

수심정보를 이용한 가항구역 결정 방안 연구

† 강동우 · 오세웅* · 정중식** · 심우성* · 김선영*

† ,*선박해양플랜트연구소, **목포해양대학교

요 약 : 전자 해도는 선박의 항해와 관련된 모든 해도 정보를 국제표준에 따라 제작된 전자적 해도로서, 전자 해도에 포함된 등심선은 선박의 가항구역 선정에 사용되어, ECDIS를 이용한 항로계획 업무에 사용되고 있다. 전자해도를 이용한 항로 계획은 안전 등심선, 위험지역과의 근접 정도, 항로표지 혹은 침선과의 근접 정도를 고려하여 계획하기 때문에 정밀한 항해계획이 어려운 경우가 있다. 효율적인 항해계획을 위해서는 가항구역을 정밀히 계산하여 항해할 수 있는 공간을 확보하는 방안이 있다. 현재 안전 등심선으로 경계를 잡고 있는 가항구역에는 수심의 정도를 일정 단위로 편수되어 있다. 등심선 간격은 5m 혹은 10m 등 비교적 큰 넓은 간격으로 구성되는데 이는 수평거리로 수 킬로미터의 차이를 보여, 협수로나 경사가 완만한 지역에서는 실 가능 항해구역과 가항구역의 격차가 현저한 경우가 있다. 본 연구에서는 이를 개선하기 위해 등심선보다 조밀한 수심 정보를 이용하는 방안에 대하여 연구하였다. 수심은 등심선보다 세밀한 지형정보가 들어있어, 등심선보다 정밀한 항해계획을 할 수 있다. 그러나 가항구역은 면으로 구성되는 반면에 수심은 점으로 구성되어 있어, 수심을 들로네 삼각망 알고리즘을 적용하여 면으로 구성하였다. 이를 이용하여 가항구역을 계산함으로써, 실 항해가능 구역과 가항구역의 격차를 최소화하는 방안을 마련하였다.

핵심용어 : 전자해도, 가항구역, 수심, 등심선, 안전수심

1. 서 론

전자해도는 안전한 항해 활동을 위해 국제수로기구(IHO, International Hydrographic Organization)에서 제정한 S-57[1]에 부록으로 첨부된 전자해도 생산규격에 따라 각국 수로국에서 간행한 전자적 형태의 해도를 뜻한다.

최근 전자해도를 이용하여 항해에 필요한 정보를 획득하고, 항해계획을 세우는 등 전자해도가 가지는 기능이 점차 활성화되고 있다. 특히 항해계획을 세우는데 필요한 정보는 안전수심과 전자해도의 등심선의 수심 정보를 비교하여 가항구역을 정하는데, 전자해도 정보 중 등심선만으로 가항구역을 정하게 되면 등심선의 특성 상 실제 가항구역과 등심선을 이용한 가항구역의 차이가 현저하게 발생할 수 있다.

본 논문에서는 이를 위하여, 전자해도의 수심정보를 이용하여 가항구역 결정하는 방안을 연구하였다. 2장에서는 수심과 등심선의 편수 규칙에 대해서 정리하고, 3장에서는 점으로 구성된 수심정보를 면으로 구성하는 방안에 대해서 정리하였다. 그리고 4장에서는 등심선과 수심을 이용한 가항구역을 구하고, 두 가항구역의 차이를 분석하였다. 마지막으로 5장은 본 연구의 향후 진행 방향과 보완점에 대해서 작성하였다.

2. 전자해도의 수심과 등심선의 편수

전자해도는 선박의 안전한 항해를 위하여, 실세계의 사물과 지형 등을 표현한 항해용 지도이다. 우리나라에서는 국립해양조사원에서 전자해도 편수 규칙에 따라 전자해도를 간행하고 있다[2,3].

2.1 등심선 편수 규칙

등심선을 편수하기 위해서는 일정한 바다의 깊이에 대한 경계선으로 해저의 지형을 알 수 있도록 하고, 대축척에서는 굴곡을 상세히 표시한다. 해상에서 표현하는 등심선은 항해 안전 상 같은 값의 수심의 외측에 표시하며, 해도에서 표시하는 표준 등심선은 0, 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 300, 400, 500, 1000, 2000, 3000, 4000, 5000m이며 이중 주로 사용하고 있는 등심선은 2, 5, 10, 20, 30, 50, 100, 200, 500 및 1000m 이다.

2.2 수심 편수 규칙

전자해도 수심은 삼각형 형태로 발췌하며, 발췌된 수심 내에서는 선택한 수심보다 낮은 수심이 존재하지 않도록 하는 내부 기준을 가진다. 수심의 삼각형의 형태는 주변 수심의 깊이에 따라 여러 가지 형태를 가지는데, 전자해도 수심은 해저지형을 표현할 수 있어야 하며, 특히 암초, 천소 등 위험 구역은 타 수심의 간격에 비하여 조밀하게 하고 경사가 완만한 곳은 비교적 넓게 발췌한다. 수심 간격의 조밀 정도는 그 해도의 항해상 중요한 지역 즉 해협, 수로, 항로, 정박지, 항내, 안벽 부근 등의

† 교신저자 : 정희원, dwkang@kriso.re.kr

지형 및 천소, 압압, 해저경사, 위험물 존재 구역 등에 대해 일정한 기준을 정하는 것은 어려우나 대략 Table 1을 따른다. 단, 이 표준은 1/25만 이상의 해도에 적용되며 천소 부근은 상황에 따라 보다 조밀하게하거나 평탄지역은 넓게 할 수 있으며, 국제해도의 경우에는 수심의 배열을 더 넓게 할 수 있다.

Table 1 Standard of Depth Compilation Distance on ENC

수 심 \ 종 별	A - a	A-b B-a	B-b
1m전후까지	10mm정도	20mm정도	30mm정도
20m "	20mm "	30mm "	40mm "
200m "	30mm "	40mm "	50mm "
200m이상	40mm "	50mm "	60mm "

3. 수심을 이용한 삼각망 구성

기존의 가항구역은 등심선을 기준으로 정하며, 면의 형태로 구성한다. 반면에 수심의 경우 점의 형태로 해도 내에 존재하여, 이를 가항구역을 정하는데 사용하기 위해서는 면으로 구성하는 것이 필요하다.

수심을 면의 정보로 구성하기 위해서는 수심 편수 규칙 중 삼각형으로 편수하는 규칙을 고려하여, 수심 정보를 삼각형으로 재구성할 수 있다. 점의 정보를 삼각형으로 만들기 위하여 연구에서는 들로네의 삼각망 알고리즘을 적용하였다[4].

들로네 삼각망 알고리즘은 임의의 점들을 이어서 삼각망을 구성하는데, 각 삼각형은 최대한 정삼각형에 가까운 삼각형으로 구성하고 각각의 삼각형의 외접원 내에는 삼각형에 포함된 3개의 점 이외의 다른 점이 포함하지 않는 성질을 가진 알고리즘이다.

Table 2. Example of Delaunay Triangulation Algorithm

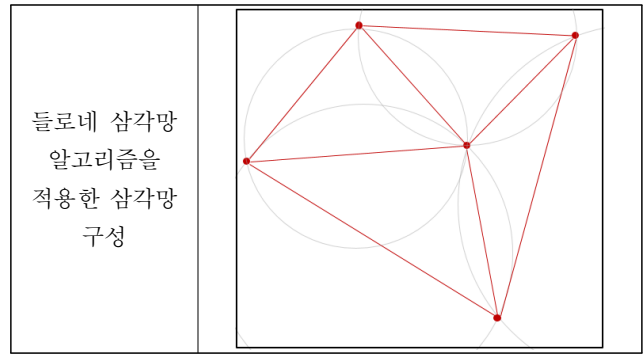
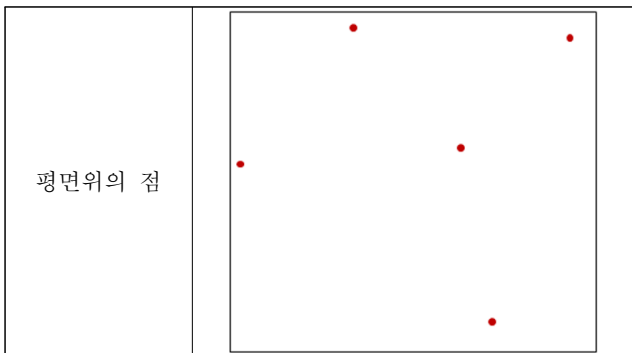


Table 2는 수심정보에 들로네 삼각망 알고리즘을 적용한 결과이다. 위의 그림은 임의의 점 5개의 위치를 그려놓은 것이며, 아래의 그림은 점들을 이용하여 만든 삼각형 중에 겹치지 않고, 가장 큰 각을 가지는 삼각형 4개를 구한 결과이다. 표 안의 그림 중 회색원은 각 삼각형의 외접원으로 각 원의 내부에는 해당 삼각형의 꼭지점 외에 다른 점은 포함하지 않는 것을 확인하였다.

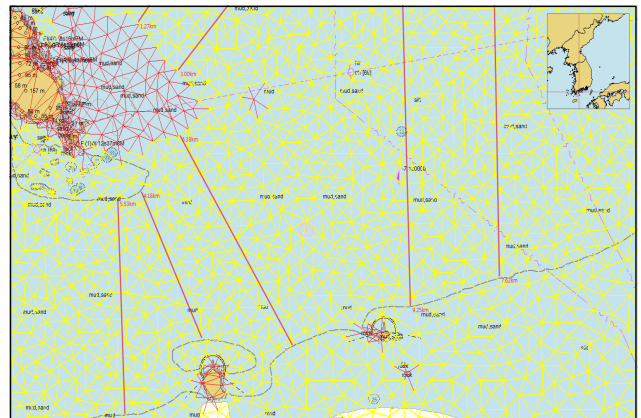


Fig. 1 Result of Triangulation applied Delaunay Triangulation Algorithm

Fig. 1에서 노란색 삼각지역은 가항구역으로 표시된 곳이다. 또한 붉은색 긴 줄은 등심선을 이용한 가항구역과 수심정보를 이용한 가항구역의 차이를 보여주는 선이며, 본 실험에서는 수평거리로 약 4~6km 가량의 차이를 보인다.

4. 가항구역 설정방법론 및 비교 결과

가항구역 설정은 선박마다 안전한 수심의 정도를 정하고 그 수심의 정도보다 깊은 지역만을 항해할 수 있도록 하여 정한다. 전자해도에서 등심선은 최소 수심 깊이와 최대 수심 깊이를 가 지는데, 최소 수심 깊이보다 깊은 경우 안전수심구역으로 분류한다[5]. 반면 수심의 경우 삼각망의 꼭지점의 깊이가 가장 알

은 꼭지점의 깊이를 삼각망 영역의 깊이로 정하고, 그 깊이가 안전 수심보다 깊은 경우 안전수심구역으로 정하였다.

인하였다.

Table 3. Calculate Safety Depth Area using Depth Contour and Water Depth

	계산식
등심선의 가항구역 계산	if(DRVAL2(Depth range value 2 : The maximum (deepest) value of a depth range) > Safety Depth(안전수심))
수심의 가항구역 계산	if(Minimum(Depth 1, Depth 2, Depth 3) > Safety Depth(안전수심))

Table 3.에 있는 수식을 대한민국 전자해도의 남해지역을 대상으로 에 적용하여, 수심 삼각망을 이용한 가항구역 결정과 등심선을 이용한 가항구역 결정 결과를 비교하였다.

Table 4. Safety Depth Area Comparison based on Depth Contour and Water Depth

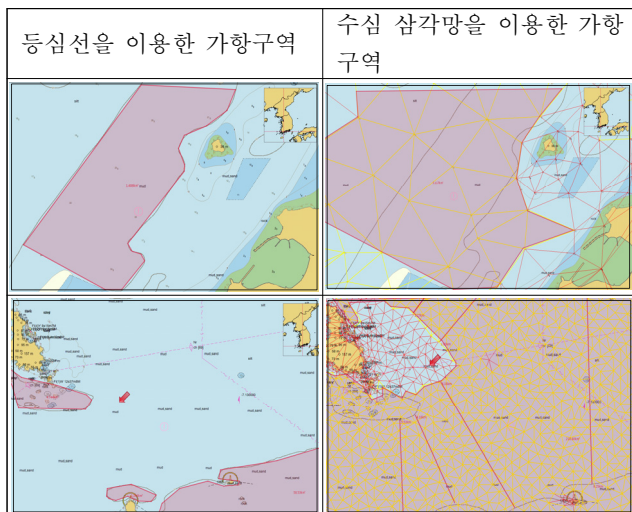


Table 4.는 안전수심 11m 로 설정하고 가항구역을 결정한 실험결과이다. 표 3.의 왼쪽은 등심선을 이용한 가항구역을 나타낸 것이며, 표의 오른쪽은 수심을 이용한 가항구역을 나타낸 것이다. 가항구역을 비교한 결과는 직선거리로 수백 미터에서 수 킬로미터까지 차이를 나타내었다. 본 연구에서 개발한 방법론을 극한 환경에서 진행한 실험에서는 등심선의 가항구역보다 수심 삼각망의 가항구역이 넓게 나타나는 경우도 있었으나, 대체적으로 수심을 이용한 가항구역이 넓게 나타나는 결과를 확

5. 결 론

본 논문에서는 항해에 효율을 증대할 수 있는 방안으로 수심을 이용하여 삼각망을 구축하고, 삼각망 형태의 가항구역 계산 방법을 연구하였다. 개발 방법론에 대한 실험 과정에서 등심선과 수심 삼각망을 함께 고려하여 가항구역을 결정할 수 있는 방안연구가 요구되었다.

본 연구의 안전성과 효율성이 보장된다면, 항로 계획 업무에 도움이 될 것으로, 이로 인한 항해 효율성과 경제성을 기대할 수 있을 것으로 판단된다.

Acknowledgements

본 연구는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 산업융합 원천기술개발사업(정보통신)의 일환으로 수행하였음. [10041790, 국제 해양 GIS 표준기술 기반 차세대 항행 정보지원 시스템 기술 개발]

참 고 문 헌

- [1] International Hydrographic Organization (2000), S-57 IHO TRANSPER STANDARD for DIGITAL HYDROGRAPHIC DATA. Edition 3.1.
- [2] 한국해양조사협회(2013), 해도제작기준
- [3] 한국해양조사협회(2013), 해도 품질 검사 기준
- [4] Dongwoo Kang, Assessment of ENC Sounding by Delaunay Triangulation method in aspect of fine compilation for safe navigation, International Symposium on Advanced Intelligent Systems (ISIS), 2014
- [5] International Hydrographic Organization(2014), IHO ECDIS PRESENTATION LIBRARY Edition 4.0