

CCTV 카메라 시스템에 의한 ARPA 레이더 추적선박의 자동식별

이 대 재*

부경대학교 해양생산시스템관리학부

Automatic identification of ARPA radar tracking vessels by CCTV camera system

Dae-Jae LEE*

Division of Marine Production System Management, Pukyong National University, Busan 608-737, Korea

This paper describes a automatic video surveillance system(AVSS) with long range and 360° coverage that is automatically rotated in an elevation over azimuth mode in response to the TTM(tracked target message) signal of vessels tracked by ARPA(automatic radar plotting aids) radar. This AVSS that is a video security and tracking system supported by ARPA radar, CCTV(closed-circuit television) camera system and other sensors to automatically identify and track, detect the potential dangerous situations such as collision accidents at sea and berthing/deberthing accidents in harbor, can be used in monitoring the illegal fishing vessels in inshore and offshore fishing ground, and in more improving the security and safety of domestic fishing vessels in EEZ(exclusive economic zone) area. The movement of the target vessel chosen by the ARPA radar operator in the AVSS can be automatically tracked by a CCTV camera system interfaced to the ECDIS(electronic chart display and information system) with the special functions such as graphic presentation of CCTV image, camera position, camera azimuth and angle of view on the ENC, automatic and manual controls of pan and tilt angles for CCTV system, and the capability that can replay and record continuously all information of a selected target. The test results showed that the AVSS developed experimentally in this study can be used as an extra navigation aid for the operator on the bridge under the confusing traffic situations, to improve the detection efficiency of small targets in sea clutter, to enhance greatly an operator's ability to identify visually vessels tracked by ARPA radar and to provide a recorded history for reference or evidentiary purposes in EEZ area.

Key words : Automatic video surveillance system(AVSS), ARPA radar, TTM signal, CCTV camera system, Vessel identification

*Corresponding author: daejael@pknu.ac.kr, Tel: 82-51-629-5889, Fax: 82-51-629-5885

서 론

현재 동북아시아에서는 주변 인접국들 사이에 해양의 관할권을 놓고 첨예하게 대립하고 있다. 그 중에서도 남중국해의 남사군도(南沙群島)를 둘러싸고 있는 중국, 베트남, 대만, 말레이시아, 필리핀, 브루나이 등 6개국이 서로 영유권을 두고 대립하고 있고, 동중국해에 있어서는 조어도(釣魚島)를 두고 중국과 일본이 서로 영유권을 주장하고 있다. 특히, 일본은 동해에서 우리의 고유 영도인 독도를 국제 분쟁지역으로 부각시켜 자국의 지위를 확보하려는 의도를 노골화하고 있을 뿐만 아니라 북방의 쿠릴열도를 놓고서도 러시아와 갈등을 빚고 있는 실정이다. 이 때문에 향후 한국, 일본, 중국의 각국은 자국 인근 수역의 관할권 확대와 미래의 가용자원 확보를 위해 서로 첨예한 대립양상을 보일 것으로 예견된다. 이와 같은 상황 하에서 일본은 헬리콥터를 탑재한 대형 순시선을 분쟁지역에 파견하여 이들 선박으로 하여금 자국의 영해 및 EEZ 수역을 통항하는 모든 선박의 동적거동 및 선박영상정보를 자동으로 추적, 감시 및 모니터링하고 있다. 그 중에서도 특히, 한일어업 협정에 의한 EEZ 수역에 출어하는 우리나라 어선에 대한 감시를 한층 강화하여 EEZ 인접 및 관할수역에서의 통항실태 및 조업상황에 대한 동적거동을 실시간으로 자동추적하기 위한 첨단 감시시스템을 운용하고 있다. 또한, 이로부터 수집되는 과학적 정보를 토대로 우리나라 어선을 나포하고 있어 이에 대한 대책수립 및 우리나라 역시 정량적이고 과학적인 정보수집시스템의 구축과 이를 통한 EEZ 출입 어선의 조업지도 및 나포행위에 대한 적극적인 대응태세의 구축이 시급히 요구되고 있는 실정이다. 또한 우리나라 서해의 EEZ 수역을 침범하여 불법 조업을 자행하는 중국어선의 단속 및 나포에 대해서도 과학적인 추적시스템을 구축하여 우리 단속요원의 인명손상이 발생하지 않도록 하기 위한 과감한 투자와 첨단장비의 도입이 절실히 요구되고 있다. 현재,

한국과 일본 사이에는 각국이 양국어선에 의한 불법조업의 적발 및 증빙을 위해 위성항법시스템(GPS)의 항적 기록을 보존하는 방안을 합의한 바 있지만, 이것만으로는 현장에서 시시각각으로 전개되는 어로상황의 변화에 대응할 수 없기 때문에 현장에서 직접 선박의 동적상황과 어로상황을 실시간으로 감시 및 모니터링할 수 있는 추적시스템의 구축이 필요하다(IALA, 2002; Transas, 2004; HauteSea, 2009; Honeyweel, 2009; Kitade et al., 2009; VisSim, 2009).

본 연구에서는 이 점에 주목하여 ARPA 레이더와 CCTV 카메라 시스템을 하나로 통합시켜 현재 레이더가 추적중인 선박의 TTM(tracked target message) 정보를 토대로 CCTV 카메라 시스템을 자동으로 구동시킴으로써 선교 당직자가 레이더 화면상에서 추적하고 있는 선박을 지정하면, 그 선박의 방위, 거리정보를 토대로 해당선박 방향으로 CCTV 시스템이 자동으로 움직여 선박 영상을 자동적으로, 또한 연속적으로 수록 및 추적하는 자동선박영상추적시스템을 개발하고, 이 시스템을 시험 가동한 결과에 대하여 보고하고자 한다.

재료 및 방법

본 연구에서 개발한 CCTV 카메라 시스템을 이용한 ARPA 레이더 표적의 자동식별 및 추적 시스템은 Fig. 1과 같다. Fig. 1에서 CCTV 카메라 시스템의 제어 및 조작 방식은 pan/tilt transmitter(YTC - 200PC, (주)유진시스템)에 의한 수동제어방식과 PC - based image tracker의 window 상에서 수행하는 자동원격방식을 동시에 병행할 수 있도록 설계, 개발하였다. 특히, Fig. 1에서 pan/tilt transmitter에 의한 수동제어는 수로가 협소하여 선박의 통항상의 안전문제가 우려되는 수역이나, 선박의 접안 및 이안 작업 시 타선의 통항을 통제해야 할 필요가 있는 특정 수역에 대한 모니터링에 초점을 두고 개발하였다. 즉, 미리 이 해역의 모니터링 범위를 지정한

후, 필요시 preset 기능을 이용하여 CCTV 카메라가 해당수역을 향해 자동으로 움직이도록 제어함으로써 대상 수역을 통항하는 선박의 동적 거동이 자동적이고 연속적으로 수록되도록 하였다.

한편, Fig. 1에서 PC - based image tracker에 의한 자동원격조작은 ARPA radar(JMA - 9923 - 9XA, JRC)에서 제공되는 TTM 정보를 이용하여 특정 선박을 연속적으로 자동 추적 및 감시하고자 할 때 사용하였는데, 대부분은 후자의 기능을 이용하여 탐지선박의 영상을 추적, 감시 및 식별하였다. 다만, TTM 정보에 의한 물표영상의 추적과정에서 preset 기능을 이용하여 특정해역에 대한 동적상황을 순간적으로 감시할 필요가 요구되는 상황에서만 pan/tilt transmitter의 preset를 조작하여 해당해역에 대한 선박의 통항상황이 수록 및 모니터링 되도록 하였다. 이 때문에 pan/tilt transmitter와 PC-based image tracker에 의한 CCTV 카메라 시스템의 조작을 독립적으로 또는 동시에 순차적으로 수행하여야 하는 상황이 많아 여기서는 현재 널리 사용되는 RS485의

멀티드롭방식을 도입하여 CCTV 카메라 시스템을 구동 및 제어하였다. 이 방식을 이용하면 RS232/RS422 방식과는 달리 모든 장치들이 같은 라인 상에서 데이터를 전송 및 수신할 수 있기 때문에 2선 케이블로써 여러 대의 장비를 동시에 제어할 수 있는 장점이 있다. 따라서, 여기서는 RS232/485 컨버터를 이용하여 멀티드롭방식으로 시스템을 상호 접속한 후, CCTV 카메라 시스템의 pan/tilt 제어신호의 송신 및 pan/tilt receiver로부터의 출력신호를 수신 및 처리하였다.

Fig. 1에서 사용한 pan/tilt driver는 hall sensor를 갖는 3 phase BLDC(brushless DC) motor를 채용한 시스템으로서 pan/tilt 제어를 위한 구동회로와 카메라의 상태 및 driver의 좌표를 출력하는 receiver module을 내장하고 있어 CCTV 시스템의 구동속도를 자유롭게 제어할 수 있는 구조이고, 위치 결정은 RS485 interface을 통해 원격 제어된다. 또한, 수동제어를 위한 transmitter (YTX-200PC-3, (주)유진시스템)는 RS-422/485의 interface를 통해 카메라, 줌렌즈, pan/tilt의 제어가 가능하고, 수평, 수직회전 및 zoom을

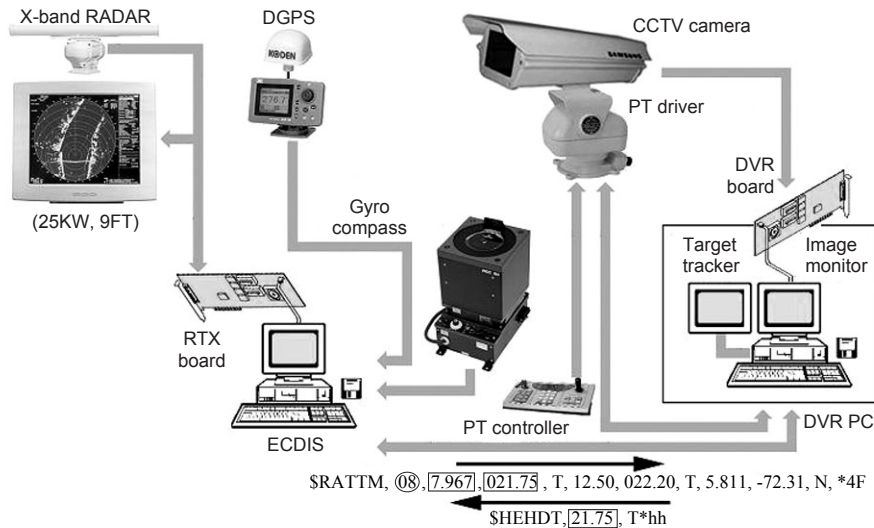


Fig. 1. Automatic video surveillance system(AVSS) that is automatically tracked the selected target vessels in response to the TTM signal of vessels derived from ARPA radar. The ARPA target chosen by designating a target ID of TTM sentence is visually identified by CCTV camera system in real time. The bearing of radar target being tracked continuously by CCTV camera system is simultaneously displayed on the ENC of ECDIS with a radar overlay.

joystick으로 제어하는 구조이다. 또한, pan/tilt driver에 사용한 BLDC 모터의 입력전압은 24VDC, 출력은 pan, tilt에 대하여 각각 최대 100W, 동작속도는 좌우방향으로 0.1° - 100°/sec, 상하방향으로 0.1° - 25°/sec, 회전범위는 360° endless 형식, pan, tilt, zoom, focus에 대한 제어방식은 RS-485 통신방식, 최대 적재하중은 30kg이다. 이 driver에는 모터의 회전속도를 계수할 수 있는 speed 출력단자가 있어 BLDC 모터의 회전속도에 따른 1회전당의 펄스가 출력되는데, CCTV 시스템에 내장되어 있는 pan/tilt receiver에서는 이 펄스의 수를 계수하여 출력하므로 이 값을 이용하여 회전속도와 회전각을 산출하였다.

한편, ARPA 레이더로부터 수신되는 TTM 데이터를 토대로 CCTV 카메라의 제어를 위한 좌표신호의 발생에서부터 카메라의 조작상태 및 제어결과가 PC의 image tracker window 상에 표시 및 모니터링 되는 과정을 나타내는 흐름도는 Fig. 2와 같다. Fig. 2에서 먼저 ARPA 레이더에서 설정된 초기 조건에 따라 현재 탐지되고 있는 모든 레이더 물표신호 중에서 추적이 요구되는 물표의 동적 거동정보를 파악하기 위해 추적커서(tracking cursor)를 조작하여 목적하는 물표영상을 포착(acquisition)하면, 레이더 화면상에는 해당 물표가 추적중임을 나타내는 ARPA 추적마크가 레이더 영상과 중첩되어 함께 나타나고, 동시에 이들의 추적정보는 TTM protocol로 작성되어 출력된다. 이와 같이 출력되는 TTM sentence가 NMEA 0183 protocol로서 ECDIS (FEA2807, JRC)와 PC-based image tracker로 전송되면, ECDIS에서는 ARPA 레이더 signal processor를 통해 수신되는 영상신호가 전자해도(ENC) 화면상에 중첩되어 함께 표시된다. 이때, PC-based image tracker에서는 입력모드를 TTM 모드로, 또한 CCTV 작동 모드를 자동모드로 변환한 후, CCTV 카메라 시스템의 절대좌표를 설정하기 위한 카메라 CCD(charge coupled

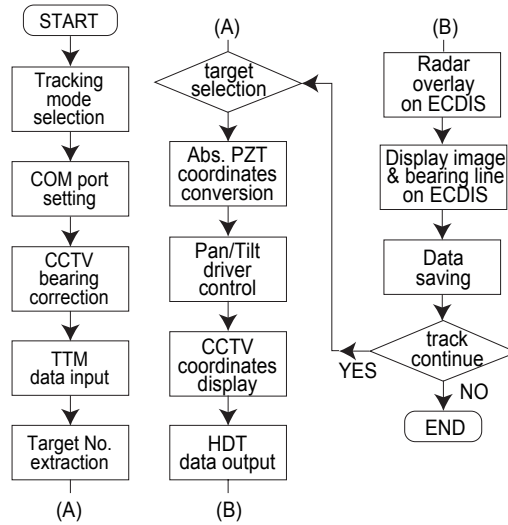


Fig. 2. Flow chart showing the CCTV tracking and identification process of the selected target vessels in response to the TTM signal of vessels derived from ARPA radar.

device, 撮像素子)의 수광축에 대한 방위보정을 수행한다. 이 전처리 과정이 종료되면, CCTV pan/tilt driver, ARPA radar, ECDIS 시스템에 대한 각 입출력 COM port의 설정을 확인 한 후, TTM sentence가 실시간으로 입력정보표시 window에 표시되면서 현재 ARPA 레이더가 추적중인 선박의 번호가 자동으로 검출되어 실시간으로 표시된다.

이 때, PC-based image tracker에서 CCTV 카메라 시스템에 의해 영상을 추적하고자 하는 선박번호를 지정하면, 이 선박에 대한 방위, 표적거리로부터 CCTV를 조작해야 할 현 위치로부터의 절대좌표의 변화량(방위차 및 고도차)이 산출되어 RS485 protocol로 변환된다. 동시에 이 데이터가 pan/tilt driver에 전송되어 CCTV 카메라 시스템의 CCD 활상축을 제어하면서부터 통항선박의 영상 추적이 시작된다. 여기서, 현재 추적되고 있는 해당선박의 영상은 분당 30 프레임 씩 harddisk에 수록되도록 설계하였다. 이와 동시에 image tracker 화면상에는 현재의 CCTV 시스템의 좌표정보와 카메라의 zoom과 focus 정

보가 함께 표시되면서 CCTV 좌표 정보 중에서 카메라 CCD의 활상축 방위가 NMEA0183의 HDT protocol로 변환되어 출력된다. 최종적으로, 이 데이터는 ECDIS로 전송되어 해당 선박에 대한 ARPA 레이더 영상과 중첩되어 하나의 CCTV 방위선으로서 나타나고, 동시에 ECDIS에는 이들의 정보가 실시간으로 수록된다. 이와 같은 추적과정을 반복하게 되나, 만일 다른 표적의 추적을 희망하는 경우에는 다시 image tracker에서 선박번호를 변경, 설정하면, 새로운 물표에 대한 영상을 실시간으로 추적할 수 있다. 현재, 본 연구에서 개발한 PC-based image tracker는 한 개의 물표만을 연속적으로 추적 가능한 시스템이지만, 향후 이들 시스템을 복수의 표적이 동시에 추적 가능하도록 확장할 예정이다.

한편, 수동조작의 경우는 ARPA 레이더 운용자가 target tracker window에서 카메라의 panning, tilting, zooming 조작을 통하여 탐색을 원하는 방향으로 CCTV 카메라를 원격제어하면 pan/tilt driver 및 CCTV 시스템에 내장되어 있는 receiver로부터 실제 조작된 panning 값, tilting 값 및 zooming 값이 출력되는데, 이들 3개의 파라미터 값은 RS485 인터페이스를 통해 host PC로 전송된 후, 카메라 영상과 동기 시간 tag가 붙여져 표시되면서 harddisk에 실시간으로 수록된다.

결과 및 고찰

ARPA 레이더에서 추적하고 있는 선박의 TTM sentence는 선박의 방위정보를 진방위로서 제공하고 있기 때문에 이 정보를 받아 CCTV 카메라 시스템을 제어하기 위해서는 방위의 기준 좌표를 진북으로 설정할 필요가 있고, 이를 위해서는 먼저 CCTV 시스템의 기준위차좌표를 설정해야 한다. 그러나, 일반적으로 CCTV 시스템의 선회방향을 진방위로 제어하기 위해서는 gyro compass 정보를 필요로 하지만, 이를 탑재하는 것은 비용면에서나 구조상으로 현실적으로 어렵기 때문에 본 연구에서는 BLDC 모터를

채용한 pan/tilt driver를 탑재하고 있는 CCTV 카메라 시스템을 선정하여 사용하였다. 즉, 이 BLDC 모터의 hall sensor로부터 출력되는 펄스를 카운트하면 회전각 및 속도를 추정할 수 있기 때문에 여기서는 이 방법에 의해 산출된 방향정보를 토대로 제어시스템을 구성하고, 이를 구동 및 제어하기 위한 프로그램을 개발하여 ARPA 레이더가 추적하고 있는 선박 영상을 실시간으로 자동 식별하기 위한 현장 실용화 연구를 수행하였다.

CCTV 카메라 시스템의 제어 및 ARPA 레이더 탐지 선박의 영상모니터링

ARPA 레이더 정보에 의한 CCTV 카메라 시스템의 제어

CCTV 카메라 시스템의 방위보정

본 연구에서와 같이 ARPA 레이더 추적정보를 이용하여 CCTV 카메라 시스템을 자동적으로 제어하기 위해서는 무엇보다도 CCTV 시스템의 줌 렌즈(31× zoom lens 1/2 inch, focal length 10 - 310mm, Coyal)를 통해 받은 추적 선박으로부터의 빛을 전하(전기 에너지)로 변환시켜 화상을 얻는 CCD의 受光軸에 대한 방위정보를 정량적으로 측정할 필요가 있다. 이 때문에 본 연구에서는 360° 선회가 가능한 endless 형의 구조로서 pan, tilt, zoom, focus 정보를 디지털 값으로 출력 가능한 receiver 내장형 pan/tilt driver(SPT-7080, (주)신우테크)를 선택하여 사용하였다. 그러나, 카메라 시스템을 탑재한 하우징이 장착된 pan/tilt driver의 방위나 고도가 변화할 때, 이들의 방위와 고도 정보가 driver의 정면방향을 기준으로 변화량이 검출되도록 설계되어 있는 관계로 CCTV 카메라 시스템의 제어를 ARPA 레이더 물표의 추적 정보와 동기시키기 위해서는 별도의 방위 보정이 필요하였다.

이 보정을 위해 여기서는 CCTV pan/tilt driver의 정면방향에 대한 방위정보와 gyro compass(RGC - 50, Simrad)로부터 입력되는 방위정보를

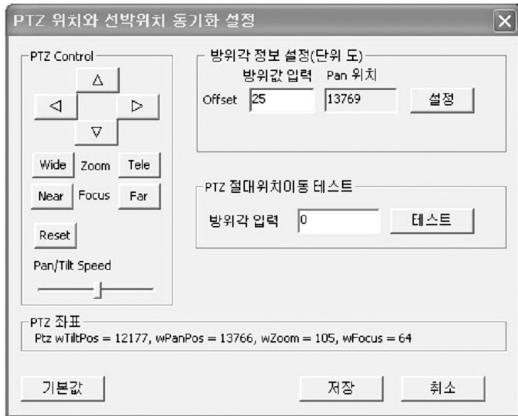


Fig. 3. A control window of image tracker showing the true bearing offset of CCTV camera system and the real-time monitoring of PZT(panning, tilting, zooming) and camera control parameters.

ECDIS의 ENC 화면상에 동시에 입력, 표시하고, pan/tilt driver의 선회방향을 수동으로 조절하면서 gyro compass의 진북과 CCTV 카메라 시스템의 CCD 수광축의 진북 방향이 일치하도록 방위 offset을 변화시키면서 방위보정을 행하였는데, 이 처리를 위해 개발한 software의 layout은 Fig. 3과 같다. Fig. 3에서 먼저, CCTV 시스템이 설치된 위치에서 CCTV 하우징 내부에 장착된 카메라 및 렌즈의 수광축 방향과 pan/tilt 하우징의 길이 방향을 일치시켜 이 방향을 상대방위 0°로 하였다. 이 상대기준방위와 gyro compass의 진북을 서로 비교하여 방위차를 산출하고, DVR(digital video recorder) 시스템의 제 2 모니터 화면에 표시한 image tracker window에서 초기 offset 값을 변화시키면서 CCTV 카메라 렌즈의 수광축을 진북으로 이동시키면 gyro compass의 진북과 CCTV 시스템의 상대기준방위가 일치하여 CCTV 시스템이 진방위 제어모드상태가 된다. 이 상태에서 ARPA radar로부터 입력되는 TTM sentence의 선박번호를 지정하면 이 번호에 해당되는 물표까지의 거리로부터 산출된 CCTV의 고도각과 추적선박의 방위각이 각각 고유의 protocol로 생성되고, 이 신호가 RS -485 인터페이스

이스를 통해 pan/tilt driver를 구동하여 CCTV camera가 추적선박방향으로 자동적으로 선회 이동하여 선박영상의 수록이 실시간으로 개시 되도록 하였다.

카메라 제어정보의 실시간 모니터링

ARPA 레이더의 TTM 정보에 의해 CCTV 시스템이 제어될 때, pan/tilt driver의 조작속도에 따라 추적중인 선박영상이 흔들리는 현상이 발생하고, 그 선회속도를 지나치게 고속으로 제어하는 경우에는 정확한 영상의 분석이 어렵게 된다. 이를 방지하기 위해 여기서는 pan/tilt driver에 내장되어 있는 BLDC 모터의 회전수를 조절하기 위한 pan/tilt speed 기능을 부가하고, 이 기능을 이용하여 CCTV 카메라의 흔들림이 가장 완만한 최적의 BLDC 모터의 회전속도가 설정될 수 있도록 하였다. 또한, TTM 정보에 의해 목표선박을 추적할 때, image tracker window에서 선박번호가 지정되면 이 선박에 대한 자신으로부터의 방위와 거리가 검출되고, 이 방위정보를 토대로 해당 선박방향으로 CCTV 카메라의 수광축이 이동하게 되는데, 이 때, CCTV 카메라의 회전방향은 추적선박의 방위와 CCTV 카메라 수광축의 차이를 검출하여 그 차이가 작은 CW 방향 또는 CCW 방향으로 CCTV driver가 선회되도록 하였다. 이와 같은 조작을 통해 ARPA 레이더에서 출력되는 TTM sentence를 입력받아 선박번호가 검출되고, 추적 및 식별하고자 하는 선박의 번호를 설정하면 CCTV 카메라 시스템이 자동으로 거동을 시작한다. 이 때, CCTV driver에 대한 선회각(pan angle) 및 고도각(tilt angle)과 카메라에 대한 zoom 값 및 focus 값이 실시간으로 측정되어 RS -485 인터페이스를 통해 수신 및 표시되므로 사용자는 image tracker window 상에서 현재 CCTV 카메라 시스템의 모든 제어상태를 정량적으로 파악할 수 있다. 만약, 추적선박의 거리에 따라 현재 식별되고 있는 선박영상의 zoom 조절, focus 조절이 추가적으로

로 필요한 경우에는 image tracker window에 설정된 zoom과 focus 기능을 수동으로 조작함으로써 최상의 화질을 얻을 수 있도록 하였다. 여기서, 이 기능을 수동으로 조작하도록 한 이유는 물표의 추적이 시작되면 CCTV 카메라 시스템이 자동적으로 추적중인 선박을 따라 움직이게 되므로 이 때, CCTV 시스템의 선회이동, 고도경사각 조정에 따른 영상의 흔들림이 발생하게 되는데, 여기에 카메라 자체에 대한 zoom과 focus 까지 함께 조작되면 영상의 선명도와 흔들림이 가중되어 추적중인 선박 영상의 화질이 저하하는 문제를 피하기 위함이었다.

ARPA 레이더 탐지 선박의 영상 모니터링과 추적정보의 처리

본 연구에서 개발한 ARPA 레이더 추적선박의 자동영상식별 시스템에 대한 monitoring window의 layout은 Fig. 4와 같다. Fig. 4에서 ARPA 레이더 추적선박의 영상 식별에 대한 제어신호의 입력모드는 ARPA 레이더의 TTM 신호에 의해 CCTV 시스템이 구동되는 TTM 모드와 사용자 고유의 시스템에 의해 구동되는 HDT 모드를 선택할 수 있도록 하였고, 또한, CCTV 작동 모드로서는 자동 모드와 수동 모드를 분리시켜 필요에 따라 선택할 수 있도록 하였다. 먼저 자동 모드의 경우는 ARPA 레이더로부터 TTM 신호(\$RATTM sentence)가 입력될 때, CCTV 카메라가 자동으로 조작되는 모드이고, 수동모드는 TTM 신호의 입력이 없을 때 Fig. 3의 좌측 화면에 지시되는 PZT 제어 모듈을 이용하여 CCTV 카메라를 수동으로 조작하도록 한 모드이다. 또한, Fig. 4에서 HDT 모드의 경우는 ARPA 레이더 이외의 다른 추적 장치에 CCTV 카메라가 장착되어 있는 경우, 이들 시스템으로부터 제공되는 방위각 정보에 따라 CCTV 시스템이 자동으로 구동되도록 한 모듈인데, 이 모듈은 해양포유동물의 추적이나 어촌계 관찰 어장의 감시를 위한 CCTV 감시 카메라 시스템의

개발에 사용하기 위한 모드로서 현재 실험이 진행 중이다.

Fig. 4에서 ARPA 레이더로부터 입력되는 정보는 시간, talker device identifier, talker device type, talker device sentence 등의 data format으로 window의 표시창에 지시되도록 하였는데, 특히, talker device sentence중에서 CCTV 카메라 시스템의 제어에 이용되는 정보는 첫 번째의 target number, 두 번째의 자선으로부터의 target distance(마일), 세 번째의 자선으로부터의 target 방위(°) 등이다. 따라서, 본 연구에서는 ARPA 레이더에서 추적중인 선박 가운데 영상 식별이 요구되는 선박의 표적번호를 확인한 후, Fig. 4의 image tracker window에서 선박번호를 선택하면, 해당선박에 대한 자선으로부터의 거리와 방위가 검출되어 표시되고, 이 정보를 토대로 CCTV 카메라 시스템의 수광축이 ARPA 레이더가 추적중인 표적으로 지향해야 할 고도와 방위가 산출된다. 이 때, 이 고도와 방위정보는 RS-485 인터페이스를 통해 CCTV 카메라 시스템의 pan/tilt driver로 전송되어 ARPA 레이더가 추적중인 선박방향으로 CCTV가 자동적으로 선회이동한다. CCTV 카메라 시스템이 선박방향으로의 선회이동을 완료하면 CCTV 카메라의 수광축 고도와 방위정보가 zoom 값, focus 값과 함께 CCTV 카메라 receiver를 통해 image tracker PC로 전송되므로 이들 정보중에서 특히, CCTV 카메라의 진방위 정보만을 검출하여 RS232C 인터페이스를 통해 ECDIS로 전송하도록 하였다. 이 때, 출력은 talker device identifier를 “HE”, talker device type을 “HDT”로 하여 CCTV 카메라 시스템의 수광축 진방위(°)를 \$HEHDT, 071.85, T*hh[CR][LF]의 data format으로 작성하여 출력하였다. 즉, 이 TTM protocol에서 CCTV 카메라 수광축의 방위는 071.85°이다. 이 때, ECDIS에서는 다시 이 CCTV 카메라의 방위를 수신하여 ENC 화면상에 표시함으로써 현재 ENC 화면상에 overlay 되고 있는 ARPA 레이더

영상에 CCTV 카메라가 지향하고 있는 방위선이 중첩되어 나타나게 된다. 즉, 현재 ARPA 레이더가 추적중인 물표의 영상과 CCTV 카메라가 추적중인 영상이 서로 중첩되어 동시에 시각적으로 식별된다.

한편, Fig. 4에서 ARPA 레이더 추적정보에는 time tag를 붙여 실시간으로 수록하였는데 이것은 후일 CCTV 카메라의 영상 정보를 재생하면서 ARPA 레이더 추적선박의 동적거동을 평가 분석할 때, 시간지연에 따른 정보의 신뢰도 저하를 방지하기 위한 것이다. 일단 ARPA 레이더로부터 TTM sentence가 수신되기 시작하면 image tracker에서는 ARPA 레이더가 추적중인 모든 선

박의 번호를 검출하여 출력하므로 사용자는 이 tracker의 window를 통해 간단하게 추적 희망 선박을 선택할 수 있도록 하였다. 여기서 CCTV 카메라 시스템과 image tracker PC 사이의 통신은 RS485 protocol을 이용하여 9600 baud rate로 통신을 하였고, image tracker PC와 ARPA 레이더 및 ECDIS 시스템 사이에는 RS232C protocol을 사용하여 4800 baud rate로서 데이터를 송수신하였으나 이들의 baud rate는 필요에 따라 변경 설정이 가능하도록 하였다.

또한 Fig. 4의 ARPA 레이더로부터 입력되는 신호 중에서 RA는 radar/ARPA radar 장치를 의미하고, TTM은 자선위치를 기준으로 산출된 추



Fig. 4. A monitoring window of image tracker that is automatically being tracked the selected target vessel(No. 13) in response to the TTM signal(SRATTM) of vessel information receiving from ARPA radar. The bearing signal(SHEHDT) of vessel being tracked continuously by CCTV camera system is simultaneously being transmitted to the ECDIS in real-time.

적선박의 동적 거동 정보이며, 그 이후에 ASCII format으로 추적선박의 TTM sentence가 나타나고, 마지막에는 carriage return과 line feed 신호가 나타나고 있음을 알 수 있다.

본 연구에서 개발한 선박영상자동식별시스템은 현재 부경대학교에서 운용하는 VTS 시스템의 ARPA 레이더, ECDIS, DGPS, gyrocompass 등으로부터의 정보를 받아 독립적으로 운용되도록 설계, 개발하였기 때문에 gyro compass로부터 VTS 시스템에 직접 입력되는 heading 정보는 제 1의 HDT 신호로서, 또한 선박영상 tracker로부터 입력되는 CCTV 카메라 수광축 방위는 제 2의 HDT 신호로서 식별되어 ECDIS의 ENC 화면상에 표시되도록 하였다.

CCTV 카메라 시스템에 의한 ARPA 레이더 추적 선박의 자동식별

부산 북항의 외항 방파제를 통과하여 입항중인 선박을 대상으로 본 연구에서 개발한 ARPA 레이더 추적선박의 자동영상 식별시스템의 유효성을 검증하기 위한 현장실험을 수행한 결과는 Fig. 5와 같다. Fig. 5에서는 ARPA 레이더를 이용하여 해당선박의 동적거동을 연속적으로 추적함과 동시에 ARPA 레이더로부터 출력되는 TTM sentence를 image tracker PC로 수신하고, TTM sentence에서 선박번호와 방위, 거리정보를 추출하여 이것을 토대로 CCTV 카메라 시스템을 구동 및 제어하면서 해당추적선박의 영상을 자동적으로 수록 및 식별하였다.

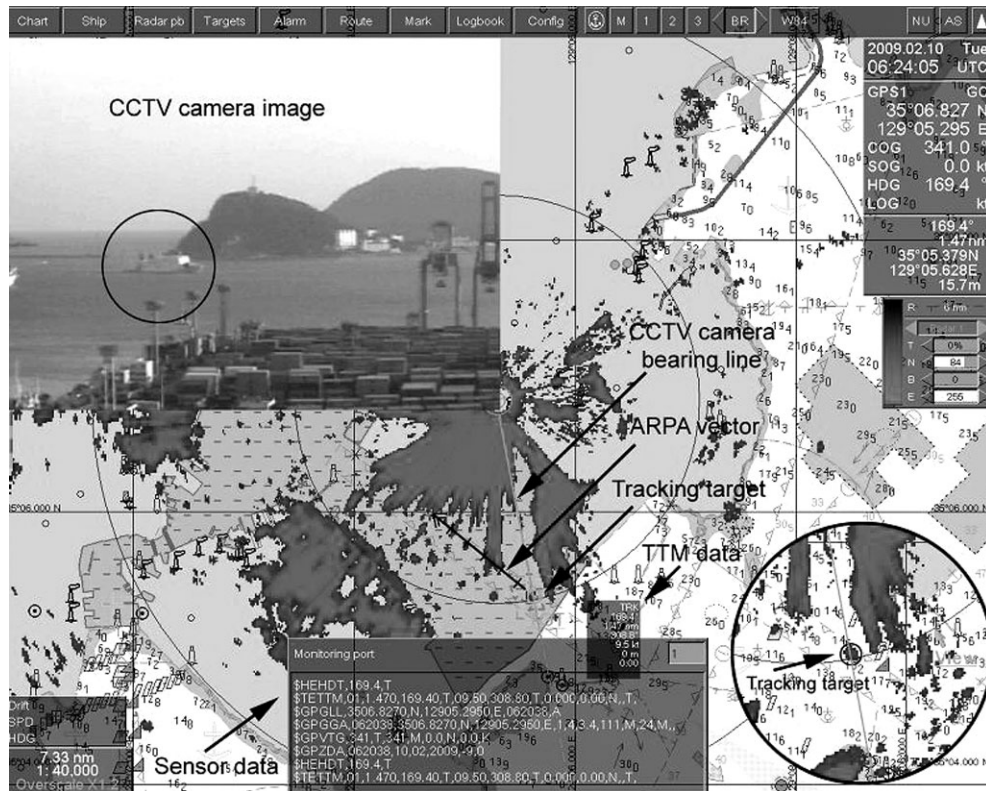


Fig. 5. An example of the monitoring results for the entering vessel tracked by the AVSS in the Busan northern harbor, Korea. The bearing of radar target being tracked continuously by CCTV camera system is simultaneously displayed on the electronic chart of ECDIS with a radar overlay.

또한, Fig. 5에서 ECDIS에 접속되는 각 구성 시스템으로부터의 데이터 수신은 NMEA combiner (ZNC-580, Zinnos)를 사용하여 DGPS (GP37, Furuno), ARPA 레이더 및 image tracker PC 등으로부터 출력되는 NMEA0183 데이터를 서로 합성하여 한 개의 COM port 단을 사용하여 수신한 후, 각 장치로부터의 정보를 분리, 식별하여 표시하였다. Fig. 5에서 ARPA 레이더에 의해 추적중인 선박은 DGPS 및 ARPA 레이더 안테나가 설치된 실험 site(35° 06′.827N, 129° 05′.295E)로부터 방위 169.4°, 거리 1.47마일의 지점(35° 05′.379N, 129° 05′.612E)에서 진방위 308.8°, 속력 9.5 knot로서 입항 중인 선박이고, 이 선박의 ARPA 레이더에 의한 추적번호는 01이다. 이와 같은 ARPA 레이더의 정보가 TTM protocol로 작성되어 출력되면, 이 정보가 ECDIS 및 CCTV image tracker PC에 수신되는데, 이 때, ECDIS의 ENC 화면상에는 ARPA target symbol이 표시되면서 진침로 방향으로 속력 vector가 나타나고, 동시에 CCTV image tracker PC에는 TTM sentence가 Fig. 4에서와 같이 입력정보 window에 나타나면서 모든 선박의 추적번호가 식별되어 표시된다.

따라서, Fig. 4에서 추적중인 선박번호 01을 선택하면, CCTV image tracker PC로부터 RS485 인터페이스를 통해 추적선박에 대한 방위 및 거리정보로부터 산출된 CCTV의 수평 제어각 및 수직 제어각이 각각 산출되어 pan/tilt driver로 전송되고, 여기서 BLDC 모터의 제어를 위한 전기 신호가 생성되어 pan/tilt driver가 자동적으로 조작된다. 이와 같이 pan/tilt driver의 제어가 완료되면 pan/tilt receiver로부터 실제 조작된 pan/tilt driver의 선회각 및 고도각이 검출되어 image tracker PC로 전송되고, 여기서 절대좌표의 산출을 위한 방위보정이 이루어지는데, Fig. 5의 경우, 실제의 CCTV 카메라가 지향하고 있는 진방위는 169.4°이다. 이 CCTV 방위각이 \$SHEHDT protocol에 실려 NMEA combiner를 경유하여

ECDIS에 입력되게 되면, ENC 화면상에는 CCTV 카메라 방위선이 나타나게 되는데, Fig. 5에서 tracking target를 통과하고 있는 방위선이 바로 CCTV 카메라의 CCD 수광축의 방향이다. Fig. 5에서 알 수 있는 바와 같이 CCTV 카메라의 CCD 수광축의 방위가 ARPA 레이더 추적선박의 영상신호를 정확하게 관통하고 있는 점으로부터 본 연구에서 개발한 선박영상자동식별시스템은 ARPA 레이더 추적선박을 정확하게 시각적으로 식별하고 있음을 알 수 있었다. 또한, Fig. 5에서 CCTV 카메라의 영상은 ENC 화면상에 연속적으로 나타나고, 선박의 위치가 변화할 때, CCTV 카메라도 동시에 해당선박을 따라 이동하므로 해당선박의 영상을 자동적으로 식별할 수 있음을 알 수 있었다.

본 연구에서는 조도가 매우 낮은 상황에서도 선박영상의 시각적인 추적이 가능하도록 초저조도카메라(A-2313, 삼성전자)와 장거리 탐색이 가능한 초점거리 가변형의 전동렌즈(3M1031AP, Coyal)를 사용함으로써 부산 북항 및 인근해역에 있어서의 선박통항을 모니터링 및 식별하는데 큰 어려움이 없었다. 현재 CCTV 카메라 시스템을 통해 시각적으로 추적, 감시하고 있는 선박을 다른 선박으로 바꾸고자 하는 경우에는 ARPA radar로부터 제공되는 TTM sentence의 선박 번호를 다시 추출하여 지정해야 하는데, 이 때, 앞서 영상을 감시하던 선박과 현재 영상을 감시하고자 하는 선박의 방위에 큰 차이가 있을 경우, CCTV 시스템을 어느 방향으로 움직여 감시토록 할 것인가에 대한 기준의 설정이 필요하다. 본 연구에서는 영상추적의 신속성과 효율성을 제고하기 위해 이전 추적선박과 현재 추적하고자 하는 선박의 방위각 및 방위차를 각각 검출하고, 그 차가 작은 방향으로 카메라 선회하도록 하였다. 또한, 본 연구에서는 해풍, 염분, 강우에 의한 이물질이 하우징의 투시창에 부착됨으로써 야기되는 영상의 선명도 저하를 방지하기 위한 와이퍼, 또한, 동계에 기온의 급

강하에 따른 CCTV 시스템의 성능저하를 방지하기 위한 전열시스템이 장착되지 않은 하우징을 사용하였으나, 향후 이에 대한 보완이 필요하다고 판단된다. 특히, 향후에는 두 대의 ARPA 레이더 및 CCTV 카메라 시스템을 각각 사용하여 항만에 접이안하는 선박과 이를 보조하는 예선을 자동 추적함과 동시에 AIS 시스템에 수신되는 해당 선박들로부터의 모든 동적 및 시각적 정보를 함께 ECDIS의 ENC 화면상에 실시간으로 중첩시켜 모니터링하면 보다 정량적인 선박식별이 가능할 것으로 판단된다.

이와 같이 본 연구에서 개발한 ARPA 레이더 추적선박에 대한 자동영상식별시스템을 효과적으로 활용하면 예기치 못한 상황에서 선박의 안전 및 해양사고가 발생하더라도 ARPA 레이더, ECDIS 및 CCTV 카메라 시스템 등에 수록된 모든 정보를 수록 당시의 시점으로부터 다시 재생하여 평가, 분석 가능하므로 모든 선박사고의 원인을 명확하게 규명할 수 있는 법적 자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

결 론

본 연구에서는 ARPA 레이더와 CCTV 카메라 시스템을 하나로 통합시켜 현재 레이더가 추적 중인 선박의 TTM 정보를 토대로 CCTV 카메라 시스템을 자동으로 제어함으로써 선교 당직자가 레이더 화면상에서 추적하고 있는 선박의 CCTV 카메라 영상을 레이더 영상과 함께 현장에서 동시에 모니터링 할 수 있는 자동선박영상추적시스템을 개발하고, 이를 실용화하기 위한 현장실험을 수행하였다. 특히, 부산 북항에서 내항으로 입항하는 선박을 대상으로 신뢰성 실험

을 수행한 결과, ARPA 레이더 TTM 신호를 받아 구동되는 CCTV 카메라 시스템의 동적 거동이 레이더 표적영상의 동적거동과 정확하게 일치하였고, 이 CCTV 카메라 시스템의 수광축 방위선이 ECDIS의 ENC 화면상에 나타나는 레이더 표적영상을 정확하게 관통하면서 이들 레이더 영상과 카메라 방위선의 움직임이 정확하게 일치하고 있음을 확인 할 수 있었다. 이 결과로부터 본 연구에서 개발한 선박영상자동식별시스템은 ARPA 레이더 탐지선박을 정확하게 시각적으로 추적할 수 있는 기능을 갖고 있다고 판단된다. 따라서, 본 연구에서 개발한 자동선박영상추적시스템을 효과적으로 활용하면 예기치 못한 상황에서 선박 및 해양사고가 발생하더라도 모든 수록된 정보를 사고당시의 시점으로부터 다시 재생하여 평가, 분석 가능하므로 모든 선박사고의 원인을 명확하게 규명할 수 있는 법적 자료로 활용할 수 있을 것으로 판단된다.

참고문헌

- HauteSea, 2009. Coastal and offshore surveillance brochure. 1 - 3
- Honeyweel, 2009. Radar video surveillance(RVS) brochure. 1 - 4.
- IALA, 2002. Vessel traffic services manual. 1 - 134.
- Kitade, T. and Y. Isamu, 2009. Harbor surveillance radar/camera system. Private communication, 1 - 6.
- Transas Ltd., 2004. Navi-harbour VTS operator manual. 1 - 84.
- VisSim AS, 2009. CCTV2000 brochure. 1 - 2.

2009년 7월 16일 접수

2009년 8월 9일 1차 수정

2009년 8월 11일 수리