

# 3. 전기,전자제어,계측 정보통신 특집기사

## 전자해도 및 ECDIS의 국내 기술개발

### 전자해도 및 ECDIS의 국내 기술개발 동향

#### Domestic Development Trends of Electronic Chart and ECDIS Technology



김옥수  
O-S Kim

- 현재 해양수산부 연안계획과 사무관
- 90년 캐나다 수로부 해도제작 및 수로측량 연수
- 94년 미국 우즈홀 해양연구소 연수
- 97년 캐나다 NDI 전자해도 기술교환
- 81년-99년 국립 해양조사원 근무

#### 1. 개 요

선박이 점차 대형화되고 고속화됨에 따라 해난 사고도 빈번하고 그 피해도 선박이나 적재화물의 물적 피해를 넘어 환경 생태계를 위협하는 수준에 이르게 따라 국제기구와 선진국들은 1980년 중반부터 선박사고를 방지할 획기적 개선책 몇 가지를 내놓게 되었다. 그 중 하나로 선박에 탑재된 컴퓨터에 해도정보를 표시하는 전자해도표시시스템(ECDIS)의 도입을 검토하기 시작하였다.

10여 년 동안 분야별로 각 국 전문가가 참여하고 국제적 합의를 통해 1995년 12월 ECDIS 성능기준, 1996년 11월 ECDIS에 사용될 해도정보인 전자해도(ENC)의 제작기준을 완성하여 발표하게 되었다.

이에 따라 우리 나라에서도 1995년부터 전자해도 개발에 착수하여 금년까지 주요항만과 우리 나라 주변해역을 나타내는 해도 205종을 모두 전자해도로 만들어 공급하고 있다.

이와 함께 ECDIS제작 기술의 국산화를 위한 노력이 선박해양공학분소(해양연구소)와 민간업계에서도 계속되었지만 시장이 제한되어 있고 당초

예상과는 달리 ECDIS의 사용을 강제화 하지 않는 국제적 분위기 등의 요인으로 현재까지 완전한 국산시스템은 선보이지 못하고 있으나 여선과 같은 소형선을 위한 ECS(간이전자해도시스템)은 국내에서도 4-5개 업체가 개발하여 국내시장을 점유하고 일부는 외국에 수출까지 하는 것으로 알려져 있다.

#### 2. 전자해도의 기능

##### 2.1 전자해도의 필요성

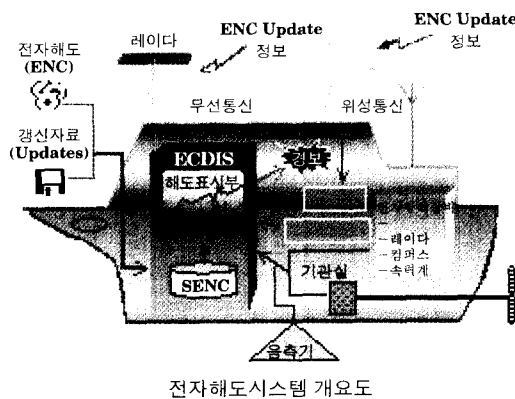
1989년 미국 알래스카의 Exxon Valdez호 사고, 1995년 남해안 소리도 부근에서 발생한 시-프린스호 사고 같은 유조선에 의한 대형 해난사고가 가져온 엄청난 피해를 매년 세계는 경험하여 왔으며, 수출입 물량의 95%를 해상운송에 의존하는 우리나라로서는 전자해도시스템과 같은 항해안전 시스템의 필요성이 더욱 절실하였다.

##### 2.2 전자해도시스템의 기본구성 및 기능

전자해도(ENC)는 지금까지 종이해도에서 보았던 해도상의 여러 가지 정보를 ECDIS에서 볼 수

있게 만든 디지털 해도로 S-57 국제제작기준에 따라 각국의 정부기관이 제작하여 신뢰성을 보장한 것이며, 전자해도표시시스템(ECDIS)은 국제기준인 S-52에 따라 전자해도 위에 선박의 위치·침로·속력·레이다정보 등을 결합하여 컴퓨터화면에 실시간, 연속적으로 표시하도록 제작된 선박운항시스템의 일종이다.

이러한 전자해도시스템은 야간이나 악천후 속에서도 항해자가 자기 선박의 위험여부와 주변상황을 컴퓨터 화면을 통해 바로 판단할 수 있으며 좌초·충돌을 예방할 수 있도록 경보기능이 있고, 사고가 발생하여도 항해자의 운항과실을 밝힐 수 있는 자동 항적기록 기능 등을 기본적으로 갖추고 있어 종전의 종이해도와는 근본적으로 차이가 있다.



### 3. 전자해도의 국제 동향

해난사고는 사고 당사국만의 문제가 아니라 환경파괴로 인해 인류에 재앙을 가져올 수 있다는 공통 인식 하에서, 국제해사기구(IMO)와 국제수로기구(IHO)는 1980년 말부터 해도, 항해장비, 컴퓨터, GIS, DB 분야의 각국 전문가들로 구성된 실무그룹을 구성하여 전자해도 연구개발에 착수하고, 각국이 참여한 다양한 해상시험을 거쳐 1995년과 1996년에 전자해도시스템 성능기준(S52)과 전자해도 제작기준(S57)을 각각 공표하고 각국에 전자해도의 조속한 개발을 독려했다. 그 결과, 현재 세계 25개국이 전자해도를 개발하고

있으며, 그 중 우리 나라는 싱가포르에 이어 두 번째로 전자해도를 먼저 완성한 나라가 되었다. 전자해도를 개발하고 있는 나라중 대표적인 예를 보면;

#### 1) 일본

1994년 동경만 부근 전자해도를 시작으로 1997년까지 일본 전해역의 소축척 해도를 전자해도로 제작, 4개의 CD-ROM에 수록하여 판매하고 있으며 현재는 대축척 해도에 대한 전자해도 변환작업을 진행 중에 있다.

#### 2) 미국

1992년부터 4년간 정부기관, 연구소, 해운업계 등이 공동으로 참여하는 전자해도시스템 해상시험을 추진하여 국제기준 제정에 실질적으로 기여한 바 크며, 현재는 미 상무성의 NOAA에서 미국 연안의 1,000여종의 해도를 래스터해도로 만들어 판매하고 있다. 이와 별도로 국방성 NIMA에서는 전 세계 해도 3,800여종을 독자적 포맷인 DNC해도로 만들어 2000년부터 군사적 목적으로 사용할 계획을 추진하고 있다.

#### 3) 영국

영국 수로국(UKHO)은 전 세계 해도를 모두 생산하고 있는 나라중의 하나로서, 노르웨이와 공동으로 북해 일대의 해도를 국제기준의 전자해도로 개발하는 노력과는 별도로 3,800여종의 세계 모든 해도를 래스터해도(ARCS)로 만들어 세계시장에 판매하고 있다.

#### 4) 싱가포르

싱가포르 수로국이 보유한 해도는 모두 30종이며, 1996년부터 1997년에 전자해도를 완성하고 영국, 홍콩, 호주, 우리 나라 등과 공동으로 정기적으로 운항하는 선박을 대상으로 전자해도시스템의 실선시험을 추진하고 있다.

#### 5) 캐나다

전체 보유해도 1,000종 중에서 수로국 시스템의 내부 포맷으로 600종을 제작하였으며 국제기준의 전자해도는 1999년 말까지 500여종을 완성하기로 하였다. 세계에서 가장 먼저 전자해도를 선단에 보급시켜 1997년에 약 100척의 선박에서 전자해도

시스템이 운용된 것으로 보고되어 있다.

6) 독일

전자해도를 개발하는 것과는 별도로 전자해도 제작용 소프트웨어 및 검증용 소프트웨어를 개발하여 판매중이며, 전자해도 국제기준을 제작하기 위한 실선시험에 적극 참여하고 있다.

그밖에 프랑스, 노르웨이, 네델란드 등도 전자해도를 보급할 수 있는 단계에 이른 것으로 알려져 있다.

4. 우리나라의 전자해도 및 시스템 개발

4.1 전자해도개발 내용

1995년부터 국립해양조사원은 선박해양공학분소(해양연구소), 학계, 업계와 함께 전자해도와 관련 기술개발에 착수하여 2000년도에 우리 나라 전체 해도 205종 모두를 국제기준의 전자해도로 제작하였다. 이 과정에서 전자해도와는 별도로 일반 해도정보 이용자를 위하여 수치해도 DB를 만들었고 해도제작에 기초가 되는 수심측량자료도 DB화하였다. 6년 동안 연구개발비 약 29억원을 투입하여 매년 추진한 내용은 다음과 같다.

기간	주요내용
1995~1996	• 표준 규격 설계 • 전자해도 실험제작 및 생산기술 개발
1996~1997	• 전자해도 60종 제작 및 측량원도 150종 수치화
1997~1998	• 전자해도 105종 제작 및 측량원도 70종 수치화
1998~1999	• 전자해도 40종 제작 및 측량원도 260종 수치화 • 전자해도 관리·공급시스템개발
1999~2000	• 전자해도 검증 및 수정보완 • 측량원도 80종 수치화 • 해양정보체계 연계 기술개발

4.2 전자해도시스템에 관한 정부·연구소의 활동

선박해양공학분소(KRISO)는 국립해양조사원의 전자해도개발 계획 이전에 항해장비개발에 관

심을 갖고 업계와 공동으로 1992년부터 1995년까지 1,2차 연구과제를 수행하여 소형 Plotter를 개발하여 요소기술을 확보하였으며, 1995년 해양조사원의 국제적 전자해도사업 착수의 계기를 마련하였다. 이러한 과정에는 선진국의 기술동향 파악이 급선무이므로 미국, 캐나다, 싱가포르 등과 공동연구, 기술연수, 전문가 초빙, 세미나 개최를 매년 추진하였다.

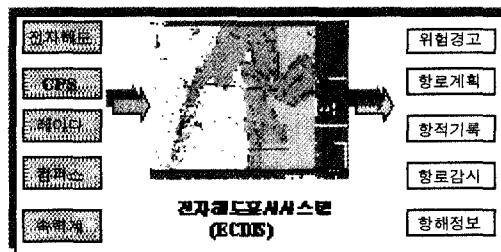
해양조사원과 KRISO의 노력으로 전자해도 제작이 본궤도에 올라간 1998년부터는 국제회의에서 우리의 전자해도개발 노력을 알려 다른 나라로부터 매우 고무적인 반응을 얻기도 하였다.

KRISO는 해양조사원의 전자해도개발을 지원하는 한편 업계와 함께 1994년부터 1997년까지 ECDIS의 요소기술 개발에 노력하였으며, 그 결과로 국산 항해장비가 국제기준에 근접하도록 기술을 확산하는 기틀을 마련하였다.

4.3 국내 업체의 활동

정부와 연구소가 전자해도에 관심을 갖기 이전인 1980년대 말부터 소형선을 대상으로 GPS PLOTTER라는 이름으로 일본, 미국에서 생산된 장비가 국내에 도입되기 시작하였으며, 이를 모델로 하여 국내의 몇몇 업체는 자체기술 개발에 착수하기도 하였다. 이러한 노력은 1990년대 중반부터는 국내 어선의 상당부분에 우리 장비를 탑재하는 수준까지 이르렀으며, 1995년 국내 유조선 사고가 빈발하면서 정부가 유조선 통항 항로를 지정하고 중소형의 유조선에 선박항적 기록기를 의무적으로 탑재케 한 것도 발전의 계기로 볼 수 있다.

현재 국내 기술에 의하여 간이전자해도(ECS) 시스템을 꾸준히 만들고 있는 업체는 해양전자, 대



전자해도(ENC)

양전기, 삼영전자, 신아기업 등이 있으며, 외국 기술과 합작으로 ECDIS의 파생품으로 개발하려는 업체도 있는 것으로 알려져 있다. 우리 나라의 ECDIS 개발은 90년대 중반 쌍용정보통신, KRISO, 삼성중공업이 독자적으로 하기 시작하였으나 IMF로 인한 자금의 부족과 시스템에 대한 수요의 불확실성 요인이 겹쳐 현재까지 상품화 단계까지는 이르지 못하고 있다.

## 5. 전자해도 품질 향상을 위한 노력

### 5.1 전자해도 품질검사(QC)제도 운영

해양조사원은 전자해도 오류를 최소화하고자 전자해도 제작과정에서 생산팀과는 별도의 검사팀을 운영하고 있으며, 최종적으로 해양조사원은 제작사가 다른 2대의 ECDIS에 의해 다시 점검한다.

위와 같은 방법과는 별도로 모든 전자해도는 칼라도면으로 출력하여 시각적인 점검을 하며, 데이터구조의 논리적 오류를 소프트웨어로 탐색/제거하기 위해 전자해도 검사 전용 소프트웨어인 ENC Analyzer(독일), DKart Inspector(노르웨이), Ecvieview(캐나다)를 사용하여 최종점검을 한다.

### 5.2 전자해도 실선시험

전자해도(ENC)의 정확성, 신뢰성을 홍보하고 미비점 보완을 위해 해양조사원은 1998년부터 지속적으로 선박을 이용한 전자해도 실선시험을 하고 있으며 1999년부터는 싱가포르, 호주, 영국 등이 참여하는 국제 실선시험 프로그램에도 참여하고 있다. 전자해도 실선시험은 다음에 중점을 두고 추진한다.

#### 1) 운항 여건별 효능시험

- 주야간, 농무 시와 같이 시계 제한환경에서 효능시험
- 좌초, 충돌, 접촉사고에 대한 예방기능
- 항해자의 작업량(Charting Work Load) 감소
- 필침이 심한 굴곡항로, 통항 선박과 장애물이 많은 해역, 항로 유지가 엄격한 해역에서 효능시험

#### 2) ENC 데이터의 정확성 확인

- 주요 목표물의 정확성
- 수심, 등심선, 위험물 위치표시 정확성
- 위험 경계 설정시 경보기능의 정상가동 확인
- 선박접안시 해도정보의 정확성과 편의성 확인

#### 3) ENC/ECDIS의 연계성 확인

- 항법에 따른 비교분석
- 종래의 항법에 의한 항해
- 레이다에 의존한 항해

#### 4) ENC/ECDIS에 의한 항해

- ECDIS의 항해 지원기능 시험
- 계획항로 이탈거리(Cross track checking)
- 계획항로 유지능력(Track keeping performance)

## 6. 외국의 전자해도표시시스템 (ECDIS) 개발 현황

외국은 전자해도 국제기준을 개발하는 과정에 참여한 각 국의 연구소와 업체를 중심으로 전자해도에 관련된 기초기술을 축적하고 있었으며, 1996년 국제기준이 공표되면서 이미 10여개의 모델이 시장에 선보이기 시작하였다. 주로 항해장비를 생산하는 회사들이 주축이 되어 현재 세계적으로 35개 회사가 ECDIS장비를 개발하여 판매하고 있는 것으로 알려져 있으며, 러시아의 TRANSAS, 일본의 Tokimec, JRC, 캐나다 OSL, 독일 STN Atlas, 하겐우, 미국의 Sperry, 영국의 Kelvin Hughes 등이 국내 대리점을 운영하고 있다. 국제수리기구(IHO)가 조사한 각 국의 ECDIS 개발업체에 대한 자료가 별표1에 수록되어 있다.

## 7. 전자해도 활용

전자해도는 선박 자체의 안전과 운항효율 향상 외에도 선박관제가 필요한 많은 분야에 이용되거나 가까운 장래에 지원될 것으로 전망된다.

#### 1) VTS

300톤급 이상의 선박을 대상으로 선박 통항의

안전을 기하고자 주요항만과 항만 진입로에 레이더, CCTV, VHF통신설비, 관제실, 중계소, 기상관측 등을 설치한 것으로, 1993년부터 1998년까지 전국 주요 10개 항만(인천/평택/대산, 부산항, 마산/진해, 군산, 동해, 목포, 제주)에 VTS시스템을 설치하여 운영중이며(포항, 여수, 광양, 울산은 민자로 설치), 현재는 기존 시스템의 미비점 보완과 항만시설확충에 따른 음영구역해소를 위하여 VTS 시스템 2단계 사업을 추진하고 있다.

## 2) 연안 VTS

연안해역 중 해난사고가 많은 해역에 레이더와 선박통항 신호소를 설치하여 안전항행에 필요한 각종정보를 제공하기 위한 것으로, 2001년 거문도 통항신호소 운영실 신축을 위한 실시설계를 하고 있다.

## 3) AIS(선박자동식별시스템)

항해중인 선박의 이름, 위치, 진로, 속도, 기타 항행 상태에 관한 정보를 VHF전파를 이용하여 육상 관제소-선박, 선박-선박 상호간에 알려 필요한 경우 관제를 통하여 선박사고를 예방하고자 하는 장치로서, IMO SOLAS규정에 의하여 2002. 7. 1부터 전 세계적으로 선종별로 연차적으로 강제 시행케 되어 있다. 강제대상 선박은 국제취항 여객선과 300톤 이상 화물선이며 이 규정 시행을 위해 2002년 7월까지 우리 나라 전 연안에 연안 기지국과 중계국을 설치하기 위해 현재 타당성 및 기본 실시설계 용역을 추진하고 있다.

## 5) DGPS 운영

1998년부터 2000년까지 총 77억원을 투자하여 DGPS 중앙사무소(대전)와 기준국(8개소 : 영도, 거문도, 장기곶, 주문진, 팔미도, 어청도, 마라도, 울릉도)을 설치한다. 중파대(285-325KHz)를 사용하여 기준국을 중심으로 반경 100마일 범위 내에서 24시간 실시간으로 GPS 보정정보를 서비스 하며, DGPS 정보를 이용하면 선박위치를 2-5m 까지 향상할 수 있다.

## 6) 전파표지측정선 운항

해양수산부는 금년 10월 DGPS 및 Loran 전파 모니터링 등을 목적으로 각종 측정장비를 갖춘

600톤급의 전파표지측정선 “한빛호”를 취항하였다(승선인원 17명, 서비스 속도 14.5kn, 항속거리 8,000마일).

## 7) 선위통보제도

국제 SAR협약에서 권장하는 선위통보제도를 시행하기 위하여 수난구호법에서 규정하는 방법에 따라 '98년 8월 1일부터 시행하는 제도이다. 해난사고발생 시 수색과 구난작업을 신속히 추진할 수 있도록 임의적으로 참가하는 제도로 국제여객선, 300톤 이상의 국제항해 화물선, 위험물 운송선 등이 항해계획, 위치통보, 변경통보, 최종통보로 분류된 정보를 무선통신으로 해양경찰청이 운영하는 지정 해안국에 통보하게 되어 있다.

## 8) 군지휘체계 자동화

전자전에 대비한 군 지휘체계의 과학화·신속화를 실현하고자 디지털지도 위에 작전상황을 표시할 수 있도록 하고 그 정보를 바탕으로 각종 지휘명령체계를 신속화 하는 사업이다.

## 8. 맺음말

선박의 항해안전과 해난사고 예방을 위해 국제적으로 창안된 전자해도(ENC S57)가 우리 나라에서도 완성되어 공급 중에 있다. 그러나, 전자해도는 항해정보를 수록한 데이터일 뿐이며 항해장비인 전자해도시스템(ECDIS), 간이전자해도시스템(ECS)과 같은 장비에 의해 실제 모든 선박에서 사용될 때 비로소 항해안전에 기여할 수 있을 것이다. 해난사고의 피해규모로 보아서는 중·대형선에 대한 ECDIS의 도입이 시급하다고 볼 수 있으나, 실용성을 따지는 이용자 입장에서 보면 어선, 유선과 같은 소형선에 적합한 ECS가 훨씬 매력적이며 상품종류도 다양하다. 시장성에 있어서도 실제로 10년여의 개발역사를 갖고 있는 선진국을 보면 ECS시장이 훨씬 큰 것으로 나타나 있다. ECDIS보다 기술 집적도가 상대적으로 적은 ECS의 개발이 우리의 중소기업체가 접근하기에 유리할 것으로 보이며, 그 것을 토대로 현재 추진되는 여러 항해안전 시스템으로 점차 발전할 수 있을 것으로 본다. 외국장비에 의존할 수밖에 없었던 과거와

는 달리 앞으로는 보다 값싸고, 한글을 사용하고, 국내선박에 사용되고 더 나아가 외국시장에서도 애프터 서비스에도 걱정이 없는 우리 장비가 모든 과감히 경쟁할 수 있는 날이 곧 오기를 기대한다.

## 용 어 설 명

- **IHO, International Hydrographic Organization** (국제수로기구)  
 사무국을 모나코에 두고 있음. 회원국은 우리 나라를 포함 65개국. 수로업무에 관한 각국 의견을 조정, 기술정보 수집교환, 국제수로 정책의 수립, 국제기준 제정 등의 업무를 수행.
- **ECDIS, Electronic Chart Display and Information System** (전자해도표시시스템)  
 항해안전과 운항효율 증대를 목적으로 국제해사기구와 국제수로기구가 개발한 국제기준에 부합되도록 제작한 선박운항시스템.
- **ENC, Electronic Navigational Chart**(전자해도)  
 IHO의 Special Publication No.57, Edition 3 (1996년11월)인 『IHO Data Transfer Standard for Digital Hydrographic Data』의 제작기준에 의해 각국 수로기관이 제작한 벡터형 디지털해도. ENC는 ECDIS 사용자에게 제공됨은 물론 각국 수로국간 해도정보를 교환하는 표준 포맷이기도 함.
- **Raster Chart**(래스터해도)  
 종이해도를 스캐너 등으로 읽어 이미지 형태를 벡터로 변환하지 않고 그대로 컴퓨터화면에 표시할 수 있게 만든 해도. 항해용으로 사용하려면 좌표계와 이미지 데이터 연결하는 처리과정이 필요함.
- **RNC, Raster Navigational Chart**  
 래스터 해도를 ENC처럼 항해용으로 사용할 수 있게 만든 것.
- **DNC, Digital Nautical Chart**  
 미국 국방성이 전략적 차원에서 독자적 포맷으로 제작한 벡터형 전자해도로 IHO의 S57 ENC와는 전혀 호환되지 않음.
- **SHARED, Singapore Hongkong Admiralty Raster and ENC Demonstration**  
 싱가포르, 홍콩, 영국이 참가하여 ENC와 래스터차트를 병용하는 ECDIS를 실선 시험한 Project(1997년).
- **VTS, Vessel Traffic Service System**(해상교통관제시스템)  
 항만주변에서의 선박교통안전과 항만운영효율을 증진하고자 300톤급 이상의 선박관제와 통신에 필요한 레이더 등 설비를 갖춘 시스템. 우리 나라는 1995년부터 주요항만 14개소에 VTS 설치사업을 추진하여 1단계사업을 거의 마친 상태.
- **SAR, Search And Rescue**(수색 및 구난)  
 우리 나라 해역을 항해하는 500톤급 이상의 선박에 대해 의무적 무선위치보고를 하게 하고 조난사고 발생 시 선박위치를 추정하여 구난과 오염방재 활동을 신속하고 효율적으로 수행케 하도록 국제기구에서 확정된 의무 이행제도(1999년).
- **S57**  
 ENC의 국제제작기준으로 IHO의 Special Publication No.57, Edition 3(1996년 11월)인 『IHO Data Transfer Standard for Digital Hydrographic Data』의 약칭.
- **ECS, Electronic Chart System**(간이전자해도시스템)  
 소형선을 위하여 간편, 소형, 저가의 항해보조장비로 기능은 전자해도와 대단히 유사하나 국제기준과는 상관없이 장비업체가 임의로 개발한 장비임. ECDIS보다 열등한 전자해도시스템의 통칭.

별표 1. 국제수로기구(IHO)가 조사한 ECDIS 제작업체

번호	제작사	국가	ECDIS 장비명
1	Transas Marine Ltd.	러시아	Navi-Sailor-2400
2	Dolphin Maritime Software Ltd.	영국	PC Seamaster
3	Euronav Ltd.	영국	seaPro 2000
4	Intelliscan Ltd.	영국	ARCS4GIS
5	Kelvin Hughes Ltd.	영국	Multi-Feature Display
6	Meridian Chartware Ltd.	영국	SEAttrak
7	Litton Marine Systems B.V.	영국	ChartMaster
8	Norcom Technology Ltd.	영국	ARCNV
9	PC Maritime Ltd.	영국	Navmaster
10	Safe Marine Ltd.	영국	Safe Navigator
11	Sea Information System Ltd.	영국	Microplot
12	Advanced Marine Technology Corp.	미국	INStar
13	Laser Plot Inc.	미국	ChartNav
14	Nautical Software Inc.	미국	ChartView
15	PinPoint Systems International LLC	미국	PC ECDIS
16	Racal Pelagos Inc.	미국	WinFrog
17	Tokimec Inc.	일본	EC-7026
18	Furuno Electric Co Ltd.	일본	Voyager
19	PC Studio Alpha Ltd.	일본	Alpha Map
20	Yokogawa Denshikiki Co Ltd.	일본	NCS 5000
21	Offshore Systems Ltd.	캐나다	ECPINS
22	I.C.A.N. Ltd.	캐나다	Aldebaran
23	STN Atlas Elektronik	독일	Chartpilot, Multipilot
24	C.A.N. GmbH & Co. KG	독일	Horizon 3D
25	Seven Cs	독일	EC2007 Kernel
26	Sodena	프랑스	GECDIS
27	Informatique et Mer S.A.	프랑스	MaxSea
28	Kongsberg Norcontrol A.S.	노르웨이	SeaMap 2000
29	Kvaerner Ships Equipment A.S.	노르웨이	Coaster, ECDIS
30	R & H Systems B.V.	네델란드	Hydraut EC-Series
31	Seateam / Chartworx	네델란드	The MAP
32	Aspo System Oy	핀란드	Aspo ECDIS
33	HSA Pty Ltd.	호주	EndeavourNavigator
34	Tresco Navigation System BVBA	벨기에	PC-Navigis
35	Israel Navigation Center Ltd.	이스라엘	EZNAV