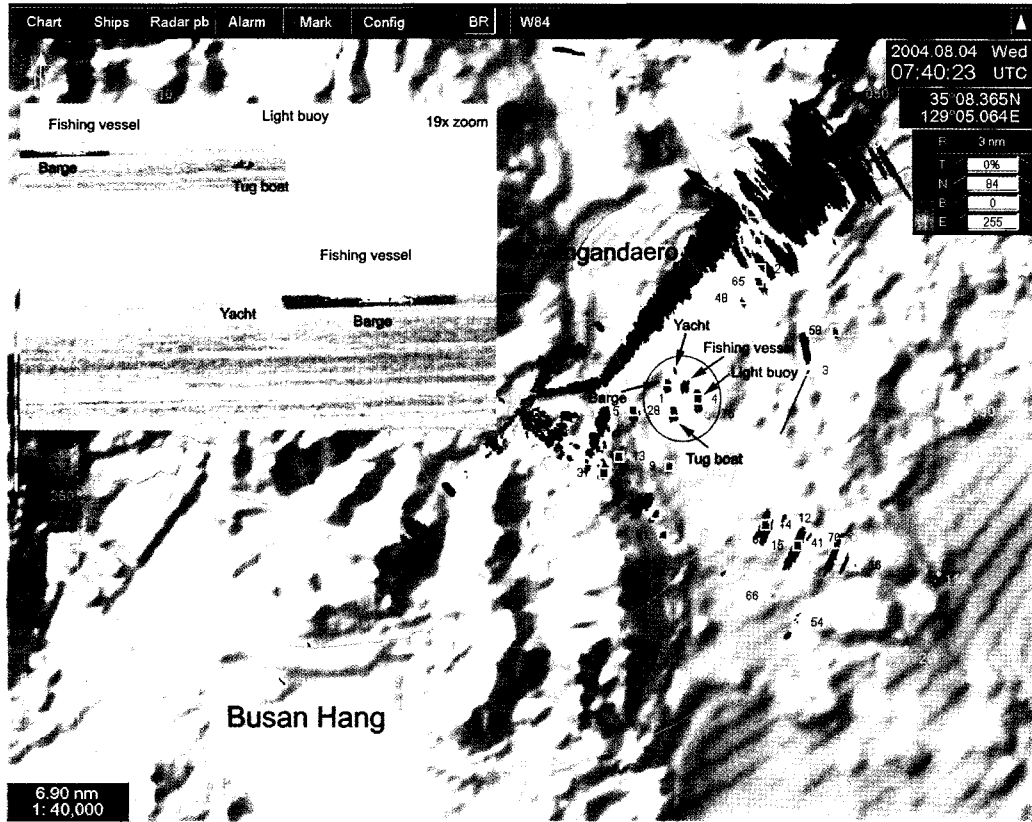


Fig. 7. Identification of radar targets with the image information of CCTV camera in the Suyeong Man of Busan, Korea.

ENC 화면상에 동시에 표시토록 함으로써 어장 상황을 보다 정확하게 파악할 수 있도록 하였는데, 그 실험적인 일례는 Fig. 7과 같다.

Fig. 7은 부경대학교 수산과학대학 건물 옥상에서 수영만을 대상으로 이동하는 선박의 레이더 영상과 CCTV 카메라 시스템에 의해 수록한 비디오 영상을 함께 나타낸 결과이다. CCTV 카메라의 줌은 19배로 하여 해상물표를 수록하였고, Fig. 7에 나타낸 영상중에서 등부표 (light buoy)까지의 거리는 약 1.2마일이다. 이와 같이 레이더 시스템과 CCTV 카메라 시스템의 영상을 서로 연동시켜 ENC 화면상에 나타냄으로써 연안어장에서의 미확인 물체에 대한 식별의 신뢰도를 향상시키고자 하였다. Fig. 7에서 중소형의 무동력 바지선과 좌현측에 붙어 있는 예인선, 또한 그 후방에 소형 어선의 추진기 물결까지 선명하게 나타나 있고, 바지선의 좌전방에 있는 소형의 요트가 확실하게 식별되고 있다. 이와 같은 실험 결과로부터 시중에서 보급되고 있는 주야간 겸용의 27배 전후의 zoom 카메라

시스템을 채용하면 연안어장에서 이동하는 각종 물표의 식별에는 큰 어려움이 없을 것으로 판단된다.

참고 문헌

Mahafza, B.R. 2000. Radar Systems Analysis and Design using MATLAB, Chapman & Hall/CRC, New York, pp. 373-432.
 Kolawole, M.O. 2002. Radar Systems, Peak Detection and Tracking, Newness, New York, pp. 313-347.
 Lee, D.J., K.S. Kim and D.S. Byun. 2002. Extraction of the ship movement information by a radar target extractor. Bull. Kor. Soc. Fish. Tech., 38, 249-255. (in Korean)

2004년 6월 29일 접수
 2004년 8월 23일 수리