S-57 전자해도 기반 Costmap 생성 프레임워크 설계

고광인, 염민교*

차세대융합기술연구원

kwang4372@snu.ac.kr, *tomsmith850918@snu.ac.kr

Design of an S-57 Electronic Navigation Chart-Based Costmap Generation Framework

Ko Kwang In, Yeom Min Kyo*

Advanced Institute of Convergence Technology

요 약

본 논문은 자율운항선박의 안전한 항해를 위해서는 주변 해양 환경에 대한 구조적 정보와 항해 제약 조건을 포함하는 비용 지도 생성이 필수적이다. 본 연구는 국제수로기구(IHO)에서 정의한 S-57 전자해도 데이터를 분석하여 정적레이어와 동적레이어로 계층화하고, 이를 자율운항용 비용지도로 변환하는 프레임워크를 제안한다. 제안 방법은 해안선, 수심선, 항로, 항만 구조물 등의 정보를 정적 레이어로, 항로표지 및 실시간 AIS 정보를 동적 레이어로 구분하여 계층적 비용지도를 생성한다. 이를 통해 전자해도 기반의 표준화된 자율운항 환경지도를 구축하고, 다양한 센서 정보와 결합하여 향후 자율운항 시스템의 안전성과 효율성을 향상시킬 수 있다.

Ⅰ. 서 론

자율운항 선박이 해상 환경에서 효율적으로 운항하기 위해서는 주변 환경 정보를 이해하고 이를 경로 계획에 반영할 수 있는 능력이 필수적이다. 전자해도(ENC, Electronic Navigational Chart)는 환경 정보를 표준화된 형식으로 제공한다. S-57 표준은 ENC 객체를 국제적으로 통일된 형식으로 정의하며, 항해 안전과 정책 기반 운항을 위해 필요한 정보를 모두 포함하고 있다. 그러나 기존 전자해도는 자율운항 선박의 경로 계획에서 즉시 활용하기 어렵다. 따라서 본 연구는 S-57 데이터를 분석하고 이를 자율운항용 비용지도로 변환하는 프레임워크를 제안하고자 한다.

Ⅱ. 본론

S-57 전자해도의 객체는 시간에 따른 변화 특성과 활용 목적에 따라 정적(Static)과 준정적(Semi-static)으로 분류하였다. 본 연구에서는 최근 데이터에서 제시된 대표 8개 객체를 중심으로 비용지도 계층화를 수행하였다.

정적 레이어에는 항만 구조물 및 지형 정보를 포함하였다. 브릿지(Bridge Data)와 인공 구조물은 항로 상에서 물리적 장애물로 작용하며, 수역과 난파선 및 장애물 또한 회피해야 하는 영역으로 고려된다. 준정적 레이어에는 항로 표지와 수심 관련 정보를 포함하였다. 부표와 입표는 항행 안내 역할을 수행하며, 양방향 경로와 수심 데이터는 항로 계획 시 권장 영역과 회피 영역을 결정하는 중요한 기준으로 사용된다.

본 연구에서는 전자해도 기반 비용지도를 정적 레이어와 준정적 레이어로 나누어 구성하였다. 정적 레이어는 경로 계획에서 절대적으로 회피해야 하는 구역을 반영하며, 준정적 레이어는 정책적으로 안전하거나 권장되는 항로 영역을 우선적으로 선택할 수 있도록 가중치를 부여하였다. 이를 통해 자율운항 시스템이 전자해도 정보를 경로 탐색과 의사결정 과정에서 정량적으로 활용할 수 있도록 하였다. 정적 레이어의 객체인 브릿지, 인공 구조물, 수역, 난파선 및 장애물은 항해 불가능 지역으로 설정하여 높은 비용 값으로 매핑되었다. 이를 통해 경로 계획 알고리즘은 해당 구역을 경로 후보에서 제외할 수 있다. 준정적 레이어의 객체인 부표, 입표, 양방향 경로, 수심 데이터는 항행 권장 영역을 나타내며, 낮은 비용 값으로 매핑되어 경로 선택 시 우선순위를 높인다. 동시에 항로 외곽이나 상대적으로 위험한 구간은 중간 비용 값으로 설정하여 경로 탐색 시 선택 가능성을 제한한다. 이러한 매핑 전략을 통해 자율운항 선박은 안전성과 효율성을 모두 고려한 경로 계획을 수행할 수 있다.

Ⅲ. 결론

본 연구는 S-57 전자해도의 대표 객체 8개를 중심으로 정적과 준정적 특성에 따라 계층화하고, 이를 자율운항 선박용 비용지도로 변환하는 프레임워크를 제안하였다. 레이어별 비용 매핑 전략을 적용하여 전자해도 객체를 정량화함으로써 자율운항 경로 계획에서 직접 활용 가능하게 하였다. 본 연구의 방법은 자율운항 선박의 안전성과 항행 효율성을 향상시킬 수 있으며, 향후 연구에서는 S-100 기반의 동적 객체까지 통합하여 실시간 환경 변화를 반영하는 비용지도 생성으로 확장할 계획이다.

ACKNOWLEDGMENT

This research was supported by Korea Institute of Marine Science & Technology Promotion(KIMST) funded by the Ministry of Oceans and Fisheries(20220531).

참 고 문 헌

[1] International Hydrographic Organization (IHO). "Transfer Standard for Digital Hydrographic Data (S-57, Edition 3.1)," IHO Publication S-57, Monaco, 2000.