

# 연안해역에서 무인선 운용을 위한 주파수 산정에 관한 연구

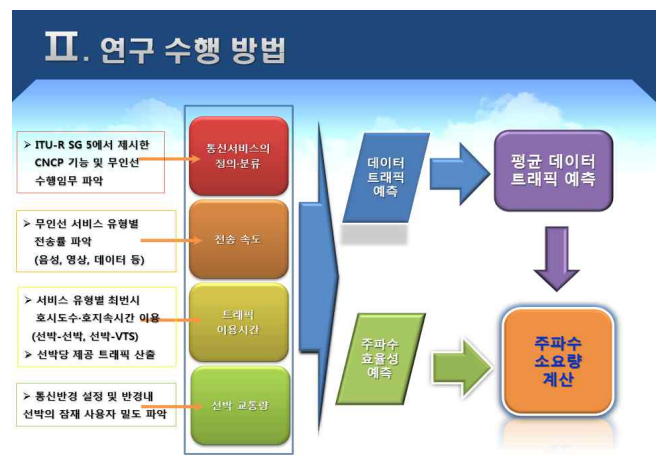
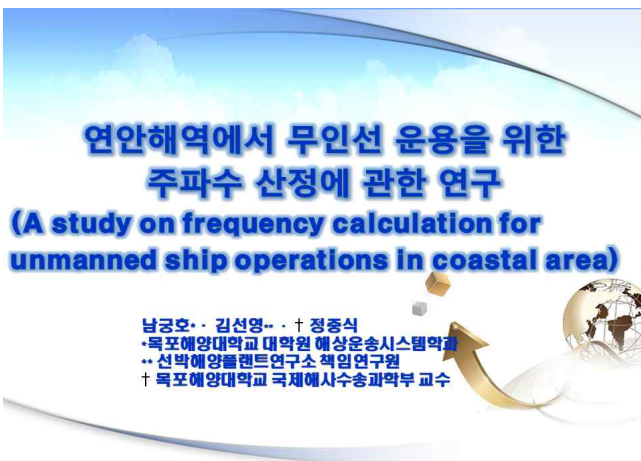
## A study on frequency calculation for unmanned ship operations in coastal area

남궁호 \* · 김선영\*\* · † 정중식

\*목포해양대학교 대학원, \*\*선박해양플랜트연구소 책임연구원, † 목포해양대학교 국제해사수송과학부 교수

**요 약 :** 최근 인간의 개입을 최소화하면서 임무를 수행할 수 있는 무인항공기에 대한 활용도가 높아지는 가운데 무인선(Umanned Maritime Vessel) 운용에 대한 관심도 높아지고 있다. 국내에서 무인선(Umanned Maritime Vessel) 관련 프로젝트는 오염 방제 지원, 불법 조업 감시, 조난자 수색·구조 등의 감시 및 구난·방제 지원 임무와 수로조사, 해양 기상 모니터링, 적조 감시 등 해양 조사 등을 목적으로 무인선(Umanned Maritime Vessel)을 개발하는 중이다. 무인선은 관제센터(Maritime Control Station) 또는 모선을 통하여 원격 통제로 임무를 수행하게 되며, 이를 위하여 다양한 정보가 무선통신을 통하여 유인선-무인선, 무인선-무인선, 무인선-관제센터 간에 실시간으로 제공될 것으로 예상되어진다. 본 연구에서는 ITU-R Study Group Working Party 5B를 분석한 후, 국내 개발 예정인 무인선(Umanned Maritime Vessel) 운용을 위하여 요구되는 통신 서비스를 구분하여 정의 및 분류하고, 이를 바탕으로 데이터 전송속도, 트래픽 이용시간, 교통량을 바탕으로 필요한 주파수 산정을 위한 기초자료를 제공하는데 목적이 있다.

**핵심용어 :** UMV, MSC, ITU-R SG, 무인선 통신서비스, 주파수 소요량 산정



† 중신회원, jsjeong@mmu.ac.kr  
 \* ngh2009@mmu.ac.kr  
 \*\* sykim@kriso.re.kr

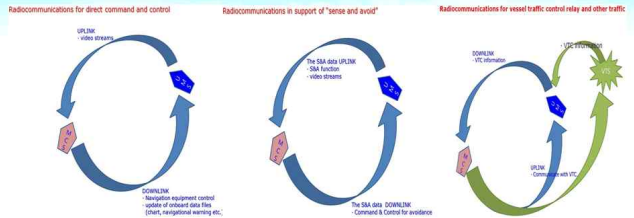
### III. 무인선 통신시스템 연구 분석(ITU-R SG 5)

#### UMS를 구성하는 Subsystem



### III. 무인선 통신시스템 연구 분석(ITU-R SG 5)

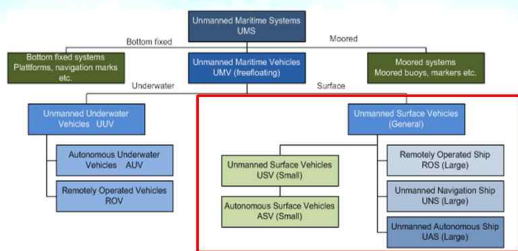
#### Key operation elements



<b>Command &amp; Control 통신</b>	<b>CNCP(Control and Non-Payload Communications)</b>
<b>Safety-of-Navigation 지원</b>	<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Telecommand message(MSC → UMV / Downlink)</li> <li>2. Non-Payload telemetry data(UMV → MSC / Uplink)</li> <li>3. Support for navigation aids, 4. Vessel traffic control voice relay, 5. Target track data</li> <li>6. Meteorological data, 7. Non-Payload video uplink data</li> </ol>

### III. 무인선 통신시스템 연구 분석(ITU-R SG 5)

#### UMS 분류



**UMS** Unmanned Maritime System을 기능과 크기에 따라 분류함 (Different categories of UMS may be beneficial)

### IV. 통신서비스 구분

#### 연구대상



○ 대상 항만 : 부산항

구분	내용
통신반경	연안해역 (해안선으로부터 40km)
대상선박	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 항만내 통항선박</li> <li>• 선박당기 준 데이터탑(서비스종류별)의 선장</li> <li>• 음성의 경우에는 대상항만에 대한 평균통화 건수 및 호 지속시간</li> </ul>

### IV. 통신 서비스 구분

#### 1. DL 서비스

항목	정의	통신내용	서비스 형태	Datarate (byte)	주기 (sec)
Telecommand message	<ul style="list-style-type: none"> <li>· Human operated _remote control (All control by human operator)</li> <li>· Human directed _permissive (Uplink asks for permission)</li> <li>· Human delegated _discretionary (Uplink declares intention)</li> </ul>	지시 정보 / MSC→UMV	Data	18,750	실시간
Support for navigation aids	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 전자해도 정보 업데이트 지원 서비스</li> <li>· 무인선 항해지원을 위한 환경 정보</li> </ul>	전자해도 업데이트 정보 / MSC→UMV	Data	5,000,000	3,800
		수로 정보 / MSC→UMV	Data	500	1,800
Vessel traffic control voice relay	<ul style="list-style-type: none"> <li>· VTS 정보를 통하여 해상교통위험상황 파악하고, 무인선이 안전하고 효율적으로 항해할 수 있도록 제어</li> </ul>	VTS 경고, 정보, 지시 정보 / UMV→MSC	음성, Data	23,000	80
		항해계획 정보 / MSC→UMV	Data	1,000	3,600

### IV. 통신 서비스 구분

#### 2. UL 서비스-[1]

항목	정의	통신내용	서비스 형태	Datarate (byte)	주기 (sec)
non-payload telemetry data	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 무인선 주요 항행정보 (포타기, 자이로컴퍼스, GPS 정보, 기관 이상유무 등) 비정상 신호 감지</li> <li>· 무인선으로부터 수신되는 안전상황 (화재, 침수, 선박경사 등)정보 감지</li> </ul>	무인선 항해장비정보 / UMV→MCS	Data	500	800
		선박 위험사항 감지 (위치, 속도, 방향, 경사) / UMV→MCS	Data	8	8
Vessel traffic control voice relay	<ul style="list-style-type: none"> <li>· VTS 정보를 통하여 해상교통위험상황 파악하고, 무인선이 안전하고 효율적으로 항해할 수 있도록 제어</li> </ul>	무인선 상황정보 (위치, 속도, 방향, 경사) / UMV→MCS	음성, Data	240,400,000	3600
		VTS에 상황전파 및 조치사항 정보 / MSC→UMV/VTS	음성, Data	23,000	30
Target track data	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 무인선의 안전하고 효율적인 연안항해계획 수립 지원</li> </ul>	무인선상황정보 (위치, 속도, 방향, 경사) / UMV→MCS	Data	8	6

## IV. 통신 서비스 구분

### 2. UL 서비스-[2]

항목	정의	통신내용	서비스 형태	Datarate (byte)	주기 (sec)
Meteorological data	무인선이 항해한 해역의 기상정보를 분석하여 MCS를 통하여 해당해역을 통과하는 선박에게 정보를 제공(기상정보, 해상정보, 수로정보, 항해정보 등)	선박관측정보 (기상 및 해상) / UL,UL~DLCS	Data그림	2500	900
Non-payload video uplink data	선박간 조우시 및 해당사고 유출유, 해당사고 실종자, 구조 범위 등을 탐색하기 위한 영상정보 제공	영상정보 (상대선박, 유출유, 조난자, 구조 탐색) / UL,UL~DLCS	영상	337,500	실시간

## IV. 통신 서비스 구분

### 선박교통량

- 부산 입 · 출항 선박(2015. 8. 기준)을 바탕으로 설정한 통신반경(km2)의 잠재 선박 밀도 파악
  - 해안선으로부터 부산항 진입보고 지점은 151.4 km
  - 관제구역 진입 · 출항하는 선박의 척수를 기준으로 통신반경내 잠재 선박척수 파악

$$T_{\text{potential}} = \text{Total (부산항 입 · 출항 척수 / 시간)} \times \text{통신반경(40km)}$$

	부산(2015. 8.)		선박(척수)		잠재선박(척수)	
	총계	총계	계	총계	계	총계
입항	외항선	계	2,337	3,827	1,011	
		국적선	725	1,922	192	
		외국선	1,612	426	426	
		연안선	1,490	294	294	
	총계	3,858	1,019			
출항	외항선	계	2,346	620		
		국적선	722	191		
		외국선	1,624	429		
		연안선	1,512	399		

## IV. 통신 서비스 구분

### 산출과정

- 설정한 통신반경 내 시간당 선박교통량 산출
- 링크별 데이터 소요량 추정
  - DL 서비스 · UL 서비스의 Datarate 및 주기를 파악
  - 최변시간 선박교통량을 바탕으로 서비스별 Traffic data/h 예측
- 시간당 선박교통량과 Traffic data/h를 계산하여 사용량 환산(Mbps)
- 주파수 대역폭 산출을 위하여 환산된 사용량을 주파수 효율을 이용하여 MHz 산출

구분	산출식
T potential	시간당 부산항 관제센터 진입보고 선박 척수 × 통신반경(40km)
Datarateservice	• Uplink Datarate(byte/s/주기) × 3600sec • Downlink Datarate(byte/s/주기) × 3600sec
$\text{BandwidthRequirement[MHz]} = T_{\text{potential}} \times \text{Datarateservice} \div \text{Spectral Efficiency[bps/Hz]}$	

## V. 결론 및 향후 연구과제

- ITU-R SG5에서 제시한 CNCP(7가지 항목)를 바탕으로 전송속도 및 부산해역의 선박 교통량을 파악하여 설정한 통신반경당 트래픽 예측을 위한 방법을 연구하였음
- 주파수 대역폭 소요량 산출량을 계산하기 위하여 CNCP 기반으로 해상상황에서 발생할 수 있는 다양한 요소 조사 및 분석 필요
- 정확한 데이터 트래픽을 예측하기 위해서는
  - 통신반경내 시간당 선박의 교통량 및 평균 호 지속 시간 파악 및 이를 이용한 동시 사용률 고려
  - CNCP(7가지 항목)을 기준으로 무인선에서 운용될 수 있는 추가적인 통신서비스를 파악 · 조사하여 트래픽 예측 필요
  - ITU-R M. 주파수 수요 측정 방식에 필요한 파라미터들을 해상환경으로 변환 후 비교하여 주파수 산정
- 주파수 효율은 보통 실험결과나 제조사 통계치에 따라 상이한 등, 많은 연구가 필요한 파라미터임
- 후보주파수대 (VDES, Maritime VSAT, LTE-M 등)에 대한 연구 및 후보주파수대에 대한 주파수 효율을 바탕으로 주파수 대역 파악 필요

## 참고문헌

- [1] “무인선 기술 개발 동향 및 산업현황,” KEIT PD 이슈리포트 2015-3호-이슈5, pp.83-95
- [2] Working document toward a preliminary draft new report ITU-R M.[MAR-UMS]
- [3] Rec.ITU-R M.1390, “Methodology for calculation of IMT 2000 terrestrial spectrum requirements”
- [4] 정민우, 윤현구, 박덕규, 김경희, 이숙진(2013), “차세대 철도무선망을 위한 주파수 소요량 계산방법,” 2013년도 한국철도학회논문집 제16권 제6호, pp.540-550
- [5] “SARUMS(Safety and Regulations for unmanned maritime systems)”-Guide (2014)
- [6] “MUNIN’s Autonomous Bridge,” MUNIN Final Event June 10th 2015, Hamburg, Germany

### Acknowledgements

본 연구는 해양수산부/한국해양과학기술진흥원의 지원을 받아 수행된 “고신뢰성 무인선 운용기술 및 인프라 구축 사업”의 일부분 입니다.