

전자해도 SCAMIN 속성 개선방안 연구

박종민^{1*} · 오세웅¹

A Study on Improvement of SCAMIN Attribute of ENC's

Jong-Min PARK^{1*} · Se-Woong OH¹

요 약

국제해사기구(IMO)에서는 전자해도표시시스템(ECDIS)을 강제탑재 장비로 간주하는 SOLAS 수장안을 채택하였으며, 해상교통 안전과 환경보호를 위해 E-Navigation 전략에서 ECDIS를 핵심 장비로 고려하는 등, ECDIS에 탑재되는 전자해도는 항해 업무에 필수적인 정보 인프라가 되었다. 전자해도는 해도를 전자화한 전자 지도로서 해도의 모든 정보를 포함하고 있으나, 항해장비의 화면 축척이 해도의 기본 축척보다 소축척일 경우 해도 정보의 겹침 현상이 발생하여 정보 관독성이 떨어지는 문제점이 있다. 이에 본 연구에서는 전자해도 SCAMIN(Minimum Scale) 속성값 적용에 대한 국내외 현황 및 국제기준을 분석하고, 이를 기반으로 SCAMIN 속성 개선방안과 수심값 그룹핑을 통한 SCAMIN 속성값 재설정 방법을 제안 하였다.

주요어 : 전자해도, 최소축척, 국제수로기구, 수로데이터 전송표준, 전자해도표시시스템

ABSTRACT

IMO adopt the revision of SOLAS convention on requirement systems for ECDIS and considered an ECDIS as the major system for E-Navigation strategy on marine transportation safety and marine environment protection. ENC(Electronic Navigational Chart) as base map of ECDIS is considered as a principal information infrastructure that is essential for navigation tasks. Though ECDIS has many advantages, it's almost impossible for the mariner to recognize the displayed information because of intense display of objects so called the clutter. In this paper, the current status and international standards on SCAMIN((Minimum Scale) attribute have been investigated. Also improvement of SCAMIN attribute of ENC's and grouping method for the sounding values was proposed.

KEYWORDS : ENC, SCAMIN, IHO, S-57, ECDIS

2009년 11월 11일 접수 Received on November 11, 2009 / 2009년 12월 24일 수정 Revised on December 24, 2009 / 2009년 12월 28일 심사완료 Accepted on December 28, 2009

1 한국해양연구원 해양안전방제기술연구부 Marine Safety & Pollution Research Dept. Korea Ocean Research & Development Institute

* 연락처 E-mail: pjim@moeri.re.kr

서론

국제해사기구(IMO, International Maritime Organization)에서는 그동안 권고 장비였던 전자해도표시시스템(ECDIS, Electronic Chart Display Information System)을 강제탑재 장비로 인정하는 SOLAS(Safety of Life at Sea) 수정안을 채택하였다. 이에 2012년부터 2018년까지 선박의 종류에 따라 단계적으로 적용할 예정이다. 한편, 해상교통안전과 환경보호를 위해 영국과 일본 등 해상교통 분야 선진국을 중심으로 해상통신 네트워크와 해상교통안전 정보 통합이라는 핵심 개념으로 E-Navigation 전략을 추진하고 있다. E-Navigation 전략은 새로운 시스템 혹은 장비의 개발이 아닌 기존 시스템과 정보를 통합하는 단일창(Single Windows) 개념을 강조하고 있으며, 여기에서 ECDIS를 핵심 시스템으로 간주하고 있다. ECDIS는 전자해도의 GIS정보와 GPS/DGPS의 측위정보 그리고 레이더, 속력계 등을 이용하여 위험경고, 항로계획, 항적기록, 항로감시, 항해정보를 수행하는 장비이다. 여기서 전자해도란 ECDIS에서 사용하기 위해 종이 해도상에 나타나는 해안선, 등심선, 수심, 항로표지(등대, 등부표), 위험물, 항로 등 선박의 항해와 관련된 모든 해도정보를 국제수로기구의 표준규격(S-57)에 따라 제작된 디지털해도를 말한다. ECDIS를 운용하기 위해서는 GIS 정보인 전자해도의 제작구역 확장과 품질 개선이 필수적이라고 할 수 있다(IHO S-57, 2000).

우리나라 전자해도 담당기관인 국립해양조사원은 1995년부터 1999년까지 우리나라 전 연안의 전자해도 개발을 완료하여 2000년 7월부터 공급하고 있으며 최신의 항해안전정보 유지를 위해 매년 신·개정판 전자해도를 제작하여 현재 335cell 을 유지 관리하고 있다. 특히 그동안 전자해도를 종이해도와 동일한 격자체계로 개발하여 동일 축척의 항해목적에 인접 해도 간에 등심선, 해안선 등의 라인 오

브젝트가 불일치하고 수심 등의 포인트 오브젝트 밀집도가 상이 하는 등 품질에 문제점이 있었다. 그러나 2006년에 국제기준의 항해목적별 기준축척에 따라 해도를 재분류하고 인접해도간의 품질을 개선한 격자형 전자해도를 제작하여, 우리나라 전자해도의 품질을 크게 개선시킨 바 있다(국립해양조사원, 2007).

전자해도는 국제수로기구(IHO)의 수로데이터 전송표준인 S-57의 부록 전자해도 제작 사양에 따라 제작되며 전자해도 공급센터인 지역공급센터(RENC, regional ENC Co-ordination Centre)를 통해 서비스되고 있다. 전자해도 제작 사양은 전자해도 제작 시 참조할 수 있는 데이터 모델, 파일 구조, 객체 사전이 포함되어 있으나, 국제 기준에서 정한 표준방법이 각국 수로국별 혹은 해역별 사례가 다양하기 때문에 적합하지 않거나 무시되는 경향이 빈번히 발생되었다.

특히, ECDIS 화면에 객체 표현 시 사용되는 객체의 최소 축척 값인 SCAMIN의 경우 해도에 포함된 객체의 종류와 수량에 따라 상이한 결과를 나타낸다. 과거 국제해사기구에서 비교적 단순한 SCAMIN 모델을 제안 하였던 바 각국 수로국에서는 고유의 SCAMIN 모델을 채택하여 사용하였다. 결과로 각 수로국에서 개발한 전자해도마다 상이한 SCAMIN 모델로 인해 ECDIS 화면상에 객체의 화면 표현이 일관적이지 못하였다.

우리나라에서도 캐나다 수로국의 모델을 도입하였고, 격자형 전자해도 제작과 함께 국제해사기구에서 제안한 기준축척과 SCAMIN 모델을 채택하였으나 여전히 전자해도 객체의 겹침 현상과 일부 축척에서의 화면 가독성 저하가 발생되고 있다. 그동안 국제수로기구에서 개선된 SCAMIN 모델을 제안하였고 지속적으로 발전시키고 있어 이를 고려한 SCAMIN 모델이 필요한 실정이다.

이에 본 연구에서는 국내의 전자해도 SCAMIN 속성 적용 현황 및 문제점을 분석 하고, 국제

수로기구 기술위원회에서 지속적으로 수정 개선하고 있는 최신 SCAMIN 모델의 기본축척 이용방법, 객체별 단계적용 방법에 대해 분석하였다. 이를 토대로 우리나라의 SCAMIN 속성 적용에 관한 개선 방안을 제시 하였고, 특히 전자해도 객체 중첩 현상의 주요인이 되고 있는 전자해도 수심 정보 처리 방안에 대해 제안 하였다.

이론적 고찰

1. 격자형 전자해도 이전 SCAMIN 속성 값 적용 방법

본 방법은 격자형 전자해도 체계 이전에 적용되었던 SCAMIN 적용방법으로, 표 1과 같

이 오브젝트 클래스의 중요도에 따라 factor를 달리하는 방식을 채택하였다. factor에 따라 해당 오브젝트의 SCAMIN 값은 다음의 식으로 결정된다(NDI, 1998).

$$SCAMIN = \frac{CSCL \text{ of } ENC}{2} \times Factor \quad (1)$$

* CSCL : Compilation

본 식에서 2로 나누는 것은 ECDIS에서 전자해도를 이용하는 최대 축척을 종이해도의 2배, 예를 들어 제작축척이 1:10,000이라면 1:5,000부터 전자해도가 사용 가능하다고 보는 것이다. 그래서 기본 제작축척을 2로 나누는 축척에서부터 factor를 곱셈하여 각 오브젝트에 할당하고 있다. 본 방식의 장점은 각 해도가 가지고 있는 제작 축척을 기준으로 일정한 규칙에

TABLE 1. 전자해도 객체별 SCAMIN Factor 값 구분(국립해양조사원, 2005)

Skin of the Earth Objects -GROUP 1
DEPARE (A), DRGARE, FLODOC, HULKES, LNDARE, PONTON, UNSARE
Meta and Collection Objects
M_ACCY, M_COVR, M_CSCL, M_NPUB, M_NSYS, M_QUAL, M_SDAT, M_SREL, M_VDAT, C_AGGR, C_ASSO
S-52 Displaybase Objects
CANALS, CBLOHD, COALNE, CONVYR, DOCARE, DWRTPT, GATCON, ICEARE, ISTZNE LITFLT, LITVES, LOCMAG, LOGPON, MAGVAR, MORFAC, OBSTRN, OFSPLF, OILBAR, PILPNT, PIPOLD, PRCARE, PYLONS, RCRTCL, RCTLPT, RDOCAL, SLCONS, TSELNE, TSEZNE, TSSBND, TSSCRS, TSSLPT, TSSRON, TWRTPT, BRIDGE(항해가능지역), CAUSWY, DWRTCL, LOKBSN
S-52 Displaybase Objects (Buoy 관련)
BCNLAT, BCNSPP, BOYCAR, BOYINB, BOYISD, BOYLAT, BOYSAW, BOYSPP, BCNCAR, BCNISD, BCNSAW
(SCAMIN Factor 2 Objects)
DISMAR, DRYDOC, BERTHS, BUISGL, CHPNT, CRANES, CURENT, DAYMAR, DYKCON, FOGSIG, FORSTC, GRIDRN, HRBFAC, LAKARE, LNRDGN, PRDARE, RADSTA, RDOSTA, RIVERS, SEAARE, SILTNK, SLOGRD, SLOTOP, SMCFAC, SNDWAV, T_HMON, T_NHMN, T_TIMS, TS_FEB, TS_PAD, TS_PNH, TS_PRH, TS_TIS, WEDKLP, BRIDGE(항해 불가능지역), CANBNK, CUSZNE, FRPARE, LAKSHR, RIVBNK, SPRING, TIDEWY, VEGATN, CTRPNT
(SCAMIN Factor 3 Objects)
AIRARE, DAMCON, FSHFAC, MARCUL, RADRFL, RAPIDS, RSCSTA, RUNWAY, SISTAT, SISTAW, TUNNEL, WATFAL, WATTUR, CGUSTA, ROADWY, RAILWY, SQUARE, SOUNDG
(SCAMIN Factor 4 Objects)
ACHARE, ACHBRT, CBLARE, CBLSUB, CTNARE, DMPGRD, FERYRT, RBARE, LIGHTS, LNDMRK, OSPARE, PIPARE, PIPSOL, RTPBCN, SPLARE, SWPARE, TOPMAR, CTSARE, FNCLNE, LNDELV, RADRNG, RADLNE, RETRFL
(SCAMIN Factor 5 & 7 Objects)
BUAARE, CONZNE, FSHZNE, MIPARE, PILBOP, RESARE, TESARE, UWTRC, WRECKS, COSARE, FSHGRD, SUBTLN, DEPARE (L), DEPCNT, FAIRWY, NAVLNE, SBDARE, STSLNE, ADMARE, EXEZNE, RECTRC

의한 SCAMIN 지정이 가능하다. 기본 원칙은 다음과 같다.

- S-57의 그룹 1로 지정된 오브젝트에는 SCAMIN 값을 지정하지 않는다.
- S-52에 “Display Base”로 정의된 오브젝트에는 SCAMIN 값을 지정하지 않는다.
- S-57의 Meta 오브젝트에는 SCAMIN 값을 지정하지 않는다.

2. 현행 전자해도 SCAMIN 속성값 적용 방법

2006년부터 3년간 수행된 격자형 전자해도 개발을 통해 335 cell이 제작되었다. 이 때 표 2와 같이 국제적으로 권고하는 제작 축척과 국내 해도 자료를 비교하여 축척 범위를 조정하고 각 격자 간격을 설정하였다. 총도(Overview)의 경우 8도의 셀 간격, 1:1,500,000 이하의 축척 범위, 1:3,500,000과 1:1,500,000의 기준 축척을 설정하고, 일반용(General) 전자해도는 4도의 셀 간격, 1:350,000~1:1,499,999의 축척 범위, 1:700,000의 기준 축척을 설정하였다. 연근해용(Coastal) 전자해도는 1도의 셀 간격, 1:90,000~1:349,999의 축척 범위, 1:250,000의 기준 축척을 설정하고, 연안접근용(Approach) 전자해도는 30분의 셀 간

격, 1:30,000~1:89,999의 축척 범위, 1:75,000의 기준 축척을 설정하였다. 마지막으로 항만용(Harbor) 전자해도는 15분의 셀 간격, 1:3,000~1:29,999의 축척 범위, 1:25,000, 1:20,000, 1:10,000, 1:5,000의 기준 축척을 설정하였다.

위 설정한 기준 축척을 토대로 국제표준기구에서 권고하는 SCAMIN 속성 값 설정방법에 따라 SCAMIN 모델을 개발하였다. 본 SCAMIN 속성 값 설정 방법은 SCAMIN 제외 오브젝트, 중요한 오브젝트, 일반 오브젝트의 3가지로 구분하였다. 즉, 지구 표면에 해당하는 오브젝트, 메타정보 오브젝트, S-52 표현 기반이 되는 오브젝트는 SCAMIN 적용을 제외하고, 중요한 오브젝트의 경우 기준축척에서 한 단계 아래 소속척의 “기준축척-1”이며, 일반 오브젝트는 기준축척 상 한 단계 아래 소속척의 “(기준축척 / 2)-1”로 설정하는 방법이다. 표 3은 항해목적별, 객체별 SCAMIN 속성 적용 값이다(국립해양조사원, 2008).

총도의 경우 기준축척을 2개로 설정하였으며, 기준축척 2배인 1:1,500,000과 1:3,500,000을 기준으로, 기준축척이 1:1,500,000일 경우 Group2에 속하는 오브젝트는 1:2,999,999을 Group3에 속

TABLE 2. 전자해도 항해목적별 축척범위(국립해양조사원, 2005)

NP 구분	Name 항해목적	KOREA		IC-ENC Recommendations				KOREA_Improvement		
		Scale Range	Cell	Scale Range	Compilation Scales	Radar Ranges	Cell 간격	Scale Range	Compilation Scales	Cell
1	Overview 총도	≤1:500,000	23	≤1:1,500,000	1:3,000,000 1:500,000	200 NM 96 NM	8° × 8°	≤1:1,500,000	1:3,500,000 1:1,500,000	22
2	General 일반용	1:100,000- 1:499,999	17	1:350,000- 1:1,499,999	1:700,000 1:350,000	48 NM 24 NM	4° × 4°	1:350,000- 1:1,499,999	1:700,000	18
3	Coastal 연근해용	1:50,000- 1:99,999	65	1:90,000- 1:349,999	1:180,000 1:90,000	12 NM 6 NM	1° × 1°	1:90,000- 1:349,999	1:250,000	69
4	Approach 연안접근용	1:25,000- 1:49,999	51	1:22,000- 1:89,999	1:45,000 1:22,000	3 NM 1.5 NM	30' × 30'	1:30,000- 1:89,999	1:75,000	105
5	Harbor 항만용	1:3,000- 1:24,999	148	1:4,000- 1:21,999	1:12,000 1:8,000 1:4,000	0.75 NM 0.5 NM 0.25 NM	15' × 15'	1:3,000- 1:29,999	1:25,000 1:20,000 1:10,000 1:5,000	119
6	Berthing 정박용	>1:3,000	0	>1:4,000	1:3,999 and larger	<0.25 NM	15' × 15'	>1:3,000	1:2,999 and larger	
Tot			304							

TABLE 3. 항해목적별, 객체별 SCAMIN 속성 적용값

구분	항해목적	기준축척	SCAMIN		
			1그룹	2그룹	3그룹
1	Overview(총도) ≤1:150만	1:1,500,000	-	1:2,999,999	1:1,500,001
		1:3,500,000		1:6,999,999	1:3,500,001
2	General(일반용) 35만~150만	1:700,000	-	1:1,499,999	1:749,999
3	Coastal(연근해용) 9만~35만	1:250,000	-	1:699,999	1:349,999
4	Approach(연안접근용) 3만~9만	1:75,000	-	1:249,999	1:124,999
5	Harbor(항만용) 3만≤	1:25,000	-	1:74,999	1:37,499

하는 오브젝트는 1:1,500,001으로 설정하고, 기준축척이 1:3,500,000일 경우 Group2에 속하는 오브젝트는 1:6,999,999, Group3에 속하는 오브젝트는 1:3,500,001로 설정하였다. 일반용 전자해도의 경우 기준축척 1:500,000과 1:750,000의

조정 값인 1:700,000을 기준축척으로, Group2에 속하는 오브젝트는 1:1,499,999으로, Group3에 속하는 오브젝트는 1:749,999로 설정하였다. 연근해용 전자해도에는 1:250,000을 기준축척으로 Group2에 속하는 오브젝트는 1:699,999로,

TABLE 4. 중요도 그룹별 객체 항목(국립해양조사원, 2008)

Skin of the Earth Objects	
Group 1	DEPARE (A), DRGARE, FLODOC, HULKES, LNDARE, PONTON, UNSARE
Meta and Collection Objects	
Meta Disp Base	M_ACCY, M_COVR, M_CSCL, M_NPUB, M_NSYS, M_QUAL, M_SDAT, M_SREL, M_VDAT, C_AGGR, C_ASSO
No SCAMIN	
S-52 Displaybase Objects	
*except Buoy	CANALS, CBLOHD, COALNE, CONVYR, DOCARE, DWRTPT, GATCON, ICEARE, ISTZNE LITFLT, LITVES, LOCMAG, LOGPON, MAGVAR, MORFAC, OBSTRN, OFSPLF, OILBAR, PILPNT, PIPOHD, PRCARE, PYLONS, RCRTCL, RCTLPT, RDOCAL, SLCONS, TSELNE, TSEZNE, TSSBND, TSSCRS, TSSLPT, TSSRON, TWRTPT, BRIDGE(항해가능지역), CAUSWY, DWRTCL, LOKBSN
Group 2	BCNLAT, BCNSPP, BOYCAR, BOYINB, BOYISD, BOYLAT, BOYSAW, BOYSPP, BCNCAR, BCNISD, BCNSAW, ACHARE, ACHBRT, CBLARE, CBLSUB, CTNARE, DMPGRD, FERYRT, RBARE, LIGHTS, LNDMRK, OSPARE, PIPARE, PIPSOL, RTPBCN, SPLARE, SWPARE, TOPMAR, CTSARE, FNCLNE, LNDELV, RADRNG, RADLNE, RETRFL, BUAARE, CONZNE, FSHZNE, MIPARE, PILBOP, RESARE, TESARE, UWTRC, WRECKS, COSARE, FSHGRD, SUBTLN, DEPARE (L), DEPCNT, FAIRWY, NAVLNE, SBDARE, STSLNE, ADMARE, EXEZNE, RECTRC
중요한 오브젝트	
다음단계소축척 "기준축척-1"	
Group 3	DISMAR, DRYDOC, BERTHS, BUISGL, CHKPNT, CRANES, CURENT, DAYMAR, DYKCON, FOGSIG, FORSTC, GRIDRN, HRBFAC, LAKARE, LNDRGN, PRDARE, RADSTA, RDOSTA, RIVERS, SEAARE, SILTNK, SLOGRD, SLOTOP, SMCFAC, SNDWAV, T_HMON, T_NHMN, T_TIMS, TS_FEB, TS_PAD, TS_PNH, TS_PRH, TS_TIS, WEDKLP, BRIDGE(항해 불가능지역), CANBNK, CUSZNE, FRPARE, LAKSHR, RIVBNK, SPRING, TIDEWY, VEGATN, CTRPNT, AIRARE, DAMCON, FSHFAC, MARCUL, RADRFL, RAPIDS, RSCSTA, RUNWAY, SISTAT, SISTAW, TUNNEL, WATFAL, WATTUR, CGUSTA, ROADWY, RAILWY, SQUARE, SOUNDG
기타 오브젝트	
다음단계소축척 "기준축척/2-1"	

Group3에 속하는 오브젝트는 1:349,999로 설정하였다.

연안접근용 전자해도는 1:75,000을 기준축적으로 Group2에 속하는 오브젝트는 1:249,999로, Group3에 속하는 오브젝트는 1:124,999로 설정하였다. 항만용 전자해도의 경우 도엽 내 가장 소축척을 기준축적으로 사용하며, Group2에 속하는 오브젝트는 1:74,999, Group3에 속하는 오브젝트는 1:37,499로 설정 하였다. 표 4는 중요도 그룹별로 분류한 오브젝트이다.

3. 현행 SCAMIN 모델 평가

SCAMIN 속성은 화면상에 수로정보의 중첩 상태를 줄이기 위해 해당 오브젝트를 화면 축척이 소축척일 때는 표시하지 않고, 대축척으로 확대되었을 경우 표시하게 하는 역할을 한다. 현재 우리나라에서 채택한 SCAMIN 모델은 지구 표면에 해당하는 오브젝트, 메타정보 오브젝트, S-52 표현기반이 되는 오브젝트에는 SCAMIN 속성값을 적용하지 않고, 중요한 오브젝트와 일반 오브젝트로 구성되어, 3단계의 축척 범위로 요약할 수 있다. 다음 표 5는 ECDIS 초기 소축척 화면에서 대축척 화면으로 확대 시 적용되는 SCAMIN 모델을 설명한 것이다.

TABLE 5. 항만용 전자해도의 SCAMIN 적용

최소축척~75,000	74,999~37,500	37,499~최대축척
Group1	Group 1	Group 1
	Group 2	Group 2
		Group 3

ECDIS 사용자는 ECDIS 구동 시부터 화면 축척 1:75,000에 까지는 Group1에 해당하는 지구 표면, 메타정보, S-52 표현기반 오브젝트가 표현되고, 화면 축척을 보다 확대한 1:74,999에서 1:37,500의 범위에는 중요한 오브젝트로 분류되는 Group 1의 오브젝트 위에 Group 2의 오브젝트가 함께 표현된다. 또한 화면 축척을

보다 확대한 1:37,499 이상의 축척에서는 Group 1, Group 2 오브젝트 위에 일반 오브젝트로 분류된 Group 3 오브젝트가 함께 표현된다.

위의 항만용 전자해도 SCAMIN 적용 과정을 SevenCS社의 전자해도 보기 프로그램을 이용하여 확인 하였다. 아래 그림 1은 항만용 전자해도 중 부산항 지역에 해당되는 KR5G3B33.000을 전자해도 보기 프로그램에 로딩하여 화면 축척별로 Group 1, Group 2 오브젝트를 표현하였다. 그림 2에서 화면 축척이 1:37,499가 되었을 때, 매우 많은 오브젝트의 표현으로 전자해도 정보의 가독성이 상당히 떨어지는 것을 확인 하였다. 특히 수심 값에 해당되는 SOUNDG 레이어에서 Group 3 SCAMIN 속성값에 따라 모든 수심값 정보의 On/Off 현상이 발생되어 오브젝트 겹침 및 가독성에 영향을 주는 것으로 분석 되었다.

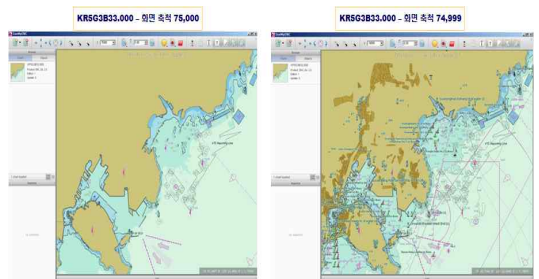


FIGURE 1. 항만용 전자해도의 Group 1, Group 2 오브젝트 표현

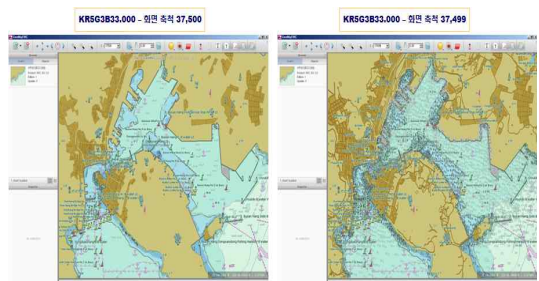


FIGURE 2. 항만용 전자해도의 Group 1, Group 2, Group 3 오브젝트 표현

우리나라 SCAMIN 속성값 모델은 3단계로 구성되어 있기 때문에 해도 내 오브젝트 수량이 비교적 적은 소축척 전자해도의 경우 큰 영향이 없으나, 해도 내 오브젝트 수량이 많은 대축척 전자해도의 경우 오브젝트 겹침 현상이 발생하는 것으로 분석되었다. 이를 해결하기 위해서는 기존의 기준축척에 따른 3단계의 SCAMIN 속성값 적용 방법에서 보다 단계적이고 합리적인 SCAMIN 속성값 적용 방법이 필요할 것으로 사료된다.

4. 국제수로기구의 SCAMIN 속성값 모델

유럽의 전자해도 지역공급센터 중의 하나인 IC-ENC에서는 기존 SCAMIN 모델이 가지고 있는 문제점을 개선하기 위해 개선된 SCAMIN 모델에 대해 연구하였으며, 이를 국제수로기구에 제안하여 국제 권고안으로 채택되었다. 전자해도는 기준축척(Compilation scale)을 가지고 있으며, 이 기준축척은 SCAMIN 값을 조정하는 기준 값으로서의 역할을 한다. 현재 사용하고 있는 기준축척 값은 다음과 같이 11단계를 사용하고 있다. 예를 들어, 1:25,000 축척의 중이해도를 가지고 전자해도를 제작하였을 경우, 기준축척 권고안에서 가장 근사한 대축척 값을 채택하여, 1:22,000을 기준축척으로 설정하게 된다.

- [1:3,000,000], [1:1,500,000], [1:700,000], [1:350,000], [1:180,000], [1:90,000], [1:45,000], [1:22,000], [1:12,000], [1:8,000], [1:4,000]

국제수로기구 SCAMIN 권고안은 기존 11단계 기준축척에서 2가지의 그룹으로 구성되어 있던 모델에서 기준 축척 11단계에서 SCAMIN 적용을 위해 11단계를 추가하여 22단계의 기준축척과 4가지 그룹 적용 방법을 제안 하였다. 신규로 추가된 SCAMIN 기준축척 단계는 다음과 같다(IHO S-65, 2009).

- [1:19,999,999], [1:9,999,999], [1:4,999,999],

- [1:2,999,999], [1:1,999,999], [1:999,999], [1:499,999], [1:349,999], [1:259,999], [1:179,999], [1:119,999], [1:89,999], [1:59,999], [1:44,999], [1:29,999], [1:21,999], [1:17,999], [1:11,999], [1:7,999], [1:3,999], [1:1,999], [1:999]

위에서 굵은색 부분이 추가된 축척 단계로서 기존 축척과 비교할 때, 최소 축척이었던 1:3,000,000 보다 작은 축척에 대한 3가지 축척이 추가되었고, 기존 최대 축척이었던 1:4,000 보다 대축척 2가지 축척이 추가된 것을 확인할 수 있다. 신규 축척을 추가함으로써 보다 다양한 SCAMIN 값을 부여할 수 있으며 화면의 오브젝트 중복 현상을 줄일 수 있을 것으로 사료된다. 국제수로기구에서는 본 SCAMIN 축척을 참조하여 각 오브젝트의 형태(점, 선, 면) 각각에 대한 모든 오브젝트에 대해 4가지 SCAMIN 4가지 단계를 부여 하였다.

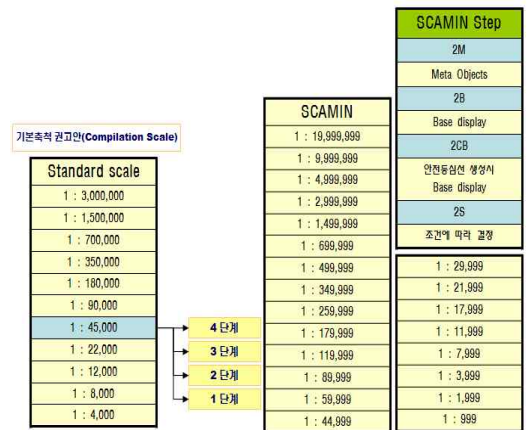


FIGURE 3. 국제 권고안의 SCAMIN 속성값 적용방법

위 국제 권고안의 SCAMIN 속성값 적용 방법은 22개의 참조 축척 값에 각 오브젝트의 형태별 중요도를 평가하여 가장 중요한 오브젝트 형태는 4단계를 부여하고, 중요도가 가장 낮은 오브젝트는 1단계를 부여하는 방식이다. 예를 들어 1:8,000의 기준축척을 가진 전자해

TABLE 6. 국제권고안에 대한 항만용 전자해도 SCAMIN 적용 과정

최소축척~1:30,000	1:29,999~1:22,000	1:21,999~1:18,000	1:17,999~1:12,000	1:11,999~최대축척
NOT SET	NOT SET	NOT SET	NOT SET	NOT SET
	Step 1	Step 1	Step 1	Step 1
		Step 2	Step 2	Step 2
			Step 3	Step 3
				Step 4

도에서 정박지에 해당하는 ACHBRT 포인트 오브젝트에는 SCAMIN 값에 1단계가 부여되어 기준축척 1:8,000 보다 1단계 작은 1:11,999 축척값이 입력된다. 한편, 선택 사항에 따라 단계를 차별적으로 부여할 수 있는데, 예를 들어 기준축척 1:12,000의 항만용 전자해도에서 단일 건물을 나타내는 BUISGL 오브젝트는 원칙적으로 SCAMIN 1단계가 적용되어 1:17,999가 설정되나, 해도 표현에 있어서 매우 중요한 단일 건물일 경우 SCAMIN 3단계를 적용하여 1:29,999이 입력된다.

다음은 국제 권고 SCAMIN 모델의 사례로서, 위치나 방향 결정에 사용되는 고정 지점을 나타내는 LNDMRK 오브젝트의 경우 점(Point), 선(Line), 면(Area)로 사용될 수 있으며, 기본 SCAMIN 적용 단계는 점, 선, 면 모두 1단계이다. 그러나 LNDMRK 오브젝트가 해도 표현 상에 매우 중요한 경우일 때 점, 선, 면 모두 3단계로 설정될 수 있다. 한편 수심값 정보인 SOUNDG 오브젝트의 경우 일반적으로 SCAMIN 1단계를 부여하나, 수심값이 30m 이하이고, 주위 수심값에 비해 현격이 낮은 경우 SCAMIN 4단계를, 수심값 30m 이하이며, 주의 지점에 대해서는 SCAMIN 3단계를 부여한다.

국내 SCAMIN 모델에 비해 국제수로기구의 SCAMIN 모델은 보다 대축척과 소축척의 범위를 가지고 있으며, 세밀한 특징이 있다. 또한, SCAMIN이 적용되지 않는 부분을 포함하

여 총 5단계의 축척 단계를 가지며, 모든 오브젝트의 형태(점, 선, 면)에 따라 각기 다른 SCAMIN 단계를 부여하여 각 오브젝트의 축척별 SCAMIN 단계를 다양화 하였다. 특히, 각 오브젝트가 보유하고 있는 속성값의 특징 즉, 오브젝트의 화면 표현 시 중요하다고 판단되는 오브젝트의 경우 상위의 SCAMIN 단계를 부여하여 소축척의 화면에서도 표현되도록 설정하였다. 표 6은 국제권고안에 대해 기준축척 1:8,000을 가진 항만용(Harbor) 전자해도 SCAMIN 적용 과정을 설명한 표이다.

국내 SCAMIN 속성적용 개선방안

1. SCAMIN 개선 방안

우리나라 전자해도의 SCAMIN 모델은 과거 SCAMIN Factor를 이용하는 캐나다 방식을 개선하여 격자형 전자해도 제작 시 국제수로기구의 권고안을 반영하여 수정하였다. 결과로 소축척 전자해도의 경우 비교적 양호하나 해도 내 오브젝트가 밀집한 대축척 해도의 경우 오브젝트 겹침 현상과 가독성 저하가 발생되었다. 국제수로기구에서는 과거 오브젝트 형태(점, 선, 면)와 중요도를 고려하지 않는 단일 적용방법을 개선하여 SCAMIN 축척 범위 세분화와 4단계의 적용 방법을 제안한 바 있다. 또한 각국에서 개발하는 전자해도의 일관성을 추진하기 위해 국제 권고 SCAMIN 모델을 적용하도록 권고하고 있다.

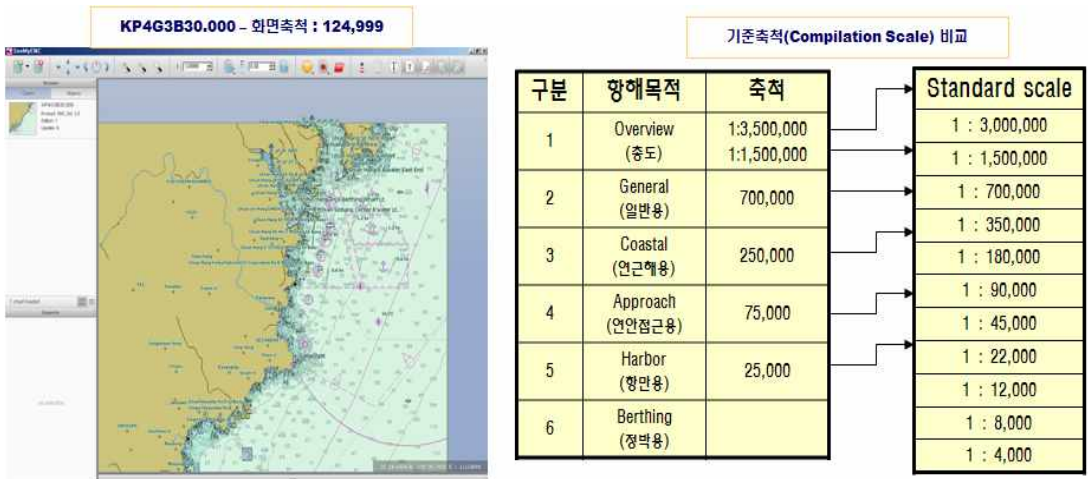


FIGURE 4. 우리나라의 국제 권고안의 기준축척 비교

이에 본 연구에서는 우리나라 전자해도 제작 실정에 따른 국제 권고 SCAMIN 적용 방안을 제안하고자 한다. 그림 4에서와 같이 우리나라 전자해도의 기준축척은 국제 권고 기준 축척과 다소 상이한 것을 알 수 있는데, 총도와 일반용 전자해도에서는 축척이 동일하나, 연근해용, 연안접근용, 항만용에서는 차이가 있다.

기준축척에서 다소 상이하나 22단계의 SCAMIN 축척 범위를 채택하여, 국제 권고 SCAMIN 모델에서 규정한 오브젝트 형태별(점, 선, 면), 선택사항별 적용 단계인 Step4, Step3, Step2, Step1의 적용이 요구된다.

예를 들어, 항만용(Harbor) 전자해도는 기준축척이 1:25,000이므로 포함 오브젝트의 형태, 중요도, 선택사항에 따라 1단계(1:29,999), 2단계

TABLE 7. SCAMIN 적용 과정

[총도] 1:3,500,000]	최소 축척	~ 1:20,000	1:19,999	~ 1:10,000	1:9,999	~ 1:5,000	1:4,999,999	~	최대 축척	
[총도] 1:1,500,000]	최소 축척	~ 1:20,000	1:19,999	~ 1:10,000	1:9,999	~ 1:5,000	1:4,999,999	~ 1:3,000	1:2,999,999	~ 최대 축척
[일반용] 700,000]	최소 축척	~ 1:10,000	1:9,999	~ 1:5,000	1:4,999,999	~ 1:3,000	1:2,999,999	~ 1:1,500	1:1,499,999	~ 최대 축척
[연근해용] 250,000]	최소 축척	~ 1:700,000	1:699,999	~ 1:500,000	1:499,999	~ 1:350,000	1:349,999	~ 1:260,000	1:259,999	~ 최대 축척
[연안접근용] 75,000]	최소 축척	~ 1:260,000	1:259,999	~ 1:180,000	1:179,999	~ 1:120,000	1:119,999	~ 1:90,000	1:89,999	~ 최대 축척
[항만용] 25,000]	최소 축척	~ 1:90,000	1:89,999	~ 1:60,000	1:59,999	~ 1:45,000	1:44,999	~ 1:30,000	1:29,999	~ 최대 축척
		NOT SET	NOT SET	NOT SET	NOT SET	NOT SET	NOT SET	NOT SET	NOT SET	
			Step 1	Step 1	Step 1	Step 1	Step 1	Step 1	Step 1	
				Step 2	Step 2	Step 2	Step 2	Step 2	Step 2	
					Step 3	Step 3	Step 3	Step 3	Step 3	
								Step 4	Step 4	

(1:44,999), 3단계(1:59,999), 4단계(1:89,999)로 적용할 수 있고, 연안접근용(Approach) 전자해도는 기준축척이 1:75,000이므로 1단계(1:89,999), 2단계(1:119,999), 3단계(1:179,999), 4단계(1:259,999)로 설정할 수 있다. 또한 연근해용(Coastal) 전자해도는 기준축척이 1:250,000이므로 1단계(1:349,999), 2단계(1:499,999), 3단계(1:699,999), 4단계(1:1,499,999)로 설정하며, 일반용(General) 전자해도는 기준축척이 1:700,000이므로 1단계(1:1,499,999), 2단계(1:2,999,999), 3단계(1:4,999,999), 4단계(1:9,999,999)로 설정할 수 있다.

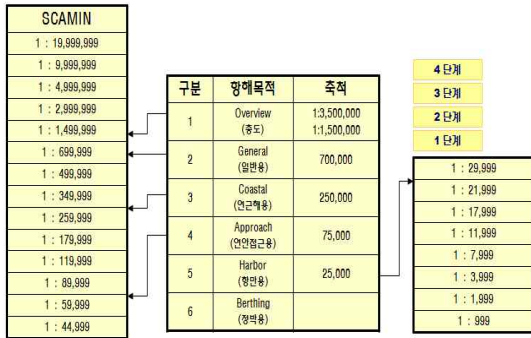


FIGURE 5. SCAMIN 적용 방안

2. 수심값 재설정 방안

전자해도에는 항해지원을 위한 다양한 오브젝트를 포함하고 있으며, 해안선, 등심선, 육상지역, 수심정보, 항로표지 정보 등이 대표적이다. 이 중 화면 겹침 현상을 보이는 오브젝트로는 육상지역명, 등대표 속성, 해역명, 수심값 정보이며, 이 중 대축척 전자해도에서 가장 크게 영향을 주는 오브젝트가 SOUNDG인 수심정보라고 할 수 있다. 그림 6은 전자해도 보기 프로그램에서 화면 축척 1:37,500의 화면과 화면 축척 1:37,499의 화면이다.

수심값 오브젝트는 우리나라 SCAMIN 그룹 체계에서 3번째에 해당되어, 화면 축척 1:37,499 이상일 경우 표시된다. 그러나 수백개에 달하는 수심값 정보가 하나의 레이어로 그룹핑되어 있기 때문에 화면 축척 1:37,500에서는 보

이지 않다가, 화면 축척 1:37,499일 때는 한번에 표시되는 On/Off 현상이 발생되고 있다. 그림 7은 부산항 지역의 전자해도 KR5G3B32, KR5G3B33를 텍스트 파일로 변환하여 수심값 정보를 표시한 그림이다. 그림에서와 같이 수심값 정보는 하나의 레코드로 구성되어 있는 것을 알 수 있다.

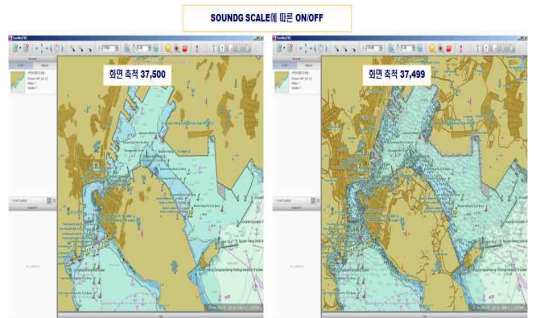


FIGURE 6. 수심값 정보의 겹침 현상

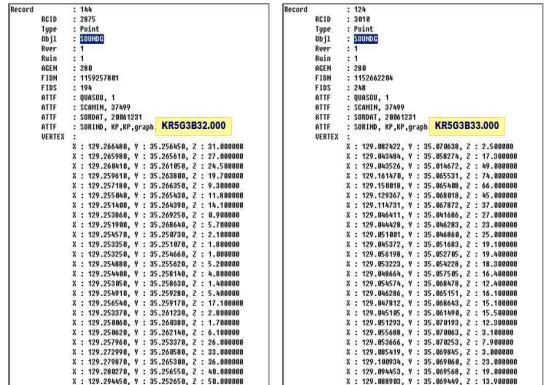


FIGURE 7. 우리나라 전자해도 수심 정보

선진 외국에서는 이러한 현상을 방지하기 위해 수백의 수심값 정보를 축척별 화면에 표시되는 수심값 정보량을 고려하여 복수의 그룹으로 그룹핑하여 제작하고 있다. 그림 8은 싱가포르의 항만용 전자해도인 SG5D4044와 남중국해 지역의 일반도 전자해도인 EA200001의 전자해도를 텍스트 파일로 변환하여 수심값 정보를 확인할 결과 수심값 정보는 복수의 레코드

로 구성되고, 각 레코드에는 차등의 SCAMIN 값이 입력된 것을 확인할 수 있었다.

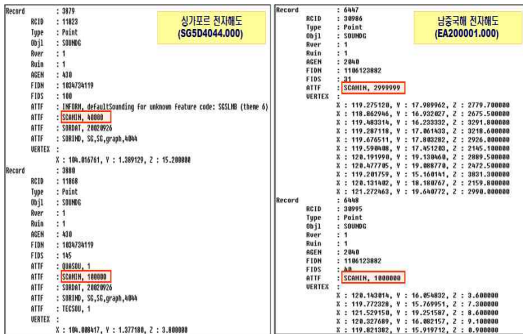


FIGURE 8. 선진 외국의 전자해도 수심 정보

국제수로기구에서 제안한 SCAMIN 권고안 (2007)에 따르면, 수심값 정보인 SOUNDG 오브젝트는 Point 오브젝트로서, 만약 수심값이 30m 이내이며, 주위 수심값보다 현격히 낮으면 Step 4, 수심값이 30m 이내이며, 중요한 수심정보인 경우 Step 3, 그리고 일반 수심값은 Step 1으로 규정한 바 있다. 그러나 각 국 수로국에서 본 SCAMIN 지침에 따라 적용한 결과 전자해도 오브젝트 겹침 현상이 여전히 존재하며, 국가별, 지역별로 오브젝트 가독성 개

선율이 상이한 것으로 분석되었다. 이에 수로 데이터 기술 실무그룹에서는 SCAMIN 지침을 소폭 개정한 권고안을 제시하였는데, 특히 SCAMIN 관련하여 화면상에 SCAMIN 정보의 점진적인 표출을 위해서 중요도를 고려한 Step 부가 방안을 제시하였다.

금번의 제시된 권고안은 화면에 표시되는 정보량과 중요도를 고려하여 Step을 적용하라는 의미로서, 국가별, 지역별로 최적의 SCAMIN Step을 결정해야 된다는 의미로 해석된다. 이에 본 연구에서는 전자해도 오브젝트의 겹침 현상에 주요 원인인 수심값 정보의 그룹핑 및 SCAMIN Step 적용 방안을 제시한다.

현재 우리나라 전자해도는 하나의 레코드로 저장되어 있기 때문에 단일의 SCAMIN Step을 적용할 수 밖에 없으며 복수의 레코드 구성이 요구된다. 이때 전자해도 제작 작업자가 판단하여 수심값의 레코드 분류를 할 수 있으나 항만용 전자해도의 경우 수심값 정보량이 수백 개가 넘기 때문에 어려움이 있다. 이를 지원할 수 있는 알고리즘이 요구되며, 이에 대한 방안으로 수심의 면적과 중요도를 고려한 그룹핑 방법을 적용할 수 있다. 즉, 해당 전자

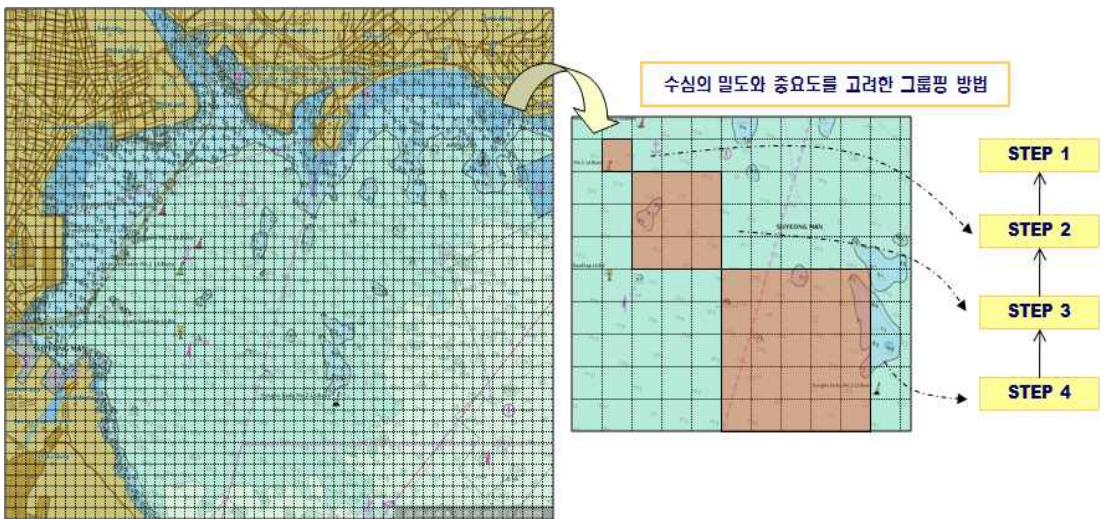


FIGURE 9. 전자해도 수심값 SCAMIN 적용 방안

해도를 세밀한 격자로 구분하여 수심값 정보를 정리하고, 제1그룹으로 큰 격자 구간을 설정하고 밀도와 중요도를 고려하여 수심값을 선택한다. 다시 제2그룹으로 보다 작은 작은 격자 구간을 설정하고 밀도와 중요도를 고려하여 수심값을 선택하고, 제3그룹과 제4그룹도 동일하게 계산한다.

제1그룹은 화면 축척이 소축척일 때 적은 수량의 매우 중요한 수심값이 제 4그룹은 화면 축척이 대축척일 때 표출되며, 상대적으로 중요도가 낮은 수심 정보라고 할 수 있다. 결과로 SCAMIN 모델 적용 시 제1그룹에 Step 4를, 제2그룹에는 Step 3, 제3그룹에는 Step 2, 제 4그룹에는 Step 1을 부여할 수 있다.

수심 밀도 및 중요 수심을 고려한 SOUNDG Grouping 알고리즘은 다음과 같다.

1. 격자(Grid) 범위를 선택하여 포함된 수심을 로딩한다
2. 인접 수심의 개수를 계산한다.
3. 인접 수심 간의 편차를 계산한다.
4. 편차가 가장 높은 수심을 선택하고 Grouping 한다.
5. 격자 범위를 넓혀 1번~5번 과정을 반복한다.

본 연구에서 제안하는 수심값 재설정 방법은 전자해도에 포함되는 수심값의 밀도와 중요도가 지역별, 항행목적의 축척별로 상이하기 때문에 고정된 기준을 적용하기 어렵다는 점에 착안하여, 각 전자해도에 포함되는 수심값의 밀도와 주위 수심값 대비 수심값의 중요도를 함께 고려한 그룹핑 방법이라 할 수 있다. 본 전자해도 수심값 그룹핑 및 SCAMIN 적용 방안은 전자해도의 오브젝트 겹침 현상을 크게 해소하여 전자해도 가독성을 높일 수 있을 것으로 사료된다.

결 론

ECDIS 화면에 객체 표현 시 사용되는 객체의 최소 축척 값인 SCAMIN은 해도에 포함된

객체의 종류와 수량에 따라 상이한 결과를 나타내고 있으며, 과거 국제해사기구에서 비교적 단순한 SCAMIN 모델을 제안 하였던 바 각국 수로국에서는 고유의 SCAMIN 모델을 채택하여 사용하였다. 결과로 각 수로국에서 개발한 전자해도마다 상이한 SCAMIN 모델로 인해 ECDIS 화면상에 객체의 화면 표현이 일관적이지 못하였다. 우리나라에서도 캐나다의 모델을 도입하였고, 다시 격자형 전자해도 제작과 함께 국제해사기구에서 제안한 기준축척과 SCAMIN 모델을 채택하였으나 여전히 전자해도 객체의 겹침 현상과 일부 축척에서의 화면 가독성 저하가 발생되고 있다. 그동안 국제수로기구가 개선된 SCAMIN 모델을 제안하였고 지속적으로 발전시키고 있어 이를 고려한 SCAMIN 모델이 필요한 실정이다. 이에 본 연구에서는 국내외 SCAMIN 모델과 현재 국제수로기구 기술위원회에서 지속적으로 수정 개선하고 있는 최신의 SCAMIN 모델을 분석하였으며, 우리나라 전자해도 오브젝트 겹침 현상을 개선할 수 있는 SCAMIN 적용 방안을 제안하였다. 또한, 전자해도 오브젝트 겹침 현상의 주요 원인인 수심값 정보의 그룹핑 방법과 SCAMIN 적용 방안을 제안하였다.

향후 연구 내용으로 본 연구에서 제안한 전자해도 수심 정보 그룹핑 및 SCAMIN 적용모델을 구현한 프로그램을 개발하여 알고리즘 검증과 전자해도 오브젝트 가독성 검토가 필요할 것으로 판단된다.

후 기

본 연구는 2009년도 차세대 전자해도 개발 연구용역(PGS2090)의 지원에 의해 수행되었습니다. **KAGIS**

참고 문헌

국립해양조사원. 2005. 전자해도 제작 지침. 국토해양부 국립해양조사원. 10-65쪽.

- 국립해양조사원. 2006. 차세대 전자해도 개발연구 2차년도 결과보고서. 국토해양부 국립해양조사원. 150-175쪽.
- 국립해양조사원. 2007. 차세대 전자해도 개발연구 3차년도 결과보고서. 국토해양부 국립해양조사원. 181-190쪽.
- 국립해양조사원. 2008. 차세대 전자해도 개발연구 4차년도 결과보고서. 국토해양부 국립해양조사원. 140-145쪽.
- IHO S-57. 2000. IHO Transfer Standard for Digital Hydrographic Data. International Hydrographic Bureau, pp. 152-160.
- IHO S-52. 2008. Specifications for Chart Content and Display Aspects of ECDIS. International Hydrographic Bureau, pp. 225-229.
- IHO S-58. 2009. IHO Recommended ENC Validation Checks. International Hydrographic Bureau, pp. 78-82.
- IHO S-62. 2009. IHO Codes for agencies Producing S-57 Data. International Hydrographic Bureau, pp. 123-125.
- IHO S-63. 2008. IHO Data Protection Scheme. International Hydrographic Bureau, pp. 100-115.
- IHO S-63. 2008. Test Data Implementation Guide v1.1. International Hydrographic Bureau, pp. 51-55.
- IHO S-65. 2009. ENC production guidance. International Hydrographic Bureau, pp. 17-20.
- NDI. 1998. CHS S-57 SCAMIN : ENC Generalization Specification and Tools. Canadian Hydrographic Service, pp. 225-230.
- SevenCS. 1999. Assignment of SCAMIN. SevenCS, pp. 64-72.
- IC-ENC. 2007. Proposal for the consistent application of the attribute SCAMIN. IC-ENC, pp. 34-45.
- TSMADWG. 2009. Report of the TSMADWG to HSSC 1. International Hydrographic Bureau, pp. 30-35. **KAGIS**