

# VTS 데이터를 이용한 정량적인 VTS 구역 적정 관제석 산출

김광일\* · 정초영\*\* · 김주성\*\*\* · † 이건명

\*, † 충북대학교 소프트웨어학과, \*\*군산대학교 해양산업·운송과학기술학부, \*\*\*목포해양대학교 항해학부

**요 약** : 해상교통관제센터(VTS)는 해상 안전과 선박교통효율을 위해 우리나라 주요 항만 및 연안해역에서 운용중이다. 우리나라 VTS는 외국항만 VTS에 비해 1인당 담당 관제면적이 넓으며, 최근 VTS 구역 추가 확대로 기존 관제사의 담당구역이 기존보다 더욱 확대되어 관제사의 집중관제와 선박교통관리 어려움이 더욱 증가되고 있다. 이에 따라 VTS 구역의 효율적인 운영과 VTS 인력 확보를 위한 정량적인 관제석 수 산출이 필요하다. 본 연구에서는 VTS에서 수집되는 선박교통 및 선박교신 데이터를 이용하여 VTS 구역 적정 관제석 산출방법을 제안하고자 한다. 제안한 방법은 VTS 구역에서 운항하는 모든 선박의 모니터링 시간, VHF 교신에 대하여 관제 업무(task)항목, 출현빈도, 소요시간을 정의하고, 단위시간동안 각 관제 task별 소요시간을 계산하여 관제석 수를 계산한다. 제안한 방법을 여수VTS 해역의 VTS데이터에 적용하여 적정 VTS 관제석 수, 시간대별 관제석 수 변화를 분석하였다. 분석 결과 혼잡시간대 필요 관제석이 4-5 석이 필요로 한 것으로 분석되었다.

**핵심용어** : VTS, VTS 데이터, VTS 관제사, 관제석, 선박 모니터링, AIS

## 1 연구 개요 - 배경

- ❖ VTS의 역할 증대
  - 항만 및 연안수역 선박 대형화 및 교통량 증가
  - 해상 대형 인명 사고
  - 대형 오염관련 해양사고
  - 연안 낚시어선 등 레저 선박 증가



- ❖ 해양사고 예방을 위한 정부 대응으로 해상교통관제(VTS) 구역 확대와 연안 VTS 확충
  - ➔ 2021년 기준 26개 VTS 센터 운용예정

## 1 연구 개요 - 선행 연구

- ❖ VTS 인력 운영방안 관련 선행연구 및 제안 연구방향

연구 과제 명	해상교통관제사 자격제도 및 평가제도 도입방안 연구 (2010년)	해상교통관제사 직무분석 및 인적요인 연구 (2016년)
주요 수행 내용	VTS 자격제도 관제근무 선호도 조사	VTS 관제사 직무분석 VTS 관제사 인적요인 연구 관제석터량 측정인원 산정
적정 관제인력 산정	관제사 선호도 조사 기반 - 일반관제사 : 6인 1조 - 팀장관제사 : 7인 1조	IALA 워크스테이션 (관제석터) 24시간 운영 소요인력 기반
산정방법	설문조사 기반	관제사 근무시간, 휴게시간, 근무파턴 등 human factor 고려

- ❖ 적정 VTS 관제석(또는 석터) 기준에 대한 연구는 수행되지 않음.

## 1 연구 개요 - 배경

- ❖ 1개 관제석터당 최소 필요인원 국제기준 대비 38.5 %
  - IALA 기준 1석터당 24시간 운영 필요 인원: 9.41명
  - 우리나라 1석터당 24시간 운영 인원: 5.78명
- ❖ 관제석터에서 선박교통혼잡 또는 VHF 교신폭주를 고려한 현실적인 VTS 관제석터 산정 방안 필요
  - 동시다발적인 선박충돌 상황에서 관제사의 인적오류 발생
  - VHF 교신폭주시 선박교신 어려움



<교통혼잡 시간대 근접사고 발생 상황>

## 1 연구 개요 - 선행 연구

- ❖ 항공관제의 적정석터 산출 기준
  - 항공관제는 공역수용량에 의해 항공관제센터(ATC)의 운영기준 산출
    - 공역수용량 : ATC가 관제하여 처리할 수 있는 최대 항공기 수
    - 공역은 최대수용량(1시간/레이더관제사 업무량\*회복시간)을 산출하여 공역석터의 적정 비행기를 계산함.
  - ATC 석터의 수용량 및 관제사 업무부하량 측정을 위한 거시적(분석적) 기법인 Schmidt 모델 적용
    - 관제팀의 어떠한 결정이나 조치가 필요한 사건(event)이 발생하는 횟수와 이러한 사건들과 관련된 업무를 수행하는데 요구되는 시간이 업무량이나 관제의 어려움과 관련됨을 전제

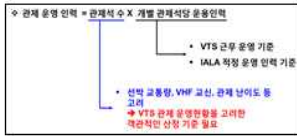
(표 3-1) 관제사 업무부하 모형 간 비교

구분	SGAT	COM	DORATASK	RAMS	PUMA
개발자	FAA	EUROCONTROL	CAA(영국)	EUROCONTROL	CAA(영국)
형태	거시적분석적형	거시적분석적형	미시적분석적형	미시적분석적형	미시적분석적형
업무	- 관제석터별 비행기종류 - 관할자 세미 - 관제교신 흐름 제어카드	- 유럽 ATC Reference Task	- 관제사 관할에 기반한 유럽 Reference Task	- 관제사 관할에 기반한 유럽 ATC Reference Task	- 관할자 업무량(OBT, Observational Task Analysis)
관제사	- 계획 및 제어카드	- 제어카드	- 계획 및 제어카드	- 계획 및 제어카드	- 계획 및 제어카드
속성	- 일일 관제업무 - 관제사 업무 계획	- 일일 관제업무 - 관제사 업무 계획	- 일일 관제업무 - 관제사 업무 계획	- 일일 관제업무 - 관제사 업무 계획	- 일일 관제업무 - 관제사 업무 계획
업무방식	- 계획 소년 및 계획업무	- 계획 소년 및 계획업무	- 계획 소년 및 계획업무	- 계획 소년 및 계획업무	- 계획 소년 및 계획업무

† 교신저자 : 정희원, kmlee@cbnu.ac.kr  
\* 정희원, kikim82@cbnu.ac.kr  
\*\* 중신회원, wjdchdud@kunsan.ac.kr  
\*\*\* 중신회원, jskim@mmu.ac.kr

## 1 연구 개요 - 연구목적

- 본 연구는 VTS 중장기 인력 운영 로드맵 제시를 위해, VTS 데이터를 기반으로 한 정량적인 VTS 적정 관제석 수 산출방법 제시



- 이를 위해 VTS에서 활용중인 선박 교통 및 음성데이터를 기반으로 객관적인 산출 모델 제시

## 2 VTS 적정 관제석 산출 모델 개발

### 2. 대상해역 구역 설정

- VTS 데이터를 이용하여 관제 TASK를 추출하기 위해서는 각 구역에 대한 정의와 범위 지정이 필요함.
- 아래 왼쪽 그림은 여수 VTS 구역에 대하여 정보 추출부에 대하여 구역을 설정함.



## 2 VTS 적정 관제석 산출 모델 개발

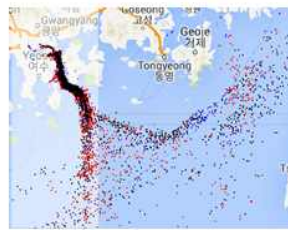
- VTS 데이터를 이용한 적정 관제석 산출 절차



## 2 VTS 적정 관제석 산출 모델 개발

### 3. 선박별 VTS 데이터 분석

- 대상 해역에 입출항, 이동하는 모든 선박에 대하여, 설정한 구역을 통과할 경우의 각 선박별 관제사 모니터링 TASK 소요시간 계산
- 해역에서 선박간 발생하는 충돌상황(조우상황)에 대하여



여수-통영연안 CPA<0.5 이하 (H:정정, C: 파랑, O: 빨강)



선박별 관제 모니터링 TASK 추출과정

## 2 VTS 적정 관제석 산출 모델 개발

### 1. VTS별 분석항목 도출

- VTS 구역별 선박항행특성 및 해역의 특성이 각기 다르므로 관제사의 모니터링 형태와 업무부하가 각기 다름.
- 선박별 산정하게 되는 정보제공항목, 모니터링 부하를 발생하는 관제사 TASK에 대하여 정확하게 항목 정의

ex) 여수 VTS 사례

- VHF 교신
  - 입항, 출항 예보 / 입출항, 집안, 정박 보고 / 충돌정보제공
  - 도선사, 항만 입출항 정보제공
- 선박 안전항해 모니터링
  - 선박충돌위험, 항법위반 등
- 선박 입항 상황 개요



## 2 VTS 적정 관제석 산출 모델 개발

### 4. 관제 TASK별 소요시간 산출

- 항행 중인 선박 수 고려
  - 관제사의 모니터링의 대상은 선박이동여 관련 내용이므로, 그 대상인 선박의 항행에 대해서만 고려함.
  - 본 영역에서는 각 선박의 항행에서 정량적인 관제 소요시간을 분석함.
- ① VTS 데이터 분석을 통해 각 관제 task에 대하여 발생 빈도 계산(프로그래밍)
- ② 각 task에 대한 소요시간 계산
  - 선박출동정보
    - 항적데이터+VHF 분석
  - VHF reporting
    - VHF 녹취 분석
  - 선박교통 모니터링
    - 관제사 설문조사, VHF 녹취분석
- 모니터링 시간:  $\sum \text{①} \times \text{②}$





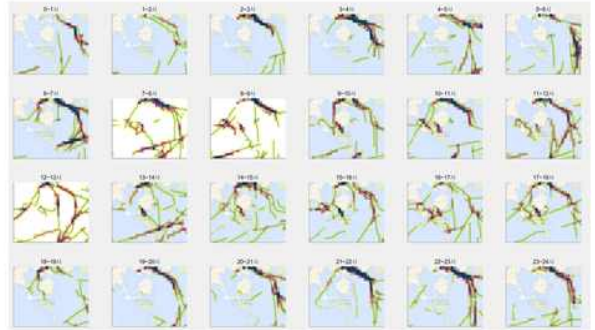
## 2 VTS 적정 관제석 산출 모델 개발

### 5. VTS 적정 섹터 인력 산출

- 산출 방법
  - VTS 데이터 분석을 통해 각 선박의 이동에 대해서 관제사가 단위시간동안 모니터링하는데 소요되는 시간을 계산함.
  - 모든 선박에 대하여 모니터링 시간의 합을 관제사 1인의 단위시간으로 나누어 적정 관제 인력 산출
    - 단위시간은 peak time에 대한 고려를 하기 위해 1시간이 적절
  - 관제사 적정 인력 =  $\frac{\text{단위시간동안 관제구역 내 전체 선박 모니터링 시간}}{\text{단위시간, 관제사 1인의 모니터링 시간}}$
- 관제사 모니터링 항목
  - 각 선박이 항해 및 정박중인 상황 모니터링
    - 입항
    - 출항
    - 항만 내 이동
  - 관제구역 경계에서 진입선박 모니터링
    - 관제구역경계 모니터링

## 3 시뮬레이션

- 시간대별 VTS 선박 교통 밀도
  - 여수 VTS 진입해역

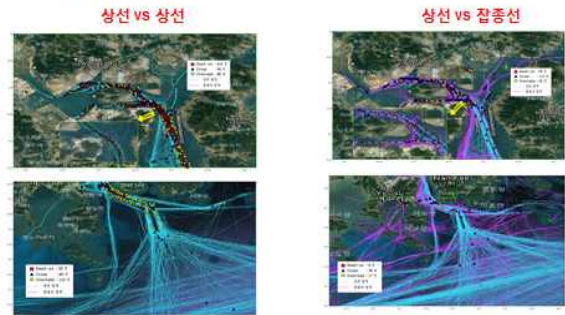


## 3 시뮬레이션

- 실험 개요
  - 대상 해역 : 여수항만 VTS 구역
  - 기간 : 2018.07.01 - 2018.07.31
  - 분석 데이터
    - 선박 AIS 데이터
    - VHF 교신 데이터
    - 어선 V-PASS 데이터
- 분석결과
  - 선박 입출항, 모니터링 처리 필요 관제석
    - 혼잡시간대(5-9시): 2-3석
  - 선박 조우상황 관리 필요 관제석
    - 혼잡시간대(6-9시, 17시): 1-2석
  - 전체 필요 관제석 (선박입출항 처리+ 선박 조우상황 처리)
    - 혼잡시간대(5-9시): 4-5 석

## 3 시뮬레이션

- 선박 충돌 조우상황 분석
  - 여수VTS 해역(10일)



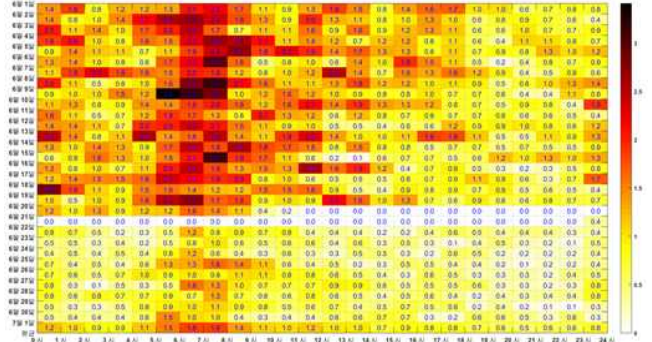
## 3 시뮬레이션

- 시간대별 VTS 선박 교통 밀도
  - 여수 VTS 내항



## 3 시뮬레이션

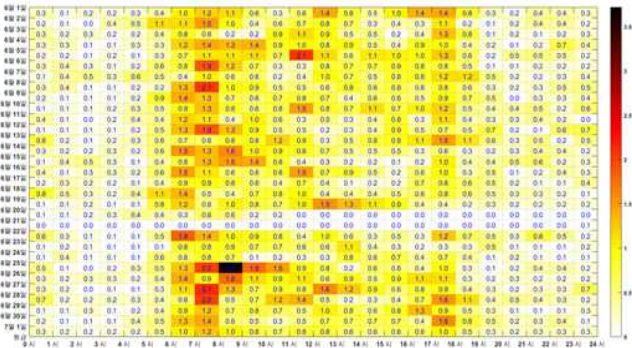
- 적정 VTS 관제석 산출 결과
  - 선박 입출항, 모니터링 처리 필요 관제석



### 3 시뮬레이션

#### ❖ 적정 VTS 관제석 산출 결과

##### ▪ 선박 조우상향 관리 필요 관제석



### 후 기

“이 논문은 해양경찰청의 재원으로 수행된 해상교통관제 (VTS) 인력 효율적 증강기 운영방안 연구용역 사업의 지원을 받아 수행된 연구임(20180604FF5).”

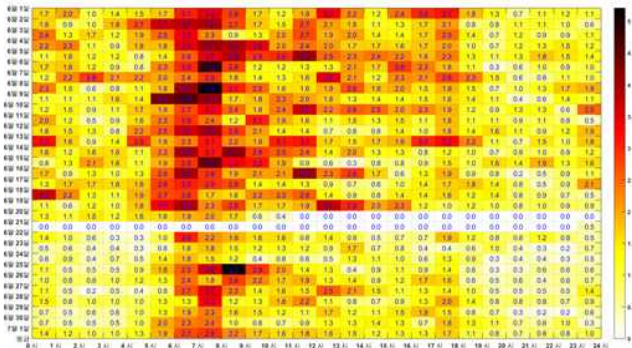
“이 논문은 2016년도 정부(교육부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 해상교통관제(VTS)에서 선박 교통 빅데이터 기반의 선박충돌 위험도 평가기술 개발 연구사업임 (NRF-2016R1A6A3A11935806).“

“이 논문은 2017년도 정부(과학기술정보통신부)의 재원으로 한국연구재단의 지원을 받아 수행된 사용자 개입 최소화를 위한 고성능 자율 기계학습 플랫폼 기초 원천기술 개발사업임 (NRF-2017M3C4A7069432).“

### 3 시뮬레이션

#### ❖ 적정 VTS 관제석 산출 결과

##### ▪ 전체 필요 관제석 (선박입출항 처리+ 선박 조우상향 처리)



### 4 결론

- ❖ 본 연구는 VTS에서 수집중인 선박 교통 및 음성데이터를 이용하여 VTS 적정 관제석 산출 모델을 제시함.
- ❖ 제안 방법은 정량적인 VTS 데이터를 분석하여 객관적인 VTS 관제사 업무량을 산출함.
- ❖ 산출된 분석결과는 향후 VTS 관제석 배치, 투입 관제석 유동 배치 등에 활용 가능함.
- ❖ 제안한 모델을 여수VTS 해역에 적용하여 시뮬레이션 결과 Peak time에서 필요 관제석이 4-5석이 필요함.
- ❖ 다만 관제사 인지측면의 모니터링 소요시간, 관제사 관찰기반의 상세 업무소요 영향요소에 대한 고려는 향후 연구과제로 남음.