연근해 소형 어선의 레이더 정보 수록 및 해석 시스템 개발*
-위치 추적 및 실시간 모니터링-

이대재† · 김광식** · 신형일 · 변덕수***

부경대학교 · ** 마린전자상사 · *** 한국해양수산연수원

Development of Acquisition and Analysis System of Radar Information for Small Inshore and Coastal Fishing Vessels
- Position Tracking and Real-Time Monitoring -

Dae-Jae LEE, Kwang-Sik KIM**, Hyeong-Il SHIN and Duck-Soo BYUN***

Pukyong National University, **Marine Electronics Corporation,

***Korea Institute of Maritime and Fisheries Technology

Abstract

This paper describes on the system and method for automatically tracking and real-time monitoring the position of target ships relative to the own ship using a PC based radar system that displays radar images and electronic charts together on a single PC screen. This system includes a simulator for generating the GGA and VTG information of target ships and a simulator for generating the TTM and OSD outputs from a ARPA radar and then host computer accepts NMEA0183 sentences on the maneuvering information of target ships from these simulators.

The results obtained are summarized as follows ;

1. The system developed this study can be used as a range finder for measuring the distance between two ships and as a device for providing the maneuvering information such as distance and bearing to target ships from own ship on ECS screen.

2. From the result of position tracking for a selected target ship tracked with an update rate of 5 seconds using the α-β tracker, we concluded that the smoothing effect by the α-β tracker was very effective and stable except in the time interval until about one minute after the target is detected.

3. From the fact that the real-time maneuvering information of tracked ship targets via a local area network(LAN) from a host computer installed a radar target extractor was successfully transferred to various monitoring computers of ship, we concluded that this system can be used as a sub-monitoring system of ARPA radar.

Key words : position tracking(위치추적), radar information(레이더 정보), real-time monitoring (실시간 모니터링), α-β tracker(알파-베타 추적필터), range finder(거리측정장치)

* 이 논문은 2002년도 부경대학교 기성회 학술연구비에 의하여 연구되었음.

† Corresponding author : daejael@pknu.ac.kr

서 론

선박용 레이더에서는 자선 주변의 해상에 존재하는 각종 물표으로부터의 반사신호를 수신하여 이들 물표의 위치 및 동적거동 등을 모니터링하게 되는 데, 현재 연근해 소형어선에 보급되고 있는 레이더 시스템은 탐지 물표의 추적기능이 없는 소형 레이더 장치가 대부분이다[1].

이 때문에 최근 일본 및 중국의 EEZ 수역 및 그 경계수역에서 조업하는 우리나라 어선들은 해당 당사국이 실시하는 어업지도업무의 수행과 관련하여 자신들의 출어 어장 및 조업 구역의 위치 정보 등을 실시간으로 기록하고 있지 않아 예기치 못한 불이익을 당하는 경우가 빈번하게 발생하고 있다.

이 문제를 해결하기 위해 前報[2]에서 저자들은 radar target extractor(RTX)를 이용한 PC based radar system을 개발하고, 탐지표적 위치의 자동추적과 그 추적 결과를 실시간으로 해석할 수 있는 레이더 시스템에 관한 연구 성과를 보고한 바 있다.

본 연구는 前報[2]에서 개발한 레이더 시스템에 대한 응용 연구의 하나로써 레이더 영상 신호의 수록 및 해석에 부가하여 타선의 GPS 위치정보를 수신하여 자선의 전자해도(ENC) 및 radar 화면상에서 동시에 표시함으로써 이들 두 선박의 간격을 측정할 수 있는 양선 거리계, 또한, 타선의 ARPA radar가 탐지한 영상신호, 자선의 기동정보(own ship data, OSD) 및 추적표적의 정보(tracked target message, TTM) 등을 자선의 레이더나 전자해도 화면상에서 실시간으로 모니터링하는 software를 개발하고, 이들의 레이더 정보를 필요에 따라 hard disk에 수록 및 재생할 수 있는 아주 간편하면서도 범용성이 있는 레이더 정보수록 및 해석 시스템을 개발하였다.

재료 및 방법

1. 양선 거리 측정

본 연구는 목포지방해운항만청 소속의 표지선 해양 2호(G/T 84톤)에서 탑재된 출력 12 kW의 선박용 레이더(FR1510, Furuno)를 사용하여 목포 인근해역에서 해상 실험을 행하였다.

먼저, 실험은 해당선박에 탑재된 레이더에서 출력되는 analog video signal, trigger pulse, azimuth reset pulse(ARP), azimuth count pulse(ACP)를 radar target extractor에 입력한 후, DSP에서의 video 신호처리 및 PC상에서의 신호수록에 필요한 이득, 방위와 거리 offset, STC, 잡음레벨 등과 같은 각종 입력 파라메터를 설정하고, 미리 설정된 항로를 항주하면서 주변에 분포한 타선의 위치 및 영상 정보를 수신하였다.

또한, 레이더 신호를 수록한 목포 인근해역을 대상으로 가상적인 타선을 배치시키고, 이들 가상선박의 위치를 위치발생시뮬레이터(마린전자)를 이용하여 실시간으로 발생시키면서 이미 수록해 놓은 레이더 신호를 hard disk로부터 loading하여 모니터링하면서 가상선박의 위치정보를 RS232C port를 통해 PC에 입력하는 방법으로 양선 간격의 추정을 위한 시뮬레이션 실험을 행하였다.

본 연구에서는 선간 거리계의 구현 및 그 유효성을 입증하기 위해 NMEA0183 protocol로써 발생시킨 타선의 위도 Lat_b, 경도 $Long_b$를 포함하는 GGA, GLL, VTG 등의 메시지를 RS232C interface을 통해 수신하였는 데, 이 때, 자선의 위치(위도 Lat_a, 경도 $Long_a$)를 기준으로 타선까지의 거리, 즉, 양선거리 D와 방위 C는

$$D = \frac{(Lat_b - Lat_a)}{\cos C} \quad \cdots\cdots (1)$$

$$C = \tan^{-1}\left(\frac{Long_b - Long_a}{Lat_M}\right) \quad \cdots\cdots (2)$$

에 의해 구하였다[3]. 여기서, Lat_M은 각각 자선과 타선의 위도 Lat_a, Lat_b에 대한 점장위도(meridional parts)를 $MLat_a$, $MLat_b$라 할 때, 이들 값의 차, 즉, 점장변위(meridional difference)로써 $Lat_M = MLat_b - MLat_a$이다.

한편, 임의의 위도 L에 대한 점장위도 $MLat$는[3]

$$MLat = a \log_e\left\{\tan\left(\frac{\pi}{4} + \frac{L}{2}\right)\right\} - \left\{ae^2 \sin L + \frac{ae^4 \sin^3 L}{3} + \frac{ae^6 \sin^5 L}{5} + \cdots\right\} \quad \cdots\cdots (3)$$

에 의해 구할 수 있다. 여기서, a는 적도반경이다.

2. 타선정보의 추적

본 연구에서는 Kalman 필터의 이득을 고정시킨

필터의 한 종류인 $\alpha-\beta$ tracker를 이용하여 탐지물표의 추적을 행하였는 데[4)-5)], 이 tracker는 위치벡터를 측정할 때 발생하는 오차를 추정하는 데 널리 응용되고 있다.

만일, 레이더 안테나에서 수신되는 신호를 샘플링 주기 T_s 로써 양자화할 때, n 번째 샘플링 시간에 대한 평활화 추정위치(smoothed estimate of position)의 x 성분과 y 성분을 $\overline{X}(n)$, $\overline{Y}(n)$ 라 할 때, 이 위치의 x와 y 방향에 대한 평활화 이동속도 $\overline{V_x}(n)$, $\overline{V_y}(n)$ 가 일정할 때, n+1 번째 샘플링 시간에 대한 위치 $X_p(n+1)$, $Y_p(n+1)$ 는

$$X_p(n+1) = \overline{X}(n) + \overline{V_x}(n) \cdot T_s \quad \cdots\cdots(4)$$

$$Y_p(n+1) = \overline{Y}(n) + \overline{V_y}(n) \cdot T_s \quad \cdots\cdots(5)$$

에 의해 예측할 수 있다. 여기서, 타선이 항주하고 있을 때, n+1 번째 샘플링 시간에 대한 실제의 측정위치를 $X_i(n+1)$, $Y_i(n+1)$ 이라 하면, 이 시각에 대한 측정위치와 예측위치의 차의 일정비율을 예측위치에 부가함으로써 해당시각에 대한 예측위치 $X_p(n+1)$, $Y_p(n+1)$ 를 새로운 평활화 추정위치 $\overline{X}(n+1)$, $\overline{Y}(n+1)$ 로서 update할 수 있다. 즉,

$$\overline{X}(n+1) = X_p(n+1) + \alpha\{X_i(n+1) - X_p(n+1)\} \quad \cdots\cdots(6)$$

$$\overline{Y}(n+1) = Y_p(n+1) + \alpha\{Y_i(n+1) - Y_p(n+1)\} \quad \cdots\cdots(7)$$

이 성립하는 데, 여기서, α 는 위치에 대한 tracking parameter(smoothing constant)이다. 동일한 방법으로 n 번째 샘플링시간에 대한 측정위치를 $X_i(n)$, $Y_i(n)$, 평활화 추정위치를 $\overline{X_p}(n)$, $\overline{Y_p}(n)$ 라 할 때, $\overline{X}(n)$, $\overline{Y}(n)$ 는

$$\overline{X}(n) = X_p(n) + \alpha\{X_i(n) - X_p(n)\} \quad \cdots\cdots(8)$$

$$\overline{Y}(n) = Y_p(n) + \alpha\{Y_i(n) - Y_p(n)\} \quad \cdots\cdots(9)$$

이 된다.

타선의 이동속도에 대해서도 같은 원리를 적용하면, n-1 번째 샘플링시간에 대한 평활화 속도 추정치를 $\overline{V_x}(n-1)$, $\overline{V_y}(n-1)$ 라 할 때,

$$\overline{V_x}(n) = \overline{V_x}(n-1) + \frac{\beta}{T_s}\{X_i(n) - X_p(n)\} \quad \cdots\cdots(10)$$

$$\overline{V_y}(n) = \overline{V_y}(n-1) + \frac{\beta}{T_s}\{Y_i(n) - Y_p(n)\} \quad \cdots\cdots(11)$$

이 성립한다. 여기서, β 는 속도에 대한 tracking parameter(smoothing constant)이고, n 번째 샘플링 시간에 대한 예측속도를 $V_{xp}(n)$, $V_{yp}(n)$ 라 할 때,

$$V_{xp}(n) = \overline{V_x}(n-1) \quad \cdots\cdots(12)$$

$$V_{yp}(n) = \overline{V_y}(n-1) \quad \cdots\cdots(13)$$

이 된다.

본 연구에서는 (4)식~(11)식에 z 변환을 행하고, 타선의 위치와 항주속도에 대한 전달함수 $H_p(z)$, $H_v(z)$ 를 각각

$$H_p(z) = \frac{z(\alpha z + \beta - \alpha)}{z^2 + (\beta + \alpha - 2)z + 1 - \alpha} \quad \cdots\cdots(14)$$

$$H_v(z) = \frac{\beta}{T_s} \cdot \frac{z(z-1)}{z^2 + (\beta + \alpha - 2)z + 1 - \alpha} \quad \cdots\cdots(15)$$

와 같이 유도하여 타선의 평활화 위치(방위, 거리) 및 속도 vector를 산출하였다[1)].

3. ARPA 표적정보의 멀티 모니터링

본 연구에서는 실험에 사용한 레이더 장치에 내장된 자동표적추적장치(automatic tracking aids, ARP-17)로부터 출력되는 NMEA0183 protocol의 RSD (radar system data)와 TTM 정보, 또한 radar target extractor에서 양자화된 레이더 신호를 선내 다수의 모니터링 시스템으로 전송, 표시하는 장치[6)-12)]의 구현을 위한 실험을 행하였다.

현장에서는 먼저 레이더에서 출력되는 RS422의 RSD와 TTM 정보를 RS232C 신호로 변환한 후, 실시간으로 RS232C interface를 통해 자체 개발한

software에 전송시켜 레이더 영상과 함께 탐지한 모든 표적의 추적정보가 효율적으로 표시되는가에 대한 예비적 실험을 수행하였다.

또한, 현장 실험에서 ARPA 레이더에 의한 표적의 추적정보가 오차 없이 성공적으로 실시간으로 수신 및 모니터링됨에 따라 후일 실험실에서는 ARPA 레이더의 탐지표적에 대한 추적정보를 전송받아 자선의 레이더나 전자해도상에 동시에 모니터링함으로써 자선 레이더 정보의 효율적 감시체계의 구축을 위한 연구를 수행하였는데, 이 실험에서는 ARPA simulator가 사용되었다. Fig. 1은 ARPA 시뮬레이터를 이용하여 TTM, OSD 등의 sentence를 발생시켜 전송하는 한 예로써, 이 코드를 실제 목포 근해에서 수록한 레이더 영상에 중첩 표시하여 ARPA 정보의 실시간 모니터링 시스템 구축에 대한 유효성을 평가하였다.

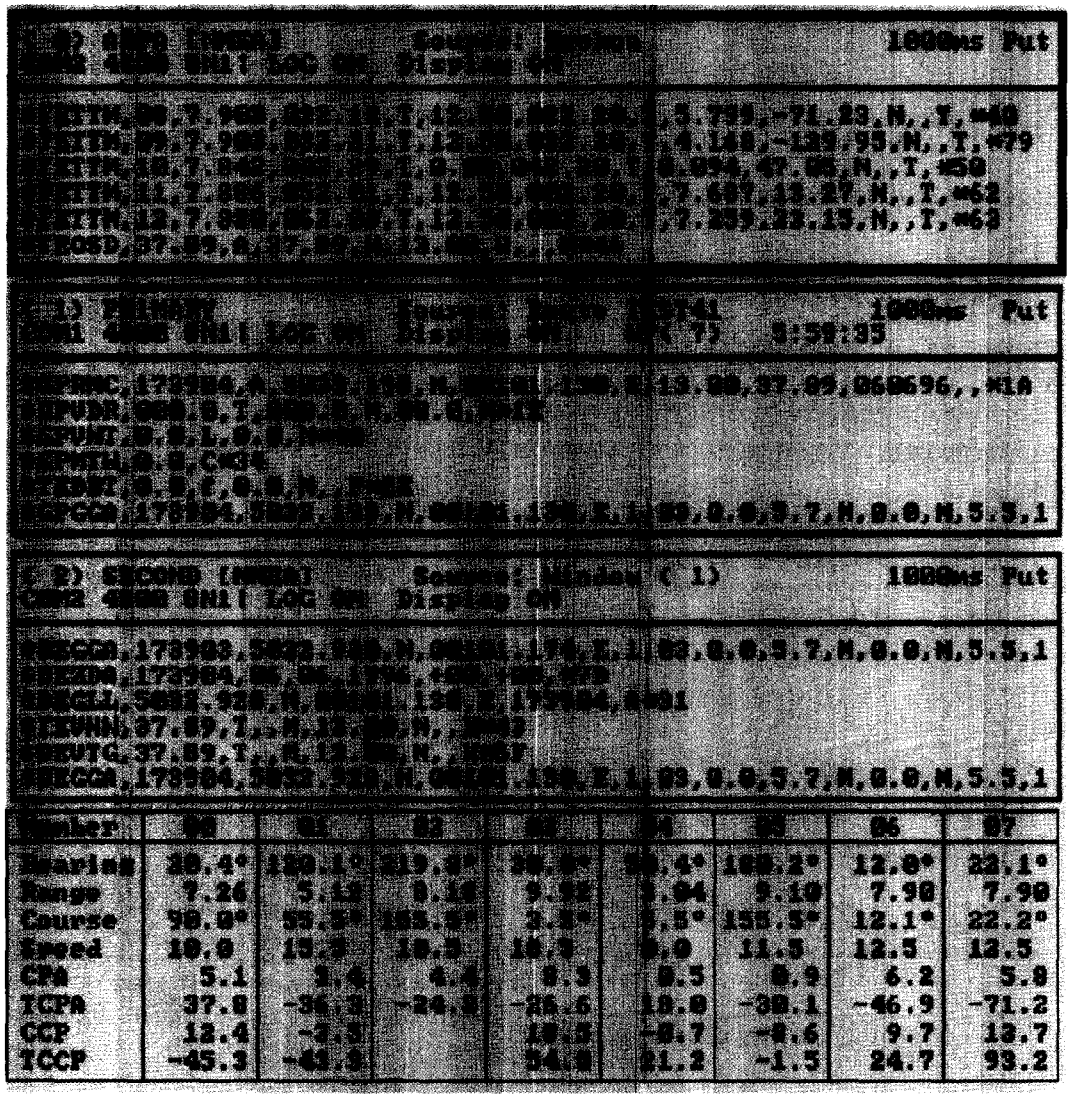

Fig. 1. An example of TTM output generated by ARPA simulator.

Fig. 2. Measurement of distance between two ships on the radar image superimposed on the ENC.

결과 및 고찰

1. 양선 거리의 실시간 모니터링

본 연구에서는 먼저 자선의 위치로부터 타선까지의 방위와 거리를 타선의 위치 정보를 수신하여 측정하는 선간 거리계를 전자해도와 레이더 화면상에서 실현하기 위한 기초적 연구를 실시하였다. 이 실험은 쌍끌이 기선저인망 어선에 있어서는 양선 간격에 대한 정보를, 또한 대형선망어업에 있어서는 불배(어탐선)나 운반선의 위치를 망선에서 실시간으로 원격 감시하기 위한 시도로써 수행되었다.

실제 타선의 위치정보는 GPS 수신기로부터 출력되는 GGA, GLL, VTG 등의 NMEA0183 protocol을 무선 통신망을 이용하여 수신할 수 있지만, 여기서는 위치발생시뮬레이터를 이용하여 시뮬레이션 표적에 대한 위치정보를 실시간으로 발생시키면서 RS232C interface을 통해 수신하고, 이들 두 선박사이의 거리와 방위를 산출하였다.

Fig. 2는 전자 해도상에 레이더 영상을 중첩시킨 상태에서 자선으로부터 타선(slave ship)까지의 거리와 방위를 산출하여 지시한 결과이다. 그림에서 자선은 위도 34°46'.741N, 경도 126°20'.340E의 지점에서 침로 217°, 속력 12.6 *knot*로써 항주중인 상태이다. 한편, RS232C interface를 통해 수신된 타선의 운동정보는 위도 34°45'.106N, 경도 126°19'.740E의 지점에서 침로 300°, 속력 10 *knot* 로써 항주중인 데, 이들 두 선박사이의 거리와 방위의 추정치는 196.8°, 1.7 마일임을 알 수 있다.

한편, Fig. 3은 레이더 화면상에 RS232C interface를 통해 수신된 타선의 위치를 중첩시킨 후, 자선과 타선 사이의 거리와 방위를 산출하여 지시한 결

과이다. 그림에서 자선은 위도 34°46 ' .355N, 경도 126°19 ' .962E의 지점에서 침로 217°, 속력 12.8 *knot* 로써 항주중인 상태이다. 한편, 타선의 운동정보는 위도 34°45 ' .747N, 경도 126°20 ' .056E의 지점에서 침로 300°, 속력 6 *knot* 로써 항주중인 데, 이들 두 선박사이의 거리와 방위의 추정치는 173°, 0.616 마일이었다.

이와같이 타선의 GPS 위치정보를 무선 통신망을 통해 수신할 수 있으면, 본 연구에서 실용화한 선간 거리 모니터링 시스템을 통해 전자해도나 레이더 화면상에서 자유롭게 두 선박 사이의 간격을 실시간으로 계측 및 모니터링할 수 있어 향후 그 활용이 기대 된다.

2. 타선정보의 추적 및 모니터링

본 실험에 사용한 레이더의 경우, 안테나의 회전수는 24 *rpm* 으로써 안테나가 한바퀴 회전하는 데 소요되는 시간은 2.5 *sec* 이고, 실험 당시 레이더 스케일은 3마일, 전파의 송신 펄스폭은 0.15 μs 이었다.

레이더에서 출력되는 video 신호는 데이터의 양을 고려하여 안테나가 2 회전할 때마다 한번 씩 수록하였기 때문에 레이더의 video signal은 5 *sec* 간격으로 720×512 pixel 의 한 화면의 영상 데이터가 샘플링된 결과가 된다.

Fig. 4의 (A)~(F)는 목포 인근해역인 34°45 ' .807N, 126°17 ' .393E 지점에서 침로 231.4°, 속력 11.4 *knot* 로써 항해중 자선으로부터 방위 211.7°, 거리 1.02마일에 존재하는 타선을 탐지한 후, 이 선박을 추적하고 있는 상황을 나타낸 레이더 화면이다. 그림에서 (A)~(F)는 각각 타선을 처음으로 탐지한 후 타선영상의 변화상태를 약 30 *sec* 간격으로 모니터링한 결과이다. 이들의 영상을 추적하여 타선의 침로, 속력, CPA, TCPA 등의 정보를 추정할 때, 자선 침로의 변화, 레이더 heading mark의 방위 변화, 선체의 동요, 기타의 원인으로 인해 타선 영상의 위치가 불규칙하게 변화하게 되는 데, 본 연구에서는 이들의 영상 변화를 평활화(smoothing) 처리하여 안정적인 타선의 위치 및 운동정보를 실시간으로 모니터링하였다.

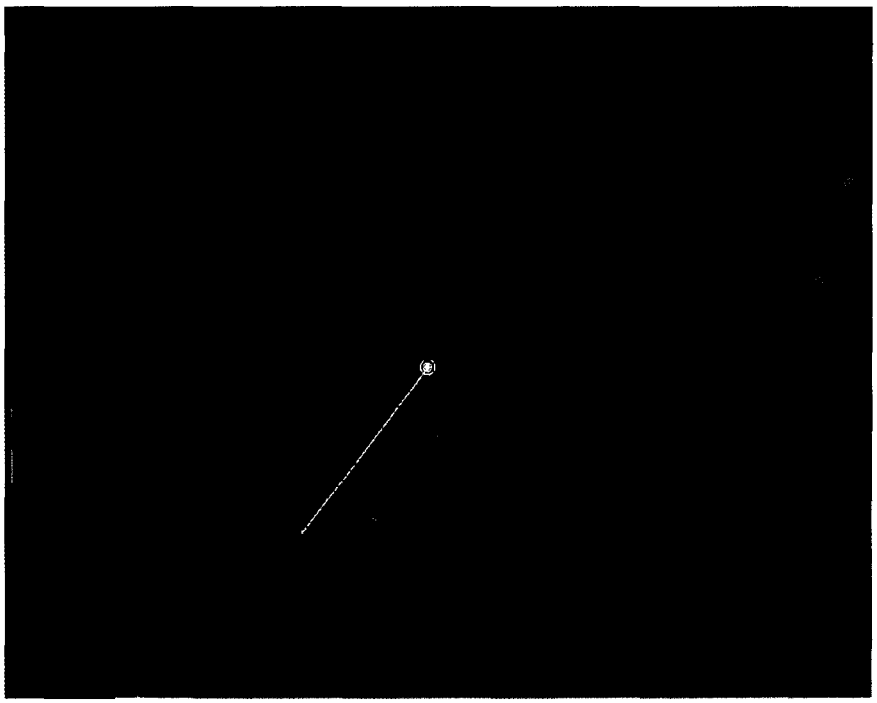

Fig. 3. Measurement of distance between two ships with radar image monitoring.

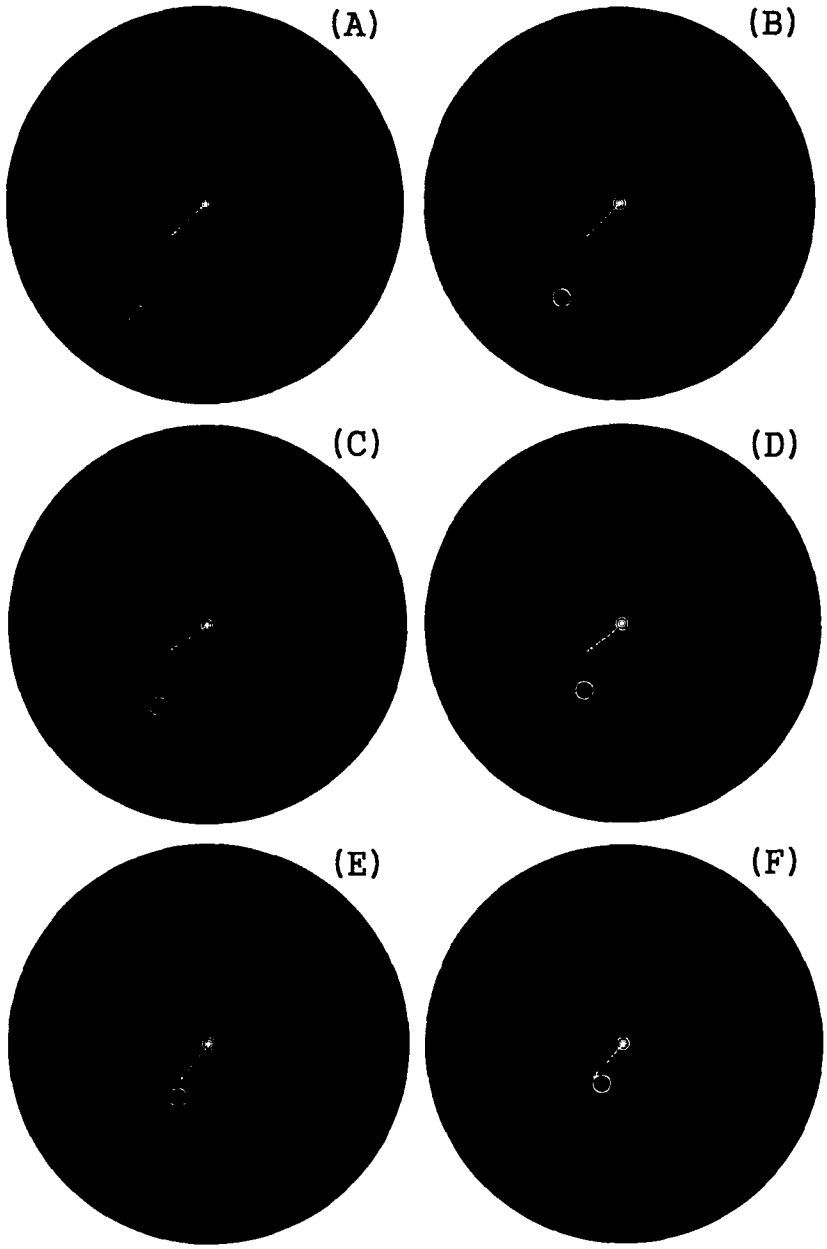

Fig. 4. A series of continuous tracking images of a ship's target detected by radar with time intervals of 30 second. The circle indicates the tracked ship target.

Fig. 4의 타선 영상의 위치변화를 자선으로부터의 방위, 거리의 함수로서 산출하여 이들의 데이터에 $\alpha-\beta$ tracker를 이용한 평활화 처리를 수행한 결과는 Fig. 5와 같다. 여기서, $\alpha-\beta$ tracker를 이용한 평활화 처리를 수행할 때, tracking parameter α와 β는 $\beta=\frac{\alpha^2}{2-\alpha}$ 의 관계를 이용하였는 데, 이 때, 샘플링 주기는 레이더 영상이 update되는 주기, 즉, 5 *sec*, $\alpha=0.5$로 하여 구하였다.

Fig. 5의 (A)와 (B)에서 알 수 있는 바와 같이 5 *sec* 간격으로 샘플링된 타선 영상의 방위와 거리가 시간에 따라 불규칙하게 변동하였고, 이로 인해 타선의 위치(C) 역시 불규칙한 변동을 나타내었다. 이들의 정보를 토대로 타선의 위치 궤적과 침로 및 속력 등을 산출하는 경우, 그 추정치에 큰 변동이 발생하여 타선 영상의 진운동 벡터가 불규칙하게 움직이고, 이로 인해 레이더 사용자가 타선의 운동정보를 정확하게 평가할 수 없는 문제가 초래된다.

그러나, 본 연구에서와 같이 $\alpha-\beta$ tracking filter를 이용하여 이들 영상의 위치정보를 평활화하면 Fig. 5의 (A)~(C)에서 알 수 있는 바와 같이 매우 안정된 위치가 산출되고, 이로부터 정확한 침로와 속력을 추정할 수 있음을 알 수 있었다.

Fig. 4에서 탐지한 타선의 침로, 속력, CPA를 $\alpha-\beta$ tracker의 출력 신호를 토대로 산출한 결과, 침로 19.5°, 속력 14.8 *knot*, CPA 0.05 마일로써 시간에 따른 변화 역시 매우 안정적인 변화 패턴을 나타내었다.

한편, Fig. 5에서 tracking parameter α의 값이 α =1의 경우에는 실측위치와 예측위치가 일치하고, α <1인 경우에는 tracking의 효과가 나타나게 되는 데, 이 때, α의 값을 작게 설정할수록 平滑化의 효과가 크게 나타나는 현상에 주의해야 한다.

3. ARPA 레이더 정보의 멀티 모니터링

Fig. 6은 ARPA 레이더에 탐지된 타선의 운동 정보를 선내 여러 장소에 설치된 다수의 모니터링 장치에 실시간으로 전송하여 레이더 영상신호와 함께 중첩시켜 지시한 결과이다.

본 연구를 행할 당시 ARPA 레이더에 기동성을 갖는 다수의 표적이 탐지되지 않아 여기서는 ARPA 시뮬레이터를 이용하여 4척의 타선을 가상적으로 자선 주변에 배치한 후, 이들 선박에 기동성을 부여하고, 그 운동정보를 TTM sentence로 작성하여 자선 레이더 영상과는 별도로 RS232C 인터페이스를 통해 모니터링 장치에 전송하여 이들 정보를 실시간으로 나타내고 있는 상황이다.

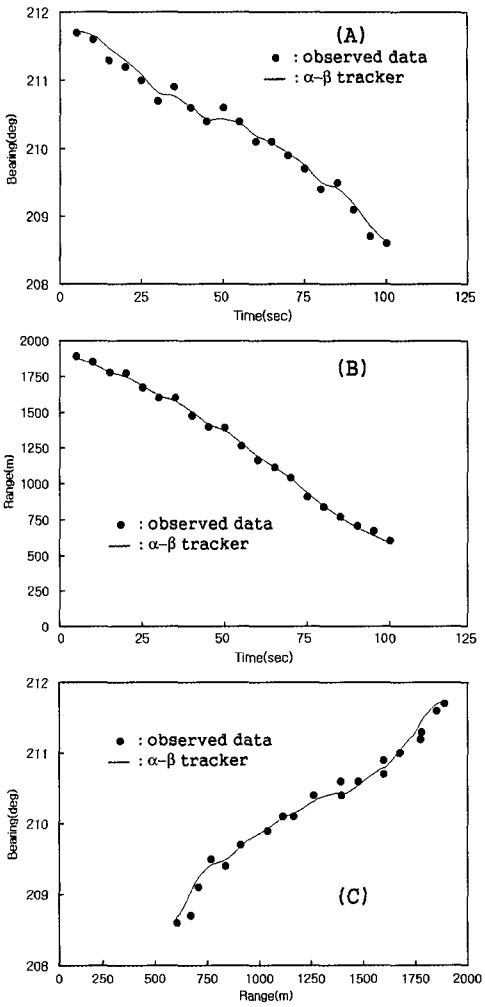

Fig. 5. Comparisons of measured values and $\alpha-\beta$ tracker output for bearing(A), range(B) and position(C) of target detected by radar.

Fig. 6에서 자선은 목포 인근해역인 34°33'.882N, 126°08'.593E 지점에서 침로 217°, 속력 12.8 *knot*로써 항해중인 데, 이 자선의 정보는 OSD code를 통해 ARPA 레이더로부터 출력되는 신호를 수신하여 이용하였다. 또한, 4 척의 타선의 운동정보

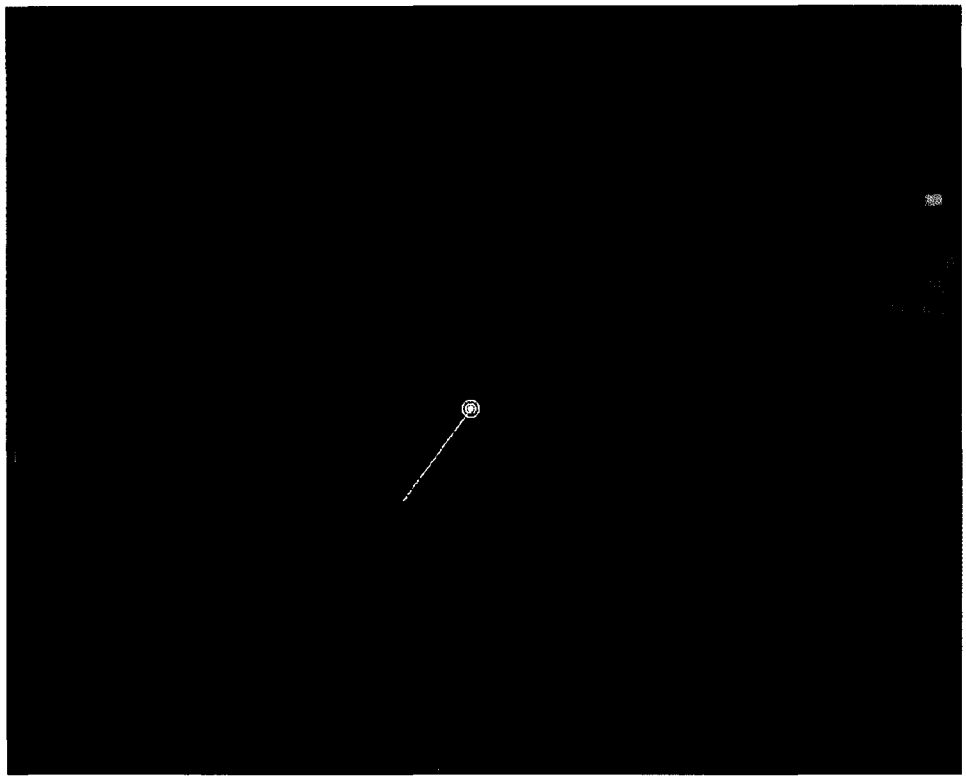

Fig. 6. A radar image superimposed with four tracking targets generated by ARPA simulator.

는 Fig. 7의 TTM sentence에서 알 수 있는 바와 같이 레이더 화면상에 나타나고 있는 타선 0, 1, 2 및 3의 진침로, 속력은 각각 25°, 6 *knot*, 37°, 5 *knot*, 200°, 5 *knot*, 94°, 5 *knot* 이고, 자선과 이들 타선의 진운동는 6분간에 대한 벡터성분으로 나타내었다.

```
$RATTM,00,01.4,182.4,T,06.0,025.0,T,,,N,,T,,,,
$RATTM,01,01.1,198.4,T,07.0,037.0,T,,,N,,T,,,,
$RATTM,02,00.8,161.6,T,05.0,200.0,T,,,N,,T,,,,
$RATTM,03,01.7,210.3,T,05.0,094.0,T,,,N,,T,,,,
$RAOSD,217.0,A,217.0,M,12.8,M,,,N
```

Fig. 7. An example of TTM sentence for four tracking target ships.

Fig. 6에서 알 수 있는 바와 같이 본 연구에서 개발한 레이더 모니터링 시스템을 이용하면 현재 시중에 시판되고 있는 저가의 PC로써도 전용의 레이더 지시장치와 대등한 ARPA 모니터링 시스템을 필요한 장소에서 필요한 시스템의 수만큼 구현할 수 있음을 확인할 수 있었다.

그러나, ARPA 레이더로부터 TTM과 RSD 정보, GPS 수신기로부터 VTG, GGA, GLL 정보, gyro compass로부터 HDT 정보를 수신하여 sub PC의 레이더 화면을 구성할 때, 현재 시판되고 있는 레이더에서 RSD(radar system data) sentence를 보통 1 *sec* 에 한번씩 출력시키는 경우가 많기 때문에 레이더의 VRM이나 EBL 및 기타의 조정기를 조작하면, sub PC의 레이더 화면에 이들 정보가 지시되기까지 1 *sec* 의 시간이 소요되어 화면의 움직임이 둔해지는 문제가 발생하였다. 또한, 레이더에서 출력되는 TTM sentence가 RS422 신호로써 출력되어 이 신호를 RS232C interface를 통해 PC에서 수신하기 위해서는 별도의 신호 변환기를 사용하였는 데, 향후 이들 정보의 효율적인 송수신을 위해서는 전용 interface의 개발이 요구된다.

요 약

레이더 정보의 수록 및 정량적 해석을 위한 시도로써 타선의 위치정보를 자선의 전자해도 및 radar 화면상에 모니터링하여 두 선박의 간격을 측정할 수 있는 양선거리측정시스템과 ARPA radar가 탐지한 표적의 추적정보를 자선의 전자해도 화면상에 실시간으로 모니터링하기 위한 시스템을 구축함과 동시에 이들 레이더 정보를 필요에 따라 수록 및 재생할 수 있는 레이더 정보수록 및 해석 시스템을 개발하고, 실용화 실험을 행한 결과를 요약하면 다음과 같다.

(1) 목포 인근해역에서 레이더 신호를 수록하고, 이 레이더 영상에 위치발생시뮬레이터에 의해 생성한 타선 위치를 RS232C interface를 통해 전송 및 중첩시켜 타선의 위치를 추적하면서 실시간으로 본선과 타선의 양선 간격을 산출한 결과, 양선 거리 및 방위의 실시간 측정이 가능하여 이 시스템을 양선 거리계로써 활용할 수 있음이 입증되었다.

(2) 타선의 레이더 신호를 수신한 후, $\alpha-\beta$ tracker를 이용하여 타선 영상의 중심 위치를 실시간으로 추적하면서 침로, 속력, 방위, 거리 등을 예측한 결과, 매우 안정된 평활화 추정치를 얻을 수 있었다.

(3) ARPA 시뮬레이터를 이용하여 표적의 추적정보를 TTM sentence 등으로써 생성한 후, 이 코드를 전자해도상에 전송 및 중첩 표시시킨 결과, 추적표적의 위치, 속력, 침로, 방위, 거리 등의 추적정보의 실시간 모니터링이 안정적으로 실현된 바, 선내의 여러 장소에서 ARPA 정보를 공유하기 위한 멀티 모니터링 장치의 개발이 기대된다.

참 고 문 헌

1. 이대재(2000) : 레이더 항법, -이론과 실제-, 태화출판사, 118-149.
2. 이대재 · 김광식 · 변덕수(2002) : Radar Target Extractor에 의한 선박운동정보의 추출에 관한 연구, 한국어업기술학회지, 38(3), 249-255.
3. 松本吉春(1988) : 地文航海學, 成山堂書店, 50-56.
4. Cadzow, J. M. (1973) : Discrete Time Systems, Prentice-Hall, Inc., 272-278.
5. Mahafza, B. R. (2000) : Radar Systems Analysis and Design using MATLAB, Chapman & Hall/CRC, 373-432.
6. Lee, Sang - yoon(1993) : Video signal processor for radar system, US patent No. 5254999, 9P.
7. Liu, Chung-sheen(2000) : Radar scan converter and method of mixing image, US patent No. 6087982, 9P.
8. William, M. P.(1989) : Radar video scan converter, US patent No. 4845501, 40P.
9. Edde, B. (1995) : Radar : Principles, Technology, Applications, Prentice Hall, 507-592.
10. Watts, S. (1996) : Cell-averaging CFAR gain in spatially correlated K-distributed clutter, IEE Proc. Radar, Sonar Navig. Vol. 143, No. 5, 321-327.
11. Pedersen, E., Arai, Y. and Sato, N. (1997) : On the effect of plotting performance by the errors of pointing target in the ARPA system, Jour. of Navigation 52, 119-125.
12. Wei, X., Murai, K., Kouguchi, N. and Miyoshi, Y.(1997) : A study on the accuarcy of ARPA information-II, J. Japan Inst. of Navigation 96, 53-61.

2003년 8월 13일 접수
2003년 8월 26일 수리