

VTS에서 AIS데이터를 활용한 정박선의 선회중심 추정에 관한 연구

김광일* · † 정중식 · 박계각**

* 목포해양대학교 대학원, † ,** 목포해양대학교 국제해사수송과학부

A Study on the Estimation of Center of Turning Circle of Anchoring Vessel using Automatic Identification System Data in VTS

Kwang-Il Kim* · † Jung Sik Jeong · Gyei-Kark Park**

* Graduate school, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

† , ** Department of International Maritime Transportation Science, Mokpo National Maritime University, Mokpo, 530-729, Korea

요 약 : 정박중인 선박의 안전을 위하여 항해사, 선장 및 해상교통관제사는 항상 선박이 주요되고 있는가를 확인하여야 한다. 정박선의 주요 판별을 위하여 VTS 관제사가 선회권과 그 중심을 인지하는 것이 중요하다. VTS에서 정박선 주요여부 감지는 레이더 및 AIS를 이용할 수 있다. 또한 이용가능하다면, CCTV 영상이나 육안에 의한 관측도 이루어 질 수 있다. 그러나 VTS 시스템은 AIS 및 ARPA Radar로부터 수집된 데이터만으로 정박선을 모니터링하고 있으므로 정박지내에서 정박선의 선회중심을 알기가 어렵다. 본 연구에서는 VTS에서 AIS에 의해 수집된 정박 선박의 선수방위각과 위치데이터를 활용하여 선회중심을 추정하는 알고리즘을 제시하고자 한다. 알고리즘의 유효성을 확인하기 위해, 실 환경에서 정박한 선박에 대한 실험연구를 수행하였다.

핵심용어 : 정박선, 선회중심, 주요여부 판별, 해상교통관제센터, 선박자동식별장치

Abstract : To ensure the safety for vessels anchored in stormy weather, duty officer and VTS operator have to frequently check whether their anchors are dragging. To judge dragging of the anchored vessel, it is important for VTS operator to recognize the turning circle and its center of the anchored vessel. The judgement for the anchored vessel dragging can be made by using Radar and AIS. If it is available, CCTV or eye-sighting can be used to know the center of turing circle. However, the VTS system collects individual ship's dynamic information from AIS and ARPA radar and monitors of the anchored vessels, it is difficult for VTS operator not only to get the detailed status information of the vessels, but also to know the center of turning circle . In this study, we propose an efficient algorithm to estimate the center of turning circle of anchored vessel by using the ship's heading and position data, which were from AIS. To verify the effectiveness of the proposed algorithm, the experimental study was made for the anchored vessel under real environments.

Key words : anchored vessel, center of turning circle, judgement of anchor dragging, VTS, AIS

1. 서 론

정박선의 안전을 위하여 선장 및 당직 항해사는 본선의 위치가 주요가 되는지 여부를 항상 모니터링 하여야 한다. 또한 VTS 센터에서도 정박선의 위치를 모니터링하고 정박선의 위치에 이상이 있다고 판단될 경우에는 해당 정박선에 적절한 통신수단에 의하여 통지할 필요가 있다. 정박 중 주요여부 확인을 소홀하여 신속한 대응이 늦어질 경우 선박간 충돌, 좌초, 주변 시설물 파손으로 심각한 해양오염을 초래할 수 있다. 실례로 지난 2012년 8월 완도군 약산면 가사리 앞 해상에 좌초한 2,900톤급 화물선 카이싱(CAIXIN)호는 주요여부를 철저히 감시하지 않아 주변 양식장의 시설 파손 및 해양오염을 야기 시켰다.

묘박지가 위치한 관할해역의 해상교통관제(VTS, Vessel Traffic Service) 센터에서는 수시로 정박선 이동 상황을 주시하여 주요여부 확인 및 정보제공 업무를 수행해야 한다. 특히, 황천 하에서는 파고가 높아 예인선 및 관공선 등 해상지원이 어려우므로 조기에 주요여부를 판별하여 적절한 조치가 이루어지도록 지원하여야 한다. 그러나 주요여부를 판단하기 위해서는 묘박 중인 선박의 투묘지점 및 선회 반경을 정확하게 알고 있어야 한다. 실제적인 VTS 운영환경에서 정박지에 묘박한 선박의 정확한 투묘위치를 알기가 어려우며, 묘박이후 선박 위치가 시간의 흐름에 따라 초기 투묘위치로부터 이탈되기가 쉽다. 또한 외력의 영향이 적을 경우 정박중인 선박의 실제적인 선회중심은 투묘지점과는 다른 곳에 나타난다. 지금까지

† 교신저자 : 종신회원, jsjeong@mmu.ac.kr 061)240-7173

* 연회원, setis0420@korea.kr 061)550-5496

** 종신회원, gkpark@mmu.ac.kr 061)240-7164

(주) 이 논문은 “정박선의 주요판별 프로그램 개발에 관한 연구”란 제목으로 “2013 공동학술대회 한국항해항만학회논문집(해군사관학교, 2013.6.27-28, pp.371-373)”에 발표되었음.

VTS 관제사(VTS Operator)에 의한 효과적인 주요여부를 판별하기 위하여 필요한 선회 중심 추정에 대한 연구는 전무한 실정이다. 황천시 정박선의 안전성과 관련한 선행연구(Jung et al, 2009; Jung and Gong, 2009)가 있었지만, 이들은 실 선박에 영향을 주는 외력을 실제선박에 적용·분석하여 적절한 묘박지침, 적절한 의장수를 제시하였다. 따라서, VTS의 관점에서 정박선의 주요안전성 판별을 위한 알고리즘의 개발이 필요하다.

본 연구에서는 VTS 관점에서 선박으로부터 수집되는 선박자동식별장치(AIS, Automatic Identification System)정보로부터 선회중심을 추정하는 알고리즘을 제시하고자 한다. 제안된 알고리즘의 유효성을 보여주기 위하여 실 해역에 제안된 선회중심 추정 알고리즘을 적용하였다. 그러나 정확한 투묘지점을 알 수 없으며 또한 AIS 데이터를 이용하기 때문에 데이터 수집을 위하여 소비되는 시간을 고려하면 제안한 알고리즘을 주요판별에 적용하기에는 어려움이 남는다. 하지만 정확한 투묘위치와 추정된 선회중심 사이의 거리차이를 무시할 수 있다면 추정된 선회중심을 가지고 주요판별에 적용할 수 있다. 본 연구의 구성은 제2절에서 VTS에서 정박선 관리 현황을 제시하고, 제3절에서 선회중심 판별을 위한 고려요소, 제4절은 선회중심 추정 알고리즘과 그 주요판별에의 적용문제를 다루었으며 제5장에서 실험 및 그 결과 제6절에서 결론을 제시한다.

2. VTS에서 정박선 관리 현황

2.1 정박선 관리에 관한 규정

IMO VTS 지침(IMO, 1997)에 따르면 관제구역내 묘박 선박에 대하여 Table 1과 같은 내용의 서비스를 제공하고 있다. Table 1은 VTS 관점에서 묘박선박에 대하여 일반적으로 제공될 수 있는 기본적인 서비스들이다.

Table 1 The services of VTS for anchoring Vessel

VTS 제공 서비스	내 용
Information Service (INS)	· 교통 및 수로상황, 기상정보 제공 · 주변 선박 주요 등 위험정보 제공
Navigation Assistant Service (NAS)	· 선박에 긴급한 상황 발생시, 요청에 따라 필요하다고 인정할 때 제공
Traffic Organization Service (TOS)	· 선박의 정박지 지정 및 관리 · 정박선이 타 선박에 근접 또는 주요 발생 시 이동 권고.

우리나라의 경우에 정박해역의 특수성을 고려한 세부적인 정박선 관리지침은 각 지방해상교통관제센터에서 고시된 VTS 관제운영매뉴얼에서 지역별 특성에 맞는 지침을 제공하고 있다. 완도 해상교통관제센터의 경우 운영매뉴얼에서 다음과 같은 사항에 대한 정박선 관리 규정을 제시하고 있다

(Mokpo Regional Maritime Affairs and Port Administration, 2006).

- 1) 정박지 이용선박(선종 및 톤수) 지정
- 2) 투묘시 및 주요대비 안전 방송에 관한 내용
- 3) 주요대비 안전거리 확보를 위한 충분한 간격 유지
- 4) 정박당직 철저 및 기상정보 방송에 관한 내용
- 5) 주기적인 정박선 선위 확인
- 6) 정박선 비상연락망 확보 등

특히, 투묘시점에서 VTS에 보고하여야 할 사항은 개항절서법 시행규칙 11조 해상교통관제의 절차에 따라 투묘시간, 투묘장소(정박지명 또는 선박위치) 등을 보고하고 있다.

2.2 정박선 모니터링

완도VTS에서 운용중인 시스템의 경우 정박선의 주요여부는 정박선 항적감시기능 및 묘박 선회권 설정을 활용하여 판별한다. 항적감시기능은 일정시간동안 선박의 항적을 나타내는 기능이며, 묘박 선회권(Anchor Circle) 기능은 정박선의 현 위치에서 선회권을 설정하여 선박위치가 선회권에서 벗어나면 알람이 울리는 기능이다. 그러나 VTS에서 수집된 데이터는 앵커체인 산출량 및 투묘지점 등에 대한 구체적인 정박선 정보를 이용할 수 없으므로, 개개 선박의 주요상황을 파악하는데 한계가 있다.

2.3 묘박 선회권 기준 설정 한계점

주요여부 판별을 위해 VTS에서 사용하고 있는 시스템의 묘박 선회권 기능메뉴는 정박선 현재 위치를 기준으로 선회반경을 설정한다. 일반적으로 투묘중인 선박은 'Brought up anchor' 이 후 투묘보고를 하고 있으므로, VTS에서는 보고된 지점을 투묘지점으로 간주하여 묘박선박을 모니터링 한다. 그러므로 'Brought up anchor' 이후 정박선의 위치를 묘박 선회권 중심으로 설정한 경우 실제 선박 투묘위치와 차이가 나게 된다. 현재 VTS에서 운용중인 선회권 기능메뉴는 이러한 선회권 중심위치 판별기능을 제공하지 못하고 있다. 묘박 선회권이 안정된 이후에 정확한 선회중심 위치를 추정하기 위해 선수방위각(ship's heading) 및 앵커체인의 산출량에 대한 정보가 필요하게 된다.

2.4 정박선 관리의 한계점

태풍 및 풍랑특보 시 VTS센터에서는 항계 내에 투묘한 다수의 선박 안전을 위하여 주요여부를 감시한다. 다수 선박에 대한 감시를 위해 VTS 콘솔에서 화면표시 범위를 평상시보다는 자주 가변시키면서 시스템을 운용한다. 그러나 다수의 정박선을 전체적으로 확인하면서 개별선박의 주요여부를 모니터링 하는 경우에 화면상에 나타난 정박선 이동반경 전체가 하나의 점으로 표시되기 때문에 신속한 주요확인 어렵다는 기능상의 문제점이 있다. 또한 현재의 VTS 시스템으로는 선회중심에 대한 정확한 정보를 이용할 수 없으며, 정박선이 앵

커체인 산출량을 보고하지는 않으므로 이를 고려한 신뢰권을 설정할 수 없다.

3. 신뢰중심 판별을 위한 고려요소

일반적으로 VTS에서는 정박선으로부터 선명(호출부호), 투묘시간, 투묘장소를 통보받는다. 하지만 신뢰중심 판별을 위한 선박에 미치는 구체적인 외력정보, 최종적인 묘박위치 및 신뢰권은 알 수 없다.

3.1 정박선에 작용하는 외력

정박중인 선박에 작용하는 외력은 풍압력, 표류력, 유압력이 있다. 바람에 의한 풍압력은 선체 풍압면적에 비례하며, 파랑에 의한 표류력은 파고 및 선체길이에 영향을 받는다. 조류 및 해류에 의한 유압력은 수면하 선체면적에 대한 유속과 마찰저항에 의해 형성된다(Jeong et al, 2009).

VTS에서는 대상해역의 풍향 및 풍속, 파고, 조류흐름을 토대로 정박선에 작용하는 외력을 예상하고 있다. 그러나 개개의 선박에 작용하는 외력을 정확하게 파악하는데 한계가 있다. 이에 대해서는 선박과 VTS간의 실시간 외력정보 교환을 위한 시스템이 요구되지만 본 논문의 범위 밖이다.

3.2 정박선의 신뢰권 및 신뢰중심

정박중인 선박의 투묘지점은 주요판별을 위한 신뢰권 설정의 기준이 되지만, 대부분의 선박에서는 정확한 투묘위치보다 해당 정박지명을 VTS에 통보하고 있다. 또한 VTS의 요청이 없는 한, 정박선으로부터 각 정박선의 묘박 신뢰권의 반경 정보를 알 수 있게 하는 뜻의 산출량을 VTS로 통보하지 않는다. 그러므로 VTS에서 선박으로부터 투묘지점 및 신뢰권에 대한 정보를 보고받지 않으면, 정확히 주요여부를 판별하기 어렵다. 따라서 정박선으로부터 수집된 AIS정보를 바탕으로 묘박 신뢰권의 중심을 판별할 필요가 있으며, 묘박 신뢰권에 대한 정보는 직접 교신한 정박선으로부터 얻은 앵커체인의 산출량에 대한 추가적인 정보를 필요로 한다.

4. 신뢰중심 추정 알고리즘

2장에서 서술한 VTS에서 정박선 관리 한계점을 보완하고 신속한 주요확인을 위하여 수집되는 AIS정보를 토대로 정박선의 신뢰중심추정 알고리즘을 제안하고자 한다. VTS에서 신뢰중심추정을 위해 활용되는 AIS 정보는 위치정보, 속도, 침로, 선수방위, 선박길이이다.

4.1 선수방위각에 의한 신뢰중심 추정

일반적으로 정박중인 선박의 선수방위각은 신뢰중심을 기준으로 시계방향 또는 반시계 방향으로 신뢰운동을 한다. 주요시에는 외력에 대한 민감도가 부가되어 선수방위각의 변화폭도 증가할 수 있다(Jeong et al, 2009).

제안하는 알고리즘에서 활용하는 선수방위각은 선박이 선

회권 중심을 기점으로 신뢰운동을 하고 있음을 고려하여, 선수방위각 변화값의 평균을 설정한다. 여기에서 AIS 데이터 중 편차가 큰 데이터는 제거하여 보다 신뢰할 수 있는 선수방위각을 추정하였으며, 이러한 선수방위선의 교차점 빈도가 높은 위치를 찾음으로서 신뢰중심을 추정한다.

4.2 신뢰중심 추정 알고리즘

4.1 절의 개념을 가지고 선박의 위치, 속도, 선수방위각 정보에 의한 신뢰중심추정을 위한 흐름도는 Fig. 1 과 같다.

1) 항적 데이터 분류 및 초기값 설정

AIS에 의해 수집된 데이터를 시간의 경과에 따른 위도, 경도, 속도, 선수방위각, 수신시간별로 분류 하고, 데이터 간격(s) 및 정박선의 항해유무 판별을 위한 기준 속도(v_{th})을 설정한다.

2) 샘플 데이터 추출

정박선의 선수방위각은 신뢰중심을 기점으로 스윙하므로, 신뢰중심 방향을 벗어난 부정확한 선수 방위각에 대한 보정이 필요하다. 본 연구에서는 신뢰중심 방향의 선수 방위각값(h_i)을 산출하기 위해 샘플 시간간격 동안 입력데이터의 평균값을 추출한다. (경도: x_i , 위도: y_i , 속도: v_i ,)

3) 설정 속도(v_{th}) 유무 판단

정박선의 속도(v_i)이 설정 속도(v_{th}) 이상일 경우 항해중인 선박으로 판별하여 해당 시간 및 선박의 데이터 필터링 수행한다.

4) 가상 선수미선 결정

가상 선수미선(Virtual Heading lines)은 정박선이 투묘위치에서 선수미방향(Ship's heading)으로 나아가는 가상의 직선으로 신뢰중심 방향을 향하고 있다. 그러므로 가상 선수미선간 형성되는 교차점의 분포가 많은 구역이 정박선의 신뢰중심으로 추정 할 수 있다. 이러한 가상 선수미선간 교차점을 산출하기 위해서 선박위치로부터 가상 선수미선의 직선성분을 산출하여야 한다. 본 알고리즘에서 가상 선수미선은 선박위치(x_i, y_i)로부터 선수미 방향으로 정박지 최대 신뢰반경(Korea Maritime and Port Administration, 1993)인, L 만큼 이동 후 종료위치(d_x, d_y)를 적용하였다. 정박지 최대 신뢰반경은 대상해역의 수심 25m 및 평균적인 선박길이 100m를 적용하여 풍속 20m/s 이하는 265m, 이상에는 345m를 각각 적용하였다. 가상 선수미선의 종료위치 (d_x, d_y)의 계산은 다음과 같이 수행하였다.

- ① $\theta < 90^\circ$ 일 경우
 $d_x = L \cdot \sin(\theta), d_y = L \cdot \cos(\theta)$
- ② $90^\circ < \theta < 180^\circ$ 일 경우
 $d_x = L \cdot \cos(\theta - 90^\circ), d_y = -L \cdot \sin(\theta - 90^\circ)$
- ③ $180^\circ < \theta < 270^\circ$ 일 경우
 $d_x = -L \cdot \cos(270^\circ - \theta), d_y = -L \cdot \sin(270^\circ - \theta)$
- ④ $270^\circ < \theta < 360^\circ$ 일 경우
 $d_x = -L \cdot \cos(\theta - 270^\circ), d_y = L \cdot \sin(\theta - 270^\circ)$

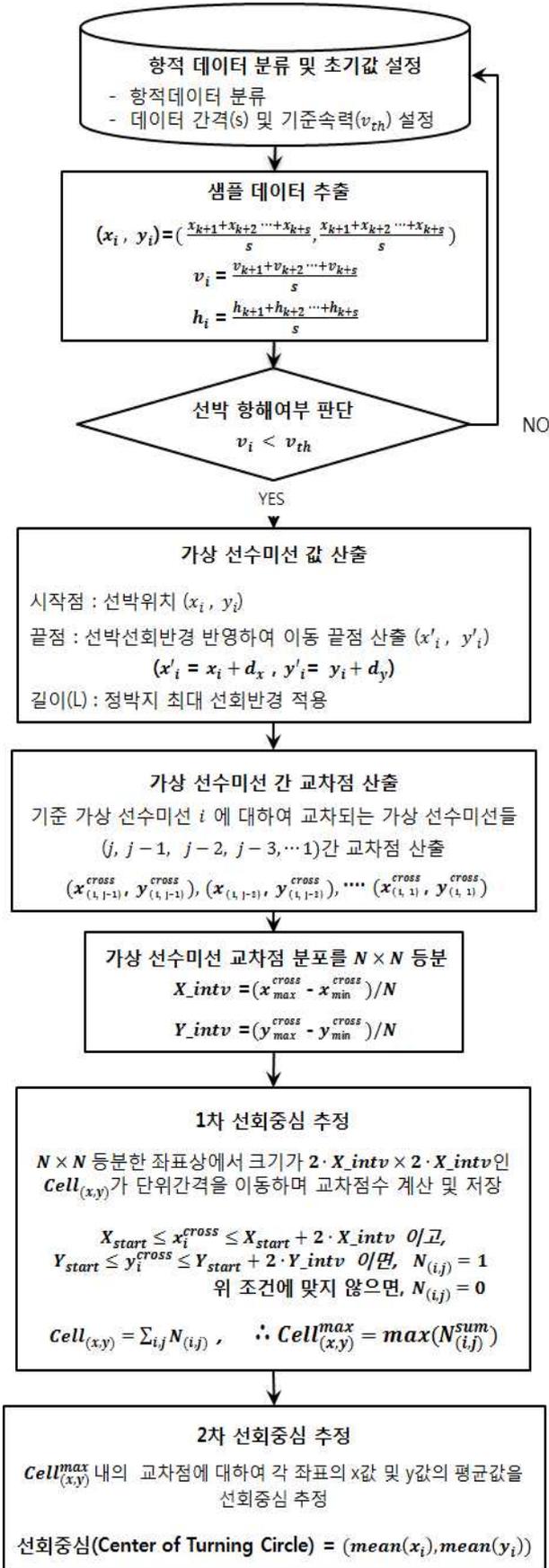


Fig. 1 Flow chart of estimating the center of turning circle

5) 가상 선수미선간 교차점 산출
 관측시점의 가상 선수미선 i 와 이전시간의 가상 선수미선, $(j, j-1, j-2, j-3, \dots, 1)$ 간의 교차점 $(x_{(i,j-1)}^{cross}, y_{(i,j-1)}^{cross})$ 을 산출한다.

6) 가상 선수미선간 교차점 분포의 등분화
 가상 선수미선의 교차점 분포를 x 축 및 y 축에 대하여 각각 N 등분 하였다. Fig. 2는 x 축 및 y 축을 X_intvl 및 Y_intvl 간격으로 선수미 방위선의 교차점 분포를 $N \times N$ 등분한 점선으로 나타내었다. 여기서 X_intvl 및 Y_intvl 은 가상 선수미선 교차점 분포 전체의 x 축 및 y 축 길이를 N 으로 나눈 단위길이이다. N 값은 임의의 값이며, 알고리즘 수행 결과 N 값이 40~120 에는 산출된 선회중심의 이격이 크지 않았다. 본 연구에서는 임의의 값으로서 $N=40$ 을 적용한다.

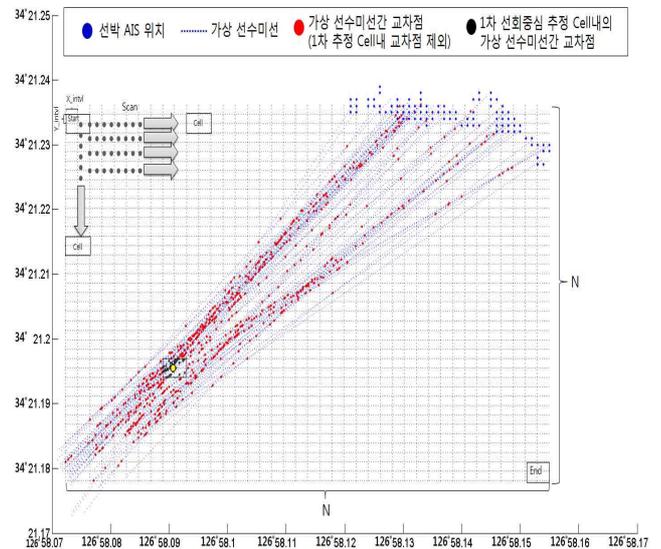


Fig. 2 Division of intersection point between virtual heading lines

7) 선회중심 추정
 선회중심은 두 차례에 걸쳐서 이루어진다. 1 단계에서는 가상 선수미선 교차점 분포를 $N \times N$ 등분한 좌표상에서 교차점 빈도분포가 많은 곳을 찾는다. 크기가 $2 \cdot X_intvl \times 2 \cdot Y_intvl$ 인 $Cell_{(x,y)}$ 을 x 축 및 y 축에 대해 X_intvl 및 Y_intvl 의 간격으로 $Cell$ 내의 교차점 수를 탐색하여 교차점이 최대인 $Cell$, 즉, $Cell_{(x,y)}^{max}$ 이 선회중심점을 포함하는 셀로 선택된다. Fig. 3은 임의의 $Cell$ 내에 교차점 수를 탐색하는 과정을 나타낸다.

2단계에서는 1단계에서 산출된 $Cell_{(i,j)}^{max}$ 내의 교차점에 대응하는 x 값에 대한 평균치 및 y 값의 평균치가 정박선의 최종적인 선회중심으로 결정된다. Fig. 4는 1단계 및 2단계에 걸친 선회중심 추정의 결과를 보여준다.

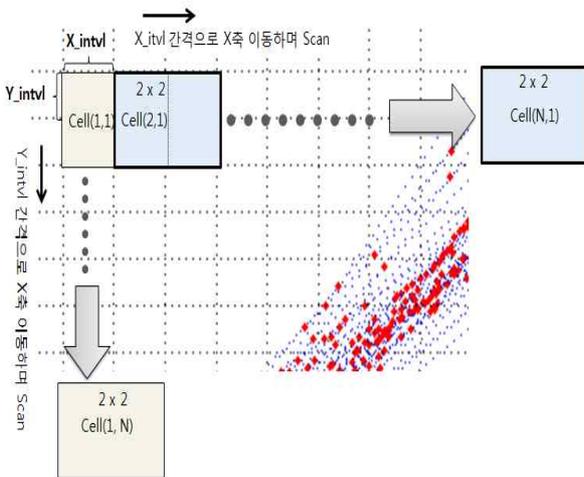


Fig. 3 Explanation of the 1st data scan for center of turning circle

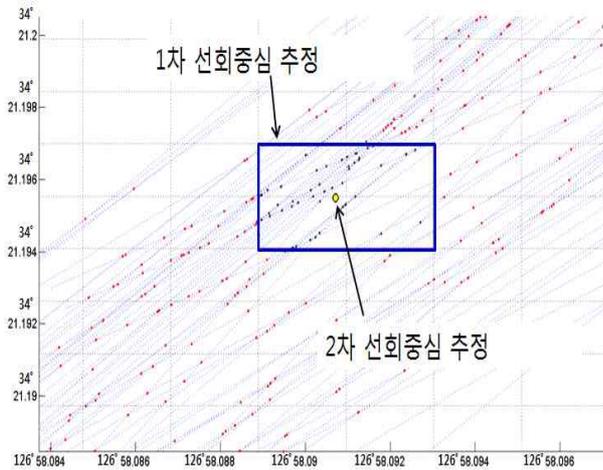


Fig. 4 Explanation of the 1st data scan for center of turning circle

4.3 주묘 판별에의 응용

제 4.1절에서 언급한 Jeong et al.(2009)의 연구결과를 따를 때, 경험적으로 주묘가 발생하는 시점은 외력이 주묘한게 이상으로 작용하여 앵커의 상크(Shank)부분이 들리기 시작하는 순간으로 알려져 있다. 즉, 아래 Fig. 5 에서 현수부(c-h) 길이는 최대이고, 과주부(a-c) 길이는 “0” 이다.

보통 외력의 영향이 적을 경우 정박선의 선회중심점 ‘(c)’는 해저에 깔린 앵커 체인의 영향으로 Fig. 5와 같이 투묘지점과는 다른 위치에 형성된다. 이 경우 선회중심은 선박위치와 미지의 투묘지점사이의 어딘가에 위치하게 된다.

선박으로부터 제공받은 앵커체인 산출정보를 이용할 경우 주묘여부 판별은 제 4.2 절에서 언급한 알고리즘에 따른 추정된 선회중심점을 기준으로 선회권을 결정할 수 있다. Fig. 5 에서 GPS안테나 위치와 선회중심간의 거리 c-p 는 선회반경이 된다. 실제적인 투묘위치는 정확하게 알 수 없기 때문에 선회중심점과 묘쇄산출량에 의하여 결정되는 선회반경(c-p)이 앵커체인 산출정보에 의한 최대선회반경(a-p)을 벗어날 경우 주묘로 판별한다. 그러나 정확한 최대선회반경은 정확한 투묘지

점을 중심으로 판별하여야 하므로 묘박한 해역의 수심정보, Fig. 5에서 나타난 선회중심과 묘쇄공 위치 사이의 체인이 수면과 이루는 각도 등을 고려해야 한다. Fig. 6은 추정된 선회중심을 가지고 주묘를 판별하는 흐름도를 나타낸다.

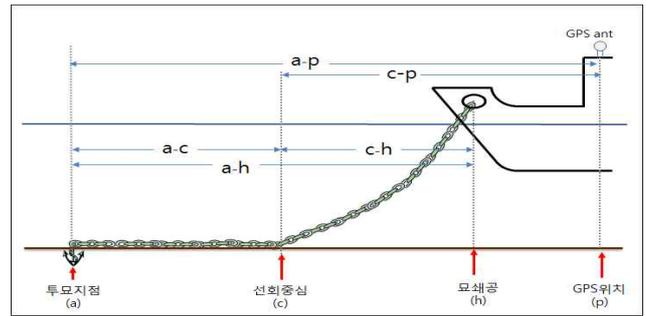


Fig. 5 Analysis of sea bottom of anchoring vessel

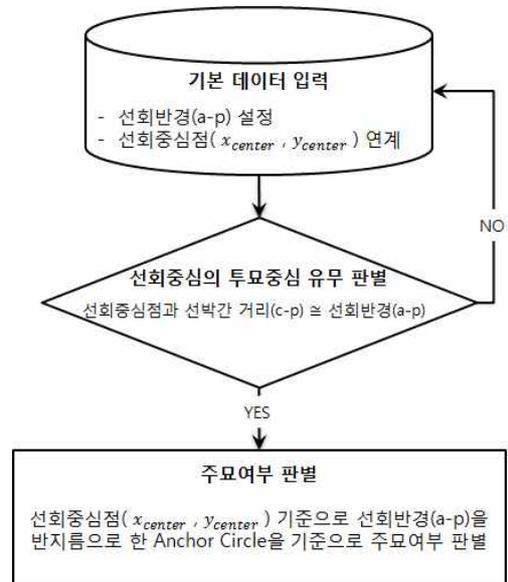


Fig. 6 Flow chart to judge anchor dragging

5. 선회중심 추정 알고리즘의 적용

5.1 분석 대상해역의 소개

본 논문에서 제안한 선회 중심추정 알고리즘의 유용성을 나타내기 위하여 우리나라 남해안에 위치한 완도항 정박수역에서 묘박 중인 선박을 대상으로 선박으로부터 실제 수집된 AIS 데이터를 가지고 제안된 알고리즘을 적용하였다. 제 1 긴급대피 정박구역은 2007년부터 신지도-생일도 간 1.3마일 해상에 지정되어 운영되고 있다. 대상해역은 주로 중·소형 선박의 정박지로 활용되고 있으며, 완도 VTS에서 관할하여 운영하고 있다. Fig. 7은 분석 대상해역을 포함한 주변지역 항세를 나타내고 있다. 제 1긴급대피 정박구역은 저질 및 수심이 양호하며, 북서에서 북동방향까지 육지에 차폐되어 외력의 영향이 적다. 그러므로 풍압력 및 표류력은 주변 육지의 영향을 받아 NE-NW방향이 그 외 방향의 외력보다 영향이 적다. 또

한 대상해역에 미치는 조류의 영향은 1노트 미만으로 조류에 의한 유압력은 미미하다. Table 2는 대상해역 제 1급대피 정박구역 세부항목이다(Im et al, 2007).



Fig. 7 WANDO emergency anchorage waterways

Table 2 The details of No.1 emergency anchorage

항목	제 1 급급 대피구역
수심	20~30m
해저저질	Msh, SSh
크기	2,300m x 1,852m

5.2 실험 1 - 주요되지 않는 경우

2012년 01월 15일, 정박수역에 정상적으로 투묘가 이루어진 정박선 A 및 B호를 대상으로 적용하였다. 해상기상은 풍랑주의보 상태였으며 풍향 서북서, 풍속은 약 14m/s이다. VTS에서 수집된 해당선박의 AIS 데이터와 265m의 가상 선수미션을 알고리즘에 적용하였다. A 선박은 총톤수 1,414톤, 선박길이 67m, 선폭 12m으로 화물선이며, B 선박은 예부선으로 예선은 총톤수 498톤, 길이 38m 선폭 9.5m이며, 부선 총톤수는 약 2,000톤이다. 선박에서 입수한 앵커체인을 길이를 토대로 산출한 최대선박선회반경(A 및 B선박 약 230m)을 투묘지점 산출한 최대선박선회반경(A 및 B선박 약 230m)을 투묘지점 판별 기준으로 적용하여 계산하였다. 두 선박에 대하여 제안 알고리즘을 적용한 결과, Fig. 8 및 Fig. 9 와 같은 선회중심이 추정되었다.

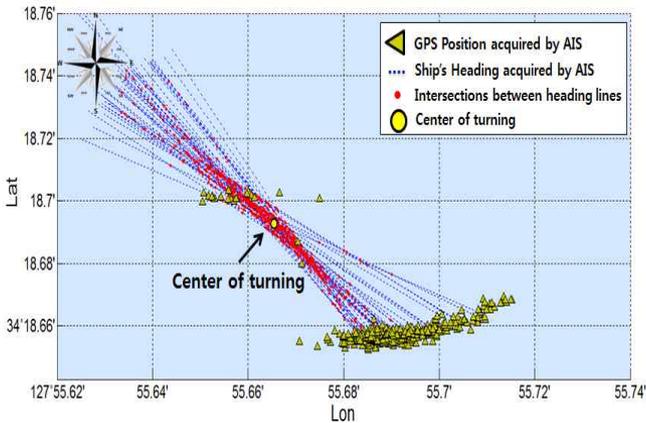


Fig. 8 The estimated center of turning circle for the anchored vessel, 'A'

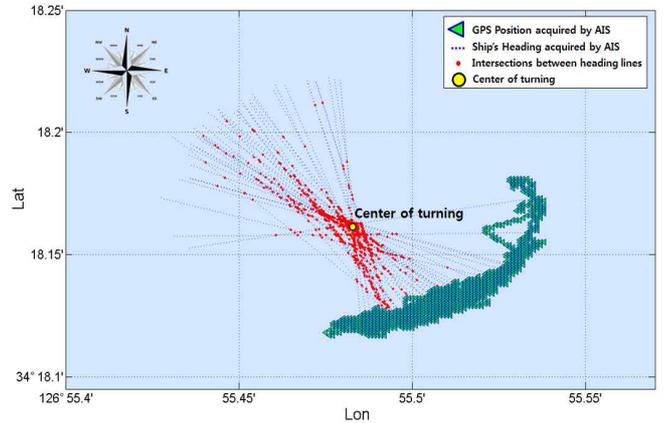


Fig. 9 The estimated center of turning circle for the anchored vessel, 'B'

분석결과 추정된 선회중심과 선박간 거리는 100~150m로 선회반경길이(230m)보다 적은 상황으로 주요는 발생하지 않는 것으로 나타났다. 즉 해저에 앵커체인이 펼쳐져 있다는 점을 고려하면 정박선의 선회중심은 투묘지점과 선박위치의 중간지점에 형성되는 것으로 판단된다.

5.3 실험 2 - 주요되는 경우

실험 2에서는 2012년 04월 03일 풍랑경보 발효 중에 대상 정박수역에서 주요 되었던 정박선 C 및 D 선박을 대상으로 제안된 알고리즘을 적용하였다. 당시 풍향은 서남서, 풍속은 21m/s 이상이였다. 당시의 외력하에서는 주변 섬 등 지형물이 바람을 차폐하지 못하는 가운데 파랑에 의한 표류력도 영향을 미쳤을 것으로 보인다. VTS에서 수집된 대상 선박의 AIS 데이터와 345m의 가상 선수미션을 알고리즘에 적용하였다. 선박에서 입수한 최대선박선회반경(C선박 250m, D선박 230m)을 투묘중심 판별 기준으로 적용하였다.

1) C선박 투묘상황도

C선박은 예부선으로 예선 총톤수 287톤, 길이 38m 선폭 9.5m이며, 부선 총톤수 2,242톤, 길이 76m, 선폭 25m이다. Fig. 10은 수집된 AIS 정보를 알고리즘에 적용한 결과이다.

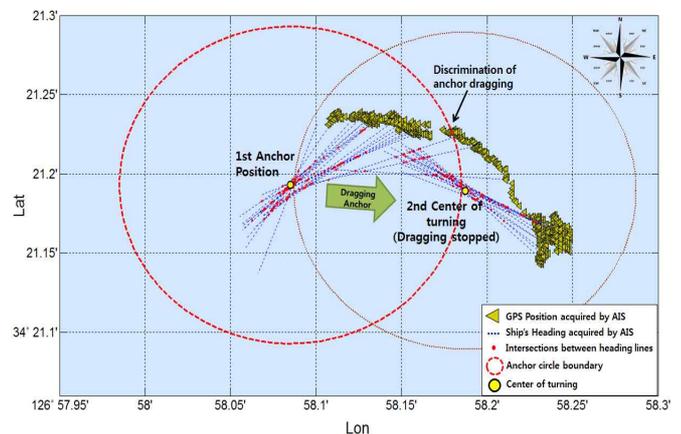


Fig. 10 The estimated center of turning circle for the anchored vessel, 'C'

분석결과 대상선박의 선회중심-선박간 길이가 선회반경 길이 250m에 근접하여 초기 묘박 투묘지점이 추정되었다. 추정된 중심점을 기준으로 묘박 선회권을 설정하였으며, 이후 외력에 의해 해당 선박이 선회권을 벗어나 주묘가 되었음을 확인하였다. 또한 초기 주묘 이후에, 선회중심은 두 번째 위치로 이동하여 주묘가 제진되었음을 알 수 있었다.

2) D선박 투묘상황도

D선박은 예부선으로 예선은 총톤수 498톤, 길이 38m 선폭 9.5m이며, 부선 총톤수는 약 2,000톤이다. Fig. 11은 AIS 위치 데이터를 좌표면상에 투영한 그림이다.

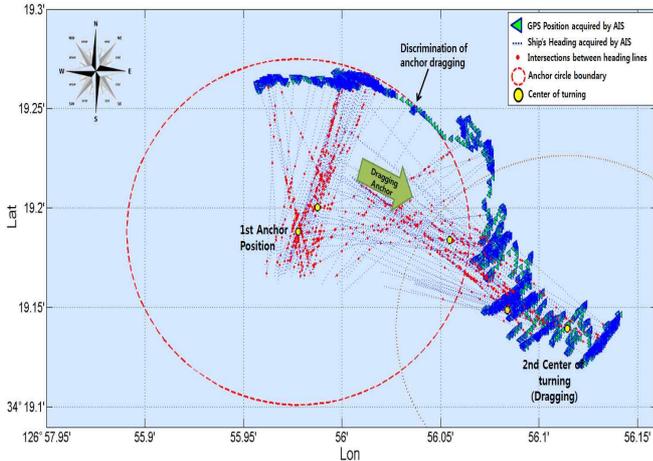


Fig. 11 The estimated center of turning circle for the anchored vessel, 'D'

분석결과 C선박과 마찬가지로 초기의 투묘지점과 선박간 길이가 선회반경 길이 230m에 근접하였고, 초기 투묘지점을 추정하였다. 추정된 선회 중심지점으로부터 앵커체인의 산출량을 고려하여 묘박 선회권을 설정하였으며, 그 이후 선박이 주묘가 되었음을 확인하였다. D선박의 경우 주묘 제진이 이루어지지 않고, 선회중심이 계속적으로 이동하는 것으로 나타났다.

6. 결 론

정박선이 묘박 중 앵커의 주묘여부에 대한 정확한 판단은 묘박선박의 안전성을 확보하기 위하여 중요한 일이다. 선박의 당직항해사는 묘박당직 중 수시로 선위를 확인하여 주묘 여부를 판단하고 있지만, 정박당직 소홀 등 항해사가 주묘를 인지하지 못 하는 경우가 발생할 수 있다. IMO의 VTS에 관한 지침에 따르면 선박의 묘박안정성을 위하여 필요한 VTS의 일반적인 제공서비스를 언급하고 있다. 우리나라의 지방해상교통관제센터에서는 각 지방마다 해역의 자연환경 및 통항선박의 특성을 고려하여 해상교통 서비스 제공의 관점에서 주묘여부에 대한 정보가 제공되고 있다.

이에 본 연구는 정박선 위치 및 선수미 방위각 정보를 활용하여 가상 선수미선간의 교차점을 산출하여, 교차점의 분포가

높게 나타나는 지점의 평균값을 정박선의 선회중심으로 추정하였다. 또한 추정된 선회중심과 선박으로부터 수집된 앵커체인 길이를 바탕으로, 실 해역 정박선에 대한 묘박 선회권을 설정하여 주묘여부를 분석하였다. 이는 VTS 및 정박당직을 수행하는 선박에서 투묘위치 파악을 소홀히 할 경우에 선박 주묘예방에 유용할 것이다.

그러나 AIS 데이터를 이용하므로 선회중심 추정을 위한 데이터 확보에 일정 시간이 소요되는 한계가 있다. 또한 정확한 선회중심에 기초한 주묘판별은 투묘지점의 참값을 알 수 없기 때문에 오차가 수반된다. 투묘지점 결정을 위한 해석적인 알고리즘과 주묘판별 기능의 구현은 향후 연구과제로 남는다.

후 기

“이 논문은 2013년 해양수산부 재원으로 한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 연구임(지능형 해양사고 예방 및 구난기술 개발)”

참 고 문 헌

[1] IMO, Res. A. 857(20)(1997), "Guidelines for Vessel Traffic Services"

[2] Im, N. G. et al.(2007), "A Study on Design of Emergency Anchorage at Adjacent Waters of Wan-do Port", Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 14, No. 1, pp. 65-69.

[3] Jung, C. H. and Kong, K. Y.(2009), "A Study on the Development of Anchoring Manual for T.S. HANBADA", Journal of the Korean Society of Marine Environment & Safety, Vol. 15, No. 1, pp. 49-55.

[4] Jung, C. H. et al.(2009), "Analysis on the Pattern of Dragging Anchor in Actual Ship", Journal of Navigation and Port Research, Vol. 33, No. 8, pp. 505-511.

[5] Korea Maritime and Port Administration(1993), The Basic Design of Port Facility, pp. 37.

[6] Mokpo Regional Maritime Affairs and Port Administration(2006), "The Operation Manual of WANDO Vessel Traffic Service"

원고접수일 : 2013년 3월 8일
 심사완료일 : 2013년 8월 23일
 원고채택일 : 2013년 8월 26일