

論 文

레이더를 이용한 선박제원의 추정

문성배* · 정은석** · 전승환***

Estimation of Ship's Particular Using the RADAR

Serng-Bae Moon · Eun-Seok Jeong · Seung-Hwan Jun

〈 목 차 〉

Abstract

1. 서언

2. 본론

2.1 주요제원의 상관관계

2.2 선박길이 측정원리

3. 결론 및 연구과제

4. 참고문헌

Abstract

When navigating at sea, informations like other ship's particular are very important to navigator who should make a safe maneuvering. Most of all is obtained through the optical observation and/or the radiotelephone communication, but it is not easy to perceive them when the visibility is restricted or there is some hardness in communication.

In this study, we suggest the algorithm that measures the ship's length and speed on the radar screen and estimates the ship's particular such as gross tonnage, breath and type on the base of above two factors.

1. 서 언

항해시 본선 주위의 타선박의 제원(선박길이, 총톤수, 선폭, 선종 등)에 관한 정보는, 선박운항자에

게 중요한 역할을 한다. 주간에서의 이들 정보획득은 대개 대상선박까지의 대략거리, 관측각도, 선박의 형상 등으로부터 얻어지는 시각적 감각과 경험적 지식을 근거로 이루어지고 있다. 그러나 야

* 한국해양대학교 해사대학 대학원

** 한국해양대학교 해사산업대학원

*** 정희원, 한국해양대학교 해사수송과학부 교수

간의 경우 정보획득을 위한 제반여건이 주간과는 다르며, 야간 또는 무중과 같이 시정이 좋지 않을 때 주위선박의 제원에 관한 정보는 안전항행을 위한 선박조종에 매우 유용하게 활용되고 있다. 무선통신이 발달한 지금에는 VHF라는 선박용 무선 전화를 이용하여 상대선박과 의사교환을 하고 있지만, 언어상의 문제가 있을 경우 또는 VHF의 미작동시에는 그만큼 정보수집은 곤란해지게 된다.

이상과 같은 문제를 해결하기 위한 방법으로, 레이더 영상을 디지털화하여 선박영상이 레이더 화면상에서 점하는 분포범위와 레이더의 반사신호강도의 평균치를 이용하여, 선박의 총톤수를 추정하는 수법¹⁾이 있다. 이 경우 기존의 레이더에 레이더 반사신호 측정장치 및 데이터 기억장치 등의 부가장치가 필요한 것으로, 레이더 장비가 보다 복잡해지는 단점이 있다. 또 레이더 영상을 화상처리함으로써 선종을 추정하는 수법²⁾이 있다. 이는 추정의 가능성을 검토한 것으로, 화상데이터의 수집·저장부 및 신호처리부를 위한 부가장치가 필요하며, 신호처리방법이 아직 정립되어 있지 않는 등의 문제점이 있다. 이 외에 프레벨 영역을 고려한 반사신호 강도분포의 특성에 착안한 선박길이 추정에 관한 연구보고³⁾가 있다. 이 연구는 선박이 안테나면과 거의 수직인 경우만을 다루고 있어, 넓은 해역에서 다양한 각도로 조우하는 선박에 적용하기에는 한계가 있다.

본 연구에서는 레이더 화면상에서의 선박영상을 이용하여 선박길이를 측정하고, 이 정보와 선속정보를 이용, 선박의 제원(총톤수, 선폭, 선종)을 추정하는 수법을 제안하고자 한다.

이를 위해, 먼저 국내 대형선사의 선박을 종류에 관계없이 무작위로 250여척을 선정, 통계처리하여 선박의 길이, 총톤수, 선폭, 경제속력의 상관관계를 살펴보았다. 그 결과 이들 선박제원은 상호간에 밀접한 상관관계를 지니고 있었으며, 이를 일반화된 식으로 나타낼 수 있었다. 아울러, 선박길이와 선속 정보만으로 선종을 포함하여 다른 제원의 추정도 가능하다는 것을 알 수 있었다. 다만, 본 알고리즘은 사전에 상대선박의 속력을 정확히 알 수 있는 것을 전제로 하고 있으며, 이는 레이더 플로팅 또는

ARPA 기능을 활용하므로써 쉽게 구할 수 있다.

한편, 현재 여러 가지목적으로 실시되고 있는 해상교통 실태조사는, 레이더관측과 육안관측을 병행하여 이루어지고 있다. 특히, 야간의 경우 통항 선박수는 파악되나 선종의 확인은 불가능한 실정이다. 따라서 본 알고리즘을 활용하므로써 실태조사는 보다 향상된 정확도와 신뢰성을 가지게 될 것이며, 인적 수고절감의 효과도 거둘수 있을 것이다.

2. 본 론

상대선박의 길이, 총톤수, 선종 등의 정보는 항해중 피항동작을 취하는 시기의 결정 및 피항동작의 크기를 결정하는데 중요한 요소가 된다. 이들 정보는 육안관측에 의해서만 개략적으로 파악이 가능하며, 야간이나 시정이 좋지 않은 시기에는 관측이 어려워 정보의 수집이 거의 불가능하다.

일반적으로 어선을 제외한 화물선 및 여객선의 전장(총길이), 총톤수, 선폭 및 경제속력은 상관관계를 가지고 있다. 이 관계는 선박의 운항 목적과 효율성 및 선박 건조시의 기술적인 제약 등으로 자연스럽게 상관성을 가지게 되었다. 특히, 선속을 제외한 선박의 길이, 총톤수, 선폭의 인자들은 높은 상관성을 가지고 있다. 따라서, 상대선박의 길이와 선속의 두 인자에 관한 정보만으로 어느정도 그 선박의 선종, 총톤수 및 선폭을 추정할 수 있다.

본 연구에서는 위와 같은 선박제원의 상호관계성을 규명하고, 레이더를 이용하여 상대선박의 길이와 선속을 측정, 그 선박의 제원을 추정하는 알고리즘을 제안하고자 한다.

2.1 주요 제원의 상관관계

선박의 제원 상호간의 상관성을 규명하기 위하여, 우리나라의 대표적인 11개 해운회사(한진해운, 현대상선, 조양상선, 범양상선 등)들이 보유하고 있는 250여척의 선박을 무작위로 선정하였다. 표본은 컨테이너 전용선, 벌크선, 자동차 운반선, 탱커(유조선과 LNG, LPG선), 여객선, 광석석탄 전용선으로 구성되어 있다.

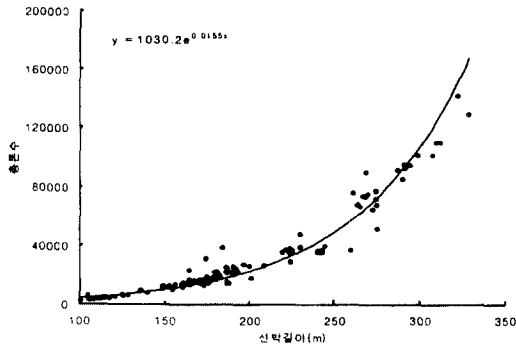


그림 1 선박길이가와 선박총톤수와의 관계

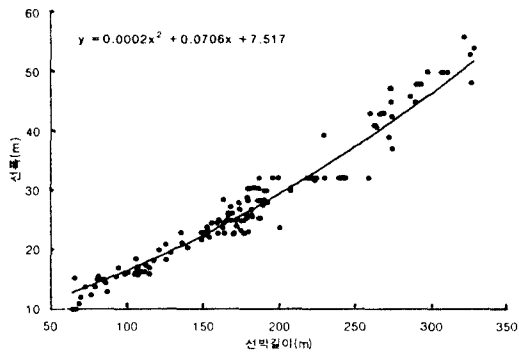


그림 2 선박길이가와 선평과의 관계

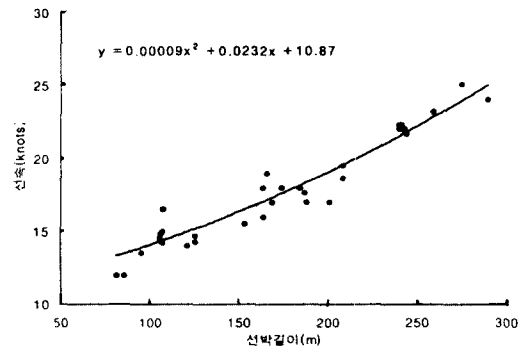
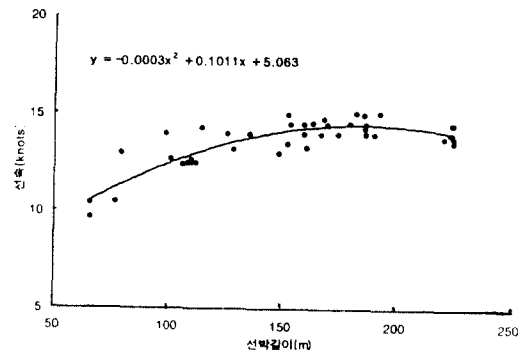
그림 1은 선박길이가와 선박 총톤수와의 관계를 나타낸 것이다. 가로축은 선박의 길이를, 세로축은 선박의 총톤수이다. 그림 내의 점들은 표본을 나타내고, 굵은 곡선은 이들 표본데이터를 이용하여 최소2승법으로 구한 것으로, 그림의 좌측상단에 곡선의 식을 나타내고 있다. 선박길이가 길어질수록 총톤수도 커지고 있음을 보이고 있다. 그림 2는 선박길이가와 선평과의 관계이다. 선박길이가 길어질수록 선평도 커지나, 그림 1에 비해 다소 완만한 곡선을 보여주고 있다. 상대선박이 레이더 화면상에서 본선을 중심으로한 방위선 위를 따라 항해하는 경우는 상대선박의 선평만이 측정 가능하며, 이를 근거로 선박길이, 총톤수 및 선종을 추정한다. 일반적으로 선박의 총톤수를 크게한다는 것은 선

박길이가, 선평 및 선박의 깊이를 크게 한다는 것이다. 따라서, 선박길이가 길어지면 선평 및 총톤수도 어느정도 비례적으로 커지게 되는 것이다.

한편, 선박은 선종에 따라 선평권의 크기 및 조종성능 등에서 차이가 있다⁵⁾. 따라서, 선박운항자에게 제공되는 상대선박의 종류에 대한 정보는 중요한 요소가 된다.

다음은 선종별 선박길이가와 선속과의 상관관계를 규명한 것이다.

그림 3은 컨테이너 전용선과 자동차 전용선의 경우에 선박길이가와 선속과의 관계를 나타낸 것이다. 선박길이가 길어질수록 선속도 증가한다. 그림 4는 벌크선의 선박길이가와 선속과의 관계이다. 이 경우는 선박길이가 약 150m까지는 선박길이가 길어질수록 선속도 증가하지만, 약 150m이상 200m이하

그림 3 선박길이가와 선속과의 관계
(Container/Car carrier의 경우)그림 4 선박길이가와 선속과의 관계
(Bulk carrier의 경우)

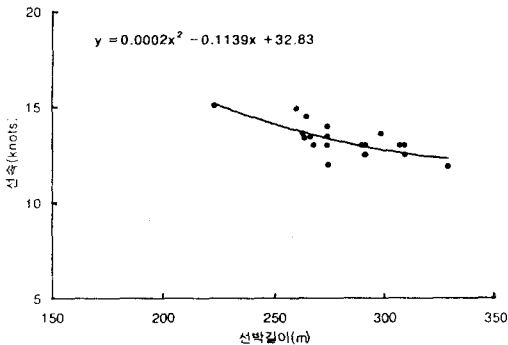


그림 5 선박길이와 선속과의 관계 (Ore/Coal carrier, Tanker의 경우)

에서는 15 knots 정도의 선속을 가진다. 이 후에는 선속이 오히려 감소하고 있다. 그것은 선박 소유자의 운항 목적상 벌크선은 고속을 요구하지 않기 때문이다. 그림 5는 광석석탄 전용선의 선박길이와 선속과의 관계를 나타낸 것이다. 선박길이와 선속의 관계는 선속이 감소하고 있다. 이 선종은 타 선종과 다르게 대량운송의 목적이 두드러지게 강하기 때문에 선박길이 200m 이하의 거의 없고, 대다수 선박이 대형선이다.

이상의 분석결과, 측정된 선박길이 250m 이상이고 선속이 13 knots 정도이면 측정된 상대선박은 광석석탄 전용선 또는 유조선으로, 선박길이 150m 이상이고 선속이 16 knots 이상이거나 또는 선박길이 150m 이하이고 선속이 15 knots 정도이면 상대선박은 컨테이너 전용선 또는 자동차 전용선으로, 선박길이 150m 이상이고 선속이 16 knots 이하이거나 또는 선박길이 150m 이하이고 선속이 13 knots 정도이면 상대선박은 벌크선으로, 이외의 선박은 어선 또는 국내연안선으로 크게 구분할 수 있다.

그림 6은 선종식별을 위한 계통도를 나타낸 것이다.

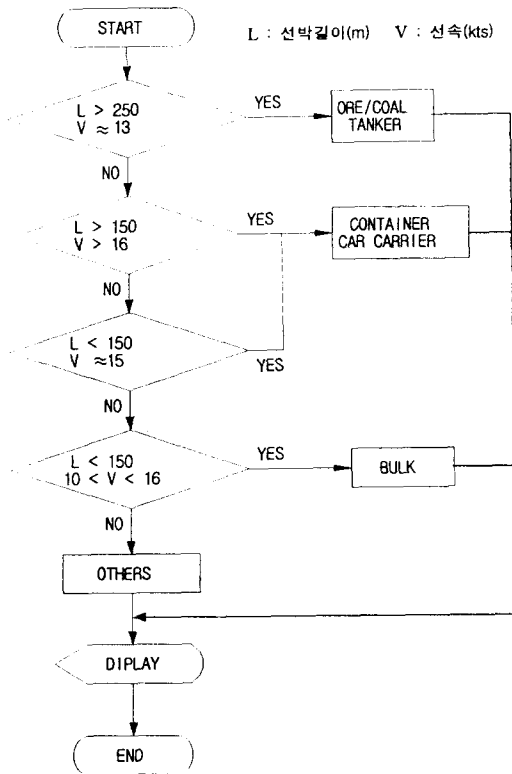


그림 6 선종식별을 위한 계통도

2.2 선박길이 측정원리

레이더 화면상에서 선박은 타원형으로 나타나며, 레이더의 중심으로부터 선박영상의 좌우 끝단까지의 각각의 거리와 이 두 거리선이 원점에서 이루는 교각을 측정하므로써 선박의 길이를 구할 수 있다.

그림 7은 선박의 길이측정을 위한 레이더 화면상에서의 본선과 상대선박과의 관계를 나타내고 있다.

$\Delta\theta$ 는 영상의 좌우 끝단의 방위선이 원점에서 이루는 교각 즉, \overline{OA} 와 \overline{OB} 의 교각을, R_1 과 R_2 는 본선에서 좌우 끝단까지의 거리를 나타낸다. l 은 영상의 장반경 즉, 선박의 길이이다. 선박의 길이 l 은 삼각형 $\triangle ABO$ 의 삼각함수 관계를 이용하여 다음과 같이 나타낼 수 있다.

$$l = \sqrt{R_1^2 + R_2^2 - 2R_1R_2 \cos \Delta\theta}$$

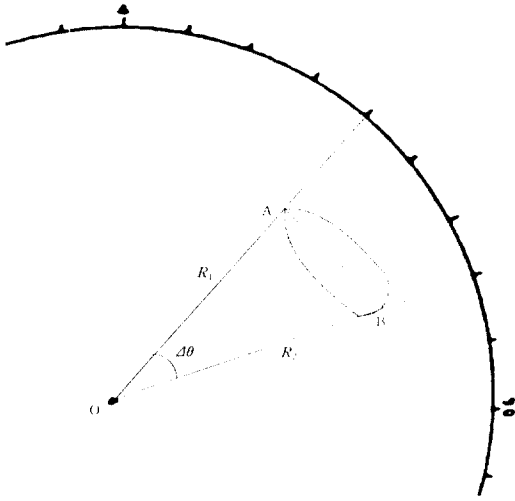


그림 7 레이더 화면상 본선과 상대선박과의 관계

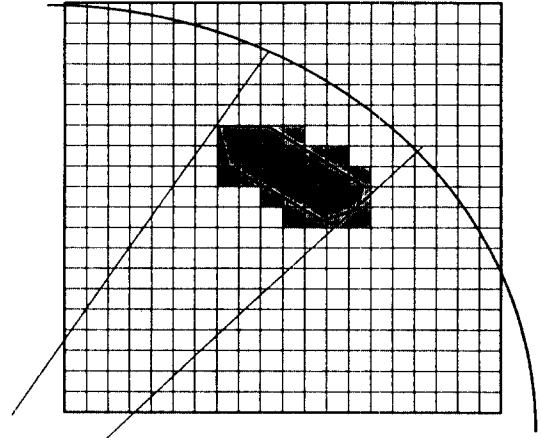
선박길이의 정확성은 R_1 , R_2 및 $\Delta\theta$ 인자의 측정 정도에 의해 좌우된다. 실제로, 레이더의 화면에 표시되는 영상의 크기는 작기 때문에 시각에 의한 위와 세 인자의 측정에는 적지 않은 오차가 포함될 수 있다.

그림 8은 레이더 화면상의 선박영상을 확대하여 $\Delta\theta$ 와 R_1 , R_2 를 측정하는 것을 나타내고 있다.

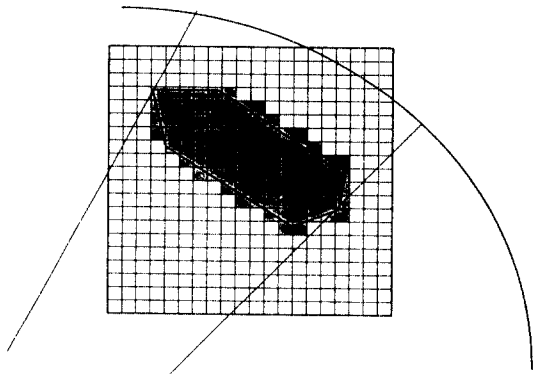
그림 8에 보이듯이, 선박영상만을 부분적으로 확대해서 관측하므로써 보다 정확한 데이터를 구할 수 있고, 이는 원거리의 물체를 관찰할 때 망원경을 이용하여 더 자세한 정보를 얻고자 하는 것과 동일한 효과라 할 수 있다. 즉, zooming up하므로써 측정의 정확성을 높일 수 있다.

3. 결론 및 연구과제

본 연구에서는, 어선과 연안선을 제외한 화물선 및 여객선의 선박길이, 총톤수, 선폭 및 경제속도의 상관관계를 규명하고, 이들 상관관계를 최소2승법에 의해 일반화된 식으로 나타내었다. 이를 근거로, 레이더 화면상에서 측정된 선박길이 또는 선폭을 이용하여 상대선박의 총톤수, 선종 등을 추정하는 알고리즘을 제안하였다.



(1) Real mode



(2) Zoom mode

그림 8 선박영상의 Zooming up

선박길이 측정의 정확도를 높이기 위하여, 기존의 레이더 기능에 Zooming기능을 추가하므로써 보다 정확하게 주위선박의 제원을 추정할 수 있어, 선박의 안전항해에 유용하게 활용될 것으로 기대된다.

앞으로의 연구과제로써, 보다 많은 표본에 의한 선종 분류기준의 설정, 레이더의 성능이 선박길이 측정에 미치는 영향분석, Zooming 기능의 구현 및 실선실험을 통한 본 시스템의 정량적인 평가 등의 문제가 남아있다.

4. 참고문헌

1. 林尙吾, “港灣監視用レーダの反射信號を利用した畫像處理による船舶の總トン數の推定の可能性”, 日本航海學會論文集, 第76号, pp.41-48, 1987
2. 井手麻林奈, 尙美吾, “レーダ畫像處理による船形の推定”, 日本航海學會論文集, 第82号, pp.147-152, 1990
3. 山田, 竹中, 佐藤 “フレネル領域を考慮したレーダ信號處理による船舶長さの推定”, 第95回日本航海學會秋季講演會, p.16, 1996
4. 金命烈, 陳祈範, 數值解析, 産學社, 第9章, 1983
5. 尹点東, 船舶 運用의 理論과 實務, 第一文化社, 第2章, 1982
6. 정세모, 전파항법 및 전파수로측량, 제2편 제1장, 아성출판사, 1987