

전자해도 수심 밀집도 개선에 관한 연구

† 오세웅 · 박종민* · 서상현* · 이문진* · 전태병*

†, * 한국해양연구원 해양시스템안전연구소, 해양안전·방재기술연구부

A Study on improvement of sounding density of ENC's

† Se-Woong Oh · Jong-Min Park* · Sang-Hyun Suh* · Moon-Jin Lee* · Tae-Byung Jeon*

*Maritime & Ocean Engineering Research Institute, Korea Ocean Research & Development Institute,
Daejeon 305-343, Korea

요 약 : 전자해도는 종이해도 간행을 위한 수치해도 기반으로 편집되며, 그리드 형식의 격자형 체계로 간행되고 있다. 이에 따라 전자해도에 포함되는 수심정보의 밀집도가 일관적이지 못하여 이에 대한 개선이 요구되었다. 본 연구에서는 위성영상 분류기법 중 K-Means 클러스터링 기법과 ISODATA 클러스터링 기법을 검토 하였으며, 이를 전자해도 수심정보에 맞게 수정 및 적용 하였다. 개발결과는 전자해도 로딩 부분, 수심 밀집도 개선 부분, 전자해도 쓰기 부분으로 구성되며, 알고리즘 적용 결과에 따라 수심 밀집도 개선된 결과를 확인할 수 있었다.

핵심용어 : 전자해도, 수심정보, 군집화, 밀집도, 품질

ABSTRACT : ENC's is edited based on the numerical charts for publishing paper charts and serviced in forms of grid styles. For this reason, the density of sounding information of ENC's is not consistent and was required for improvement. In this study, K-Means, ISODATA clustering algorithm as classification methods for satellite image was reviewed and adopted to case study. The developed results include loading module of ENC data, improvement algorithm of sounding information, writing module of ENC data. According to the results of algorithm, we could confirm the improved result.

KEY WORDS : ENC, Sounding, Clustering, Density, Quality

1. 서 론

각국 수로국은 해상안전정보 인프라 구축을 위해 자국 영해의 전자해도를 간행 및 서비스를 하고 있으며, 이를 이용하여 ECDIS 뿐만 아니라 다양한 응용시스템 및 서비스에 활용하고 있다. 우리나라는 2001년도부터 전 연안의 전자해도를 완전 개발하여 서비스 하고 있으며, 그동안 품질 개선을 위해 노력하고 있다. 특히 인접하는 전자해도 셀 간의 해안선, 등심선 등의 축척에 영향을 받는 정보의 품질을 개선하기 위해 전자해도 격자 체계를 그리드로 변경함에 따라 격자 셀에 해당되는 축척이 다소 상이한 수치해도를 편집하여 전자해도를 간행하게 되었으며, 이에 따라 수심정보의 밀집도가 비 균일하게 되었다. 한편, 국제수로기구는 수로분야의 표준화된 정보체계 구축을 위해 수로분야 범용 데이터모델인 S-100 표준을 개발 및 적용하고 있으며, 이에 따라 차세대 전자해도 표준인 S-101 표준을 개발 중에 있다. S-101 표준은 축척독립(Scale Independent) 피쳐, 축척종속(Scale Dependent) 피쳐 개념을 도입하여, 축척에 상관없는 수로정보의 효율적 관리 및 요약 표현에 관한 연구가

필요할 것으로 사료된다. 본 연구에서는 전자해도 수심 밀집도 개선과 축척 독립 피쳐 정보의 효율적 표현을 위한 방안을 검토하고 전자해도에 적용하였다.

2. 전자해도 및 수심정보

국제수로기구는 차세대 전자해도 표준으로 S-101을 개발 중에 있으며, ECDIS에서 동일 정보 중복 로딩 방지 및 효율적인 관리를 위해 축척 독립(Scale Independent), 축척 종속(Scale Dependent) 개념을 그림과 같이 도입 하였다.

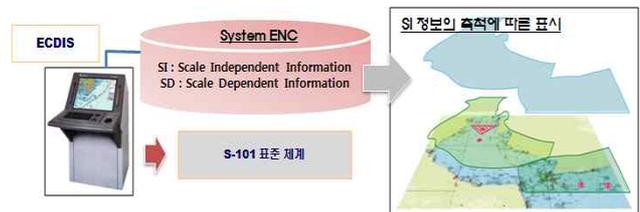


Fig. 1 Concept of SI/SD ENCs

한편, 전자해도는 S-57 표준에 따라 항해안전에 관한 정보가 벡터 데이터로 기록되며 부호화(Encapsulation) 방식은 ISO/IEC 8211을 따르고 있다. 수심정보는 SOUNDG로 표기하며, 주요 속성 정보로서 수심 위치특성을 나타내는 EXPSON, 수심 측정값 품질인 QUASOU, 수심정보의 시간적 특성인 STATUS로 포함된다. 현재의 전자해도 제작 체계는 그림 2와 같이 격자형 체계로서 관련 수치해도정보를 이용하여 전자해도를 편집 하였다.

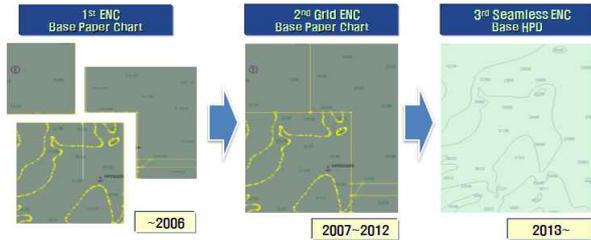


Fig. 2 Production system of Korean ENCs

이에 따라 전자해도 수심정보 분포는 그림 3과 같이 밀집도가 비 균일한 특징을 가지고 있다.

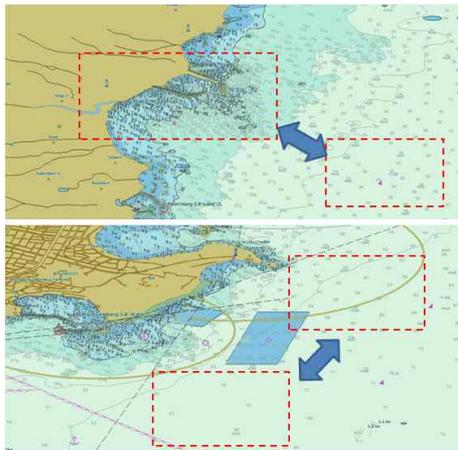


Fig. 3 Pattern of Sounding Information of ENC

3. 축척 독립정보 클러스터링 기법 검토

위성영상 분류기법 중 무감독 분류법이 있으며, K-Means 법과 ISODATA 법이 이에 해당한다. 다음과 같이 2차원 공간에 점이 분산되어 있다고 가정한다.

$$\{X_i, i = 1, 2, \dots, N\}, X_i = [x_1^{(i)}, \dots, x_n^{(i)}]^T$$

K-Means 알고리즘의 경우 클러스터 갯수 k 를 설정하고, 임의로 초기 클러스터 중심점을 구한다.

$$M_1^{(0)}, M_2^{(0)}, \dots, M_k^{(0)}, l = 0$$

각 샘플과 클러스터 중심 간에 거리에 따라 각 샘플을 클러스터 중심으로 포함 시킨다.

$$X \sim w_j, \text{ if } D_L(X, M_j^{(l)}) = \min \{D_L(X, M_i^{(l)}), i = 1, \dots, k\}$$

여기서, w_j 는 중심점이 l 번째 단계에서 $M_j^{(l)}$ 인 샘플의 i 번째 클러스터를 말한다.

다음으로, 다시 클러스터 중심점을 $M_j^{(l+1)}$ 로 업데이트 한다.

$$M_j^{(l+1)} = \frac{1}{N_j} \sum_{X \sim w_j} X, (j = 1, \dots, k)$$

$N_j^{(l)}$ 은 l 번째 단계에서 $w_j^{(l)}$ 그룹의 샘플 개수이다.

$$\sum_{j=1}^k N_j^{(l)} = N, w_j \text{ 그룹의 모든 점에서 신규 중심점까지 거리의}$$

합을 최소화 하도록 반복한다.

$$\sum_{X \sim w_j^{(l)}} D_L(X, M_j^{(l+1)}) \rightarrow \min, (j = 1, \dots, k)$$

계산 값이 하나의 값으로 수렴할 경우 알고리즘을 종료한다.

$$M_j^{(l+1)} = M_j^{(l)}, (j = 1, \dots, k)$$

K-Means 기법은 그룹의 개수인 k 에 랜덤값을 반영하고, 그 값이 클러스터링 결과에 많은 영향을 줄 수 있는 단점이 있다.

한편 ISODATA 기법은 분할과 통합을 통해 클러스터 개수가 자동으로 조정되는 기법으로, 다음의 변수가 요구된다.

- K : 클러스터 개수, I : 알고리즘 반복 횟수
- P : 통합 시 허용되는 최대 요소 갯수
- Θ_N : 클러스터 최소 요소 개수
- Θ_S : 분할을 위한 표준편차 지정값
- Θ_C : 통합을 위한 표준편차 지정값

데이터셋 $\{X_i, i = 1, 2, \dots, N\}$ 으로부터 임의의 클러스터 개수 k 와 M_1, M_2, \dots, M_k 를 지정한다. 각 N 샘플에 가장 근접한 중심점을 위치시킨다.

$$X \sim w_j, \text{ if } D_L(X, M_j) = \min \{D_L(X, M_i), i = 1, \dots, k\}$$

만약 클러스터에 포함되는 요소의 수가 Θ_N 보다 작을 경우 if, $N_j < \Theta_N$, 해당 클러스터 w_j 는 삭제하며 $k \leftarrow k - 1$ 로 한다. 다음으로 각 클러스터의 중심점을 다음과 같이 조정한다.

$$M_j = \frac{1}{N_j} \sum_{X \sim w_j} X, (j = 1, \dots, k)$$

각 클러스터 w_j 의 중심점과 각 요소 간의 평균 거리 D_j 를 계산한다.

$$D_j = \frac{1}{N_j} \sum_{X \sim w_j} D_L(X, M_j), (j = 1, \dots, k)$$

또한, 전체 거리의 평균값을 구한다.

$$D = \frac{1}{N} \sum_{j=1}^k N_j D_j$$

만약 $k \leq K/2$ 이면 클러스터 수가 너무 적기 때문에 분할작업을 반복하고, $k > 2K$ 이면 클러스터 수가 많기 때문에 통합작업을 반복하게 된다. 클러스터 분할과 관련하여, 다음과 같이 표준편차를 계산한다.

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{1}{N_j} \sum_{x \in w_j} (x_i - M_j)^2}, \quad (i = 1, \dots, n, j = 1, \dots, k)$$

여기서, M_j 는 클러스터의 중심점이고, σ_j 는 j 번째 클러스터의 표준편차이며, N_j 는 클러스터 w_j 의 요소 개수이다.

각 클러스터 w_j 에서 가장 큰 표준편차 σ_j^{\max} 를 구한다.

만약 σ_j^{\max} , ($j = 1, \dots, k$)가 다음을 만족한다면,

$$- \sigma_j^{\max} > \theta_S, D_j > D, N_j > 2\theta_N$$

클러스터 중심점 M_j 에 해당 σ_j^{\max} 를 이용한 $\pm \delta$ 를 적용하여 M_j^+ 와 M_j^- 로 분할하며, δ 는 $\alpha \sigma_j^{\max}$ ($\alpha > 0$)로 계산한다. 이때, 클러스터 개수를 나타내는 k 는 $k \leftarrow k + 1$ 로 조정한다.

알고리즘 종료 조건은 실험자가 설정한 반복 횟수에 도달하면 종료하도록 설정한다.

4. 알고리즘 적용 결과

본 연구에서는 위성영상 분할기법인 ISODATA 알고리즘을 이용하여 전자해도 수심정보의 클러스터링을 시도하였고, 이를 통해 전자해도에 비균일하게 분포되어 있는 수심정보의 밀집도 개선 결과를 검토하였다. 알고리즘 수행 과정은 그림과 같이 진행되었다.

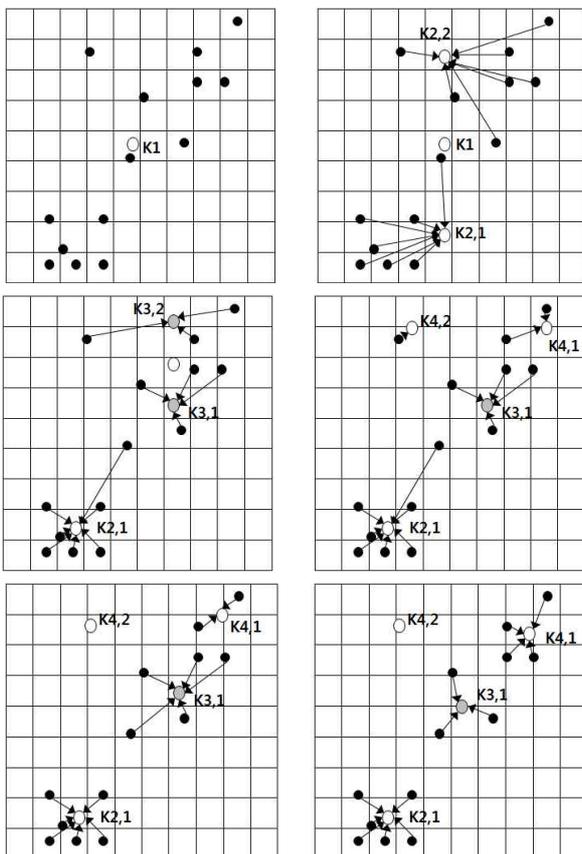


Fig. 4 Clustering by ISODATA

ISODATA 알고리즘을 통해 전자해도 수심 정보의 균집화를 수행하였으며, 다음 단계로 각 균집의 대표 점정보를 추출하는 단계이다. 추출하는 방법으로, 주위 점에 비해 보다 높은 밀집도를 가지는 점을 선택하는 방법(Mode), X축과 Y축 기준 평균값을 취하는 방법(Mean), X축 기준 중심점과 Y축 기준 중심점의 교점을 취하는 방법(Median), 그리고 마지막으로 평균값(Mean)에서 가장 근접점을 취하는 방법(Closest to mena) 4가지 방법이 있다. 본 연구에서는 기존 연구에서 가장 대표성이 높다고 분석된 평균값에 대한 근접점 방법을 채택하였다.

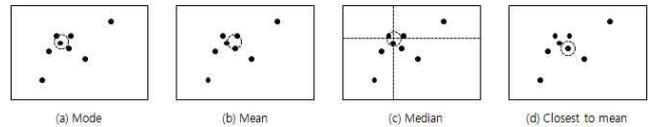


Fig. 5 The most representative point of a point class cluster

위 알고리즘을 통해 비균일하게 분포되어 있는 전자해도 수심정보의 밀집도 개선 결과를 확인할 수 있었으나, 전자해도 수심정보의 경우 육상지역에 근접할수록 수심 밀집도가 높으며, 육상에 멀어질수록 수심 밀집도가 낮은 경향을 반영하여 해도에 적합한 수심 밀집도 조정 방법이 개발되어야 할 것으로 사료된다.

5. 결 론

전자해도는 제작 체계 특성 상 종이해도 간행을 위한 수치해도를 기반으로 제작되며, 격자형 전자해도 제작을 통해 수심정보의 밀집도가 비균일하게 되는 특징이 있다. 본 연구에서는 전자해도 수심정보 밀집도 개선을 위해 위성영상 분할기법인 ISODATA를 이용하여 수심정보 밀집도 개선 알고리즘을 개발하였으며, 전자해도에 적용하여 그 결과를 검토 하였다. 향후 연구 내용으로 전자해도에 포함되는 수심정보는 육상과 근접할수록 밀집도가 높으며, 멀수록 낮아지는 경향이 있으므로 이를 반영한 개선된 알고리즘 개발을 수행할 예정이다.

후 기

본 논문은 한국해양연구원에서 수행중인 “2011년도 전자해도 표준 및 기술 연구용역(PGS2370)”, “해양안전정보시스템 국제협력방안 연구(PMS2110)”의 지원으로 수행 되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] Zhilin Li(2007), Algorithmic Foundation of Multi-Scale Spatial Representation, CRC Press, pp. 75-80.
- [2] 유근배(1998), 점패턴분석을 이용한 수치지형도의 점상일반화, Journal of GIS Association of Korea, Vol. 6, No. 1, pp 11-23.