

# 대용량 선박위치정보 분석시스템 구축을 위한 Quad-Tree 및 R-Tree 자료구조 적용에 대한 연구

## Study on applying Quad-Tree & R-Tree for building the analysis system using massive ship position data

이상재\* · 박계각\*\*\* · 김도연\*\*

Sang-jae, Lee, Gyei-kark Park and Do-yeon Kim

\*지엠티사이버네틱스, 목포해양대학교 해상운송시스템학과

E-mail: sjlee1012@naver.com

\*\*목포해양대학교 해상운송시스템학부

E-mail: gkpark@mmu.ac.kr

\*\*\*목포해양대학교 해상운송시스템학과

E-mail: kimdoyeoun@mmu.ac.kr

### 요 약

본 연구는 전국 연안을 항해하는 선박의 대량의 위치정보를 실시간으로 수신하여 선박의 운항상태를 분석하는 교통분석시스템의 성능을 높이기 위한 연구를 목적으로 하고 있다. 특히 교통분석시스템에서 분석시 필요한 정보의 빠른 검색을 위하여 Quad-Tree와 R-Tree 자료구조를 적용하여 설계하고 기존의 교통분석시스템과 본 연구를 통해 개선된 교통분석시스템과의 비교를 통해 성능의 개선을 실험으로 보여주는데 있다.

**키워드** : 대용량, 위치정보, 지능형, 운항분석, Quad-Tree, R-Tree

### Abstract

This study aims to facilitate and increase the performance of the Traffic Analysis System which receives the location information of vessels sailing along the coast all over the country in real time and analyzes the vessels' sailing situation. Especially, the research has a signification that the system is designed with the application of Quad-Tree and R-Tree data structure in order for system users to search necessary information quickly and effectively, and it verifies the improvement of the performance by showing experiment results comparing the existing Traffic Analysis System to newly upgraded Traffic Analysis System.

**Keywords** : Massive, ship position, intelligent, navigation analysis, Quad-Tree, R-Tree

## 1. 서 론

국제 해상물동량 증가 및 활발한 해상 레저 활동으로 인해 해상교통량이 증가함으로써 해양사고의 발생 빈도가 높아지고 있으며, 허베이스피리트호의 태안군 연안 기름 유출 사건에서 보듯이 사고 규모도 대형화 되고 있는 추세이다. 해상 교통사고의 주된 원인은 선박 고장에 따른 선박 조정 불능 상태, 예인선 분리에 따른 무동력선의 운항, 운항자의 선교이탈, 음주 항해 등 비정상적인 상태에서 선박 운항 등이며, 황천 등의 기상 상태도 사고를 증가시키는 원인 중의 하나이다. 최근 급속히 발달

한 컴퓨터 기술에 힘입어 선박 운항 시스템이나 해상 교통관계 시스템은 그 기능이 고도화 되고 있으며, 국내외적으로 e-Navigation이 활성화 되어 관련 연구개발이 활발히 진행되고 있다[1]. 하지만 아직까지 해상 사고를 미연에 방지할 수 있는 지능형 시스템의 개발 또는 운영에 관한 것은 미진한 상태이거나, 연구시작단계에 있다. 이러한 배경에서, 충돌과 같은 해상 사고를 예측하여 항만 VTS 센터와 해양경찰청, 함정, 항공기, 주변 선박 등에 위험을 경고하고 상황을 전파하여, 신속한 사고 대응을 가능하게 하는 지능형 관제 시스템 및 선박 운항 시스템의 개발이 필수적이라 할 수 있다.

한편 최근 해상에서의 AIS(선박자동위치식별장치)의 법정 장비화 및 장치의 대량보급에 따른 위치정보의 절대적인 양이 급증하고 있다. 그리고 국토해양부의 러시아와 일본, 중국과의 정보교환에 대한 검토, Orbcomm 위성에서 AIS 신호를 전 세계적인 범위에서 수집하여 활용하는 체계가 갖추어져가고 있고, 이를 상용으로 각 나라의 필요 기관에 제공하는 사업이 진행되고 있다. 이에 따라 관제시스템에서의 대용량 위치정보가 제공되기 시작하고 있고, 이를 효율적으로 분석하고 활용해야 하

접수일자 : 2011년 11월 19일

완료일자 : 2011년 12월 12일

본 연구는 국토해양부 소관 연구개발사업의 연구비지원에 의해 수행되었습니다.

본 논문은 본 학회 2011년도 추계학술대회에서 선정된 우수논문입니다.

\*\*\*교신저자

는 필요성이 증대하고 있다.

이에 따라서, 본 연구는 전국 연안을 항해하는 선박의 대량의 위치정보를 실시간으로 수신하여 선박의 운항상태를 분석하는 지능형 교통분석시스템의 성능을 높이기 위한 연구를 목적으로 하였으며, 특히 교통분석시스템에서 분석시 필요한 정보의 빠른 검색을 위하여 Quad-Tree와 R-Tree 자료구조를 적용하여 설계하고 구현하여 기존의 교통분석시스템과 본 연구를 통해 개선된 교통분석시스템과의 비교를 통해 성능의 개선을 실험으로 보여주는데 있다.

## 2. 선박위치정보 활용 현황

공용 VHF주파수를 사용하여 무료로 선박위치정보를 제공하는 AIS (Automatic Identification System)는 선박의 항해안전 및 보안강화를 위하여 IMO에서 채택한 시스템으로서, 선박의 제원·운항정보를 선박과 선박 및 선박과 육상간 자동으로 송수신하여 연안해역관제, 수색·구조지원 및 선박통항관제(VTS) 수단을 제공하며, 연안해역의 선박운항모니터링에 활용될 수 있도록 개발된 통신시스템이다. 우리나라는 IMO의 권고를 빠르게 수용하여, 전 세계적으로 AIS 정보를 활용할 수 있는 육상 기지국을 비교적 빠르게 구축하였다. 우리나라의 기지국은 전국 연안에 걸쳐 40여개소의 기지국이 있으며, 이 기지국에서 수신한 선박위치정보는 다음의 구성도와 같이 VTS센터와 국토해양부 GICOMS센터에 수집되어 분석정보로 활용되고 있음을 알 수 있다.[2]

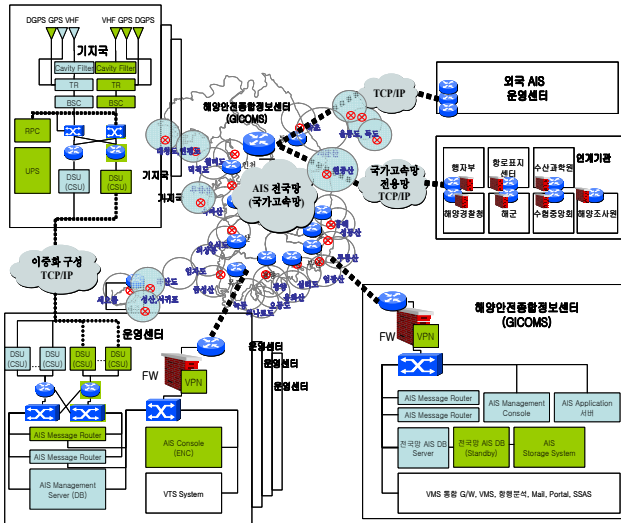


그림 1. AIS 전국망 연계 시스템 구성.  
Fig. 1. AIS national system architecture.

상용으로 전 세계 운항 선박의 통신수단을 제공하는 INMARSAT서비스는 지구 적도상공 35,786Km 위치의 INMARSAT 통신위성을 이용하여 태평양(POR), 대서양(AOR-E, AOR-W), 인도양 지역의 선박과 육상, 육상과 이동지구국간 그리고 항공기와 지상간의 전화, 팩스, 데이터 및 텔렉스 서비스를 제공하고 있으며, 우리나라의 국토해양부 GICOMS (해양안전종합관리시스템)의 원양 VMS(Vessel Monitoring System)의 기본 통신망중의 하나로 선택되어 2004년부터 국제 운항선박의 위치를 제공

하고 있다. 또한 농림수산부의 어업지도관리사무소의 어업지도선의 경우 해당 단말기를 장착하여 위치추적서비스를 이용하고 있다.

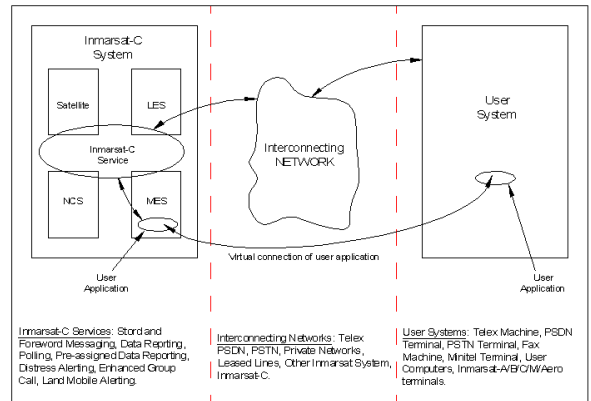


그림 2. 인마셋 위성통신 체계.  
Fig. 2. INMARSAT Network Architecture.

최근 미국의 연안경비대(USCG)는 Orbcomm 위성을 통한 AIS 중계기능으로 AIS의 선박식별영역을 획기적으로 확대할 수 있는 가능성을 제시하고 있는데, 그림 3, 그림 4과 같다.

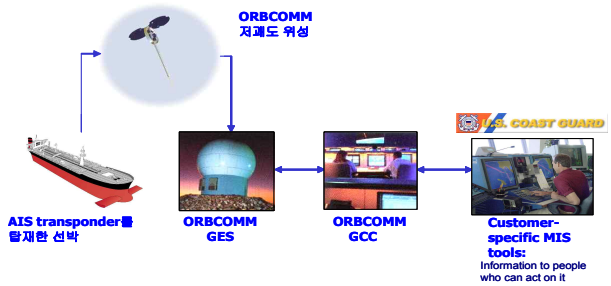


그림 3. Orbcomm 위성통신 체계.  
Fig. 3. Orbcomm Network Architecture.

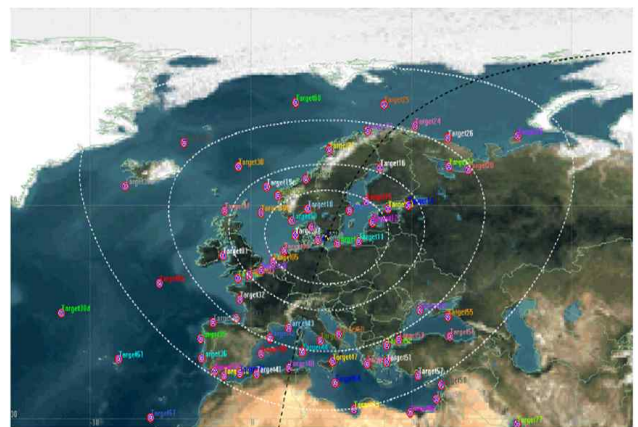


그림 4. 오브콤 AIS 위치정보 수신 예시.  
Fig. 4. Orbcomm's example of receiving AIS position.

육상에서 사용하는 CDMA/3GS/TRS 통신망의 경우에는 음성통신과 Data통신을 모두 이용할 수 있기 때문에

음성통신이 가능한 VMS단말기 개발이 가능하다. 또한 실험적이지만 섬이나 선박에 설치하는 중계기를 통한 음성통신 및 데이터 통신거리를 50마일이상 확대할 수 있으므로 선박이 연안으로부터 50마일을 벗어난다고 하더라도 VMS 목적달성에 필요한 위치추적, 데이터 통신, 조난신호 발신, 보안정보 발신 등은 가능할 것이다(메쉬네트워크 구성). 상업망으로서 통신비용이 위성망 보다 저렴한 장점을 갖기에 우리나라 연근해를 항해하는 어선이나 레저선박에 적용이 가능할 것으로 생각한다.

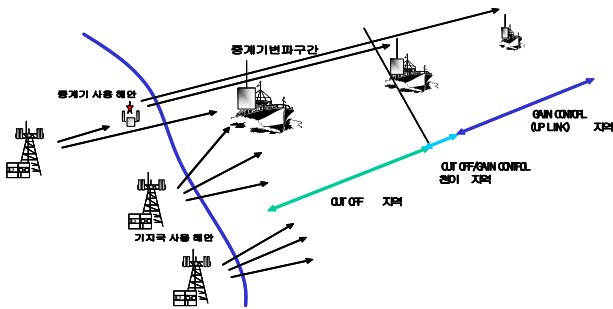


그림 5. 육상통신망을 이용한 선박모니터링.

Fig. 5. Vessel monitoring using land network system.

선박을 관제하거나 모니터링하는 육상의 시스템은 전자해도 기반에 상기 기술한 통신망의 위치정보를 수신하여 다음의 그림 5.와과 같이 표시하여 업무에 활용하고 있다. 우리나라의 국토해양부의 GICOMS 센터의 경우 각 통신망별로 제공하는 위치정보가 구성형식이 상이하기 때문에 이를 개별적으로 분석하여 하나의 위치정보 형식으로 통합하여 필요한 기관에 제공하고 있다.[3]

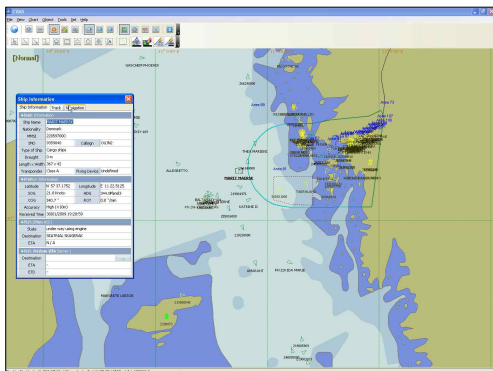


그림 6. 전자해도 기반 선박관제 시스템.

Fig. 6. Vessel Monitoring using ENC (Electronic Navigational Chart).

### 3. 대용량 선박위치정보 분석시스템 설계

최근 RADAR와 AIS의 선박위치정보의 분석을 통한 항만에서의 통항량 분석, 충돌위험 분석, 선박의 위험도를 분석하는 연구가 시도되고 있으며, 국토해양부 및 해양경찰청에서는 대형사고의 발생가능성이 있는 여객선항로이탈분석, 유조선 통항로 위반분석, 선박운항밀집도 분석을 시범적으로 적용하고 있다.[4][5][6][7][8][9][10][11]

본 연구에서의 교통분석시스템은 AIS를 통하여 선박 위치정보를 수신하고, 해당 메시지 구문을 파싱(Parsing)

하여 선박위 위치정보를 자료구조에 저장하여, 각종 분

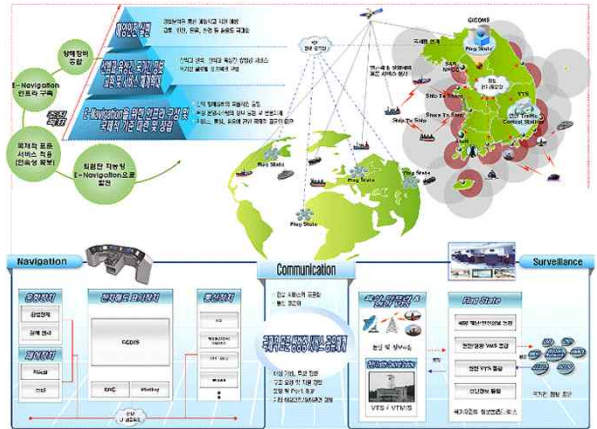


그림 7. GICOMS 서비스 체계.

Fig. 7. GICOMS Service Architecture.

석에 사용할 수 있는 기능을 제공한다. 분석을 위한 자료구조는 기존 시스템에 적용했던 해쉬 자료구조와 이번 논문에서 제안하는 Quad-Tree 와 R-Tree를 적용한 자료구조를 모두 사용한다. 성능 비교를 위한 선박에 대한 운항 분석은 단순한 CPA/TCPA를 이용한 충돌분석, 지정된 영역에 대한 입출항 분석기능을 사용하는 것으로 한정 할 것이다. 추가적으로 외부의 지능형분석시스템(정보융합 기술 기반의 지능형 항행안전정보 시스템)에 정보제공을 위한 기능을 제공한다.

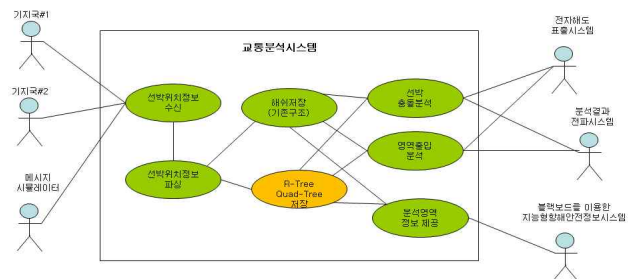


그림 8. 교통분석시스템의 유즈케이스.

Fig. 8. Use-case of ship navigation analysis system.

상기 교통분석시스템의 선박위치정보의 수신기능 모듈은 AIS 메시지 포맷인 NMEA0183을 수신할 수 있도록 구현한다. 선박의 위치정보는 실제 기지국장치로부터 직접 수신할 수 있으나, 본 논문에서는 성능테스트를 위하여 메시지 시뮬레이터에서도 수신할 수 있도록 구현하였다. 참고로 다음의 그림 9.은 AIS 위치정보 메시지 포맷을 보여준다.

```
!AIVDM,1,1,,A,16SWVL?00094K50E:maGjGQ<2L0a,0*28
!AIVDM,1,1,,A,16Sf3wPP0192WGRE<CC45b:60@Ff,0*5F
!AIVDM,1,1,,B,16Sfe3?P0093D2pEHF7Uc?w<25I@,0*12
!AIVDM,1,1,,A,16Sqj?O00093UMvEKOtP01W<20Ss,0*60
!AIVDM,1,1,,B,14adSB0P28929UnE=HcHLgw>0@Ft,0*6C
!AIVDM,1,1,,B,16SkchgP0093U4TEKTTdC?w>25I@,0*48
!AIVDM,1,1,,A,16SkchgP0093U4TEKTTdC?w>25I@,0*4B
```

그림 9. AIS 메시지 형식.  
Fig. 9. AIS message format.

선박위치정보의 파싱(Parsing)기능 모듈은 AIS메시지 1, 2, 3번, 18, 19번을 분석하여 AIS 장착 선박의 위치정보를 분석할 수 있도록 구현한다. 이 기능 모듈은 옵션에 따라 분석한 선박의 위치정보를 기존의 해쉬 저장구조에 위치정보를 저장하거나 R-Tree 및 Quad-Tree 저장 구조에 저장할 수 있는 기능을 제공한다.

표 1. AIS 위치정보 구분형식.  
Table. 1. AIS position message format.

매개 변수	비트 수	설명
메시지ID	6	이 메시지에 대한 식별자
반복	2	중계소가 한 메시지의 반복회수
MMSI	30	선박에 부여된 MMSI번호
항해상태	4	0=엔진사용 항해중, 1=정박중, 2=조종불능, 3=기동성이제한, 기타항해상태 코드 표시
선회율 (ROT)	8	0.....+126, 0.....-126 분당 선회율
SOG	10	1/10 노트 단위의 대지속도
위치 정확도	1	1=높음, 0=낮음
경도	28	1/10000분 단위의 경도
위도	27	1/10000분 단위의 위도
COG	12	1/10도 단위의 대지진로(0-359)
선수방향	9	도(0-359)
타임 스탬프	6	EPFS에 의해 보고가 이루어질 때의 UTC 초(0-59)
유보	4	관할지역당국이 정의하도록 유보.
예비	1	사용되지 않음. 0으로 설정.
RAIM Flag	1	전자위치결정장치의 RAIM(Receiver Autonomous Integrity Monitoring) flag
통신 상태	19	상세내용 ITU-3171-3참조
비트 합계	168	

선박충돌분석과 영역출입분석 기능모듈은 해쉬나 R-Tree 및 Quad-Tree의 자료구조 내를 순회(Iteration)하면서 선박의 충돌분석을 수행한다. 그리고 결과를 전자해도 표출시스템에 표출하거나 분석결과 전파시스템에 전달하는 기능을 제공한다. 분석영역정보 제공 기능 모듈은 다른 지능형 분석기능시스템에 정보를 제공할 수 있는 기능을 제공한다. 예를 들면 블랙보드를 이용한 지능형 항행 안전 분석시스템과 같은 시스템에 정보를 제공할 수 있다.

#### 4. Quad-Tree와 R-Tree의 적용

자료구조의 하나인 트리(tree)의 일종으로 자식 노드가 4개인 트리를 말한다. 4진 트리라고도 불린다. 쿼드트리 는 공간(일반적으로 2차원)을 4개의 자식노드로 재귀적(recursive)으로 분할하는 방법을 제공하며, 분할 전 단계에서 하나였던 지형을 1단계마다 4로 재귀적으로 분할하다가 일정크기 이하로 작아지면 분할을 멈춘다.

이 연구에서 쿼드트리를 사용하는 가장 큰 이유는 거대한 공간에서 저장된 선박 객체정보를 빠르게 검색할 수 있기 때문이다.

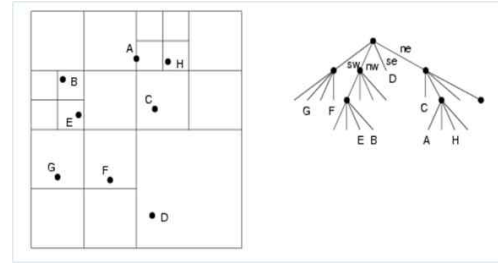


그림 10. Quad-Tree.  
Fig. 10. Apply of Quad-Tree.

예를 들어 전자해도상에서 위경도를 기준으로 선박의 관리를 쿼드트리를 활용하여, 선박의 표출을 전자해도 축적에 따라 표시를 다르게 보여주는 기술(LOD, Level Of Detail)에 활용할 수 있는 것이다.

본 논문에서는 교통분석시스템을 위하여 이러한 자료 구조를 선박위치정보 관리에 적용할 것이다. 적용하는 선박관리 쿼드트리는 선박이 추가될 때마다, 공간분할을 일으키며 레벨이 증가하게 된다. 이때 선박의 카운터 정보를 추가하여 전자해도 표출 레벨에 맞추어 정보를 표출할 수 있게 된다.

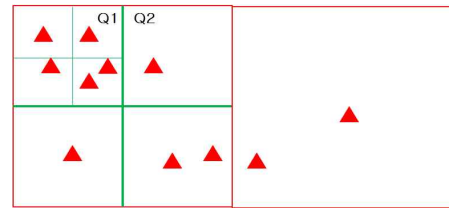


그림 11. Quad-Tree를 이용한 선박정보 관리.

Fig. 11. Vessel position management using Quad-Tree.

그러나, 선박이 다른 영역으로 이동하는 경우, 쿼드트리의 변경이 일어나는 오버헤드가 발생한다. 따라서 이러한 오버헤드를 감안하여, 일정한 기간에 한번 씩 선박 식별번호를 통해 선박을 관리하는 해쉬구조를 이용하여 쿼드트리를 변경하도록 하였다.

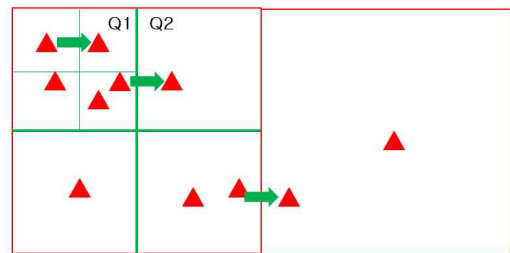


그림 12. 선박의 이동 관리.

Fig. 12. Apply of vessel movement.

R-Tree는 높이형(height-balanced) 트리이며, 각 노드와 객체는 mbr(minimum bounding region) 또는 mbb(minimum bounding box)에 의해서 표현된다. 동적인덱스 삽입과 삭제가 탐색과 함께 서로 사용되고 주기적인 재구성이 필요하지 않다. 객체는 단말노드에서 단 한번 나타나지만 비 단말 노드를 표현하는 디렉토리 사각형은 서로 겹칠 수 있음을 고려해야 한다.



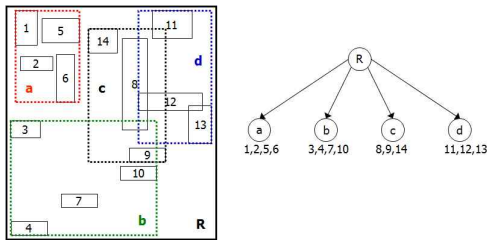


그림 13. R-Tree.  
Fig. 13. R-Tree.

선박간의 충돌분석은 일반 ARRAY 데이터 구조 또는 HASH구조로 선박을 관리하는 경우, 분석대상선박을 중심으로 모든 선박과 비교해야 한다. 그러나 선박용 항행 분석시스템이 아닌 육상용 관제시스템에서는 전국의 전체 선박을 대상으로 충돌 분석을 수행하기에, 많은 계산 부하가 발생한다. 이러한 분석의 계산 부하를 줄이기 위하여, 지역적으로 분리하여 충돌 분석을 수행하는 방안이 필요하며 본 연구에서는 선박을 R-Tree로 관리하여 효율적으로 검색할 수 있는 방안을 연구하였다.

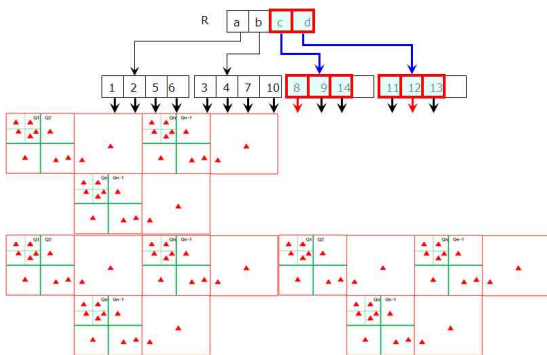


그림 14. R-Tree의 적용.  
Fig. 14. Apply of R-Tree.



그림 15. R-Tree를 이용한 분석지역관리.  
Fig. 15. Analysis area management using R-Tree.

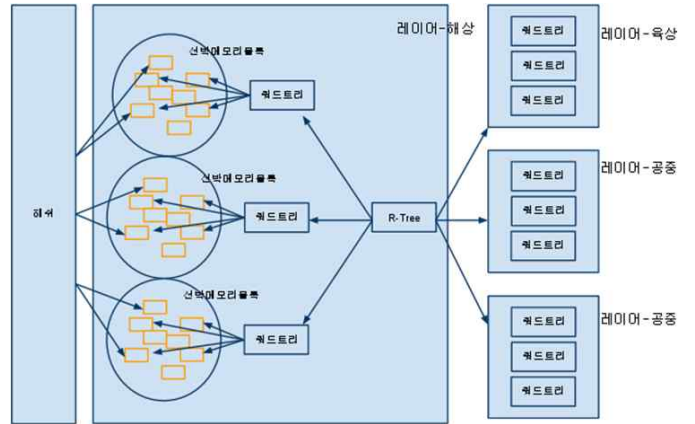


그림 16. Quad-Tree와 R-Tree의 적용.  
Fig. 16. Apply of Quad-Tree and R-Tree.

이 연구에서 선박의 위치정보는 기본적으로 HASH와 쿼드트리를 통하여 객체로서 관리한다. 이 경우 쿼드트리의 각 노드는 사각형의 공간정보를 생성하여 저장하게 된다. 단 이 사각형의 공간정보는 위경도 체계를 기본으로 하기 때문에 겹침이 없는 것으로 가정하여 구현하였다. 각 각의 사각형의 공간은 그림 14와 같이 중요지역에 따른 선박객체 관리구조와 지역을 균등하여 분할하여 선박을 관리하는 구조로 구현할 수 있다. 본 연구에서는 이를 모두 고려하여 그림 16와 같이 설계하였다.

### 5. 시스템 구현 및 성능시험

본 연구에서의 교통분석시스템은 Quad-Tree와 R-Tree 자료구조의 적용을 고려하여 다음의 그림 17., 그림 18과 같이 클래스를 작성하고 프로토타입 프로그램을 구현하였다.

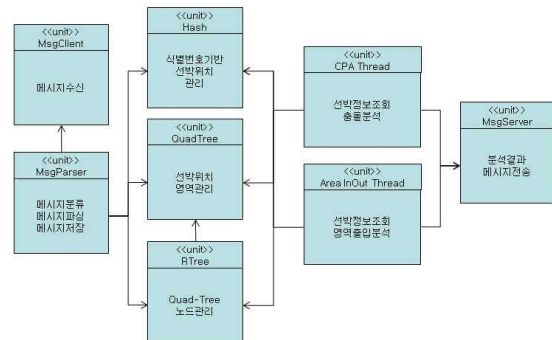


그림 17. 교통분석시스템의 클래스 구현.  
Fig. 17. Calss implementation of analysis system.

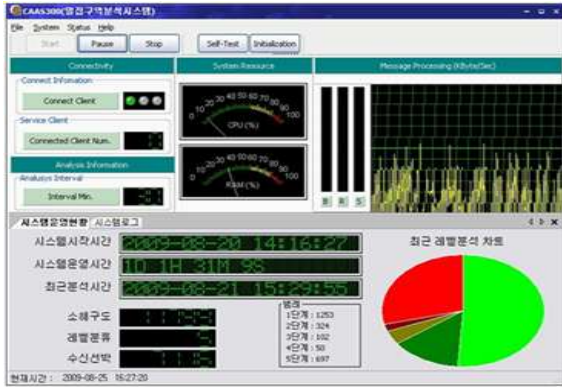


그림 18. 교통분석시스템의 프로그램.  
Fig. 18. Ship position analysis program.

교통분석시스템의 성능비교를 위하여, 전국의 VTS센터에서 관할하는 지역의 AIS 위치정보를 수집하였다. 데이터는 1일간의 위치정보를 확보하였다. 또한 교통정보 분석시스템에 위치정보를 전송하기 위하여 위치정보 시뮬레이터를 개발하여 시험을 수행하였다. 위치정보 시뮬레이터는 위치정보가 저장된 파일을 읽어서 교통분석시스템으로 전송(PUSH)하는 기능을 제공하며, 이를 교통정보분석시스템에서 분석하도록 하였다.

테스트 결과 해쉬자료구조만을 적용한 경우 임의의 한 척의 충돌분석을 수행하는 경우 전국의 약 3500척의 선박이 상호 비교를 해야하는 연산( $n!$  계산량)이 이루어졌다. 레이다 평균가시거리인 20마일 이상에 위치한 선박에 대한 거리에 대한 제한을 주더라도 하나의 선박당 3500척에 대한 거리를 계산해야하는 오버헤드는 여전히 남아있었다. 그러나 Quad-Tree와 R-Tree의 적용한 결과 자신의 지역 노드와 주변 지역노드만 검색하게 되므로 밀집된 항만의 경우에도 200척이내의 선박만 계산하게 되어 Quad-Tree와 R-Tree의 깊이 검색에 대한 오버헤드만 추가 되었을 뿐 충돌분석과 특정지역으로의 진입여부를 판단 분석하는 계산에서는 성능의 개선을 보여주었다.

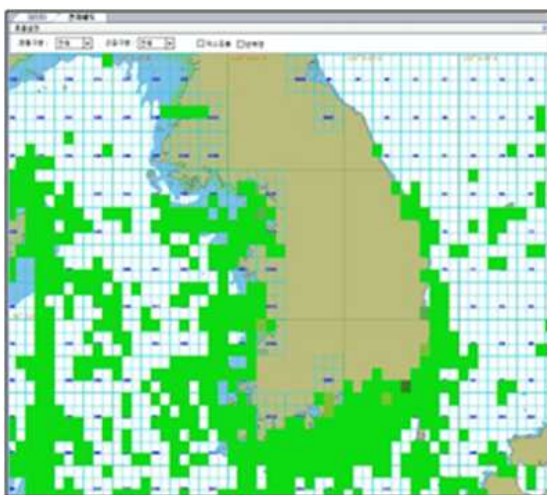


그림 19. 분석정보의 표출.  
Fig. 19. Display of analysis result.

## 6. 결 론

이 연구에서는 전국 연안을 항해하는 선박의 대량의 위치정보를 실시간으로 수신하여 선박의 운항상태를 분석하는 교통분석시스템의 성능을 높이기 위한 연구를 목적으로 분석성능에 영향을 미치는 공간정보 검색기능 향상을 위하여 Quad-Tree와 R-Tree 자료구조의 적용을 제안하였다. 또한 Quad-Tree와 R-Tree 자료구조 설계 적용시 기존의 해쉬자료구조와 결합하여 식별번호검색은 물론 공간정보검색(위경도 입력값을 통한 검색)을 향상시켰고 AIS 정보를 확보하여 시뮬레이터상에서 교통분석시스템의 성능이 개선되었음을 알아보았다.

연구에서 제안한 시스템은 전국단위 또는 VTS관선범위 단위의 육상시스템에서 관제사의 업무부하를 줄여주기 위한 자동화된 모니터링의 핵심인 교통분석시스템에 대한 선박위치 검색성능 향상을 위한 설계방법을 보여주었다. 이를 통하여 향후 교통관제업무 뿐만 아니라, e-Navigation시대에서의 지능형 항해 및 상황관제를 위한 기술로서 활용될 수 있을 것이라 생각된다. 이를 위하여서는 대용량 선박 위치정보 메시지를 활용할 수 있는 관련 분야의 연구가 더욱 활발히 이루어 져야 할 것이다.

## 참 고 문 헌

- [1] 김재명, 심우성, *e-Navigation 기술 표준화 동향*, November · December, pp.38-44, 2009.
- [2] 박계각, 이주환, 이상재, *전국 AIS 전도성능평가 및 개선방안에 관한 연구*, *국토해양부*, 2005.
- [3] 임건, 이주환, *연안선박 위치추적 안전 관리시스템 타당성 조사 및 기본계획 수립*, *국토해양부*, 2004.
- [4] 김도연, 조대운, 이미라, 박계각, "정보융합 기술 기반의 지능형 항행안전정보 시스템", *한국지능시스템학회*, v.20, no.2, pp.226, 2010.
- [5] 김도연, *블랙보드를 이용한 지능형 항행안전정보 시스템*, *목포해양대학교 대학원*, 2011.
- [6] 김동균, *국제해상충돌 예방규칙에 따른 충돌회피 알고리즘에 관한 연구*, *목포해양대학교 대학원*, 2011.
- [7] 이미라, "선박의 항행정보시스템을 위한 상황 예측 시뮬레이션 방안 연구", *한국시뮬레이션학회*, v.19, no.3, pp.127-135, 2010.
- [8] 김은경, 강일권, 김용기, "충돌회피를 위한 충돌위험도 결정 시스템", *한국지능시스템학회 논문지*, v.11, no.6, pp.524-527, 2001.
- [9] 김동균, 정중식, 박계각, "국제해상충돌예방규칙에 따른 충돌회피알고리즘에 관한 연구", *한국지능시스템학회 춘계학술대회 학술발표논문집*, v.21, no.1, pp.193-194, 2011.
- [10] 김대원, 박진수, 박영수, "울산항 해역 위험성에 관한 해상교통 안전성 평가 연구", *해양환경안전학회 추계학술발표회*, pp.1-305, 2010.
- [11] 이병길, 한중욱, 조현숙, "해양안전실현을 위한 차세대 해상교통관제 시스템의 상황인지 및 항행지원 구조 설계", *한국통신학회논문지*, v.35, no.7, pp.1073-1080, 2010.

저 자 소 개



**이 상 재 (Sang-jae Lee)**

1999년: 광운대학교 컴퓨터공학과 학사  
2010년~현재: 목포해양대학교 대학원  
해상운송시스템학과 석사  
과정  
2004년~현재: (주)지엠티사이버네틱스  
수석연구원

관심분야 : 해양안전, 선박관제시스템, 지능형선박운  
항분석

E-mail : sjlee1012@naver.com



**김도연 (Do-yeon Kim)**

2009년: 목포해양대학교 소프트웨어과 학사  
2011년: 목포해양대학교 전자통신전공 석사  
2011년~현재: 목포해양대학교 대학원 해  
양정보시스템학전공 박사  
과정

관심분야 : 지능형 항행 정보 시스템, 해양 안전, 인공지능  
E-mail : kimdoyeoun@mmu.ac.kr



**박 계 각 (Gyei-kark Park)**

1982년: 한국해양대학교 항해학과  
공학사  
1986년: 동 대학원 수송공학과  
공학석사  
1993년: 일본동경공업대학  
시스템과학전공 공학박사  
2010년: 전남대학교 무역학과 경영학  
박사  
1995년~현재: 목포해양대학교 교수

관심분야 : 지능형물류관리, 의사결정론

E-mail : gkpark@mmu.ac.kr