

무궁화 위성을 이용한 광역 해상 교통 관제 시스템 연구

이한진⁽¹⁾, 강창구⁽¹⁾, 이창민⁽¹⁾, 박진수⁽²⁾

Wide Vessel Traffic Service System Using Koreasat

by

H.J. Lee⁽¹⁾, C.G. Kang⁽¹⁾, C.M. Lee⁽¹⁾ and J.S. Park⁽²⁾

요 약

본 논문에서 저자들은 선박의 자동 인식 시스템(AIS: Automatic Identification System)을 이용한 광역 해상 교통 관제 시스템의 개념과 현재의 추세를 소개하면서 동시에 초기 개발을 시도하였다. 이를 위해서 무궁화 위성을 AIS 개발을 위하여 사용하였다. 즉 해상에서 GPS에 의해 얻어지는 선박의 위치가 무궁화 위성을 통하여 관제 센터에 인력의 개입 없이 자동으로 보고 되는 시스템을 구축하였다. 이와 같은 시스템은 레이더를 이용하는 기존의 관제 시스템보다 더욱 넓은 영역을 통제할 수 있으며 정보의 불확실성도 매우 감소한다. 본 연구에서 개발된 시스템의 시험 관제 결과는 인공위성과 AIS를 이용한 광역 해상 교통 관제 시스템의 충분한 가능성을 보여주고 있다.

Abstract

In this paper, authors introduce about wide vessel traffic service(VTS) system using automatic identification system(AIS). In order to develop the prototype of wide VTS system, Koreasat is used for AIS. In this system, ship position obtained by using GPS is reported automatically to VTS center through Koreasat. By using this system, VTS center can cover more wide area than the case using radar only. And the uncertainty of information decreases. The results of test show the good possibility of VTS using satellite and AIS.

Keywords: 해상 교통 관제, 자동 선박 인식 시스템, 무궁화 위성

1. 서론

근래에 들어 국내 및 해외에서 발생한 대형 유조선들의 기름 유출 사고를 보면 해양 환경에 대한

막대한 피해로 엄청난 경제적인 손실 뿐만 아니라 사회적으로도 큰 충격을 주었다. 더군다나 해양 오염 사고의 엄청난 확산 범위는 항만 및 그 인접 수역 뿐만 아니라 연안 수역까지도 선박 교통 관

(1) 정회원, KRISO

(2) 한국해양대학교

리의 대상이 되어야 함을 보여 주고 있다.

따라서 선박의 교통을 관리하는 관제 시스템(Vessel Traffic Service, VTS)은 그 관할 구역이 점차 확대되는 개념으로 변해 가고 있으며, 레이더의 탐지 범위를 벗어난 해역은 물론 특히, 해양 오염 민감 선박에 대해서는 대양 항로에서부터 통항을 관리하여 만약의 사태에 대비하고자 하는 경향을 보이고 있다.

현재 이와 같은 목적으로 선진국에서는 레이더의 탐지 한계를 보완할 수 있는 광역 관제 시스템에 대한 연구가 진행되고 있으며, 같은 목적으로 본 논문에서는 그 이용 범위가 광역인 무궁화 위성 이동 단말기 트랜스폰더를 사용한 광역 해상 교통 관제 시스템에 대한 연구를 수행하였다.

2. 본론

선박의 교통을 관리하는 VTS는 그 관할 구역이 점차 확대되는 개념으로 변해 가고 있으며, 레이더의 탐지 범위를 벗어난 해역은 물론 특히, 해양 오염 민감 선박에 대해서는 대양 항로에서부터 통항을 관리하여 만약의 사태에 대비하고자 하는 경

향을 보이고 있다. 이렇게 대양을 항해하는 선박의 교통 관리를 위하여 국제해사기구(IMO)에서는 AIS(Automatic Identification System)라는 이름 아래 INMARSAT 트랜스폰더의 사용, VHF/DSC 트랜스폰더의 탑재, 4S Broadcasting 트랜스폰더의 사용 등을 검토하여 오다, GP&C(Global Positioning and Communication) 트랜스폰더(4S Broadcasting 트랜스폰더)를 Universal AIS로 채택한 바 있다.

이러한 국제 기구의 움직임과 선진국의 개발 동향을 분석해 보면 AIS의 탑재 의무화 규정이 제정되기까지는 아직도 상당한 기간이 걸릴 것으로 예상된다. 따라서 AIS 탑재 의무화 규정이 제정되기 전이라도 환경 오염의 우려가 높은 화물을 적재·운송하는 선박에 대한 광역 통항 관리는 시급한 실정이고, 국제간의 이해 관계에 영향을 받지 않는 무궁화 위성 이동 단말기를 이용하여 광역 VTS를 실현한다면 우리 나라 연안에서의 선박 통항 상의 안전을 크게 향상시켜 해난 사고의 예방 및 해양 환경 보호에 이바지 할 수 있을 것으로 예상된다.

Table 1 Comparison between DSC/VHF AIS and Broadcast 4S AIS

시스템 특성	DSC/VHF Transponder	4S Transponder
1. 개발 목적	선박과 육상간의 VTS 목적	항공용, 물체 식별용
2. 작동 방식	쌍방간의 호출-응답 방식	Broadcasting 방식 (모든 수신인에게 송신)
3. 메시지의 배열	Un-coordinated	Self-organizing time slot
4. 요구되는 Radio channel	VHF channel 70 (GMDSS 겸용)	전용 주파수 1 채널 요구
5. 주파수 활용도	30% 미만	최소한 90%
6. 데이터 송신 능력	1200 bit (추후 9600bit 상향)	9600 bit
7. 시스템 용량 - 매분당 보고 선박 척수	낮음- 약 20척	높음- 약 2,000 척
8. 교통 혼잡 시 데이터 교환 가능성	가능성 높음	가능성 낮음
9. Redundancy 확보 등 시스템 신뢰도	아주 높음	높음

2.1. 선진국의 개발 동향

스웨덴, 미국, 남아공화국 등을 선두로 한 선진국에서는 이미 선박의 광역 교통 관리를 위한 AIS(Automatic Ship Identification)의 시행을 위해 VHF DSC(Digital Selective Calling) 트랜스폰더 방식과 Broadcast 4S(Ship-Ship, Ship-Shore) 방식으로 크게 두 가지로 구분되는 연구를 활발히 수행하고 있으며, 그 개발 결과를 자국 내에서 제한적으로 사용하고 있는 실정이다(한길용[1998]). 또한, 레이더를 이용한 VTS, INMARSAT-C 등의 트랜스폰더를 이용한 VTS도 제한적으로 사용 또는 논의되고 있다.

먼저 레이더를 이용한 VTS는 그 서비스 가능 지역이 레이더 탐지 범위 이내로 제한되기 때문에, 연안 항행 선박의 교통 관리를 위해서는 장비 및 설비의 도입에 막대한 자금이 소요되어 이 연구에서 대상으로 하는 연안까지의 선박 교통 관리에는 적합하지 않을 것으로 생각된다.

DSC/VHF 트랜스폰더를 이용한 VTS의 경우에는 1989년 독일에서 연구를 시작한 이래 영국, 미국 등지에서 현재 제한적으로 사용되고 있으며, 이 시스템은 레이더를 이용한 VTS에 비하여 상

대적으로 서비스 지역의 범위가 넓다는 특징이 있다. 특히 알래스카의 Valdez항과 미국 서부간을 운항하는 VLCC에 이 트랜스폰더를 탑재하여 성공적으로 운영하고 있는 것으로 보고되고 있다.

이 방식은 GMDSS하의 공용 채널인 Ch.70을 이용하여 자동으로 데이터 통신을 수행하는 것이다. 그러나 채널 70을 통한 조난신호와 더불어 현재 많은 국가에서 이 채널을 활용하는 통신이 늘고 있기 때문에 통신의 간섭 및 충돌의 우려가 크다. 이러한 우려에 대하여 DSC/VHF 방식을 선호하는 국가들은 별도의 채널을 지정하여 데이터 통신을 수행하면 된다고 주장하고 있으나, 이 역시 지정된 채널의 사용률이 30% 이내로 제한됨으로 관제할 수 있는 선박의 총 척수 역시 제한되는 한계를 가지고 있다. 이 방식은 데이터 전송률도 1200BPS의 저속 통신이고 1분간 통신 가능한 선박의 수는 약 20척 정도로 한정된다.

한편, GP&C 또는 4S 트랜스폰더를 이용한 VTS는 스웨덴 및 핀란드에서 개발한 방식으로 DSC/VHF 트랜스폰더 방식에 비해 관제 대상 선박 및 데이터 송수신 용량을 96배까지 향상시킬 수 있는 방식이다. 이것은 선박으로부터 데이터 송신을 일정한 VHF 전용 주파수 채널을 통해 24

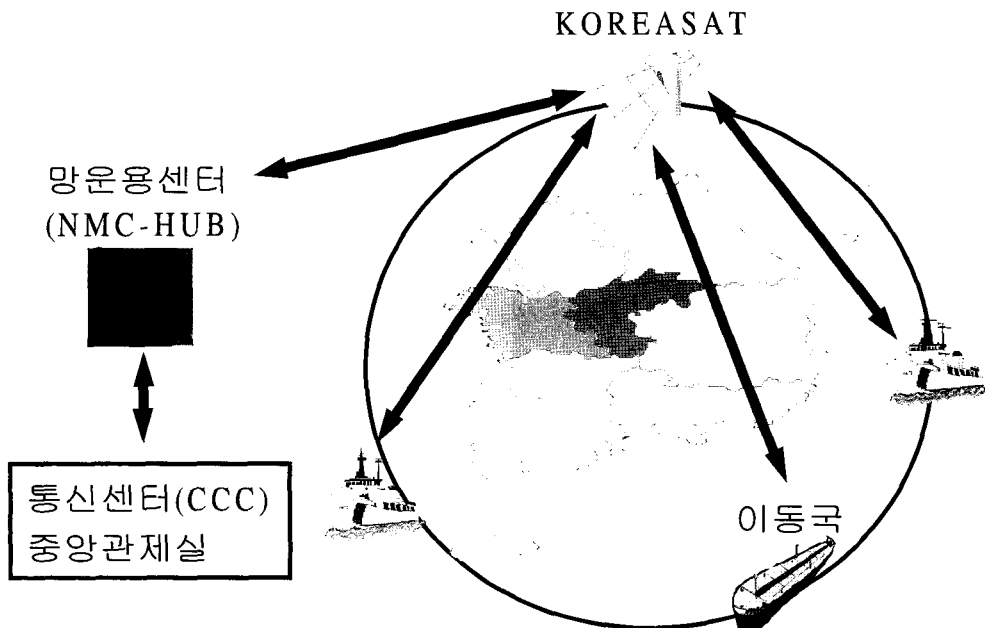


Fig. 1 System configuration for wide vessel traffic service

시간 짧은 주기(1초~수분)를 두고 계속적으로 송신하는 것으로 국제민간항공기구(ICAO)에서의 항공기와 육상 관제 센터간에 이루어지는 통신 기술 사양을 준용하는 방식이다.

또한, 이 방식은 전용 주파수를 90%이상 점유 활용하며 GPS 혹은 GNSS로부터 정확한 시간을 수신, 주파수의 시분할 접속 방식(TDMA)을 통해 각 선박이나 육상국으로부터 신호를 분석, 처리함으로써 주파수를 최대한 활용할 수 있는 장점도 가지고 있다. 그리고, 데이터 전송률은 9600 PS, 1분간에 통신 가능한 선박 수는 2,000척 정도로서 DSC/VHF 트랜스폰더 방식보다 고속·다량의 통신이 가능하다.

2.2. 관제 시스템의 구성

전체 시스템은 선박 이동국 이동 단말기 트랜스폰더, 육상국(망 운용 센터), 관제실에 설치되는 통신 센터로 이루어진다. 물론 무궁화 위성도 포함된다.

선박이동국

선박 이동국은 기본적으로 위성 데이터 송수신 안테나 및 GPS 수신안테나, 위치 정보와 시각 및 메시지 송수신을 관장하고 트랜스폰더의 역할을 수행하는 통신 유니트로 구성되어 있다. 여기에 추가하여 송신 메시지를 편집하거나 선택한 후 송신하고 수신 메시지를 선택하고 표시할 수 있는 단말기가 포함된다.

망운용센터

망 운용 센터는 현재 한국 통신에서 주관 업무를 관장하고 있다. 대용량의 VAX 컴퓨터를 주 처리기로 사용하고 통신 센터와의 통신에는 전용 회선이나 Dial-up Modem을 사용한 일반 전화 회선으로 접속이 가능하게 되어 있다. 그리고 망 운용 센터에서 이동 단말기를 Polling하는 시간 간격은 현재 1분 30초(90초)로 설정되어 있다.

통신센터

통신 센터는 연안을 항행하는 선박의 정보를 망 운용 센터로부터 전용 회선이나 일반 전화 회선을 통하여 정기적 혹은 실시간으로 입수한 후 관제실에 Display하고 원활한 관제를 할 수 있도록 지원하는 설비이다. 현재 통신 센터는 MS Windows 95 또는 Windows NT를 기반으로 하는 Intel Pentium PC에서 운영되고 있다.

통신 센터와 망 운용 센터간의 정보 교환은 수동 접속과 자동 접속으로 나뉘어져 있으며 수동 접속의 경우는 사용자의 필요에 의해 수시로 접속하여 메시지 송수신 및 선박 위치, 시각 정보 등의 수신 작업을 수행한다. 자동 접속인 경우에는 스케줄 표와 메시지를 구성하고 일정 시간 간격으로 망 운용 센터와 접속을 시도하여 정보 교환을 수행한다. 참고로 망 운용 센터와의 접속 속도는 9600 BPS이다.

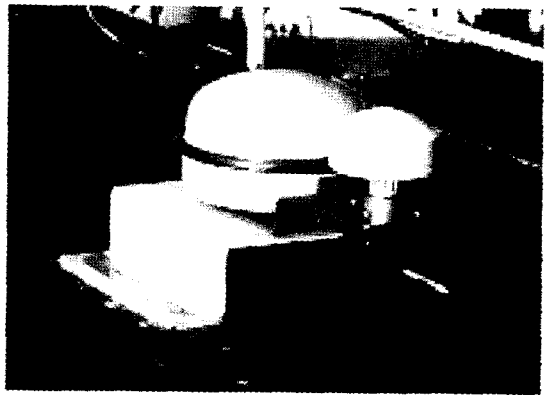


Fig. 2 Data communication antenna and GPS antenna

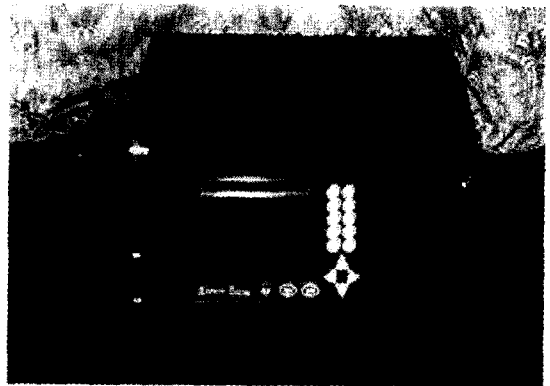


Fig. 3 Communication unit and terminal

2.3. 시스템 개발 결과 및 검토

위성을 통하여 관제실의 통신 센터까지 도달한 선박들의 정보는 관제실의 제어 화면상에 적절하게 표시되어야 한다. 또한 관제에 유용한 많은 정보들을 제공할 수 있어야 한다. 이러한 목적을 이루기 위해서 현재 단계에서는 수신된 정보의 실시간

표시 및 시간별, 선종별 재현의 기본 기능을 갖는 관제 프로그램을 개발하였다.

현재 위성을 통해 제공되는 선박 정보는 선박에 설치된 GPS로부터 얻어지는 위치 정보이다. 우리나라에서 해도를 작성할 때 기준이 되는 좌표 체계로 Bessel 타원체를 사용한다. 반면에 GPS는 미국 국방 지도청에서 개발한 WGS84를 기준 타원체로 채택하고 있다. 따라서 GPS로부터 수신된 위도 및 경도 좌표를 사용하기 위해서는 먼저 기준 타원체에 대한 변환이 필요하다. 일단 WGS84에서 Bessel 타원체로의 변환이 수행되면 공간 상의 좌표를 평면에 표시하기 위한 투영이 필요하다. 해도 작성 시에는 Mercator 투영법이 사용된다. 이 방법은 도면 위의 어느 두 지점을 연결할 때 항상 정확한 방위각을 나타내는 것이 장점이다. 개발된 관제 프로그램은 수신된 GPS 위치 좌표로부터 해도상의 좌표로의 변환을 자동으로 수행한다(Synder[1987], 권영식[1995]).

이와 같이 GPS 및 위성을 이용하여 관제실까지 전달된 선박 정보는 몇 차례의 변환을 거쳐 실제 해도 상에 반영된다. 여기서 관제 시스템 구성에 필요한 두 번째 주요 기술이 나타난다. 바로 전자 해도이다. 화면상에 선박의 실제 위치 및 정보를 표시하기 위해서는 정밀한 전자 해도는 필수적인 요소이다. 이 분야는 ECDIS란 이름으로 많은 연구 성과가 나오고 있다. 하지만 필요로 하는 모든 해도의 전산화와 그의 자유로운 활용은 시간과 인력을 필요로 하고 있는 분야이다. 따라서 현재 상태에서는 관제 시스템의 우선적인 구현 및 검토를 위해 기존 해도를 그대로 읽어 들여 화면상에 표시하였다.

위의 그림들은 앞에서 설명한 과정을 거쳐 개발된 관제 프로그램의 실행 예를 보여주고 있다. 현재 시스템의 시험 및 검증을 위해서 인천-울산 사이를 운항하는 연안 유조선, 주로 동해를 항행하는 시멘트 운반선 그리고 제주도-부산을 왕복하는 여객선 등 전부 세척의 선박에 트랜스ponder가 설치되어 있다.

Fig. 4는 세척의 선박 중에서도 여객선의 왕복 항행 모습을 재현한 화면이다. 그림은 98년 4월 29일 하루 동안의 항적을 재현한 것으로 제주도와 부산을 왕복하는 여객선의 위치가 거의 정확하게 추적되었음을 알 수 있다. Fig. 5는 같은 상황에 대해 부산항 영역을 확대한 화면이다. 여객선이 부산항에 입항하고 출항하는 모습이 분명히 나타나고 있다.

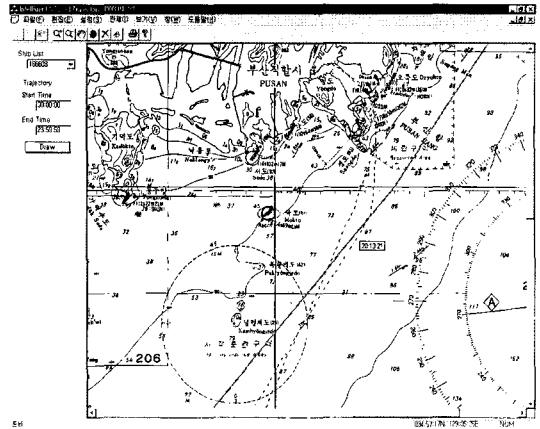


Fig. 4 Track chart of Pusan-Cheju Car Ferry

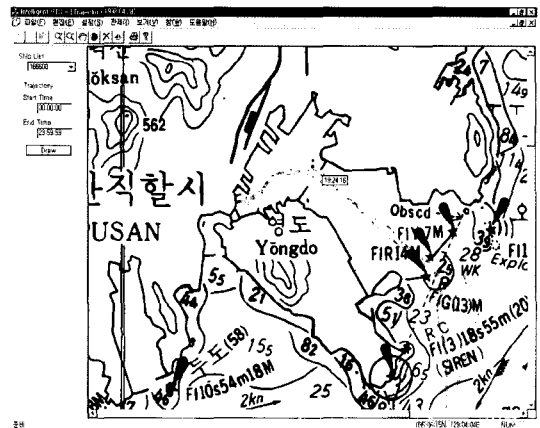


Fig. 5 Track chart of Car Ferry near Pusan harbor

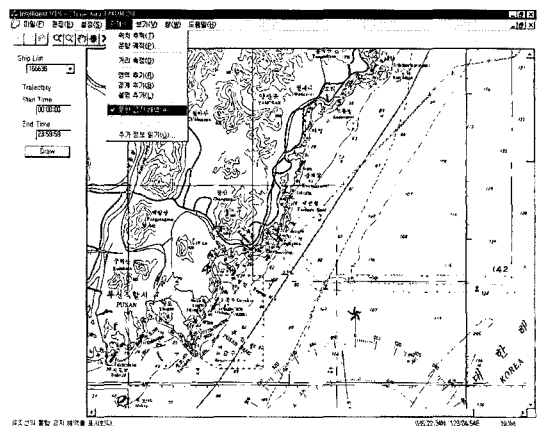


Fig. 6 Track chart of oil tanker and the limits of areas to be avoided

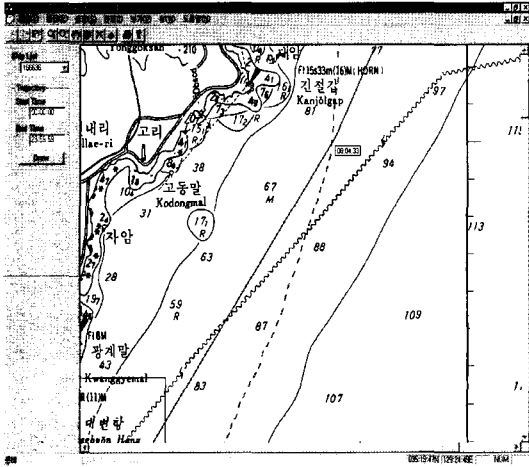


Fig. 7 Track of oil tanker passing the areas to be avoided

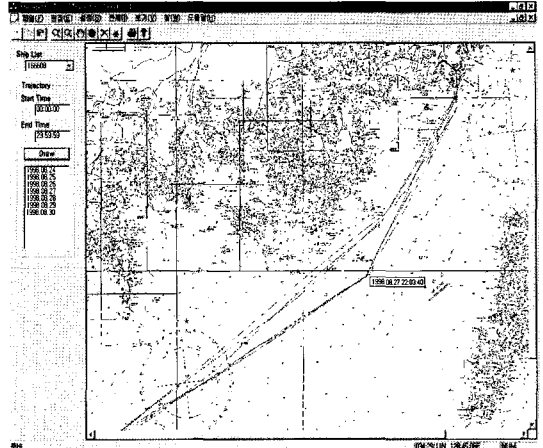


Fig. 8 Track chart of Car Ferry for one week

Fig. 6은 연안 유조선의 항적 재현 화면이다. 이 경우에는 특별히 유조선의 통항 금지 해역 침범을 판단하기 위해서 화면상에 통항 금지 해역을 함께 표시하였으며, 그림에서 오렌지색 직선으로 표시된 선이 통항 금지 해역이다.

Fig. 7은 대상 유조선이 울산항으로 들어가기 위해서 통항 금지 해역을 침범하는 부분을 확대한 화면인데, 그림에서와 같이 유조선이 언제 어디서 통항 금지 해역을 침범하였는지를 실시간으로 확인할 수 있다. 그러나 대상 유조선은 공선(空船) 상태로 기름을 적재하기 위해 울산항에 입항하는 선박임으로 관련 규칙을 위반한 것은 아니다.

Fig. 8과 Fig. 9는 일주일 동안의 여객선의 항적을 재현한 화면이다. 일주일 동안 큰 변동 없이 여객선이 일정한 항로를 운항하였음을 알 수 있다.

현재 위성을 통해 수신되는 선박 정보는 GPS 정보뿐이다. 그림에서의 선박의 침로각은 이전에 수신된 위치와 현재 위치의 방위를 이용하여 결정하였다. 좀더 엄밀한 선박 운동 추적을 위해서는 가능하다면 선속 및 침로각을 전송할 수 있도록 시스템을 확장하는 것도 필요할 것이다. 또한 현재는 시스템의 우선적인 검토를 위해서 기존 해도를 그대로 사용하였지만 차후 시스템의 기능 및 성능 확장을 위해서 전자 해도를 기본적으로 사용해야 할 것이다.

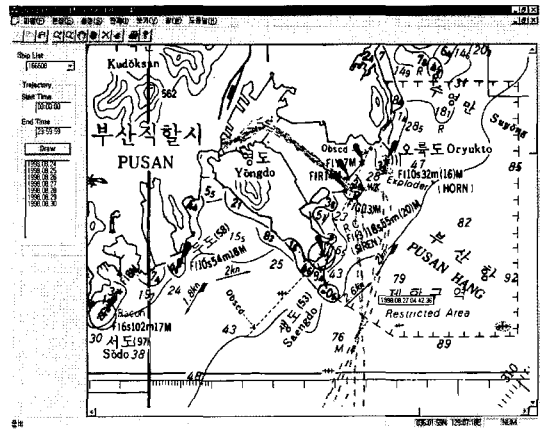


Fig. 9 Track chart of Car Ferry for one week near usan harbor

3. 결론

일단 관제실에서 현재 항행하고 있는 선박들의 정확한 위치를 실시간으로 알 수 있다면 그 활용 방안은 무궁무진하다고 할 수 있다. 현재까지의 연구 결과들은 위성을 이용한 선박 추적 및 관제가 충분히 가능함을 보였다. 특히 유조선의 통항 금지 해역 침범 감시 등과 같은 대형 해난 사고 예방을 위한 큰 역할을 할 수 있음을 확인하였다.

실제로 광역 교통 관제 시스템은 IMO 등에서 세계적인 표준안이 어떻게 결정되느냐에 따라 변화할 수밖에 없다. 하지만 어떤 형태의 트랜스폰더가 선택되든 간에 그것을 운용하는 소프트웨어

는 대동소이할 것이다. 따라서 앞으로의 변화의 가능성을 고려하더라도 현재 무궁화 위성을 이용해 개발하고 있는 관제 시스템의 효용 가치는 충분하다고 할 수 있다. 더군다나 아직 세계적인 표준안이 제정되지 못하고 있는 실정에서 국내의 이와 같은 연구는 역으로 우리가 세계적인 표준안을 제시할 수 있는 길을 열어 주고 있다.

현재까지의 연구는 주로 시스템의 가능성 및 기초적인 관제를 위한 기능 구현에 집중되어 있었다. 일단 시스템의 가능성을 확인한 이상 앞으로는 선박의 충돌·좌초 예측, 항행 관련 전문가 시스템 등과 같은 다른 분야의 연구 성과들을 집대성하는 종합적인 관제 시스템으로 나아가야 할 것이다.

후 기

본 연구는 과학기술처의 특정연구개발사업인 “해난 사고 대응 기술 개발” 과제의 일부분임을 밝힌다.

참고문헌

- [1] 권영식 외, 1995, *지형분석*, 교학연구사.
- [2] 한길용 외, 1998, “새로운 항해 장비의 도입과 관련한 SOLAS 개정 방향과 대책”, 한국항해학회지 제22권 제1호.
- [3] 한국해양대학교 해사산업연구소, 1997, *연안해역의 해상교통관제시스템 II*.
- [4] Snyder, J.P., 1987, *Map Projections-Working Manual*, U.S. Geological Survey Professional Paper 1395.