

# 면지



# | 제 출 문 |

한국해양과학기술원장 귀하

본 보고서를 2016년도 창의사업의 일환으로 수행한 「지능형 해양 통합 정보 시스템 구축」 기획 연구의 최종결과물로 제출합니다.

2016. 12.

과제책임자 : 백승재

참여연구원 : 김태영

송유재

양 현

임성훈

최우열



# 요약문

## ▾ 사업의 필요성

### ○ 실시간 해양/항해 정보 수요 존재

- 한국해양과학기술원의 KOOS와 KCID는 파도, 조류 등 실시간 해양 정보 및 예보를 제공하며, 선박운항정보를 승객 및 선원들에게 제공하고 있음.
- 상기 시스템으로부터 제공되는 정보는 수산/해양여가/선박 등 다양한 해양/항해 활동 등에서 해양 안전 도모를 위해 폭넓게 활용될 수 있으나, 해당 정보를 실수요자에게 효율적으로 전달하기 위한 수단이 미비함.
- 기 보급되어 있는 스마트 단말, 혹은 전용 단말 등을 활용한 해양/항해 정보 전달 기법 개발 필요.

### ○ 실시간 선박 항해 정보 모니터링 시스템 개발 필요

- 여객선과 3,000톤 이상 모든 선박에는 선박의 위치, 속도 등 제반 항해 정보를 저장하는 VDR(Voyage Data Recorder)이 의무 장착됨.
- 유사시 해양에서 VDR의 탐색/분석이 용이치 않으며, 선주/관제센터 등 실시간으로 선박의 정보를 모니터링함으로써 잠재적인 위험 요소 감지 및 사고 대응 체계를 구축하고자 하는 수요 존재하나, 시스템 구축에 대한 경제적 부담 존재.
- VDR에 저장되는 정보의 실시간 전송 및 신뢰성 있는 실시간 선박 모니터링 시스템 개발 필요.

### ○ 시급성

- 차세대 VTS 구축에 대한 요구 존재
- 2015년 305건의 해양사고 (충돌, 접촉, 좌초 등) 중 136건이 경계 소홀로 인해 발생하였으나, VTS 관제 근무자의 열악한 근무 환경 및 인력에 의존한 선박 통제로 인해 반복적인 인적 과오 발생 가능.

- 현재 VTS에서 사용되고 있는 무선 통신 기법의 동시 관제 가능 선박 대수 제한, 육안 선박 확인 등 관제 기법의 기술적인 한계 극복 필요.
- 실시간 선박 향해 정보 및 이동 경로 기반 지능형 VTS 구축 개발 필요.

## ▣ 사업의 목표

### ○ 목표성과물

- 지능형 해양 통합 정보 시스템을 위한 개발 및 핵심 기술 도출 및 기획 과제

### ○ 해양 네비게이션 플랫폼 Mavi 핵심 기술 도출

- 해양 네비게이션 기술 조사/분석
- OpenAPI 기반 네비게이션 시스템 제공 기법 분석
- 기존 스마트 디바이스에서 수행되는 해양 네비게이션 앱 분석
- 해양 네비게이션 앱이 수행되는 해양환경 전용 스마트 디바이스 분석

### ○ 실시간 VDR 정보 전송 플랫폼 Rvi 핵심 기술 도출

- VDR 및 VDR 정보 전송 기술 조사/분석
- VDR 정보의 실시간 전송을 위한 통신 모듈 분석
- 기존 VDR에 add-on되어 정보를 전송하는 시스템 분석
- 저장되는 정보가 서버로 전송되는 차세대 VDR 분석

### ○ 차세대 VTS 구축 핵심 기술 도출

- VTS 기술 조사/분석
- 실시간 데이터 수집 및 분석을 위한 서버 시스템 조사/분석
- 빅데이터 기반 자동 선박 제어 시스템 분석
- 유관 기관과의 통합망 구축 분석

## ▣ 사업내용

○ 사업목표를 달성하기 위해 선정된 3개 세부과제는 다음과 같음.

- 세부과제 I : 해양 네비게이션 플랫폼 Mavi 개발 과제
- 세부과제 II : 실시간 VDR 정보 전송 플랫폼 Rvi 개발 과제
- 세부과제 III : iVTS 구축 과제

○ [세부과제 I]의 목표

- 해양 네비게이션 플랫폼 Mavi (Maritime Navigation System, 馮(물이름 마)飛(날 비)) 개발
  - Mavi-openAPI: 효율적인 해양 네비게이션 개발을 위한 오픈 플랫폼 개발
  - Mavi-app: 기존 스마트 디바이스를 위한 K-CID 기반 네비게이션 앱 개발
  - Mavi-device: Mavi-app이 수행되는 해양환경 전용 스마트 디바이스 개발

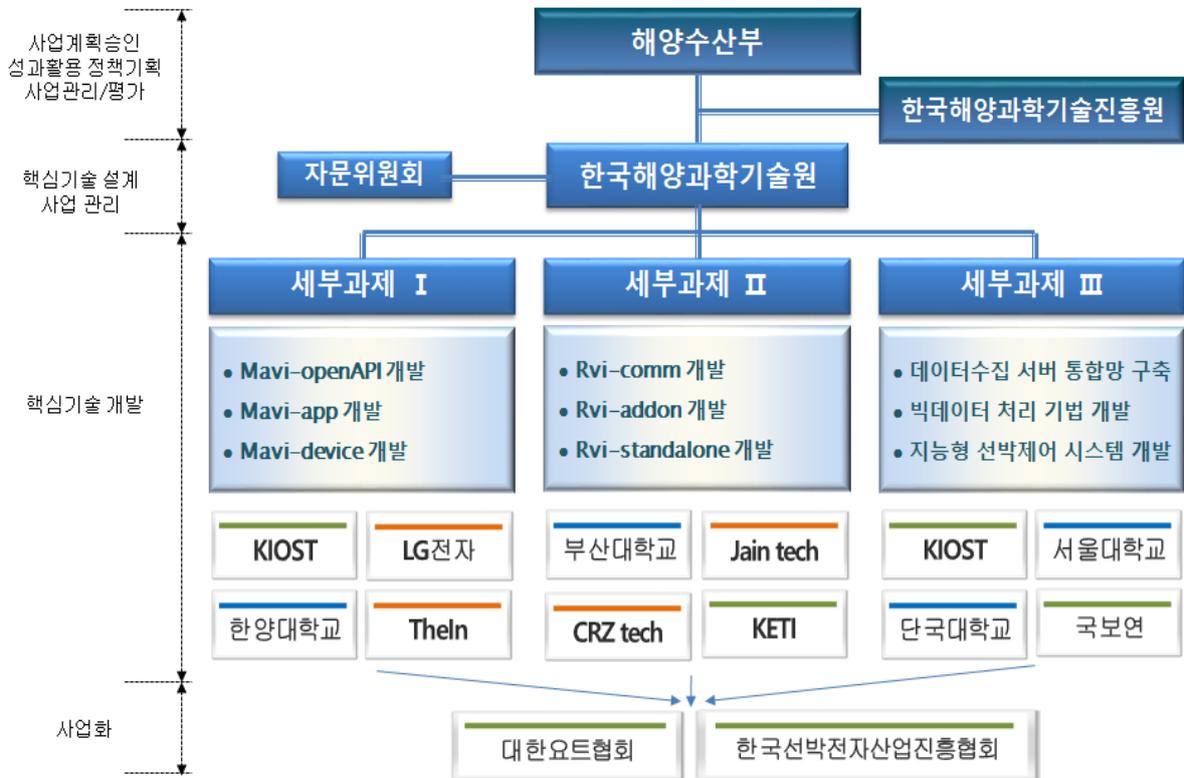
○ [세부과제 II]의 목표

- 실시간 VDR 정보 전송 플랫폼 Rvi (Realtime VDR Information System, 諺(아뢰다 알)飛(날 비)) 개발
  - Rvi-comm: VDR로부터 정보 전송을 위한 통신 장치 개발
  - Rvi-addon: 기존 VDR에 add-on되어 정보를 전송하는 시스템 개발
  - Rvi-standalone: 저장되는 정보가 서버로 전송되는 차세대 VDR 개발

○ [세부과제 III]의 목표

- iVTS (Intelligent VTS) 구축
  - 실시간 데이터 수집 서버 시스템 구축
  - 빅데이터 기반 자동 선박 제어 시스템 구축
  - 유관 기관과의 통합망 구축

## 추진체계



## 소요예산

### 연차별

(단위 : 백만원)

구 분	연 도 별			합 계
	'18	'19	'20	
정 부	1,800	1,600	3,500	6,900
민 간				
합 계	1,800	1,600	3,500	6,900

## ▣ 기대효과

### ○ 경제적 파급효과

- 선박 관리 자동화를 통한 VTS 운영비용 절감 및 VTS 신뢰성 향상
- 실시간 해양 예보의 효율적 전달로 인한 국민 안전 향상
- 잠재적 해양 위험요소에 대한 적극적인 사전 대응

### ○ 학술/기술적 파급효과

- KOOS 및 K-CID의 실증/사업화
- 해양 통합 관제 시스템 선점
- 해양 IT 발전에 기여

### ○ 사회·문화적 파급효과

- VDR 중앙 관리를 통한 선박 관리 용이성
- 선박 관리 자동화를 통한 해양 사고 최소화

### ○ 해양과기원 임무 및 경영목표 등과의 연계성

- 해양과학기술 및 해양산업과의 ICT 융합 방안 도출
- 단기간 내 가시적인 성과 획득 및 KIOST의 선제적 홍보/선점
- e-Navigation 개념 확장
- 협력 기관을 활용한 상용/비상용 선박 실제 장착 및 reference 확보

# 목차

❏ 요약문 .....	i
❏ 목 차 .....	vi
❏ 그림목차 .....	viii
<b>I. 기획 연구의 개요 .....</b>	<b>1</b>
1. 기획 연구의 개요 .....	1
2. 기획 연구의 내용 및 범위 .....	3
<b>II. 국내외 연구 개발 추진 현황 및 환경 분석 .....</b>	<b>7</b>
1. 국내·외 정책 동향 .....	7
2. 국내 연구 동향 .....	8
3. 국외 연구 동향 .....	21
<b>III. 연구 목표 설정 및 연구 개발 추진 계획 수립 .....</b>	<b>31</b>
1. R&D 니즈(Needs) 분석 .....	31
2. 연구 개발 최종 목표 .....	33
3. 연구 목표 및 내용 .....	33
4. 추진 체계, 전략 및 기술 개발 로드맵 .....	34
5. 연차별 연구 개발 소요 예산 .....	38
<b>IV. [세부과제 I] 해양네비게이션 플랫폼 Mavi 개발 .....</b>	<b>41</b>
1. 해양 네비게이션 시스템 Mavi 연구 개발 개요 .....	41
2. 연구내용 .....	44
3. 연차별 연구 목표 및 개발 로드맵 .....	52

<b>V. [세부과제Ⅱ] 실시간 VDR 정보 전송 플랫폼 Rvi 개발</b>	55
1. 실시간 VDR 정보 전송 플랫폼 Rvi 연구 개발 개요	55
2. 연구 내용	56
3. 연차별 연구 목표 및 개발 로드맵	64
<b>VI. [세부과제Ⅲ] iVTS 구축</b>	67
1. iVTS 연구 개발 개요	67
2. 연구 내용	69
3. 연차별 연구 목표 및 개발 로드맵	75
<b>VII. 연차별 추진계획</b>	79
1. 연차별 연구목표 및 연구내용	79
2. 연구추진 방향 및 전략	82
3. 기대효과	83
<b>VIII. 경제성 평가</b>	87
1. 비용추정	87
2. 편익 추정	90
3. 경제성 분석	97

# 그림목차

[그림 2-1] 한국형 e-Navigation 추진경과	8
[그림 2-2] ASM을 통한 항로정보 교환	9
[그림 2-3] 한국형 e-Navigation의 미래 모습	10
[그림 2-4] e-Navigation 운영 환경	12
[그림 2-5] 종합적인 거버넌스 구축체계	13
[그림 2-6] 한국형 e-Navigation 추진 로드맵	14
[그림 2-7] 해상 VHF 대역 디지털 무선통신시스템 시연 모습	15
[그림 2-8] 해상 디지털 모뎀용 플랫폼 보드	16
[그림 2-9] 구현된 해상 디지털 모뎀의 외형 및 플랫폼 보드가 실장된 모습	16
[그림 2-10] V-Pass 어선 종합관제 시스템 개념도	17
[그림 2-11] V-Pass 디스플레이 단말기	18
[그림 2-12] V-Pass 어선 종합관제 시스템	18
[그림 2-13] V-Pass 관제시스템	19
[그림 2-14] PORT-MIS 절차	20
[그림 2-15] PORT-MIS/EDI 정보	20
[그림 2-16] e-Navigation의 해사 서비스 (MSP)	21
[그림 2-17] IMO의 ASM 메시지 Circ. 289	22
[그림 2-18] VDES 도입 및 ASM 진화 로드맵	23
[그림 2-19] 에피션시 (EfficienSea) 프로젝트의 항로 관리	24
[그림 2-20] ITU 표준에 의해 사용될 수 있는 새로운 해상 VHF 디지털 통신 채널 현황	24
[그림 2-21] 해상 VHF 디지털 통신 기술 기준 (ITU_R 1842-1) 주요사양	25
[그림 2-22] 국제항로표지협회의 해역별 사용 가능한 선박-육상간 해상통신 후보기술 분류	26
[그림 2-23] 국제항로표지협회의 해역별 사용 가능한 선박-선박간 해상통신 후보기술 분류	26
[그림 3-1] 과제 추진 체계	34
[그림 4-1] 해양/항해 정보 전달 개념도	41
[그림 4-2] 해양 네비게이션 시스템의 보급 방식	42
[그림 4-3] 제품 형태/성별/연령대별 선호 보급 형태	42
[그림 4-4] 해양 네비게이션 플랫폼 Mavi 년차별 연구 목표	43

[그림 4-5] 해양 향해 정보 전달 기법 간 비교 .....	44
[그림 4-6] 개발 환경 구조도 .....	46
[그림 4-7] 개발 아키텍처 구성도 .....	47
[그림 4-8] 모바일 시스템 구성도 .....	49
[그림 4-9] 전용 하드웨어 prototyping .....	51
[그림 5-1] 실시간 VDR 정보 기반 선박 모니터링 시스템 개념도 .....	55
[그림 5-2] Rvi-addon 개념도 .....	57
[그림 5-3] DRAM 에러 관리 기법과 리프레시 .....	60
[그림 5-4] 응용의 DRAM 에러 능동 처리 기법 .....	60
[그림 5-5] 주기적 플래시 메모리 데이터 갱신 장치 .....	61
[그림 5-6] SSD와 RAID 기술 .....	62
[그림 5-7] RAID의 parity의 구성 .....	63
[그림 6-1] iVTS 시스템 개념도 .....	67
[그림 6-2] iVTS 데이터 전송 및 서버 시스템 구조도 .....	70
[그림 6-3] 개발 프로세스 .....	70
[그림 6-4] 요구 사항 분석 단계 .....	71
[그림 6-5] 화면 설계 및 관리 화면 예시 .....	72
[그림 6-6] 개발환경 구조 .....	73
[그림 6-7] iVTS의 보안 향상을 위한 보안 적용 구간 예시 .....	74



# I

---

## 기획 연구의 개요





## 1 기획 연구의 개요

### 1.1. 기획의 배경

#### ○ 실시간 해양/항해 정보 수요 존재

- 한국해양과학기술원의 KOOS와 KCID는 파도, 조석, 조류 등의 해양환경에 대한 현재 상황 및 예보를 제공하며, 선내 안전수칙정보 및 조타실에서 확보한 선박운항정보를 선객 및 선원들에게 전달함.
- 상기 시스템으로부터 제공되는 정보는 수산/해양여가/선박 등 다양한 해양/항해 활동 등에서 해양 안전 도모를 위해 폭넓게 활용될 수 있으나, 해당 정보를 실수요자에게 효율적으로 전달하기 위한 수단이 미비함.
- 기 보급되어 있는 스마트 단말, 혹은 전용 단말 등을 활용한 해양/항해 정보 전달 기법 개발 필요.

#### ○ 실시간 선박 항해 정보 모니터링 시스템 개발 필요

- 여객선과 3,000톤 이상 모든 선박에는 선박의 위치, 속도 등 제반 항해 정보를 저장하는 VDR(Voyage Data Recorder)이 의무 장착됨.
- 유사시 해양에서 VDR의 탐색/분석이 용이치 않으며, 선주/관계자/관제센터 등 실시간으로 선박의 정보를 모니터링함으로써 잠재적인 위험 요소 감지 및 사고 대응 체계를 구축하고자 하는 수요 존재하나, 기존 VDR 교체 혹은 신규 VDR 장착 및 실시간 모니터링 시스템 구축에 대한 경제적 부담 존재.
- VDR에 저장되는 정보의 실시간 전송 및 신뢰성 있는 실시간 선박 모니터링 시스템 개발 필요.

#### ○ 차세대 VTS 구축에 대한 요구 존재

- 2015년 305건의 해양사고 (충돌, 접촉, 좌초 등) 중 136건이 경계 소홀로 인해 발생하였으나, VTS 관제 근무자의 열악한 근무 환경 및 인력에 의존한 선박 통제로 인해 반복적인 인적 과오 발생 가능.

- 현재 VTS에서 사용되고 있는 무선 통신 기법의 동시 관제 가능 선박 대수 제한, 육안 선박 확인 등 관제 기법의 기술적인 한계 극복 필요.
- 실시간 선박 항해 정보 및 이동 경로 기반 지능형 VTS 구축 개발 필요.

## 1.2. 기획의 목표

### ○ 목표성과물

- 지능형 해양 통합 정보 시스템을 위한 개발 및 핵심 기술 도출 및 기획 과제
- 기획과제 연구목표: 선박 제어, 재난/위기 대응 등 기존 VTS의 기능을 자동화 하는 차세대 VTS 시스템 및 유관 기관과의 통합망 구축을 위한 기획과제 결과물 도출

### ○ 해양 네비게이션 플랫폼 Mavi 핵심 기술 도출

- 해양 네비게이션 기술 조사/분석
- OpenAPI 기반 네비게이션 시스템 분석
- 기존 스마트 디바이스에서 수행되는 해양 네비게이션 앱 분석
- 해양 네비게이션 앱이 수행되는 해양환경 전용 스마트 디바이스 분석

### ○ 실시간 VDR 정보 전송 플랫폼 Rvi 핵심 기술 도출

- VDR 및 VDR 정보 전송 기술 조사/분석
- VDR 정보 실시간 전송을 위한 통신 모듈 분석
- 기존 VDR에 add-on되어 정보를 전송하는 시스템 분석
- 저장되는 정보가 서버로 전송되는 차세대 VDR 분석

### ○ 차세대 VTS 구축 핵심 기술 도출

- VTS 기술 조사/분석
- 실시간 데이터 수집 및 분석을 위한 서버 시스템 조사/분석
- 빅데이터 기반 자동 선박 제어 시스템 분석
- 유관 기관과의 통합망 구축 분석

## 2 기획 연구의 내용 및 범위

- 해양 네비게이션 플랫폼 Mavi 핵심 기술 분야의 주요 연구 내용은 다음과 같다.
  - 해양 네비게이션 플랫폼 Mavi (Maritime Navigation System, 馮(물이름 마)飛(날 비)) 개발
  - Mavi-openAPI: 효율적인 해양 네비게이션 개발을 위한 오픈 플랫폼 개발
  - Mavi-app: 기존 스마트 디바이스를 위한 K-CID 기반 네비게이션 앱 개발
  - Mavi-device: Mavi-app이 수행되는 해양환경 전용 스마트 디바이스 개발
  
- 실시간 VDR 정보 전송 플랫폼 Rvi 핵심 기술 분야의 주요 연구 내용은 다음과 같다.
  - 실시간 VDR 정보 전송 플랫폼 Rvi (Realtime VDR Information System, 謁(아뢰다 알)飛(날 비)) 개발
  - Rvi-comm: VDR로부터 정보 전송을 위한 통신 장치 개발
  - Rvi-addon: 기존 VDR에 add-on되어 정보를 전송하는 시스템 개발
  - Rvi-standalone: 저장되는 정보가 서버로 전송되는 차세대 VDR 개발
  
- 차세대 VTS 구축 핵심 기술 분야의 주요 연구 내용은 다음과 같다.
  - iVTS (Intelligent VTS) 구축
  - 실시간 데이터 수집 서버 시스템 구축
  - 빅데이터 기반 자동 선박 제어 시스템 구축
  - 유관 기관과의 통합망 구축



# II

---

## 국내외 연구 개발 추진 현황 및 환경 분석





## 1 국내·외 정책 동향

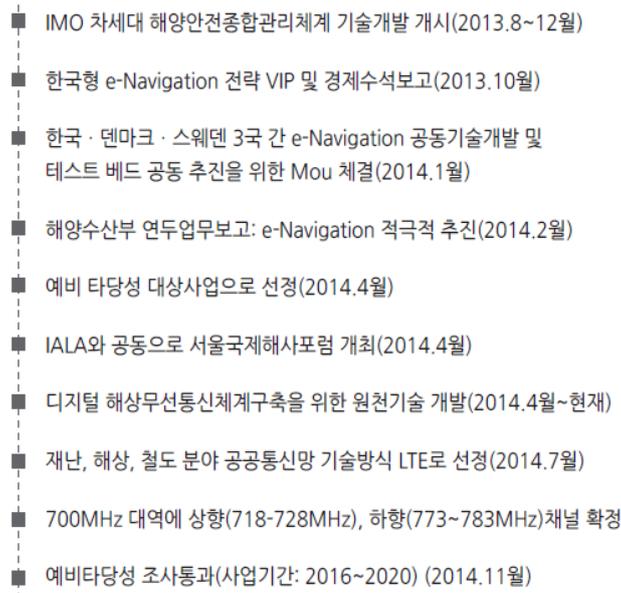
- 국가적 아젠다(정부 140대 국정과제, 제 3차 과학기술기본계획 등)와의 연계성
- 정부 140대 국정과제
  - “일자리 창출을 위한 성장동력 강화” 전략 중 ‘해양 신성장 동력 창출 및 체계적 해양 관리’ 정책이 본 사업과 부합됨
  - (IT/SW 융합을 통한 주력산업 구조 고도화): IT 분야에서 축적된 네비게이션 및 데이터 저장기술을 기반으로 선박의 VDR정보의 실시간 전송 및 선박 운항 관리에 활용함으로써 해양과 IT의 연계 도모함.
  - (산/학/연/지역 연계를 통한 창조산업 생태계 조성): 정보기술 관련 대학 및 산업체와 연계하여 새로운 기술개발을 추진함으로써 창조산업 생태계 조성에 기여
- 2014년 해양수산부는 8대 국정과제를 선정하였으며, 이중 ‘해양 신산업 육성’, ‘해양 관리’ 정책과 부합됨

## 2 국내 연구 동향

### 2.1. e-Navigation

#### ○ 추진경과

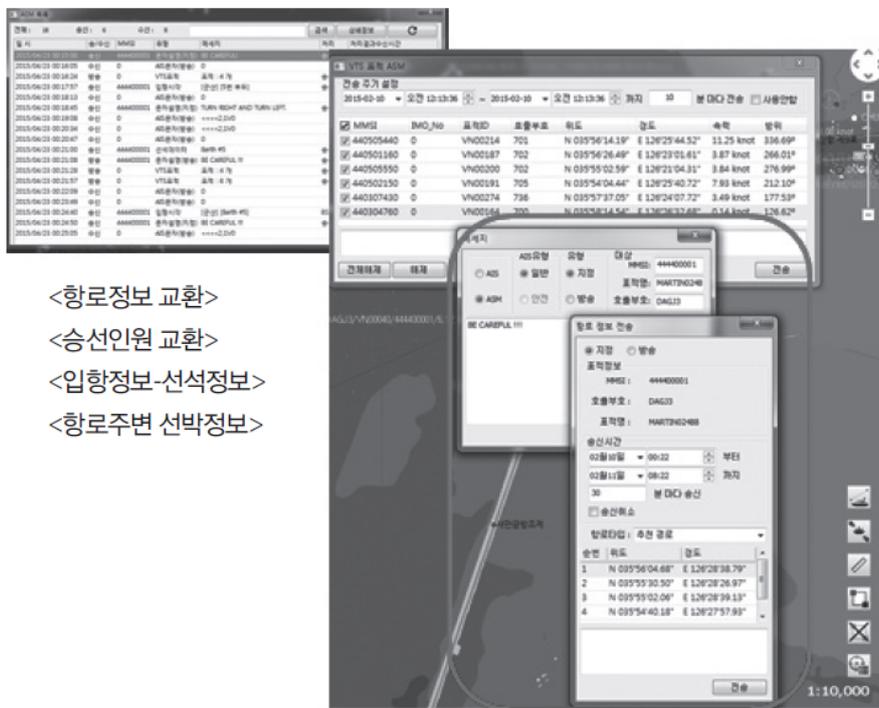
- 2013년 경제장관 회의보고에서 창조경제의 대표사례로서 해양안전증진 및 산업화를 위하여 ‘e-Navigation 대응전략’을 국가계획으로 확정함
- 또한, 2014년 11월 ‘IMO 차세대 해양안전 종합관리체계기술 개발’에 대한 예비타당성 조사를 통과함
- [그림2-1]은 한국형 e-Navigation 추진경과를 나타내고 있음. [그림 2-1]에 나타난 것처럼 2016년부터 5년간 한국형 e-Navigation을 실현하기 위하여 차세대 해양안전 종합관리체계 기술개발을 한국해양과학기술원 선박해양플랜트 연구소에서 시작함



[그림 2-1] 한국형 e-Navigation 추진경과

- 최근에는 덴마크, 스웨덴과 e-Navigation 기술 개발 관련 MoU를 추진하고 목포와 여수 간 실험해역 시험을 수행하는 등 국제적 기술협력을 강화하고 있음. 실 해역 시험에서는 목포와 여수 간의 항로 구간에서 국내의 해양대 실습선을 이용한 한바다호와 새누리호의 충돌위험도 산출을 통한 사고경고를 시연하였고, 덴마크와 스웨덴 국제협력팀에서는 STCC(Sea Traffic Coordination Center)와 연결하여 STM(Ship Traffic Management)을 직접 시연한 바 있음

- 국내에서 사고예방, 사고대응 관련 기술개발의 경우, 오래전부터 연구 되어 왔으며, IMO Circ.289의 ASM (Application Specific Message) 서비스의 경우, 2011년부터 한국전자통신연구원의 VTS 국산화 개발에 일부 포함 개발되어 매년 시험적용 및 시연이 진행되어 왔고, 최근 IMO의 Circ.289 표준에 맞추어 VTS 시스템에 개발 적용되고 있음
- 또한, [그림 2-2]에 보인 바와 같이 최근에 비타민 프로젝트로 한국전자통신연구원의 VDES (VHF Data Exchange System) 개발 과제에서 ASM 2.0이라는 이름으로 ASM 메시지의 D-VHF 통신을 통하여 고속 전송하는 시험이 수행되어 많은 관심을 받은 바 있음



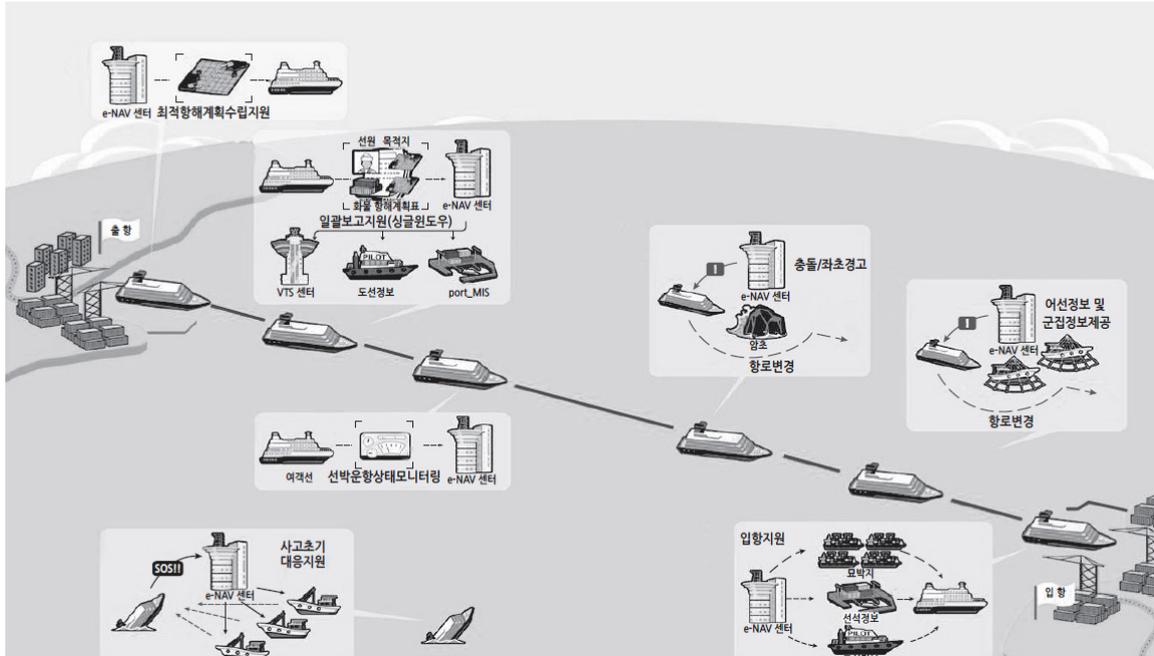
- <항로정보 교환>
- <승선인원 교환>
- <입항정보-선석정보>
- <항로주변 선박정보>

[그림 2-2] ASM을 통한 항로정보 교환

- 하지만, 국내 STM의 연구는 아직 많이 진행되지 않은 단계로, 최근 세월호 사고와 관련하여 항로관리 및 항로 이탈경고를 위하여 VTS 국산화 시스템에 경로계획의 산출, 추천경로, 항로편차산출, 이탈 여부에 의한 경고, ETA에 의한 도착 지연 등이 일부 개발되어 있으며, 국내의 여러 e-Navigation 관련 연구 과제에서 유사 기술개발이 진행되고 있을 것 이라 기대됨.

○ 비전 및 목표

- [그림 2-3]에 보인 바와 같이 한국형 e-Navigation은 ‘안전하고 효율적인 바다를 통한 해양강국 실현’이라는 비전을 가지고 인적과실에 의한 해양사고 저감, 선박운항 및 항만운영의 효율성 제고, e-Navigation 관련 세계시장 선점 지원에 목표를 두고 있음



[그림 2-3] 한국형 e-Navigation의 미래 모습

- 목표를 성공적으로 달성하기 위해서 다음 4가지 추진전략을 추진함
  - 해양안전 및 물류체계 개선, 산업생태계 조성, 맞춤형 전문인력양성, 법제도 정비 등 추진기반 구현 전략
  - 기술선점을 위한 해상교통 종합관리 기술, 국제표준 선도 기술, 차세대 해상 무선통신 기술개발을 통한 핵심전략 기술개발 전략
  - e-Navigation 종합운영 시스템, 초고속 디지털 해상 무선통신 인프라 구축을 통한 ICT 인프라 구축 전략
  - 부처 간 협업, 민관협력, 대국민 홍보, 효율적 사업추진체계 및 국제협력 대응체계 구축을 통한 종합적 거버넌스 구축 전략

○ 추진 과제 1. 추진 기반의 구현

- 해양안전 및 항만운영 체계 개선
  - 해양 기존 해양안전 및 항만운영 체계로 GICOMS, Port MIS, V-Pass, 여객선 운항 관리 시스템 및 어업정보 통신망과의 연계 개선을 추진함

- 주요 사업 내용으로 표준 해상정보 데이터 구조(CMDS) 및 범용 표준 수로정보 (S-100) 적용, 디지털 해상 무선통신 기술 및 초고속 해상 무선통신(LTE-M) 활용, 기존 운영 시스템과 e-Navigation 시스템 간의 연계활용 사업이 포함됨
- 산학연 맞춤형 전문 인력 양성
  - 해양 기존 해양안전 및 항만운영 e-Navigation 도입에 따라 정부, 유관기관, 산업계 등 전문인력 수요증가에 대비한 지속적인 교육지원 체계를 구축
  - 맞춤형 인재양성 교육체계 개발, e-Navigation 이용자(선원, 어민, 관제사, e-Navigation 센터 운영요원, 선사 등)에 대한 교육시스템 개발과 함께 이를 활용하여 승선 중인 선박 운항자 원격교육시스템을 개발
- 법제도 체계 마련
  - 해양 기존 해양안전 및 항 e-Navigation 도입에 따른 해양안전 정보의 관리 및 운영, 육상과 선박 간의 해상 무선통신 체계 구축에 따른 제도적인 근거를 마련하여 가칭 ‘해양안전 정보 제공에 관한 법률’ 제정을 추진할 계획임
  - 법률의 주요 내용으로는 해양안전 정보제공의 근거, 해양안전정보의 운영 및 관리 기준, 어선 및 레저선 등 소형선박에 대한 해양안전 정보의 제공, 해양안전 정보제공 기술개발, 교육, 홍보, 전문 인력 양성 등이 포함됨

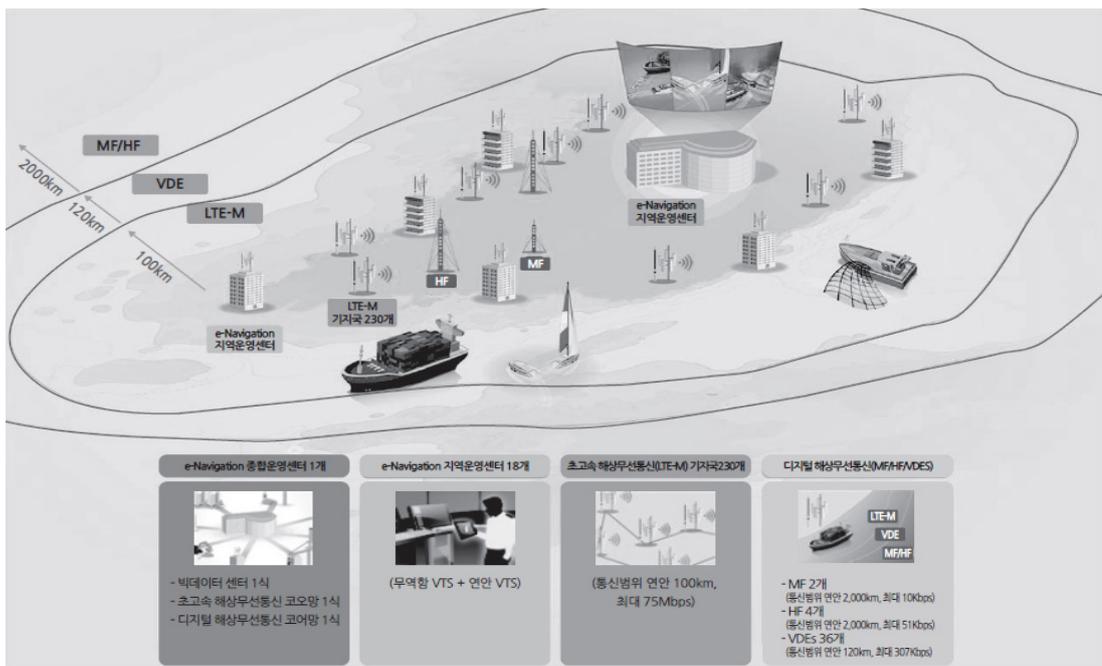
○ 추진 과제 2. 핵심 전략 기술 개발

- 해상교통 종합관리 기술
  - 해양 기존 해양안전 우리나라의 영해 또는 전 세계 해역을 항해하는 국적 선박의 상황인식 및 대응, 지원을 위한 서비스 체계 구현 및 항만운영 효율화 기술을 개발할 계획임
  - 실시간 상황인식 기술, 항해위험도 평가기술, 상황대응 기술 등 종합적 상황인식 기술과 한국형 e-Navigation 서비스 기술로서 여기에는 사고취약선 안전항로지원 서비스, 어선 맞춤형 안전지원 기술, 소형선박 전자해도 서비스 개발이 포함됨. 또한, 항만운영 효율화 지원을 위하여 최적항로 지원기술, 싱글 윈도우 기술, 여객/화물 터미널 연계 서비스 기술을 개발할 계획임
- 국제 표준화 선도 기술
  - 국제적으로 시행될 e-Navigation의 표준선점을 위하여 e-Navigation 데이터 교환 표준 기술과 해상 클라우드 기술을 개발할 계획임
  - 데이터 표준 기술에는 공통 해상 데이터 구조(CMDS) 및 범용 수로정보 표준(S-100, 차세대 전자해도) 기술이 있음

- 차세대 해상 무선통신 기술
  - 해상에서 통신환경 구축을 위한 LTE 기술의 해상 적용과 기존 해상 무선통신 체계의 디지털화 기술 개발이 필요함
  - 이를 위하여 해안기지국의 구축과 고출력·간섭완화 기술 및 선박 중계 장치 및 라우터 기술개발, 디지털 데이터 교환·통합 운영 장치 및 해안기지국 및 선박용 관련 장비개발이 이루어질 예정임

○ 추진과제 3. 인프라 환경 조성

- e-Navigation 종합운영 시스템
  - 해상 e-Navigation 종합운영 시스템은 빅데이터 기반의 해양안전 종합운영 시스템으로서 선박운항정보 및 해양안전 관련 정보 실시간 모니터링 분석을 수행함. 이를 위하여 종합 운영센터와 지역 운영센터를 구축하여 해양안전 종합정보의 수집, 유관기관 간 정보연계, 종합상황 관리(모니터링), 데이터 백업 및 서비스 제공 플랫폼의 기능을 수행함으로써 해상상황 인식을 위한 제반 정보서비스를 제공하게 됨
  - e-Navigation 운영 환경은 [그림 2-4]와 같이 고속·광대역의 질 좋은 서비스를 제공하기 위하여 초고속 해상무선통신 인프라(LTE-M)로서 해안 및 도서 기지국 구축과 함께 디지털 해상무선통신(MF/HF/VDES) 인프라 구축이 이루어질 것임. 다만, 해상의 중단파(MF/HF) 기술은 통신품질의 문제, 협소한 대역폭, 응용서비스의 불명확성 등으로 초기 년도에 기초 연구가 선행되어야 함

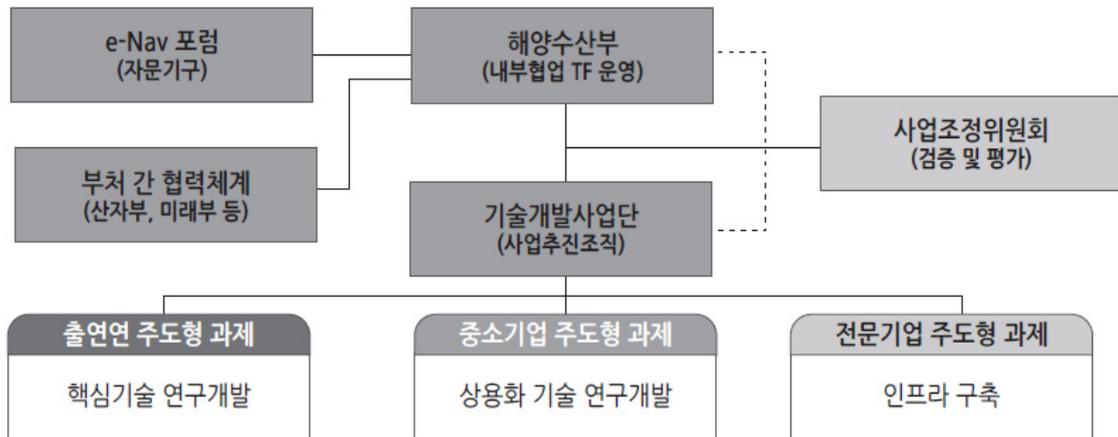


[그림 2-4] e-Navigation 운영 환경

- 국제 표준화 선도 기술
  - 국제적으로 시행될 e-Navigation의 표준선점을 위하여 e-Navigation 데이터 교환 표준 기술과 해사 클라우드 기술을 개발할 계획임. 데이터 표준 기술에는 공통 해사 데이터 구조(CMDS) 및 범용 수로정보 표준(S-100, 차세대 전자해도) 기술이 있음
- 차세대 해상 무선통신 기술
  - 국제적으로 해상에서 통신환경 구축을 위한 LTE 기술의 해상 적용과 기존 해상 무선통신 체계의 디지털화 기술 개발이 필요함. 이를 위하여 해안기지국의 구축과 고출력·간섭완화 기술 및 선박 중계 장치 및 라우터 기술개발, 디지털 데이터 교환·통합 운영장치 및 해안기지국 및 선박용 관련 장비개발이 이루어질 예정임

○ 추진과제 4. 종합적인 거버넌스 구축

- 범 정부 총괄 협의체 및 민관 협력 파트너십 확충
  - 해운-조선-ICT 분야별 연계·협력을 위해 정부 부처 간에는 협업체계 구축하고, 연구개발 사업 추진을 위한 학계, 연구계 및 산업계간에 협력관계를 구축할 예정임. [그림 2-5]는 종합적인 거버넌스 구축체계를, [표 2-1]은 종합적인 거버넌스 체계와 역할을 나타냄



[그림 2-5] 종합적인 거버넌스 구축체계

[표 2-1] 종합적인 거버넌스 체계와 역할

구분	역할
e-Nav 포럼	국제동향 및 국내 추진현황 공유, 대국민 인식제고를 위한 정책논의
부처 간 협력체계	소관부처 간 고유 업무에 대한 연계 활용 방안마련, 연구개발 사업 중복방지
내부협업 TF	항만운영, 해운분야 기존 운영시스템 개선, e-Navigation 인프라 활용방안 협의
사업조정위원회	연구개발 및 인프라 구축사업 계획수립, 성과평가 및 자문
기술개발 사업단	연구사업의 추진조직으로 관리 및 사업에 대한 책임과 평가

- 대국민 커뮤니케이션 활성화

- e-Navigation 홍보 및 관련 이해관계자를 대상으로 대국민 공청회, 설명회 및 수요조사 등 대국민 관심을 유도하여 e-Navigation 관련 제도의 정착을 도움

- 국제 네트워크 강화

- IMO를 중심으로 관련된 IEC, ITU, IALA 등 국제기구와 협력하여 국제 표준화 대응체계를 구축함. 제반 표준화 준비과정에서 전략적 우위를 선점해 나가기 위하여 아시아·태평양지역의 지역 협력 체계도 구축해 나갈 계획임.

○ 추진 로드맵

- 국제 네트워크 강화 언급한 4가지 중점 추진과제에 대응하는 세부 수행과제별 일정은 [그림 2-6]과 같이 도식화 될 수 있음

중점과제	세부과제	2016년	2017년	2018년	2019년	2020년
추진기반 마련	1.1 해양안전 및 항만운영 체계 개선	■	■	■	■	■
	1.2 해상안전 산업 생태계 조성	■	■	■	■	■
	1.3 산학연 맞춤형 전문 인력 양성	■	■	■	■	■
	1.4 법제도 체계 마련	■	■	■	■	■
핵심 전략기술 개발	2.1 해상교통통합관리 기술	■	■	■	■	■
	2.2 국제표준 선도기술	■	■	■	■	■
	2.3 차세대 해상무선통신 기술	■	■	■	■	■
운영환경 마련	3.1 e-Nav 종합운영시스템	■	■	■	■	■
	3.2 차세대 해상무선 통신환경 조성	■	■	■	■	■
종합적 거버넌스 구축체계 마련	4.1 범정부 총괄 협의체 구성	■	■	■	■	■
	4.2 민·관협력 파트너십 확충	■	■	■	■	■
	4.3 대국민 커뮤니케이션 활성화	■	■	■	■	■
	4.4 국제 네트워크 강화	■	■	■	■	■

[그림 2-6] 한국형 e-Navigation 추진 로드맵

## 2.2. 해상 VHF 디지털 통신 기술 현황

### ○ 한국전자통신연구원

- 한국전자통신연구원은 [그림 2-7]에 보인 바와 같이, 모비안, 삼성이엔씨와 공동으로 세계 최고 수준의 해상 VHF대역(30~300MHz) 디지털 무선통신시스템을 개발 완료하고 시연에 성공



[그림 2-7] 해상 VHF 대역 디지털 무선통신시스템 시연 모습

- 해상에서 VHF대역을 통해 300kbps급 디지털 데이터통신 서비스를 제공하는 기술로 이 기술을 사용하면 연안에서 항해 중인 선박 간 또는 선박과 육상 간 통신을 통해 지도상에서 선박의 위치와 이동경로를 확인하거나, 선박 내에서 인터넷·전자우편·파일 및 메시지 교환 등 다양한 데이터통신을 수행 할 수 있음
- 현재 사용 중인 해상 VHF대역의 선박자동식별장치(AIS)보다 30배 이상 향상된 데이터 전송속도를 제공하며, 오류정정 코딩 기술과 디지털 변조방식을 사용해 보다 데이터 서비스의 신뢰도도 높음

### ○ 한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소

- 한국해양과학기술원 부설 선박해양플랜트연구소는 ITU-R M.1842-1 Annex 1에서 요구하는 물리계층의 무선 스펙을 만족시키면서 28.8kbsp의 전송속도로 양방향 통신이 가능한 해상 VHF 통신 모뎀을 구현함

- 모뎀 구현을 위해 디지털 신호처리보드, 기저대역 신호처리보드, 아날로그 수신부 보드, 아날로그 송신부 보드 및 전원공급보드 등 총 5종으로 구성된 해상 VHF 디지털 통신용 모뎀 플랫폼을 [그림 2-8]과 같이 제작함



[그림 2-8] 해상 디지털 모뎀용 플랫폼 보드

- 제작한 플랫폼은 최대 190mm\*125mm의 크기를 갖으며, 적층하여 [그림 2-9]와 같이 모뎀 시제품을 구성함



[그림 2-9] 구현된 해상 디지털 모뎀의 외형 및 플랫폼 보드가 실장된 모습

- 해상용 VHF 송신기의 ACPR(Adjacent Channel Power Ratio)은 육상용 송신기보다 엄격한 -70dBc를 만족하여야 하기 때문에, 아날로그 송신기의 전력증폭기 출력을 모니터링하여 기저대역에서 전력증폭기의 비선형성을 보상하는 Cartesian Feedback loop를 이용하여 구현함.

○ GMT사의 V-Pass (Vessel-Pass) 어선 종합관제 시스템

- 어선의 안전운항을 확보하고 해양사고 발생 시 신속하게 구조할 수 있는 기반 마련을 통해 어업종사자들의 편익을 증진함은 물론 각종 해양사고와 범죄에 신속하게 대응할 수 있는 V-Pass 어선 종합관제 시스템을 개발함
- V-Pass 어선 종합관제 시스템은 V-Pass 디스플레이 단말기, V-Pass 무선통신장치, V-Pass 관제시스템으로 구성되어 있음



[그림 2-10] V-Pass 어선 종합관제 시스템 개념도

- V-Pass 디스플레이 단말기

- V-Pass 디스플레이 단말기는 어업인들의 맞춤형 장비로서 시인성 및 어민 연령대를 고려하여 7"와이드 터치스크린을 적용하였으며, 쉬운 조작 및 편리한 기능을 제공함
- 주요 특징 및 기능으로 어선 출·입항 신고 자동화, 긴급구조 요청 기능 (SOS), ESC 급 전자해도 내장, 기상정보 및 문자 메시지 알림 가능, 어선의 항적 기록·관리 기능 등이 있음



[그림 2-11] V-Pass 디스플레이 단말기

- V-Pass 무선통신장치

- 평상 시 위치 발신 장치의 역할을 하며 어선충돌 또는 침몰, 화재 등의 위급상황 발생 시 해상에서 조난자가 휴대하여 주변의 선박이나 해상구조세력에게 조난신호를 전달할 수 있는 휴대용 장비인 V-Pass 무선통신장치를 개발함
- 주요 특징 및 기능으로 위급상황 시 구난구조 장비로 활용, 충돌로 인한 전복 사고 시 SOS 자동 발신, 비상 상황 발생 시 탈착 후 휴대 가능, 완정방수 부이형 구조 등이 있음



[그림 2-12] V-Pass 어선 종합관제 시스템

- V-Pass 관제시스템

- GIS 기반 종합관제용 소프트웨어로 해양을 항해하는 어선의 실시간 위치정보의 상황관제뿐만 아니라 위급상황 발생 시 어선의 SOS 신호와 알람을 통해 수색구조 활용 및 의사결정을 지원할 수 있는 V-Pass 관제시스템을 개발함
- 주요 특징 및 기능으로 육도·해도·위성 통합 GIS 탑재, 관제용 전문 GIS kernel 적용, 고객 맞춤형 관제 솔루션 제공, multi GIS display 지원, 실시간 위치추적 및 충돌 분석 등이 있음



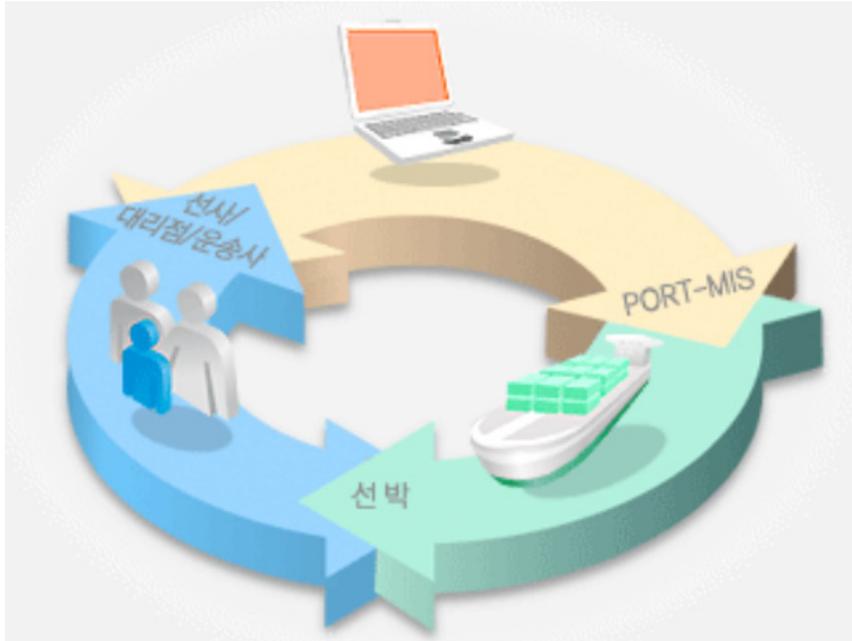
- S-52,57기반 GS 인증제품
- 국제표준 전자해도
- 어선 SOS 신호 경보 알람 표시
- 어선 상세정보 조회
- 통합 GIS 기반 실시간 위치추적 및 분석 기능



[그림 2-13] V-Pass 관제시스템

○ 해양수산부 PORT-MIS

- 해양수산부에서는 무역항의 선박입항, 항만 내 시설사용, 관제사항, 화물 반출입, 세입징수, 선박출항 등 모든 항만운영업무를 처리하기 위하여 PORT-MIS 시스템을 구축함
- 이를 통해, 선박의 최초 입항보고를 시작으로, 항만 내 시설사용, 관제사항, 화물입출항, 세입징수, 출항보고까지 모선별로 모든 항만운영 관련 정보를 관리하고 있음



[그림 2-14] PORT-MIS 절차

- PORT-MIS를 통해 제공하는 정보는 아래와 같음

선박입출항	화물	항만시설
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 특정선박 통합정보</li> <li>· 선박입항신고정보</li> <li>· 선박출항신고정보</li> <li>· 선박입출항신고정보</li> <li>· 입출항선박국적별현황</li> <li>· 특정국적선박의항입출항현황</li> <li>· 특정국가항구입출항현황</li> <li>· 입출항사실확인정보(전국)</li> <li>· 선박보안통보현황</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 화물반출입신고정보</li> <li>· 내항화물반출입신고정보</li> <li>· 외항컨테이너반출입(갯수)정보</li> <li>· 컨테이너하역실적정보</li> <li>· 선박별외항컨테이너반출입정보</li> <li>· 항만시설사용신고정보</li> <li>· 짐계표정보</li> <li>· 화물료대납정보[수납일자]</li> <li>· 화물료대납정보[입출항일자]</li> <li>· 위험물반입신고정보</li> <li>· 위험물적하일람신고정보</li> <li>· 모선별 통합화물신고정보</li> <li>· 모선별 통합컨테이너신고정보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 선석신청지정정보</li> <li>· 관제정보(본선동정)</li> <li>· 부두별 관제현황</li> <li>· 선박재박정보(구)</li> <li>· 선박재박정보(기준일자)</li> </ul>
세입	EDI정보	유관기관
<ul style="list-style-type: none"> <li>· 세입징수정보</li> <li>· 항만시설사용료면제요청현황</li> <li>· 사용료내역서</li> <li>· 비관리정상계처리현황</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 일반응답 문서정보</li> <li>· EDI오류메세지 조회</li> <li>· 해당선박 통합정보</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>· 예선신청지정정보</li> <li>· 도선신청지정정보</li> </ul>

[그림 2-15] PORT-MIS/EDI 정보

### 3 국외 연구 동향

#### ○ e-Navigation

- IMO/IALA의 e-Navigation 육상 서비스를 위한 MSP 전략
  - 2013 IMO에서는 e-Navigation을 실현하기 위한 전략 계획에서 사용자에게 대한 정의, 사용자 요구사항에 대한 정의를 통하여 5개 지역(항만구역, 연근해 및 제한구역, 대양횡단경로, 오프쇼어(Offshore) 및 인프라 지역, 극지 및 기타 원격지역)을 정의하고, 서비스를 제공하기 위한 MSP(Maritime Service Portfolio)를 [그림 2-10]과 같이 정의 함

MSP	MSP Name
1	VTS Information Service(IS)
2	VTS Navigation Assistance Service(NAS)
3	VTS Traffic Organization Service(TOS)
4	Local Port Service(LPS)
5	Maritime Safety Information(MSI) Service
6	Pilotage Service
7	Tugs Service
8	Vessel Shore Reporting
9	Telemedical Maritime Assistance Service(TMAS)
10	Maritime Assistance Service(MAS)
11	Nautical chart Service
12	Nautical Publications Service
13	Ice Navigation Service
14	Meteorological Information Service
15	Real-time Hydrographic and Environmental Information Services
16	Search and Rescue(SAR) Service

※ S1의 초기 17개의 MSP에서 ICS(International Chamber of Shipping, 국제해운회의소)의 반대로 원격감시 서비스가 삭제되어 총 16개로 정의되었음

[그림 2-16] e-Navigation의 해상 서비스 (MSP)

- 또한, 이행전략에는 28가지의 잠정 솔루션에서 9가지 솔루션을 선정, 이 중 우선적 합의된 5가지 솔루션이 있으며, S1은 편의적인(통합) 선교장비에 해당되며, S2는 개선된 신뢰성, 안정적이고 무결성의 선교장비와 항해정보(PNT, Security 등)를 정의하고, S2는 표준화된 자동 보고수단 (Single Window), S4는 통신장비로부터 유용한 정보의 통합된 그래픽 표현(S-10X, S-20X 등), 그리고 S9는 VTS 서비스의 개선된 통신(VDES 등)으로 구성되어 있음

- 사고예방 및 안전향해를 위한 e-Navigation 기술 국제 동향

• ASM 서비스

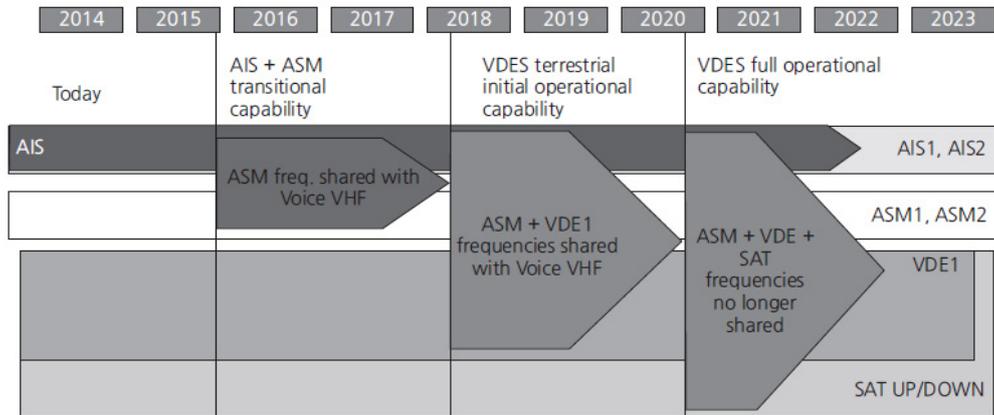
- ▶ 국제적으로 해상 IMO에서는 해상의 상황에 대한 효과적 대응 및 정보교환을 위하여 AIS의 선박식별정보송출 외에 AIS 활용범위를 확대하여 안전메시지로서 [그림 2-11]과 같은 메시지 사용을 권고하고 있으며, 이는 Circ. 289로 제정함. ASM은 e-Navigation의 주요 서비스의 하나로서, 사고예방 및 항행안전을 위한 메시지이며, 그 국제 표준 포맷의 전송은 AIS+ (Binary Extension)를 통하여 전송될 수 있고, 추후 VDES로 전송능력을 확대하여 제공될 수 있음



중략... Ref. T2-OSS/2.7.1 SN.1/Circ.289

VTS-generated/Synthetic targets	8	1	17	3	in force	IMO Circ. 289
Advice of waypoints(AWP) and/or route plan of VTS	8	1	18	5	in force	ITU-R.M.1371-1
Marine traffic signal	8	1	19	2	in force	IMO Circ. 289
Weather observation report from ship	8	1	21	2	in force	IMO Circ. 289
Area notice	8	1	22	5	in force	IMO Circ. 289
Extended ship static and voyage-related data	8	1	24	2	in force	IMO Circ. 289
Environmental	8	1	26	5	in force	IMO Circ. 289
Route information	8	1	27	5	in force	IMO Circ. 289
Text description	8	1	29	5	in force	IMO Circ. 289
Meteorological and Hydrographic data	8	1	31	2	in force	IMO Circ. 289
Inland ship static and voyage related data	8	200	10	1	in force	EU
EMMA warning	8	200	23	2	in force	EU
Water levels	8	200	24	1	in force	EU
Signal status	8	200	40	1	in force	EU
Intended route	8	219	1	3	draft	Danish Maritime A
Envelope/volume	8	224	50	5	draft	GMV
Area Notice	8	366	22	5	proposal	USCG RDC
Environmental Message	8	366	33	5	deprecated	USCG RDC
Waterways Management	8	366	35	3	proposal	USCG RDC
Geographic Notice	8	367	22	5	proposal	USCG RDC
Linked Text	8	367	29	5	proposal	USCG RDC
Environmental Message	8	367	33	5	proposal	USCG RDC
Waterways Management Message	8	367	35	3	draft	USCG RDC
Offshore Unit Dimensions	8	710	11	4	draft	PETROBRAS
Text using 6-bit ASCII	25	1	0	5	in force	ITU-R.M. 1371-5
Text using 6-bit ASCII	26	1	0	5	in force	ITU-R.M. 1371-5

[그림 2-17] IMO의 ASM 메시지 Circ. 289



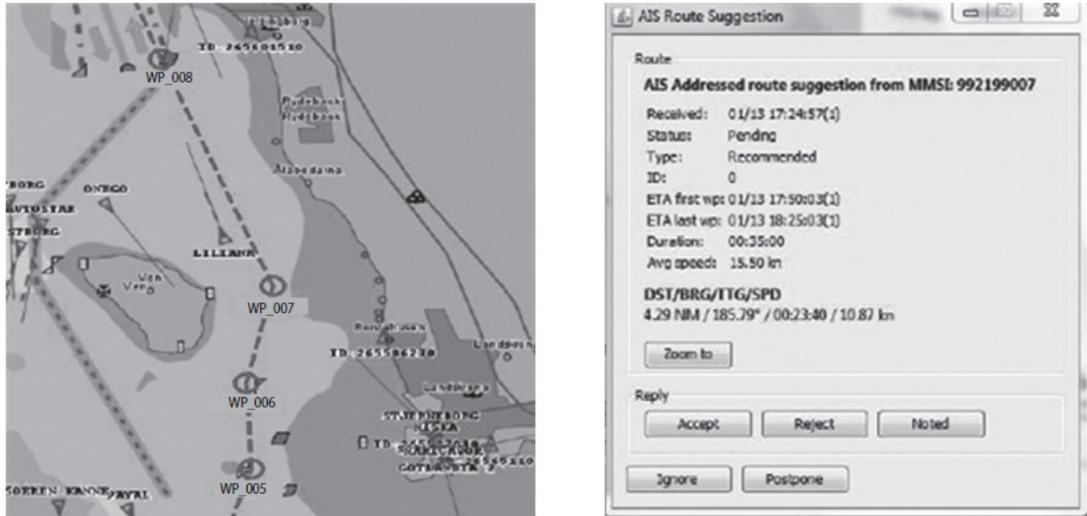
[그림 2-18] VDES 도입 및 ASM 진화 로드맵

- ▶ 예로서, [그림 2-12]의 VTS generated Synthetic Target 정보를 이용하여 선박 주변의 융합된 타깃 선박의 좌표, 속도 등 항해정보를 VTS로부터 전송받을 수 있고, Route Information 또한 상호 교환 가능하고, 승선인원 등 항해에 관련된 다양한 안전 메시지 교환이 가능하므로 이를 통하여 사고 예방 효과는 매우 클 것으로 예측됨. 이러한 ASM 메시지는 운영자의 업무를 줄여주는 역할을 수행 하고, 신뢰할 수 있는 정보교환을 통하여 항해하는 선박에 해당 조건에 적합한 경고를 제공하여 안전 한 항해가 가능하도록 할 수 있는 중요한 서비스가 될 것임

• STM 서비스

- ▶ 예로서 최근 국제적인 e-Navigation 프로젝트에서 STM 관련 기술들이 다양하게 연구되어 시험 망에 적용되고 있음. STM은 항로의 출항에서 도착까지 흐름 관리, 선박 보고 영역, No-go-Area, 경제적인 속도의 항로관리, 상황인식에 따른 동적 항로변경정보의 교환 등 선박과 육상 그리고 육상 간의 정보교환을 통하여 안전하고 효율적인 항해로 유도될 수 있음. 또한, 해당 선박들의 상황을 종합하여 입출항에 대한 트래픽의 불륨을 예측하거나 제어가 가능함
- ▶ 항로관리를 통한 STM의 효과는 트래픽을 예측할 수 있을 뿐만 아니라, 경제적인 서비스가 가능하다는 것임. 즉, 예로서 발틱해 (Baltic Sea) 지역에 항해 선박의 1% 거리 감소 시 연간 100만 달러의 경제적 효과를 얻을 수 있다는 분석이 제기 되기도 함
- ▶ 최근 유럽의 가장 큰 e-Navigation 프로젝트인 모나리자 (MONALISA) 2.0 프로젝트에서도 STM 개념에 따라 경로 최적화를 포함하는 STM을 진행하고 있으며, [그림 2-13]보인 에피션시(EfficienSea) 프로젝트에서도 경로 최적화 시험을 수행

하였고, 이러한 서비스는 전자해도의 해당 영역에 MSI 형태로 표기되어 다른 서비스와 함께 적시의 최적 경로 서비스를 제공 받을 수 있을 것임



[그림 2-19] 에피션시 (EfficienSea) 프로젝트의 항로 관리

- 해상 VHF 디지털 통신기술 현황

- 2000년에 개최된 세계전파통신회의(WRC-2000)에서 해상이동업무에 할당된 초단파(Very high frequency; VHF) 대역에서 새로운 디지털 기술을 사용할 것을 결의하였으며, 2003년과 2007년에 개최된 WRC 회의에서 국제 전파규칙(RR)을 개정하여 새로운 디지털 기술의 초기 실험 및 도입 시 자발적인 범주에서 국제전파규칙에 있는 여러 주파수 채널을 사용할 수 있도록 하였음
- 2012년 세계전파통신회의에서 해상 VHF 디지털 주파수를 할당하였으며 (채널 24, 84, 25, 85, 26, 86) 2017년 1월 1일부터 디지털 통신을 위해 사용할 수 있도록 결의함으로써 해상 VHF 디지털 통신이 본격적으로 도래함 [그림 2-14]

Channel Designator	Transmitting Frequency(MHz)		Port operations & ship movement		Public correspondence
	From ship station	From coast station	Single Freq.	Two Freq.	
24	157,200	161,800	x	x	x
84	157,225	161,825	x	x	x
25	157,250	161,850	x	x	x
85	157,275	161,875	x	x	x
26	157,300	161,900	x	x	x
86	157,325	161,925	x	x	x

[그림 2-20] ITU 표준에 의해 사용될 수 있는 새로운 해상 VHF 디지털 통신 채널 현황

- 2008년 해상 VHF 디지털 통신기술 권고안(ITU-R M.1842)이 출시되어 2009년 권고안이 개정(ITU-R M.1842-1)되었으며, ITU-R M.1842-1은 해상 VHF 대역의 통신방식의 기술사양을 제시하고 있으며, 최대 307.2kbps의 전송속도를 제공하고 70nm까지 통신을 지원함 [그림 2-15]

구분	Annex 1	Annex 2	Annex 3	Annex 4
Bandwidth	25kHz	25kHz	50kHz(25kHz*2)	100kHz(25kHz*4)
Emission Class	16K0F1DDN	16K0F1DDN	50K0F1DDN	100K0F1DDN
Modulation	$\pi/4$ DQPSK / $\pi/8$ D8-PSK	4-Level GMSK	16-QAM	16-QAM
Data Rates	28,8/43,2 kbps	21,1 kbps	153,6 kbps	307,2 kbps
Coverage	>70NM	>70NM	>70NM	>70NM
Access Method	CSTDMA	TDMA	CSTDMA	CSTDMA
Channel Freq. Change time	<100ms			
Tx/Rx Switching Time	<2ms			
Serial Comm.	Ethernet, RS232 (NMEA)	Ethernet, RS232 (NMEA), IEC 61162	Ethernet, IEC 61162	Ethernet, IEC 61162
Tx Power	<50W(coast) / <25W(ship)			
Rx Sensitivity	10-3 BER@-107dBm	10-3 BER@-107dBm	-106dBm(shore) -103dBm(ship)	-103dBm(shore) -98dBm(ship)

[그림 2-21] 해상 VHF 디지털 통신 기술 기준 (ITU\_R 1842-1) 주요사항

- 최근 VDE(VHF Data Exchange)를 정의하였고, VDE4는 4개의 연속적인 채널(25, 85, 26, 86)로 100kHz의 광대역 채널을 구성하여 M.1842-1의 Annex 4의 기술을 사용하며, VDE3은 채널 24와 84를 조합하여 연안과 수로를 따라 데이터 교환을 위해 M.1842-1의 Annex 3의 기술을 사용하며, VDE1과 VDE2는 2개의 채널(24, 84)은 연안과 수로를 따라 데이터 교환을 위해 M.1842-1의 Annex1과 Annex2의 기술을 사용하는 것으로 정의함
- 국제항로표지협회는 최근 해상 Radio 통신계획에 따라 e-navigation 통신의 3가지 필수 요소로 AIS, 해상 VHF 디지털 통신, 500kHz 근처대역의 해상 중파 (Medium frequency; MF) 디지털 통신을 정의하였으며, [그림 2-16]과 같이 해역별 사용가능한 선박과 육상간 해상통신 후보기술을 구분하였고, [그림 1-17]과 같이 해역별 사용 가능한 선박 간 해상통신 후보기술을 구분함

**Technologies for data transfer ship <-> ship, listed generally in order of geographical range**

e-NAV Area definitions	GMDS Sea Area (approx)	Broadband phone line or cable. (When ship at berth)	WiFi	WiMax	Mobile phone technology	AIS 1.0	AIS 2.0*	Digital VHF voice and data	Data by modulated RADAR	INMARSAT	Commercial LEO satellite comms (Orbcomm, Iridium, etc.)	MF & HF (including Navtex / MSI)	DGPS beacon data broadcast service	Current MF & HF NBOP	HF digital data service
1 - Inside port	A1		F	F	E	E	F	F	F	E	E				
2 - Approaching port area	A1			F	E	E	F	F	F	E	E	E			
3A - Coastal navigation out to cell phone coverage (approx. 5nm)	A1				E	E	F	F	F	E	E	E			E
3B - Coastal navigation VHF coverage range (approx 25nm)	A1					E	F	F	F	E	E	E			E
4 - Coastal approach (approx. 100nm)	A2					E	F	F	F	E	E	E			E
5 - High seas	A3					E	F	F	F	E	E	E			E
6 - Polar regions	A4					E	F	F	F		E	E			E

Legend:-  
 Existing technology E  
 Not existing. Possible future system F

Possible preferred technology (Existing, Future) 

E	F
---	---

AIS 2.0\* Possible development of the existing AISservice

[그림 2-22] 국제항로표지협회의 해역별 사용 가능한 선박-육상간 해상통신 후보기술 분류

**Technologies for data transfer ship <-> ship, listed generally in order of geographical range**

e-NAV Area definitions	GMDS Sea Area (approx)	Broadband phone line or cable. (When ship at berth)	WiFi	WiMax	Mobile phone technology	AIS 1.0	AIS 2.0*	Digital VHF voice and data	Data by modulated RADAR	INMARSAT	Commercial LEO satellite comms (Orbcomm, Iridium, etc.)	MF & HF (including Navtex / MSI)	DGPS beacon data broadcast service	Current MF & HF NBOP	HF digital data service
1 - Inside port	A1		F	F	E	E	F	F	F	E	E				
2 - Approaching port area	A1			F	E	E	F	F	F	E	E	E			
3A - Coastal navigation out to cell phone coverage (approx. 5nm)	A1				E	E	F	F	F	E	E	E			E
3B - Coastal navigation VHF coverage range (approx 25nm)	A1					E	F	F	F	E	E	E			E
4 - Coastal approach (approx. 100nm)	A2					E	F	F	F	E	E	E			E
5 - High seas	A3					E	F	F	F	E	E	E			E
6 - Polar regions	A4					E	F	F	F		E	E			E

Legend:-  
 Existing technology E  
 Not existing. Possible future system F

Possible preferred technology (Existing, Future) 

E	F
---	---

AIS 2.0\* Possible development of the existing AISservice

[그림 2-23] 국제항로표지협회의 해역별 사용 가능한 선박-선박간 해상통신 후보기술 분류

- 현재까지 해상 VHF 디지털 통신규격(ITU-R M.1842-1)을 만족하는 제품은 없는 상태이며, 체코 RACOM사 MR400의 스펙이 관련 표준과 유사하나 사양2(저효율, 21.1kbps)만 일부 만족하고 있으며, 노르웨이의 Telenor에서 25kHz 대역폭을 갖는VHF 채널을 연속적으로 9개를 이용하여 225kHz 의 대역폭을 가지며 133kbps의 전송속도를 갖는 해상 VHF 통신 방법을 ITU에 제안하였으나, 방사 전력이 ITU 전과규약에 규정된 채널에 대한 국제전기표준회의(International Electro-technical Commission, IEC) 방사 마스크를 만족하지 않아 제안된 방법이 거부됨

○ MARSSA (Marine Systems Software Architecture)

- MARSSA는 오픈 소스 코드를 포함하고 있는 해양 사업을 위한 오픈 레퍼런스 시스템 아키텍처를 칭함
- MARSSA를 사용하기 위한 비용은 없으며, 사용자는 MARSSA에서 설정한 오픈 소스 라이선스만 지키며 사용하면 됨



# III

---

## 연구 목표 설정 및 연구 개발 추진 계획 수립





1 R&D 니즈(Needs) 분석

- FAST(Function Analysis System Technique)는 목적 기능의 계층적 접근을 통해 기능을 세분화하여 모형화 하는 방법임.
- 목적기능을 “지능형 해양 통합 정보 시스템 구축”으로 정의하고, 이를 기본 기능, 1차 기능으로 구분함.
- FAST는 지능형 해양 통합 정보 시스템의 목적기능을 규정하고 세부기능으로 적용 분야를 분류함으로써 니즈, 기술수요를 도출하기 위한 기준으로 활용.

[표 3-1] 지능형 해양 통합 정보 시스템 기능 전개 및 제안 기술

목적 기능	기본 기능	1차 기능	제안기술
지능형 해양 통합 정보 시스템 구축	해양 네비게이션 플랫폼 Mavi 개발	Mavi-openAPI 개발	요구사항 분석 표준 API prototype 정의 라이브러리 개발 및 배포
		Mavi-app 개발	화면/메뉴/표출 정보 구성 항로 안내 알고리즘 항로 이력 저장기법 경보 알림 기법 이기종 장치 지원 어플리케이션
		Mavi-device 개발	하드웨어 spec'/req' 정의 Schematic 설계 및 검증 Artwork/SMT/케이스
		Rvi-comm 모듈 개발	RF & Cellular Hybrid 통신 기법 원거리 RF통신 기법 단거리 다중 RF 통신 기법
		Rvi-addon 개발	VDR 데이터 저장 프로토콜 분석 VDR 정보 가시화 도구 실시간 VDR정보 전송 protocol 및 전송기법 기존 VDR에 추가 장착 가능한 하드웨어
		Rvi-standalone 개발	고신뢰 System software 개발 혼성 메모리 구조 개발 동적 시스템 신뢰성 복구 도구 개발 실시간 데이터 전송이 가능한 고신뢰 VDR 하드웨어 개발

목적 기능	기본 기능	1차 기능	제안기술
	iVTS 구축	데이터 수집서버 구축	요구사항 분석 대용량 실시간 데이터 저장/처리가 가능한 클라우드 서버 구축 HA 데이터 저장을 위한 저장장치 관리 기법
		빅데이터 처리 기법 개발	빅데이터 처리 기법 Rvi&Mavi 기반 자동 선박 제어 시스템 실시간 선박 제어 및 선관리 기법
		통합망 구축	유관기관과의 통합망 구축 유관기관의 실시간 feedback 수집 기법 무인화를 위한 영상처리 기법

## 2 연구 개발 최종 목표

- 본 과제에서는 (1) 실시간 VDR 정보 기반 VTS 근무 인력 및 선박 운항 인력의 인적 과오 최소화, (2) KOOS&K-CID기반 효율적 경로 관리 및 항로 이탈, 경계소홀 등으로 인한 잠재적 사고 방지, (3) VTS와 선박 간 구두 통신 자동화를 통해 범국가적 해양 안전도를 향상하기 위한 지능형 차세대 VTS 구축 기획 연구를 진행한다.

## 3 연구 목표 및 내용

- 본 기획 연구에서 검토한 세부분야별 연구목표 및 내용은 다음과 같다.

- [세부과제 I]의 목표

- 해양 네비게이션 플랫폼 Mavi 개발
  - Mavi-openAPI: 효율적인 해양 네비게이션 개발을 위한 오픈 플랫폼 개발
  - Mavi-app: 기존 스마트 디바이스를 위한 K-CID 기반 네비게이션 앱 개발
  - Mavi-device: Mavi-app이 수행되는 해양환경 전용 스마트 디바이스 개발

- [세부과제 II]의 목표

- 실시간 VDR 정보 전송 플랫폼 Rvi 개발
  - Rvi-comm: VDR로부터 정보 전송을 위한 통신 장치 개발
  - Rvi-addon: 기존 VDR에 add-on되어 정보를 전송하는 시스템 개발
  - Rvi-standalone: 저장되는 정보가 서버로 전송되는 차세대 VDR 개발

- [세부과제 III]의 목표

- iVTS 구축
  - 실시간 데이터 수집 서버 시스템 구축
  - 빅데이터 기반 자동 선박 제어 시스템 구축
  - 유관 기관과의 통합망 구축

## 4 추진 체계, 전략 및 기술 개발 로드맵

### 4.1. 추진전략

#### ○ 시스템 개발/구현 이전 설계 연구 수행

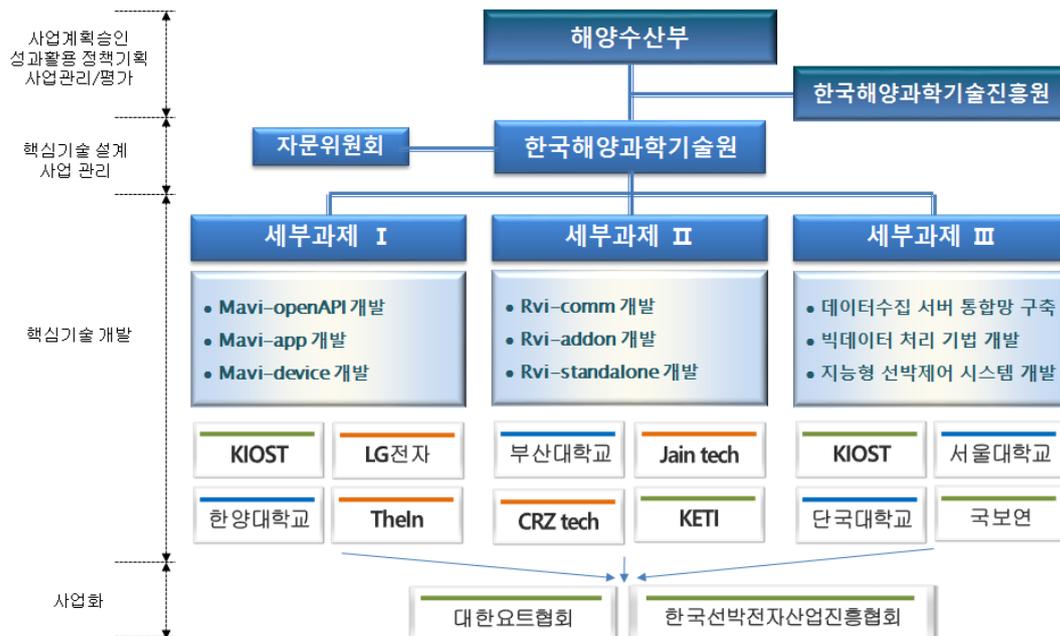
- 시스템의 효율성 및 정확성을 강화하기 위해 사전에 설계 연구를 수행
- 설계 연구를 통해 요구사항 분석, 시스템 구조 설계 등을 수행함으로써 시스템의 완성도 향상

#### ○ 해경/국민안전처/해양과학기술원의 기존 시스템 정보 활용

- 해경 관계자를 통한 기존 VTS 시스템에 대한 이해도 향상
- 국민안전처 관계자를 통한 VTS관리 문제점 파악
- 해양과학기술원의 KOOS 및 K-CID 담당자를 통한 노하우 적극 활용

#### ○ 정보기술, 전자공학 등 타 분야와의 융합 시도

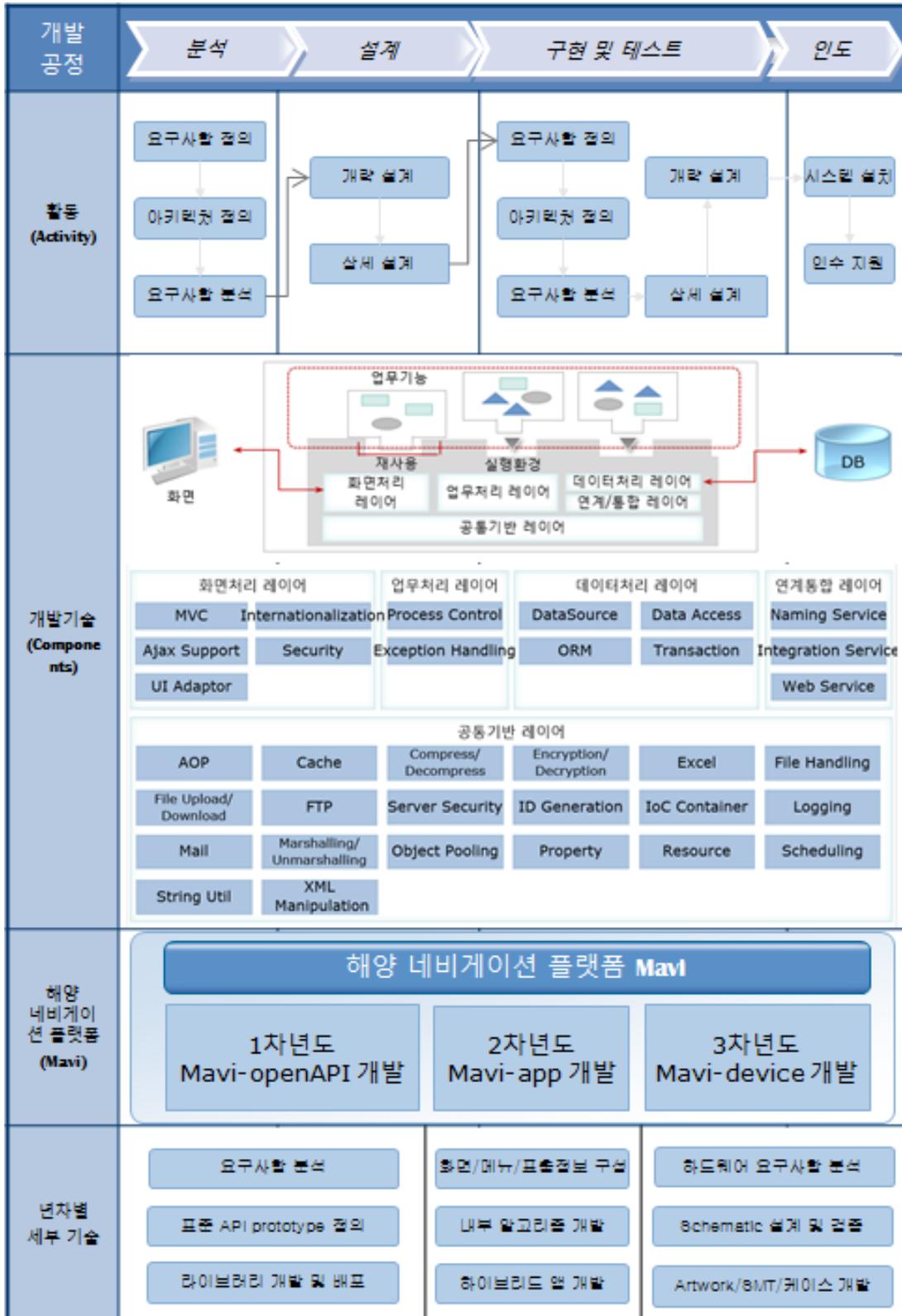
- 스마트 디바이스 개발을 통한 네비게이션 시스템 개발은 해양 분야뿐만 아니라 정보 기술, 전자공학 등과의 융합이 필수적임
- 각 분야 전문가들의 의견을 토대로 시스템의 완성도를 향상시킴



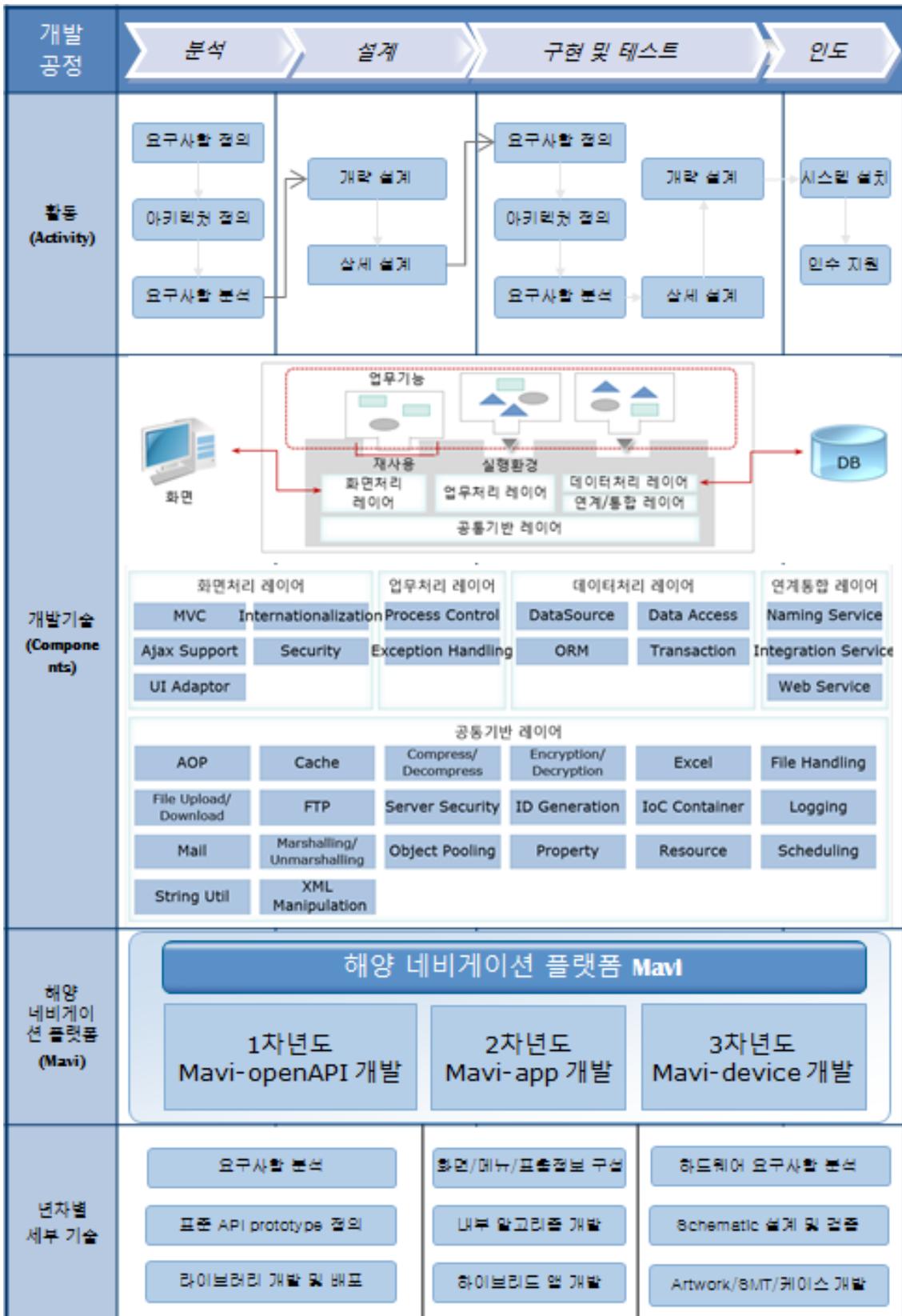
[그림 3-1] 과제 추진 체계

## 4.2. 기술개발 로드맵

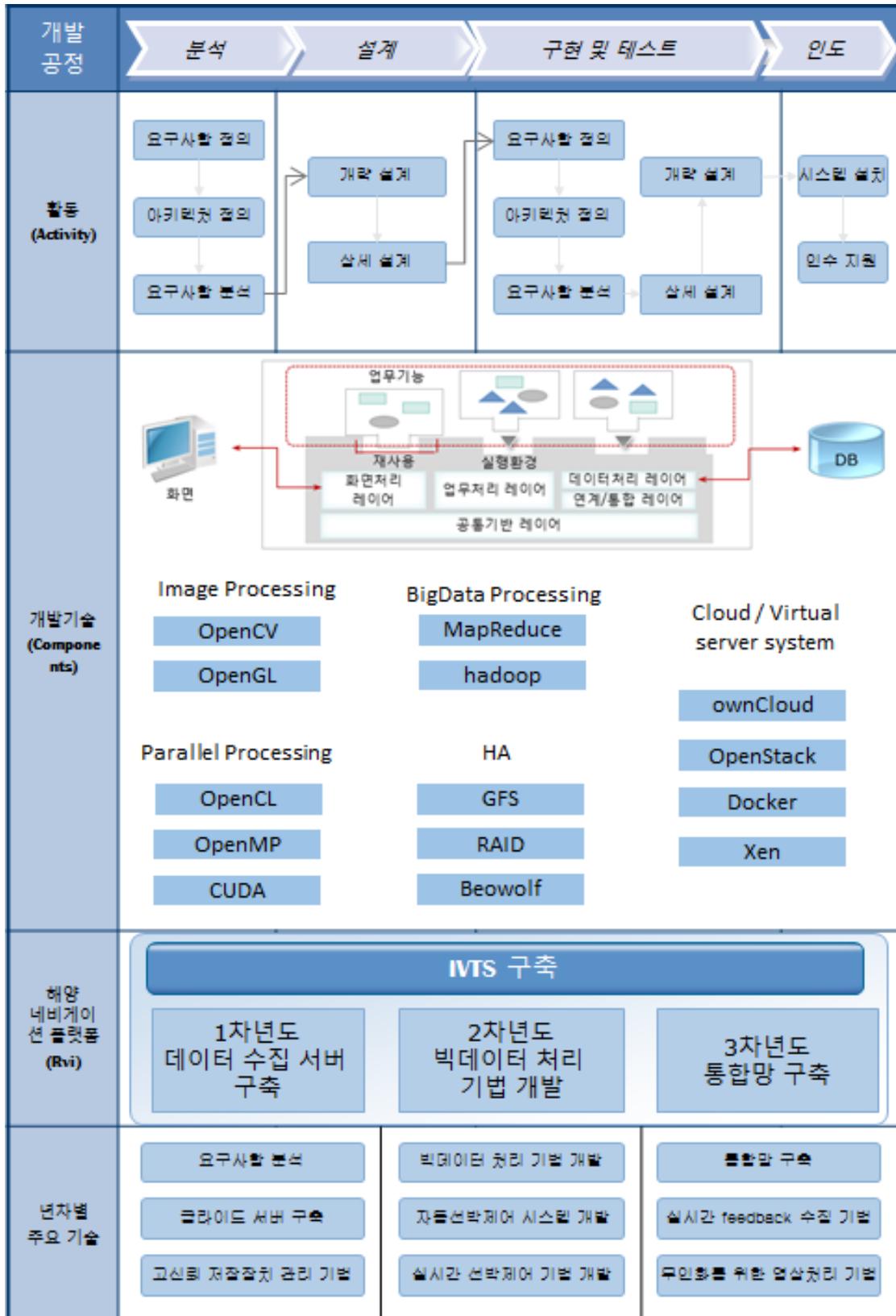
### 4.2.1. 해양 네비게이션 플랫폼 Mavi 개발



### 4.2.2. 실시간 VDR 정보 전송 플랫폼 Rvi 개발



4.2.3. iVTS 구축



## 5 연차별 연구 개발 소요 예산

(단위 : 억)

예산항목		1차년도	2차년도	3차년도
1세부	Mavi-openAPI 개발	1	0.1	0.1
	Mavi-app 개발	-	1.9	0.2
	Mavi-device 개발	-	-	4.7
2세부	Rvi-comm 개발	5	0.3	0.3
	Rvi-addon 개발	-	6.7	0.5
	Rvi-standalone 개발	-	-	8.2
3세부	실시간 데이터 수집 서버 구축	12	0.5	0.5
	자동 선박 제어 시스템 구축	-	6.5	0.5
	유관기관 통합망 구축	-	-	20
합계		18	16	35
3개년 총 예산규모 = 69억				

# IV

---

## [세부과제 I] 해양네비게이션 플랫폼 Mavi 개발

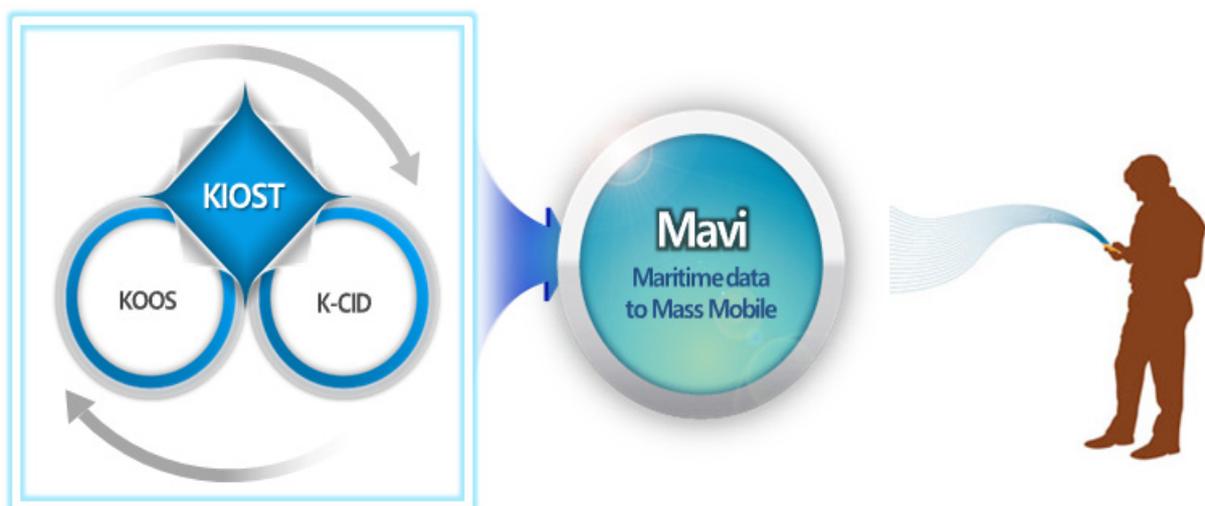


## 1 해양네비게이션 시스템 Mavi 연구 개발 개요

### 1.1 연구의 필요성

#### ○ 실시간 해양/항해 정보 수요 존재

- 한국해양과학기술원의 KOOS와 KCID는 파도, 조류 등 실시간 해양 정보 및 예보를 제공하며, 선박운항정보를 승객 및 선원들에게 제공하고 있음.
- 상기 시스템으로부터 제공되는 정보는 수산/해양여가/선박 등 다양한 해양/항해 활동 등에서 해양 안전 도모를 위해 폭넓게 활용될 수 있으나, 해당 정보를 실수요자에게 효율적으로 전달하기 위한 수단이 미비함.
- 기 보급되어 있는 스마트 단말, 혹은 전용 단말 등을 활용한 해양/항해 정보 전달 기법 개발 필요.
- 또한 한국해양과학기술원에서 제공하는 정보를 활용하여 해양 네비게이션 시스템을 개발하고자 하는 개발자를 위한 API (Application Programming Interface) 역시 개발 되어야 함.



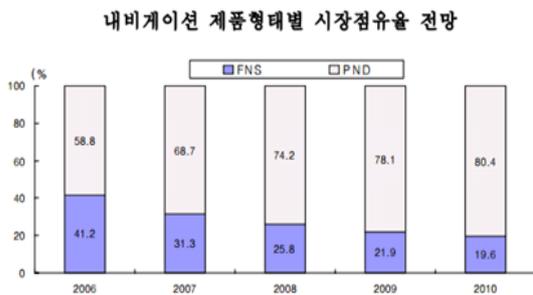
[그림 4-1] 해양/항해 정보 전달 개념도

- 해양환경에서는 주변 지형지물을 통한 항로 파악이 어렵기 때문에 GPS 신호를 이용하여 항로를 유지한다. 그러나 최근 높은 보급률을 보이는 휴대용 스마트 단말에는 GPS 수신 모듈이 탑재되어 있기 때문에 해당 정보에 대한 용이한 취급이 가능함.
- 즉, 해양/항해 정보는 [그림 4-2]에 보인 바와 같이 기 보급되어 있는 스마트폰에 설치/운영 가능한 어플리케이션 형태 혹은 전용 디바이스를 통한 보급 모두 가능함.



[그림 4-2] 해양 네비게이션 시스템의 보급 방식

- 그러나 [그림 4-3]에 보인 바와 같이 성별/연령대/제품 형태별 선호하는 보급 형태가 다르기 때문에 이러한 요구조건을 만족하기 위한 고려가 필수적이라 하겠다.



자료 : Gartner  
 FNS: Fixed Navigation System  
 PND: Portable Navigation Device

[표2] 차량용 내비게이션 vs 내비게이션 어플 이용 비중

(문헌 중 내비게이션 이용자, %)

	전체	성별		연령별			
		남성	여성	20대	30대	40대	50대 이상
차량용 내비게이션	57	58	55	49	54	56	64
내비게이션 어플	43	42	45	51	46	44	36
	(+7%p)	(+4%p)	(+11%p)	(+7%p)	(+4%p)	(+6%p)	(+9%p)

\* 괄호 안 수치 = 내비게이션 어플 비중의 변화량 (13년 하반기 - 상반기)  
 Q. 평소 운전하실 때 스마트폰과 차량용 내비게이션 이용 비중은 각각 어떻게 됩니까? (비중의 합 100%로 응답)

consumerinsight.co.kr

[그림 4-3] 제품 형태/성별/연령대별 선호 보급 형태

## 1.2. 연구 목표



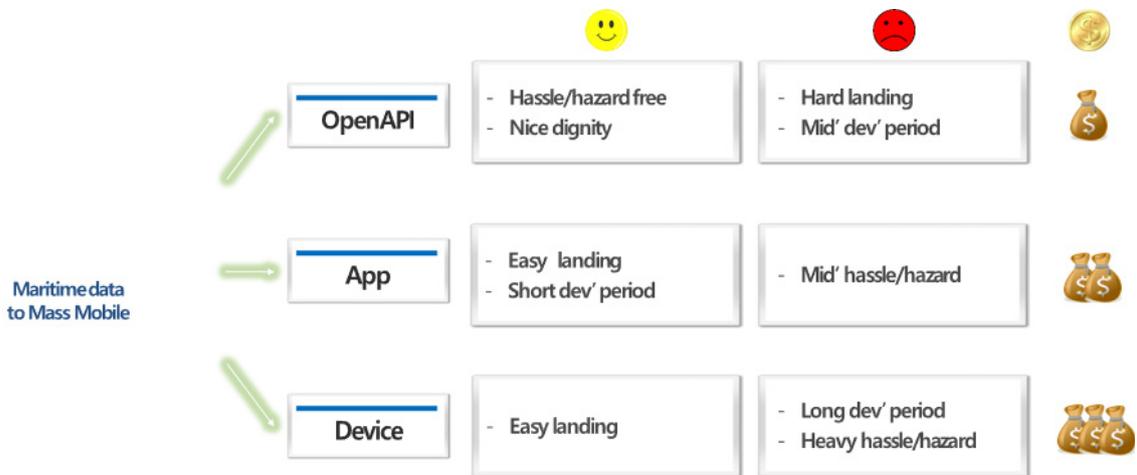
[그림 4-4] 해양 네비게이션 플랫폼 Mavi 년차별 연구 목표

## 2 연구 내용

### 2.1. 주요 연구 내용

○ 해양/항해 정보 전달 기법은 [그림 4-4]에 보인 바와 같이 크게 세 가지로 구분된다.

- 네비게이션 개발자용 OpenAPI 개발 및 배포
- 네비게이션 Application 개발 및 배포
- 전용 네비게이션 장치 개발 및 배포



[그림 4-5] 해양 항해 정보 전달 기법 간 비교

○ Mavi-openAPI

- 해양/항해 정보를 활용하여 독자적인 네비게이션 앱 혹은 디바이스 개발이 가능하도록 해당 정보를 제공하는 일관된 함수 목록 제공.
- 일관된 prototype, 충실한 documentation, 공개된 소스코드 및 지속적인 유지보수가 필수.
- 한국해양과학기술원의 인지도 향상, 설립 목적 부합 등의 장점 및 초기 시장진입이 어렵고 중급의 개발 난이도가 필요한 단점이 존재함.
- 추후, API 사용에 대한 소정의 사용료를 부과함으로써 서버 유지 및 API 유지/보수/업그레이드 및 배포에 따른 비용 상쇄 및 수익 창출 가능.

○ Mavi-app

- 기 보급되어 있는 스마트 단말에 설치하여 운용 가능한 어플리케이션 제공.

- iOS, Android 등 다양한 기기종 장치에서 운용이 가능하도록 하이브리드 앱 형태의 제작이 필수
- 비용 및 기간 측면에서 비교적 초기 시장 진입이 쉽고, 하급 개발 난이도/짧은 개발 기간의 장점과, 향후 지속적인 최종 사용자 응대에 따른 지속적인 비용 발생가능.
- 앱 초기 설치 비용 부과 혹은 특정 기간 별 사용료 청구, 고급/정밀 기능에 대한 사용료 청구 등의 방식으로 지속적인 수익 창출 비즈니스 모델 수립 가능

#### ○ Mavi-device

- 방수/방진 등 신뢰성 있는 해양 네비게이션 전용 디바이스를 개발하여 해양 네비게이션 앱을 탑재하여 제공.
- 장기간의 개발 기간 및 상대적으로 높은 초기 개발 비용을 필요로 하며, 보급후 사후 최종 사용자 응대 및 디바이스 후처리에 대한 높은 위험성이 존재.
- 가장 높은 초기 위험부담이 존재하나, 고신뢰 전용 디바이스에 대한 수요가 존재하는 해양 환경의 특수성을 고려하는 경우 대당 순이익에 대한 긍정적인 기대 가능

## 2.2. 세부 연구 내용

○ 본 세부 과제에서는 Mavi-openAPI, Mavi-app, Mavi-device 개발을 위한 요소 기술을 연구/개발한다. 구체적인 연구 내용은 다음과 같다.

#### ○ 항로 안내 기법

- 해양 네비게이션 앱 혹은 디바이스를 보급함으로써 효율적인 항로 안내 기능을 제공한다. 제공되는 항로는 최단/최적의 경로 혹은 VTS의 관제에 따른 항만 입항 제어기능을 포함한다.

#### ○ 항로 이력 저장 기법

- 복수의 선박이 각자의 항로를 저장할 수 있으며, 언제든지 자신들의 이동 경로를 다시 확인/검색 할 수 있다. 어획량이 보장되는 어장이나 지났던 경로 또는 위치를 손쉽게 조회할 수 있으며, 또 다시 해당 지역으로 항해를 할 수 있는 장점이 있다.
- 개별 선박의 경로는 사용자의 선택에 의해 서버로 데이터를 전송하여 모든 선박에 대한 항로를 저장할 수 있으며 이는 추후 빅데이터 처리를 통한 효율적인 선박 관제 시스템 구축에 사용될 수 있다.

○ **경보 알림**

- 앱을 사용하여 선박이 항해하는 도중에 항로를 이탈하거나, 사용자가 설정한 조건에 해당하는 경우에 알림을 알려줄 수 있다. 알림에는 소리와 진동 등으로 사용자에게 알려줄 수 있으며, 사용자로 하여금 반복 주의를 줄 수 있는 보조 수단으로 사용할 수 있다.

○ **서버 시스템**

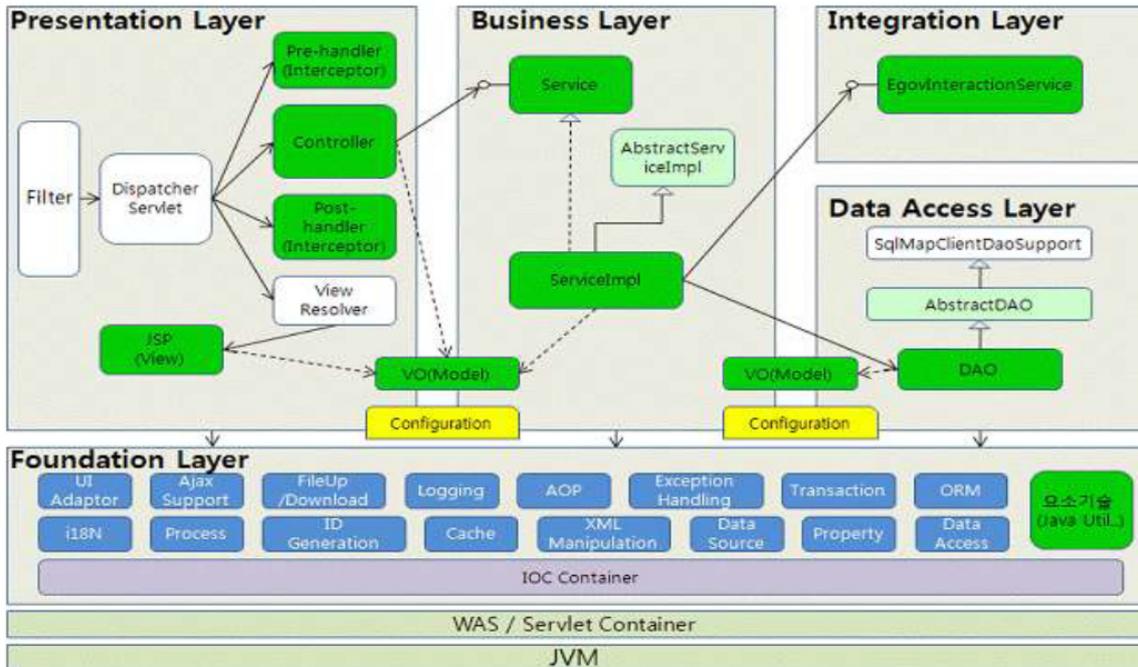
- 모든 앱은 반드시 서버 시스템이 존재해야 하며, 각 클라이언트 시스템(스마트 폰)에서 발생하는 데이터를 서버로 전송하여 저장해야 한다. 서버에 저장된 정보는 추후에 클라이언트 시스템에서 해당 정보를 조회할 수 있고, 조회한 데이터를 활용하여 다양한 상황에서 사용할 수 있다.
- 서버 시스템은 전자정부 표준프레임워크를 사용한다. 이미 많은 정부기관, 학교, 기업등에서 사용되고 있는 프레임워크라서 서버 개발 환경을 비롯하여, 웹과 모바일 환경에서도 최적화된 프레임워크로 사용되고 있다.
- 개발 환경
  - 개발프레임워크란 소프트웨어 컴포넌트들이 동작할 수 있게 하는 기반 구조이며, 다수의 어플리케이션에서 재사용 가능하도록 구조화한 기반 아키텍처를 의미합니다. 프레임워크 적용을 통해 어플리케이션의 개발생산성을 향상시키고, 성능 및 품질을 보장하며, 시스템 확장 및 유지보수에 용이한 시스템을 구축한다.



[그림 4-6] 개발 환경 구조도

- 개발 아키텍처

- 서버 개발을 하기 위한 아키텍처를 정립해야 하며, 아래와 같은 Layered Architecture 가 가장 많이 사용되고 있으며, 전자정부 표준프레임워크의 아키텍처는 아래와 같다.



[그림 4-7] 개발 아키텍처 구성도

- 프리젠테이션 레이어: 사용자로부터 요청을 받고 응답을 처리하는 계층이다. 뷰 층 으로부터 이벤트를 메시지로 전환하여 비즈니스 계층에게 전달하는 사용자의 입력 에 대한 응답 메커니즘을 포함한다. 하위 계층에서 발생하는 Exception 이나 Error 에 대한 처리를 맡으며, 최종 프리젠테이션 계층에 표현해야할 도메인 모델 을 엮는 기능, 사용자로부터 받은 데이터의 유효성 검증을 처리한다. 비즈니스 로 직과 클라이언트를 분리하기 위한 컨트롤러의 역할도 하며, 전체 시스템의 설정 상 태를 유지하고, 요청에 해당하는 비즈니스 로직을 결정하는 역할을 한다.
- 비즈니스 계층: 어플리케이션의 비즈니스 로직 처리와 비즈니스와 관련된 도메인 모델의 적합성을 검증한다. 또한, 트랜잭션 처리와 제어 계층과 퍼시스턴스 계층 사이를 연결하는 역할로서 두 계층이 직접적으로 통신하지 않게 하여 애플리케이션의 유연성을 증가시킨다. 즉, 다른 계층들과 통신하기 위한 인터페이스를 제공한 다. 핵심 업무 로직의 구현과 그에 관련된 데이터의 적합성 검증 이외도 다양한 부 가적인 구현이 추가된다.
- 퍼시스턴스 계층: 영구 데이터를 데이터베이스에서 조회한 후에 객체와 시키며, 영

구 저장소에 데이터를 저장, 수정, 삭제하는 계층이다. 즉, 데이터베이스나 파일에 접근하여 데이터를 입력/수정/삭제/조회 하는 계층이다. 주로 SQL 을 가지고 데이터를 조작하며, 데이터베이스 연결과 관련된 기능을 수행한다.

#### - 개발 기술

- OpenSource Framework: 엔터프라이즈 환경의 프로젝트에서 개발 현장의 개발생산성의 향상과 고품질이 보장된 어플리케이션의 개발을 위해서 오픈소스 프레임워크를 사용한다. 다양한 요구사항을 만족할 수 있는 유연하고 풍부한 기능을 제공하는 프레임워크구축, 개발 생산성 향상과 고품질의 시스템 개발을 위한 프레임워크의 필요성이 대두되면서, 많은 프레임워크가 등장하기 시작했다. 다양한 프레임워크가 나와있고, 그 중에 J2EE기반에서 가장 두각을 나타내는 프레임워크가 Spring이다. 이는, 각 레이어를 느슨한 Interface의 결합과 설정의 외부화를 통해 개발이 보다 더 유연하고 견고해지기도 이기도 하지만, 일관된 방법으로 기존 기술들을 편하게 사용할 수 있도록 도와주고, 비즈니스 객체들을 효과적으로 구성하고 관리하는데에 가장 큰 장점이 있기 때문이다. 더불어 막강한 JDBC 자원 관리가 개발자들에게 혁신적인 소스 코딩량의 절약을 가능케 해준다는 게 강점 중 하나라고 본다. 이러한 오픈소스 프레임워크의 장점을 활용하고, 다양한 오픈소스 프레임워크를 조합하여 국내 실정에 맞게 발전시킨 것이 바로 전자정부 표준프레임워크이다.
- Database: 여러 사람들이 공유하고 사용할 목적으로 통합 관리되는 정보의 집합이다. 논리적으로 연관된 하나 이상의 자료의 모음으로 그 내용을 고도로 구조화함으로써 검색과 갱신의 효율화를 꾀한 것이다. 즉, 몇 개의 자료 파일을 조직적으로 통합하여 자료 항목의 중복을 없애고 자료를 구조화하여 기억시켜 놓은 자료의 집합체라고 할 수 있다. 데이터베이스의 장점으로는 데이터 중복 최소화하고, 쉽게 데이터를 공유할 수 있으며, 데이터에 대한 일관성, 무결성, 보안성 유지할 수 있다. 또한 항상 최신의 데이터 유지하고, 데이터의 표준화를 손쉽게 가능하게 하며, 사용자가 손쉽게 데이터에 접근이 가능하고 데이터 저장 공간을 절약할 수 있게 해준다.
- HTML5: HTML5는 차세대 웹기술의 총합으로서 단말, 플랫폼, 스크린의 경계가 없는 앱과 S/W 환경을 목표로 하는 기술이다. HTML5, CSS3, 확장 Javascript API 요소들로 구성되며 HTML5로 통칭한다. HTML5의 정의는 단순 웹문서(Text)를 표현하는 HTML(Hyper Text Markup Language)의 기본 기능을 넘어 다양한 멀티미디어 콘텐츠와 어플리케이션을 Browser에 표현하고 실행하기 위해 만들어진 언어이다. ActiveX, Flash 등의 별도의 플러그인이 필요 없고, 스마트폰 및 태블릿 PC에 친화적인 기능들로 구성되어 단말기, OS, 브라우저의 종류에 구애 받지 않는 범용 표준 개발 언어이다.

- XML: XML(Extensible Markup Language)은 W3C에서 개발된, 다른 특수한 목적을 갖는 마크업 언어를 만드는데 사용하도록 권장하는 다목적 마크업 언어이다. XML은 SGML의 단순화된 부분집합으로, 다른 많은 종류의 데이터를 기술하는 데 사용할 수 있다. XML은 주로 다른 종류의 시스템, 특히 인터넷에 연결된 시스템끼리 데이터를 쉽게 주고 받을 수 있게 하여 HTML의 한계를 극복할 목적으로 만들어졌다. XML은 문서를 사람과 기계 모두가 읽을 수 있는 형식을 갖도록 규정하고 있다. W3C가 만든 XML 1.0 Specification과 몇몇 다른 관련 명세들과 모든 자유 개방형 표준에서 정의되었다. W3C는 XML 설계 목표에서 단순성과 일반성, 그리고 인터넷을 통한 사용 가능성을 강조했다. XML은 텍스트 데이터 형식으로 유니코드를 사용해 전 세계 언어를 지원한다. XML을 설계할 때는 주로 문서를 표현하는데 집중했지만, 지금은 임의의 자료구조를 나타내는 데 널리 쓰인다. 대표적인 예가 웹 서비스이다. 많은 API가 개발되어 XML 데이터를 처리하고자 하는 소프트웨어 개발자들이 활용하고 있다. 또한, 여러 가지 스키마 시스템이 있어서 XML 기반 언어의 정의를 보다 쉽게 할 수 있도록 도와준다.

#### ○ 모바일 시스템

- 모바일 디바이스 API는 각 플랫폼(Android, iOS) 별 구현환경 위에서 HTML, CSS, JavaScript 로 구성된 웹 리소스를 통한 디바이스 하이브리드 어플리케이션 구현을 지원하며 플랫폼 별 SDK를 활용하여 구현된 웹 리소스 내의 JavaScript 형태의 Device API와 각 플랫폼 별 Native Code 가 하이브리드 프레임워크 및 웹 뷰 인터페이스를 통해 연동되어 실제 디바이스의 고유 기능을 호출할 수 있도록 지원한다.



[그림 4-8] 모바일 시스템 구성도

- 하이브리드 프레임워크

- 웹 리소스와 Native 모듈과의 연계를 위한 하이브리드 프레임워크로 사용하여 개발을 할 수 있다.
- 하이브리드 프레임워크란 네이티브 플랫폼 종속적인 디바이스 API와 플랫폼 비종속적인 영역인 어플리케이션 부분으로 나누어지며 웹 뷰 클라이언트를 이용해 어플리케이션을 구동시킨다.
- 하이브리드 어플리케이션 영역은 플랫폼에 비종속적인 언어인 HTML5, 자바스크립트, CSS로 구현되며 앱 빌드시 컴파일 되지 않는다.
- 어플리케이션이 동작하면 디바이스 API의 웹뷰에 의해 인터프리팅 방식으로 렌더링 된다.

- 웹뷰 인터페이스

- 웹 리소스와 각 SDK 사이에서 인터페이스 역할을 수행한다. 웹 뷰 인터페이스는 각 디바이스 플랫폼에 내장 되어있는 Web Kit 기능을 통하여 수행된다.
- 각 플랫폼 별 SDK 내에 내장되어 있는 브라우저 기능을 포함 한 웹 Tool Kit 으로서 하이브리드 어플리케이션의 디바이스 API 호출을 위한 브릿지 역할을 해준다.
- SDK 로부터 상속받은 웹뷰를 생성해서 그 웹뷰에 내 소스를 로드한 후 네이티브 API를 사용할 수 있도록 연계한다.

- Device API

- 모바일 하이브리드 어플리케이션 구현 시 모바일 디바이스 API 실행환경에서는 Javascript 객체를 이용하여, Device에 접근이 가능도록 다양한 API를 제공한다.
- 하이브리드 어플리케이션 동작하기 위한 기반 구성요소로 네이티브 플랫폼에 종속적인 언어로 구성된다.
- HTML5와 자바스크립트 표준 코드 이외의 디바이스 종속 기능을 사용하기 위한 기능을 구현하며 사용자의 커스텀 라이브러리가 포함된다.

○ 해양 네비게이션 시스템을 위한 전용 하드웨어 개발

- 해양 환경의 특수성을 고려한 방수/방진 하드웨어 요구 사항 분석

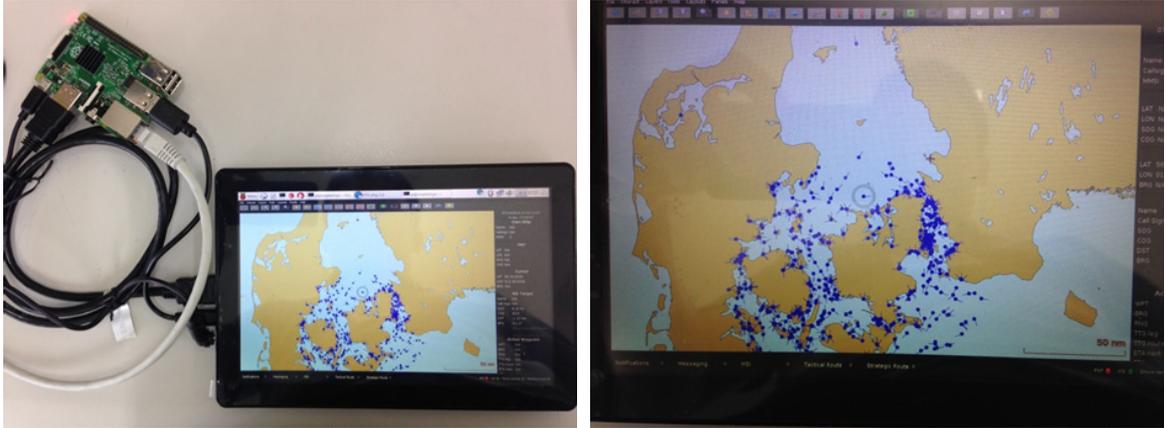
Evaluation 보드를 활용한 전용 하드웨어 prototyping

- Schematic 설계 및 디버깅

- Artwork 및 SMT 과정 수행을 통한 양산 보드 개발, 디버깅

3D 프린터를 이용한 케이스 시제품 제작

- 금형 설계 및 양산 케이스 제작



[그림 4-9] 전용 하드웨어 prototyping

### 3 연차별 연구 목표 및 개발 로드맵

개발 공정	분석	설계	구현 및 테스트	인도
활동 (Activity)	요구사항 정의 아키텍처 정의 요구사항 분석	개략 설계 상세 설계	요구사항 정의 아키텍처 정의 요구사항 분석 상세 설계 개략 설계	시스템 설치 인수 지원
개발기술 (Components)				
해양 네비게이션 플랫폼 (Mavi)	<div style="text-align: center;"> <b>해양 네비게이션 플랫폼 Mavi</b> </div> <div style="display: flex; justify-content: space-around; margin-top: 10px;"> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">                         1차년도 Mavi-openAPI 개발                     </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">                         2차년도 Mavi-app 개발                     </div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; text-align: center;">                         3차년도 Mavi-device 개발                     </div> </div>			
연차별 세부 기술	요구사항 분석 표준 API prototype 정의 라이브러리 개발 및 배포	화면/메뉴/표출정보 구성 내부 알고리즘 개발 하이브리드 앱 개발	하드웨어 요구사항 분석 Schematic 설계 및 검증 Artwork/SMT/케이스 개발	

V

---

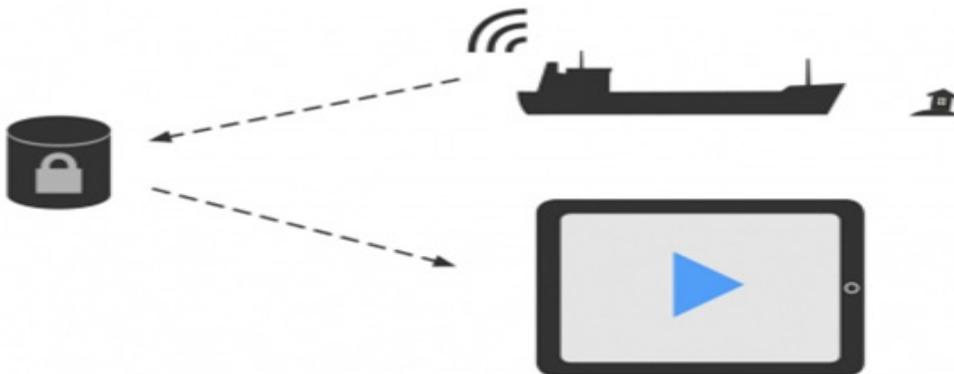
[세부과제 Ⅱ]  
실시간 VDR 정보 전송 플랫폼 Rvi 개발



## 1 실시간 VDR 정보 전송 플랫폼 Rvi 연구 개발 개요

### 1.1 연구의 필요성

- 항해기록장치인 VDR(Voyage Data Recorder)은 선박에 장착된 블랙박스로서 선박의 위치와 속도, 날짜, 시간, 레이더영상, CCTV화면, 조타실에서의 대화 및 교신내용 등 항해와 관련된 제반자료를 기록/저장하는 장치이다.
- VDR은 각종 해난사고의 원인을 명확히 규명하고 유사한 사고를 미연에 방지하기 위해 국제해사기구(IMO: International Maritime Organization)에 의해 설치가 의무화 되어 있다.
  - 구체적으로, 국제항로를 운항하는 여객선과 (일부 특수 선박을 제외한) 총 톤수 3,000톤 이상의 화물선은 반드시 VDR을 설치해야 한다.
- 실시간 선박 항해 정보 모니터링 시스템 개발 필요
  - 유사시 해양에서 VDR의 탐색/분석이 용이치 않으며, 선주/관제센터 등 실시간으로 선박의 정보를 모니터링함으로써 잠재적인 위험 요소 감지 및 사고 대응 체계를 구축하고자 하는 수요 존재하나, 시스템 구축에 대한 경제적 부담 존재.
  - VDR에 저장되는 정보의 실시간 전송 및 신뢰성 있는 실시간 선박 모니터링 시스템 개발 필요.



[그림 5-1] 실시간 VDR 정보 기반 선박 모니터링 시스템 개념도

## 1.2. 연구 목표



## 2 연구 내용

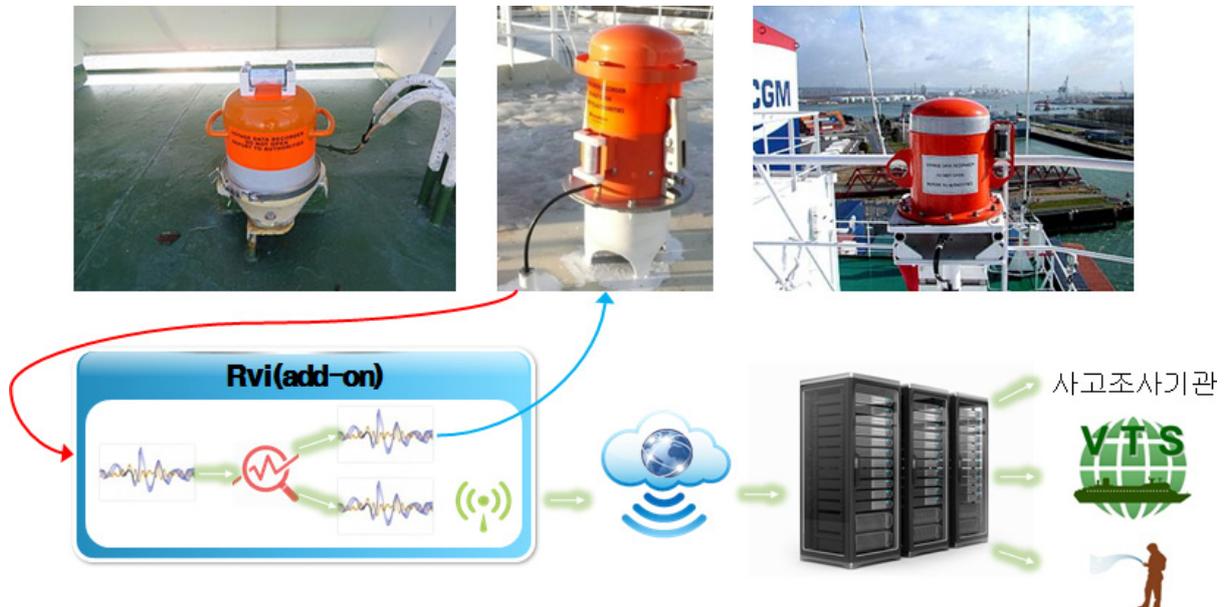
### 2.1. 주요 연구 내용

- 실시간 VDR 정보 전송 및 전송된 데이터에 기반한 모니터링 시스템 구축을 위한 연구주제는 크게 세 가지로 구분된다.
  - Rvi-comm: VDR로부터 정보 전송을 위한 통신 장치 개발
  - Rvi-addon: 기존 VDR에 add-on되어 정보를 전송하는 시스템 개발
  - Rvi-standalone: 저장되는 정보가 서버로 전송되는 차세대 VDR 개발
- Rvi-comm
  - Rvi-addon과 Rvi-standalone에서 사용될 통신 모듈 개발

- RF 모뎀과 Cellular 모뎀의 선택적 혹은 동시 사용이 가능한 hybrid 형태의 4통신 기법을 개발하여 신뢰성 있는 통신 기능을 제공.
- 근거리 복수개의 RF 통신 장치가 있는 경우를 위한 복수개의 장치간의 신뢰성 있는 통신 프로토콜 개발.

○ Rvi-addon

- [그림 5-2]에 보인바와 같이, Rvi-comm과 함께 기존 VDR 제품에 부가적으로 장착되어, VDR의 정보를 실시간으로 전송하는 하드웨어 장치 개발.
- 기존 VDR의 데이터 저장 포맷 분석 및 가시화 도구 개발 포함.
- 기상/기온 등 열악한 환경에서 작동 가능한 고신뢰 하드웨어 설계.



[그림 5-2] Rvi-addon 개념도

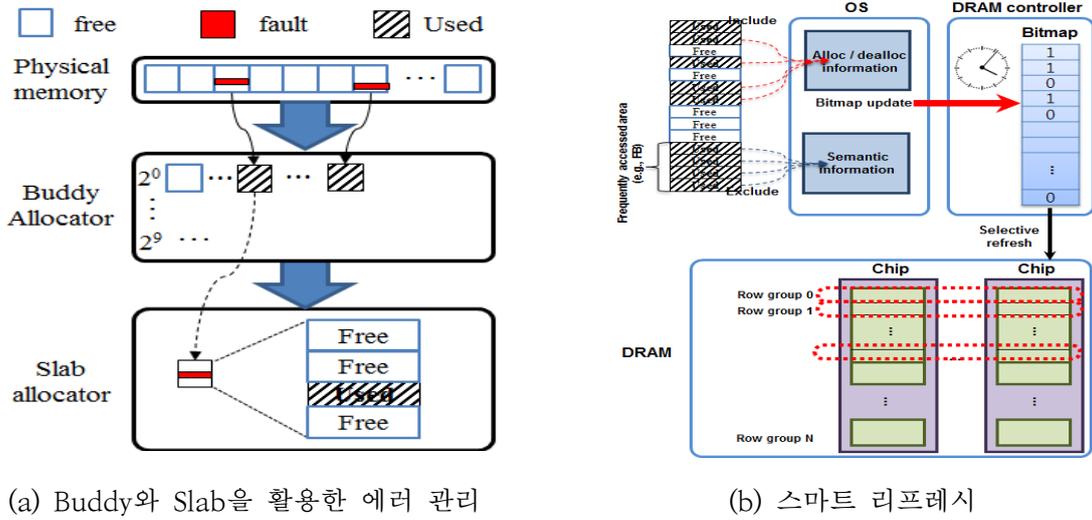
○ Rvi-standalone

- Rvi-comm과 Rvi-addon을 기반으로, 독립적으로 설치/운영되는 VDR 하드웨어 개발.
- 고신뢰 system software 개발 및 이를 기반으로 한 VDR정보의 안정적 저장 기법 개발.
- 모니터링 도구 개발

## 2.2. 세부 연구 내용

- 본 세부 과제에서는 Rvi-comm, Rvi-addon, Rvi-standalone 개발을 위한 요소 기술을 연구/개발한다. 구체적인 연구 내용은 다음과 같다.
- VDR은 회수의 용이성을 위해 선교(브릿지) 위 갑판에 설치되며, 선박의 화재, 충돌, 침몰 등 상황발생 시 최소 12시간 이상의 최근 항해 데이터를 2년 이상 유지할 수 있어야 한다. 이는 VDR이 온도/습도/물리적인 충격 등 가혹한 운용환경에 상시 노출되며, 유사시에는 충격/압력/열 등 해양 환경에서 발생 가능한 모든 위험 요소로부터 데이터를 안정적으로 보존할 수 있도록 설계되어야 함을 의미한다.
- VDR은 회수의 용이성을 위해 선교(브릿지) 위 갑판에 설치되며, 선박의 화재, 충돌, 침몰 등 상황발생 시 최소 12시간 이상의 최근 항해 데이터를 2년 이상 유지할 수 있어야 한다. 이는 VDR이 온도/습도/물리적인 충격 등 가혹한 운용환경에 상시 노출되며, 유사시에는 충격/압력/열 등 해양 환경에서 발생 가능한 모든 위험 요소로부터 데이터를 안정적으로 보존할 수 있도록 설계되어야 함을 의미한다.
- 한편, 최근의 VDR은 고품질(수집빈도, 화질, 음질 등) 데이터에 대한 요구조건을 만족시키기 위해 각 정보별 저장되는 데이터의 양이 증가되고 있으며, 레이더 영상 정보, CCTV화면 등 저장해야 하는 데이터의 종류 역시 점차 확대되고 있다. 즉, VDR이 저장해야 하는 데이터의 양이 급속도로 증가되고 있다.
- VDR은 중앙처리장치(CPU), 램(RAM), 저장장치(Storage) 등으로 구성된 일종의 소형 컴퓨터로써, 외부에서 전달된 데이터는 임시 기억장소인 램을 거쳐 저장장치에 기록된다. 최근 VDR에는 플래시 메모리(Flash memory) 기반 저장장치가 일반적으로 사용되고 있다. 플래시 메모리는 반도체 기반 데이터 저장장치로써, 저전력, 이동성, HDD에 비해 빠른 성능, 특히 임의 접근에 대한 빠른 성능 등의 장점으로 인해, 이동형 단말기로부터 엔터프라이즈급 서버에 이르기 까지 그 적용 범위가 급속히 확대되고 있다.
- 수십 년에 걸친 제조 기술이 발전에 힘입어 DRAM과 플래시 메모리의 용량과 성능은 비약적으로 향상되어왔다. 최근 출시되는 VDR은 대용량 데이터의 빠르고 안정적인 저장을 위해 고집적 DRAM과 플래시 메모리를 사용한다. 그러나 DRAM과 플래시 메모리의 하드웨어 적인 특성상 집적도에 비례하여 심각한 셀 수준의 신뢰성 문제가 대두되고 있다. 구체적인 신뢰성 문제점은 다음과 같다.

- DRAM: 취약한 셀(Weak Cell)이 존재하며, 이러한 셀은 회복 불가능한 특성을 가진다. ECC(Error Check and Correction)가 도입된 DRAM 모듈이라 할지라도, 취약한 셀로 인한 지속적인 오류 증가는 정정 불가능한 오류를 사용자에게 노출하게 된다. 또한, 온도에 민감한 특성을 보이는데, 고온에 노출될 수 있는 VDR의 특성상 이는 데이터 무결성에 치명적인 단점으로 작용한다.
- 플래시 메모리: 셀 수준의 읽기/쓰기 결함(Bit Corruption), 보존 시간(Retention Time), 불시 전원 차단 시 부분 기록 문제(Partial Write on Sudden Power Off) 등의 문제점을 가지고 있으며, 칩 수준의 덮어 쓰기 제한(Overwrite Limitation)과 내구성(Endurance) 문제가 존재한다. 이러한 특성은 VDR에 저장된 데이터의 신뢰성을 심각하게 저해한다.
- 하드웨어 수준의 신뢰성 문제는 하드웨어의 중첩을 통해 해결 가능하나, 이는 비용의 증가를 유발한다. 따라서, 본 연구에서는 열악한 해양 환경에 노출되는 VDR의 안전한 데이터 보존을 위해 DRAM과 플래시 메모리의 물리적 특성을 고려함으로써 이들의 결함에 능동적으로 대처하는 시스템 소프트웨어 구조에 대해 연구한다. 또한, 차세대 비휘발성 메모리 (Next-generation Non-volatile RAM)을 활용하여 불시 전원 차단이나 시스템의 오류에도 데이터를 안전하게 저장할 수 있는 시스템 소프트웨어를 개발한다.
- DRAM 셀에서 발생하는 에러는 ECC에서 1차적으로 처리된다. 그러나 취약 셀 혹은 메모리의 노후화 등으로 인해 ECC의 에러 처리 능력을 벗어나는 개수의 에러가 발생하는 경우 이는 컴퓨터 시스템의 신뢰성에 치명적 영향을 끼친다 [IEEE, 2014]. 또한, 온도에 민감한 DRAM의 특성상, 고온에 노출될 수 있는 해양 환경의 경우 보다 높은 에러 처리 능력을 필요로 한다.
- 본 연구에서는 대다수의 운영체제나 하이퍼바이저가 저수준 메모리관리를 위해 사용하는 버디 시스템에서 효율적으로 에러를 처리하는 기법을 개발한다. 개발될 기법은 [그림 5-2(a)]와 같이 에러가 발생된 메모리 셀을 포함하고 있는 페이지 프레임을 버디 시스템 수준에서 ‘사용 중’ 상태로 변경하여 관리하며, 해당 페이지 프레임에 유효한 데이터가 존재하는 경우 데이터의 안전한 이동을 수행한다.

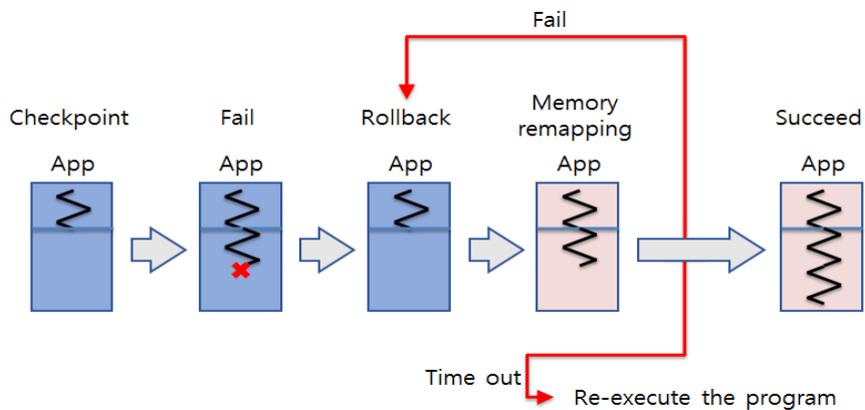


(a) Buddy와 Slab을 활용한 에러 관리

(b) 스마트 리프레시

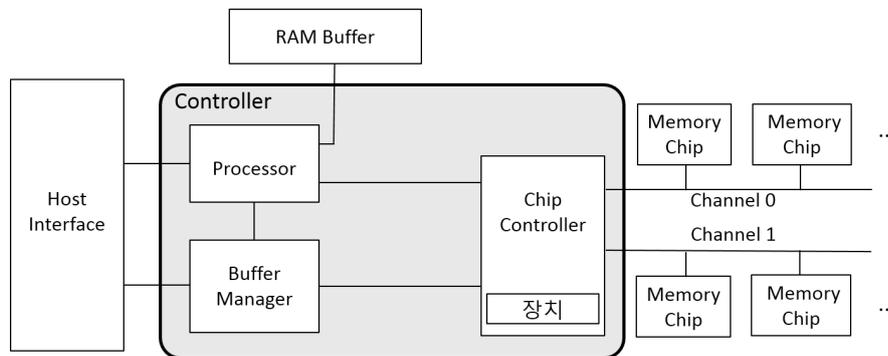
[그림 5-3] DRAM 에러 관리 기법과 리프레시

- 그러나 이러한 버디 수준의 에러 관리기법은, 버디 시스템이 메모리를 페이지 프레임 단위로 관리하기 때문에 1bit 에러가 전체 페이지 프레임을 비가용 상태로 만드는 비효율성이 발생된다. 따라서 본 연구에서는 [그림 5-2(a)]에 나타난 바와 같이 버디 시스템 뿐만 아니라 슬랩 할당자의 오브젝트 관리 기법을 활용하여 에러로 인해 낭비되는 공간을 최소화 시킬 수 있는 기법을 개발한다.
- 한편, [그림 5-2(b)]에 나타난 바와 같이 DRAM의 리프레시는 소수의 취약 셀로 인해 32ms 혹은 64ms라는 고정 시간 단위로 리프레시를 수행해야 한다. 그러나 버디와 슬랩 할당자를 통해 취약 셀이 관리되고 있는 경우, 보다 공격적인 리프레시 정책을 사용할 수 있다. 즉, 128ms 혹은 256ms 등으로 리프레시 주기를 변경함으로써 전력 소모량 감소 및 성능 향상이 가능하다. 이때, 빈번히 접근되는 영역(예, frame buffer 영역) 역시 리프레시 대상에서 제외시킴으로써 추가적인 성능향상을 도모한다.



[그림 5-4] 응용의 DRAM 에러 능동 처리 기법

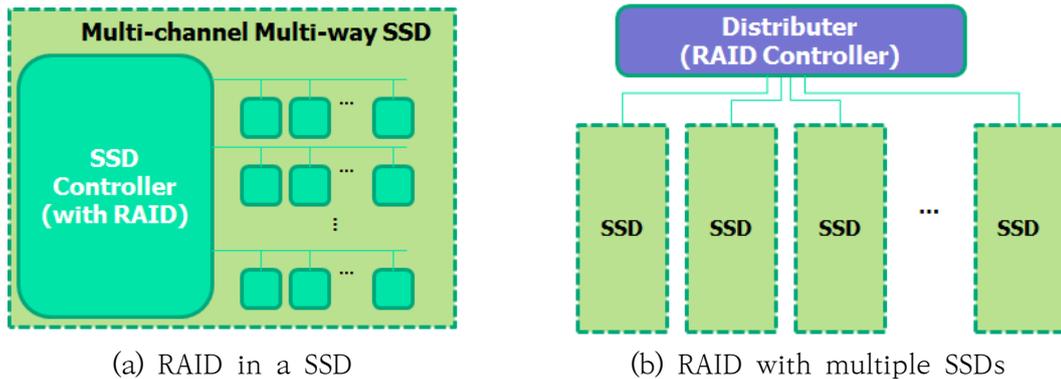
- 시스템이 운용되는 주변 상황(온도 상승, 전자파 등)으로 인해 고정 위치 에러(Stuck-at Fault)가 아닌 일시적 에러(Transient Error)가 DRAM에서 발생하는 경우 효율적인 처리를 위해 [그림 5-3]에 나타낸 바와 같은 적응형 에러 처리 기법을 도입한다. 구체적으로, 특정 응용이 정상적인 결과를 도출하지 못하고 에러 처리를 수행해야 하는 경우, 다른 DRAM 공간으로의 재배치(Remapping) 작업을 수행시켜 줌으로써 정상적인 동작을 도모한다.
- 플래시 메모리에 저장된 데이터는 메모리 칩 별로 정의되어 있는 데이터 보존시간(Data Retention Time)이 지나면 저장된 데이터가 소실되는 단점을 가지고 있다. 다시 말해 특정 메모리 셀에 데이터가 저장되어 있을 때, 해당 셀에 데이터 읽기 연산만 수행하거나 혹은 아예 접근을 하지 않는다면 일정 시간이 지난 후 해당 데이터가 손실되는 문제점을 가지고 있다. 이는 데이터의 안전한 보존이 필수적인 VDR 등 메모리 기반 저장장치의 신뢰성에 치명적인 영향을 미친다.
- 이에 따라 본 연구에서는 메모리 기반 저장장치의 신뢰성 향상을 위한 주기적 갱신 장치 및 기법을 제안한다. 제안된 기법은 [그림 5-4]에 나타낸바와 같이 데이터 보존시간이 만료되는 데이터들에 대해 리프레시(Refresh)를 수행함으로써 저장된 데이터의 신뢰성을 보장한다. 리프레시 동작은 저장장치 내부에서 수행되거나, 메모리를 직접 관리하는 소프트웨어가 존재하는 경우 해당 소프트웨어 내에서 수행 가능하다. 리프레시의 동작 주기는 별도의 하드웨어를 이용해 측정하거나 기존 관리 소프트웨어 내에서 측정하여 수행할 수 있다.



[그림 5-5] 주기적 플래시 메모리 데이터 갱신 장치

- 리프레시 동작은 ‘쓰기연산’으로 정의될 수 있다. 리프레시 동작 수행으로 인한 공간 측면의 오버헤드를 줄이기 위해 데이터 기록 시간을 기록된 데이터 당 저장하거나, 일 단위로 기록된 데이터의 위치를 저장하거나, 혹은 기록된 데이터의 위치만 저장하는 방법이 가능하다. 리프레시 동작 수행으로 인한 성능 측면의 오버헤드를 줄이기 위해 유희시간(Idle Time)에 수행하거나, 유희 채널을 사용하거나, 혹은 가비지 컬렉션(Garbage Collection)과 동시에 수행하는 방법이 가능하다.

- 한편, 대표적인 플래시 메모리 기반 저장장치인 SSD는 여러 개의 NAND chip으로 구성되어 있다. 이러한 칩들은 같은 버스에 연결되어 다중 웨이(Multi-way)를 구성하며, 이러한 버스들이 여러 개 사용되어 다중 채널(Multi-channel)을 구성한다. 다중 채널/웨이 구조에서 데이터의 저장은 인터리빙(Interleaving) 기법을 이용한다. 즉 결국 SSD는 내부적으로 이미 RAID 0을 사용하고 있는 것이다.



[그림 5-6] SSD와 RAID 기술

- SSD에 RAID 기술을 도입할 때 여러 가지 이슈들이 존재한다. 그 중에 하나는 WAF (Write Amplification Factor)이다. WAF는 쓰기 증폭을 의미하며 사용자가  $m$  크기의 데이터를 써 달라고 요청하였을 때, 실제 저장장치에서  $m+w$  크기의 데이터를 기록하였다면,  $WAF = (m+w)/m$ 으로 정의된다. 플래시 메모리에서는 덮어 쓰기 제한 때문에 제자리 갱신(In-place Update)가 아닌 외부 갱신(Out-place Update)를 사용하며, 이때 발생하는 Invalid 페이지들에 대한 회수를 위해 garbage collection 연산이 수행된다. 이러한 작업은 사용자의 요청 데이터가 아닌 저장장치 내부에서 발생하는 쓰기 요청이며 결국 WAF를 증가시키게 된다. WAF는 SSD의 이용율(Utilization)에 의존하며, 이용율이 커질수록 WAF의 증가량도 커지게 된다.
- 한편, WAF의 증가는 P/E 횟수를 증가시키며 SSD의 신뢰성에 악영향을 끼치게 된다. 예를 들어, SSD에 RAID 기술을 도입하게 되면 이 또한 WAF를 증가시키게 된다. 특히, 기존 RAID 5를 그대로 도입하는 경우 패리티 저장을 위한 추가적인 쓰기가 발생하며, RAID 6는 두 개의 패리티 쓰기가, RAID 1의 경우에는 전체 데이터에 대한 중복 쓰기가 발생한다. 이러한 추가적인 쓰기는 그 자체로도 WAF를 증가시킬 뿐만 아니라 이용율을 증가시키게 되며 결국 WAF의 증가량을 증폭시키게 된다. 이에 따라 garbage collection은 더욱 자주 발생하게 되며, P/E 횟수도 더욱 빨리 증가하여 결국 플래시 메모리의 신뢰성을 저하시키게 된다. 결국 기존 RAID를 SSD에 그대로 도입하는 경우 중복에 의한 신뢰성 향상의 장점과 WAF 증가에 따른 신뢰성 저하라는 단점이 공존하게 되는 것이다.

- SSD를 위한 새로운 패리티 기록 방식 개발: 기존 RAID 5 시스템에서는 패리티를 저장하는 장치를 분산시키는 방식을 사용한다. 그러나 본 연구진은 패리티의 분산 저장은 HW 로직의 복잡도 증가, 검증의 용이성 등을 위해 적합지 않은 것으로 판단하였다. 대신 패리티를 저장하는 곳을 고정시킨 후 7+1 방식의 패리티 관리 기법을 제안한다. 이는 8개의 독립적으로 기능수행이 가능한 플래시 컨트롤러 채널 중에서 A, B, C, D, E, F, G 채널에서는 호스트가 쓰기 명령으로 보낸 데이터를 저장하고, H 채널에서는 A ~ G 채널의 데이터에 대한 패리티를 저장하는 방식이다.



(a) Parity 생성 전 HOST의 쓰기 명령

$$0 \oplus 1 \oplus 2 \oplus 3 \oplus 4 \oplus 5 \oplus 6 = 7$$



(b) XOR 연산을 통해서 생성된 parity 7 데이터

$$0 \oplus 2 \oplus 3 \oplus 4 \oplus 5 \oplus 6 \oplus 7 = 1$$

(a) Parity 데이터를 통하여 복원되는 데이터

[그림 5-7] RAID의 parity의 구성

- [그림 5-6]과 같이 호스트가 0부터 순차적으로 데이터 쓰기 명령을 내렸다고 가정해 보자. 일반적인 장치에서는 별다른 추가 작업 없이 데이터를 그대로 장치에 저장하게 된다. 하지만 RAID 5 시스템이 이식된 SSD에서는 데이터를 저장하기 전에 아래 그림과 같이 패리티를 생성하게 된다. 그리고 0 ~ 6 데이터는 일반적인 장치처럼 A ~ G 채널에 순차적으로 적게 되고, 패리티로 생성된 메타데이터를 H 채널에 쓰는 작업이 추가된다.
- 손상된 데이터의 복구 기법 개발: 만약 NAND 플래시에 저장되어 있던 데이터가 손상되는 상황이 발생할 경우에는 실제 HOST가 쓰기 명령한 데이터일 경우에는 패리티 생성 시에 함께 저장되었던 데이터와 패리티 데이터를 읽어서 XOR연산을 하게 되면, 손실되었던 데이터가 복원된다. 예를 들어, 아래 그림과 같이 1번 데이터가 손실되었을 경우에 같이 parity를 생성했던 0, 2, 3, 4, 5, 6 데이터와 패리티 데이터 7번을 읽어서 XOR하면 1번이 복구되어짐을 알 수 있다.

### 3 연차별 연구 목표 및 개발 로드맵

개발 공정	분석	설계	구현 및 테스트	인도
활동 (Activity)	요구사항 정의 아키텍처 정의 요구사항 분석	개략 설계 상세 설계	요구사항 정의 아키텍처 정의 요구사항 분석 상세 설계	시스템 설치 인수 지원
개발기술 (Components)				
해양 네비게이션 플랫폼 (Rvi)	<b>실시간 VDR 정보 전송 플랫폼 Rvi 개발</b>			
	1차년도 Rvi-comm 모듈 개발	2차년도 Rvi-addon 개발	3차년도 Rvi-standalone 개발	
연차별 세부 기술	RF&Cellular hybrid 통신기술 개발 원거리 RF & 단거리 다중 RF통신 기술 개발 고신뢰 통신 하드웨어 개발	VDR protocol 분석 및 가시화 도구 개발 실시간 VDR 정보 전송 기술 개발 Addon 하드웨어 개발	고신뢰 System Software 개발 전송 메모리 구조 및 신뢰성 복구 도구 개발 VDR 하드웨어 개발	

# VI

---

## [세부과제 Ⅲ] iVTS 구축





## 1 iVTS 연구 개발 개요

### 1.1 연구의 필요성

#### ○ 차세대 VTS 구축에 대한 요구 존재

- 2015년 305건의 해양사고 (충돌, 접촉, 좌초 등) 중 136건이 경계 소홀로 인해 발생 하였으나, VTS 관제 근무자의 열악한 근무 환경 및 인력에 의존한 선박 통제로 인해 반복적인 인적 과오 발생 가능.
- 현재 VTS에서 사용되고 있는 무선 통신 기법의 동시 관제 가능 선박 대수 제한, 육안 선박 확인 등 관제 기법의 기술적인 한계 극복 필요.
- 실시간 선박 항해 정보 및 이동 경로 기반 지능형 VTS 구축 개발 필요.

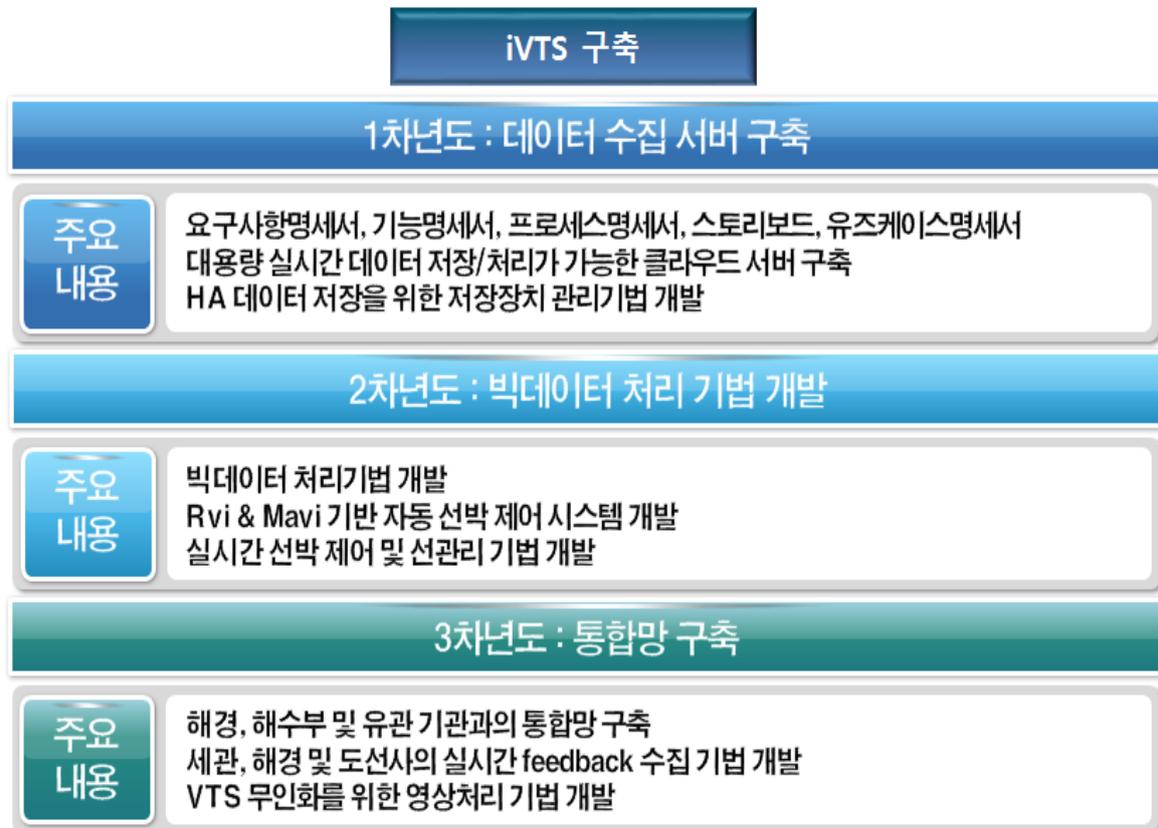
- iVTS (Intelligent VTS) 구축 - 바다 위에서 항해하고 있는 많은 선박들의 항해 정보와 해양 환경 정보를 다양하게 수집하여 각 선박들에게 정보를 제공하여, 안전한 항해를 할 수 있는 정보를 제공할 수 있는 시스템을 구축한다.



[그림 6-1] iVTS 시스템 개념도

- 이를 위해서 선박에 비치된 VDR(Voyage Data Recorder)를 통해서 수집된 데이터를 관제 센터에 있는 서버로 실시간으로 전송하여, 선주/관계자/관제센터 등에서 선박의 모든 정보를 모니터링을 할 수 있고, 필요시 경고를 알려줌으로써 잠재적인 위험 요소를 감지할 뿐만 아니라 사고 대응 체계를 구축할 수 있는 시스템을 준비하고자 한다.
- 선박에 장착된 Rvi 의 데이터를 서버로 기간 통신망을 이용하여 전송하고 나면, 전송된 데이터를 데이터베이스에 저장한다. 이 데이터베이스에 저장된 데이터를 Mavi 에서 필요한 경우 조회해서 사용하고, iVTS 시스템에서 필요한 지역의 데이터를 활용하여 선박 제어 시스템에 활용을 하게 된다. 또한 유관기관과의 데이터를 주고 받음으로써 통합망을 구축하여 업무를 연계할 수 있는 기반을 갖춘다.

## 1.2. 연구 목표



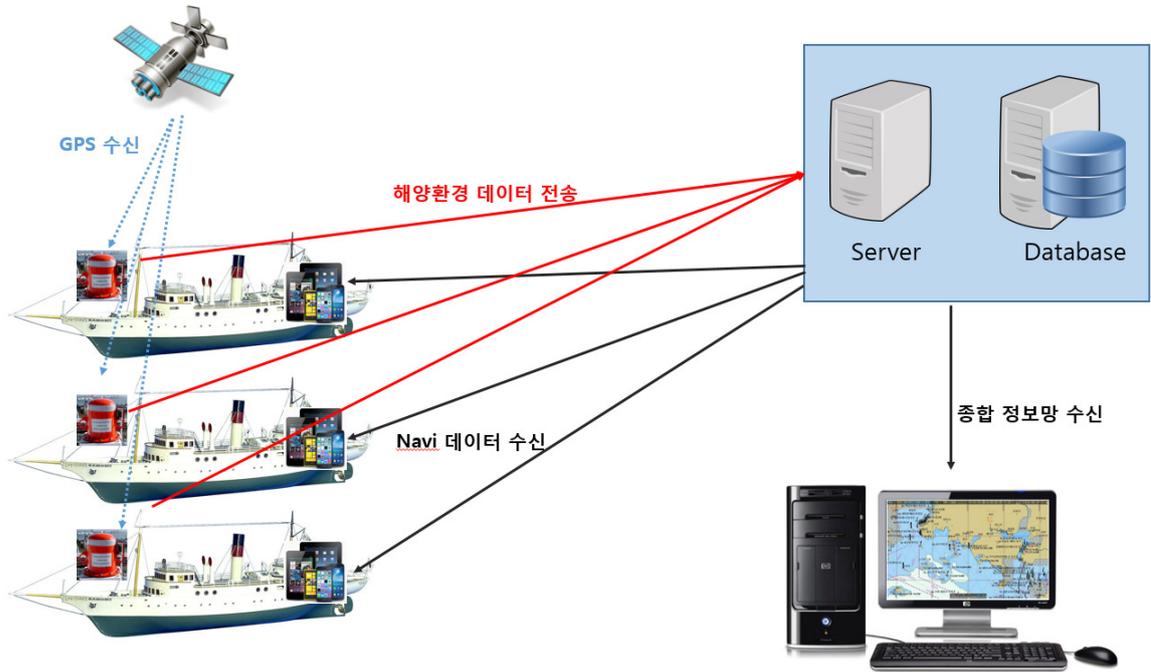
## 2 연구 내용

### 2.1. 주요 연구 내용

- iVTS 구축 연구 과제는 크게 세 가지로 구분된다.
  - 실시간 데이터 수집 서버 시스템 구축
  - 빅데이터 기반 자동 선박 제어 시스템 구축
  - 유관 기관과의 통합망 구축
- 선박의 현재 위치, 속도 등 항해와 관련된 세부 정보는 2세부 과제에서 개발되는 Rvi를 통해 실시간으로 서버로 전송된다.
- 한편, 선박의 항해 경로 정보를 제공하는 네비게이션 Mavi는 1세부 과제에서 개발된다.
- 상기 두 가지 정보를 기반으로, VTS의 자동화를 목표로 한다.
  - 인적 과오 최소화 및 발생가능한 잠재적 위험 요소 제거
  - 분산형 VTS 개발
  - 영상 처리 기반 자동 선박 제어 알고리즘 개발

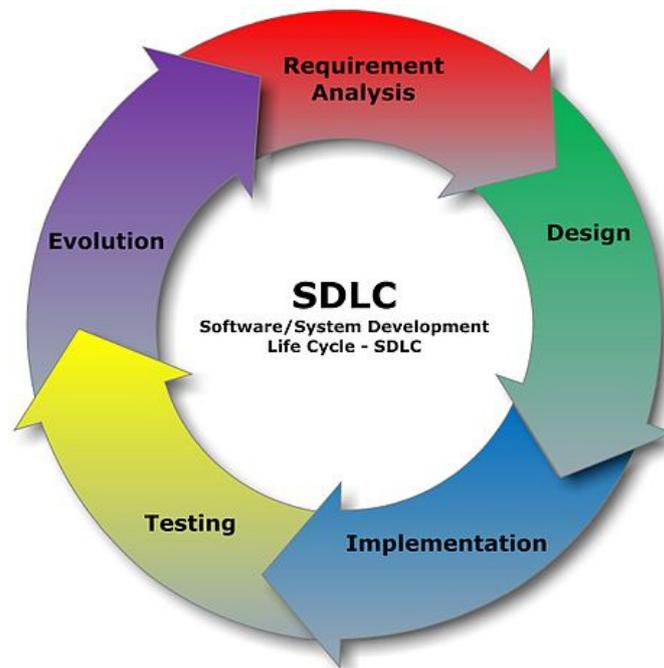
### 2.2. 세부 연구 내용

- 본 세부 과제에서는 VTS 개선을 위한 실시간 데이터 수집 서버 시스템 구축, 빅데이터 기반 자동 선박 제어 시스템 구축, 유관 기관과의 통합망 구축을 목표로 한다. 구체적인 연구 내용은 다음과 같다.



[그림 6-2] iVTS 데이터 전송 및 서버 시스템 구조도

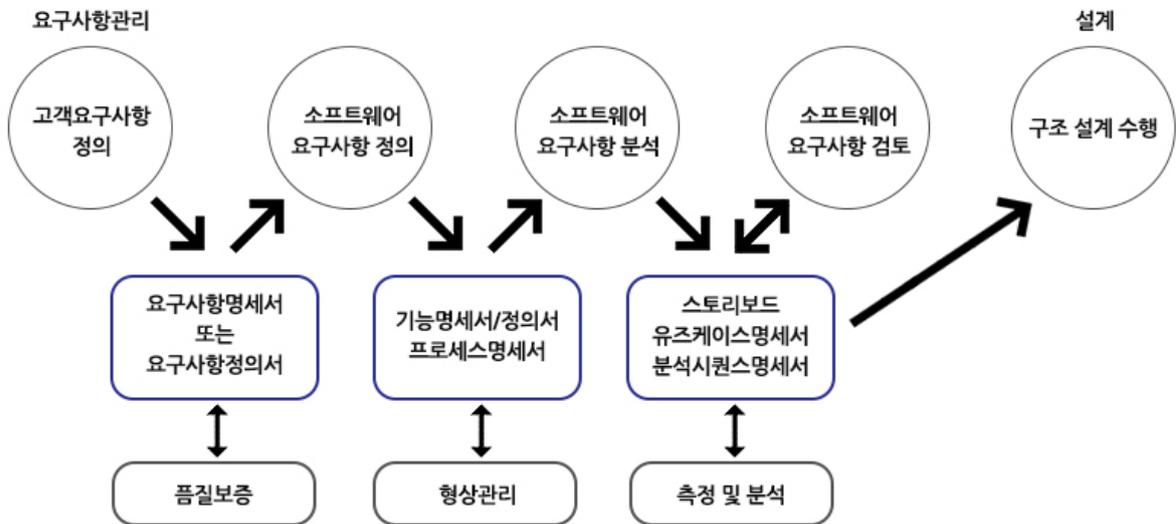
○ 개발 프로세스



[그림 6-3] 개발 프로세스

- 요구 사항 정리

- VDR 에서 전송되어진 데이터를 서버에 어떻게 저장할 것인지를 결정하고, 그 저장된 데이터를 활용하여 시스템을 어떻게 구축할 것인지를 파악한다. Mavi 에서 사용되어질 데이터와 Mavi 와 연동할 수 있는 방식을 어떻게 할 것인지를 파악하여 요구사항을 정의한다. 또한 VTS 시스템에서 각 선박들의 안전한 항해를 위해서 자동으로 선박을 제어할 수 있는 방식을 어떻게 처리를 할 것인지를 파악하여 요구사항에 추가를 한다.
- 해경, 해수부 등 유관 기관과의 원활한 업무 협업을 위해서 각 기관들 시스템간의 통합 방법과 방식에 대해서 협의를 하여 그 규칙을 요구사항에 추가를 한다.



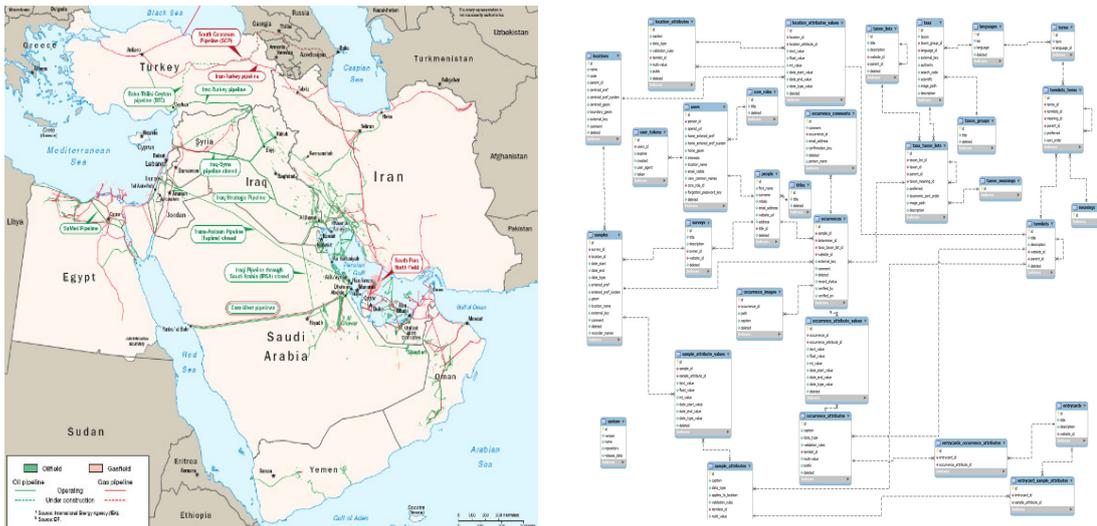
[그림 6-4] 요구 사항 분석 단계

- 분석

- 요구사항의 항목을 분석하여 RVi(Realtime VDR Information System) 에서 전송되어지는 데이터를 어떻게 저장할 것인지에 대한 데이터 구조를 정의하여 데이터 베이스를 구축한다. 이렇게 저장된 데이터를 기반으로 Mavi(Maritime Navigation System) 에서 필요로 하는 데이터를 전송하여 원활한 서비스를 할 수 있는지를 분석한다. 그리고 iVTS(Intelligent VTS)에서 필요로 하는 자동으로 선박을 제어하는 기능, 그리고 다른 유관 기관과의 통합을 위한 규칙 등을 분석한다.
- 이러한 시스템을 구축하기 위한 아키텍처와 서비스에 대한 구조를 결정하고, 시스템 구축을 위한 제반 사항들을 정립하여 개발할 시스템의 범위를 확정한다.

- 설계

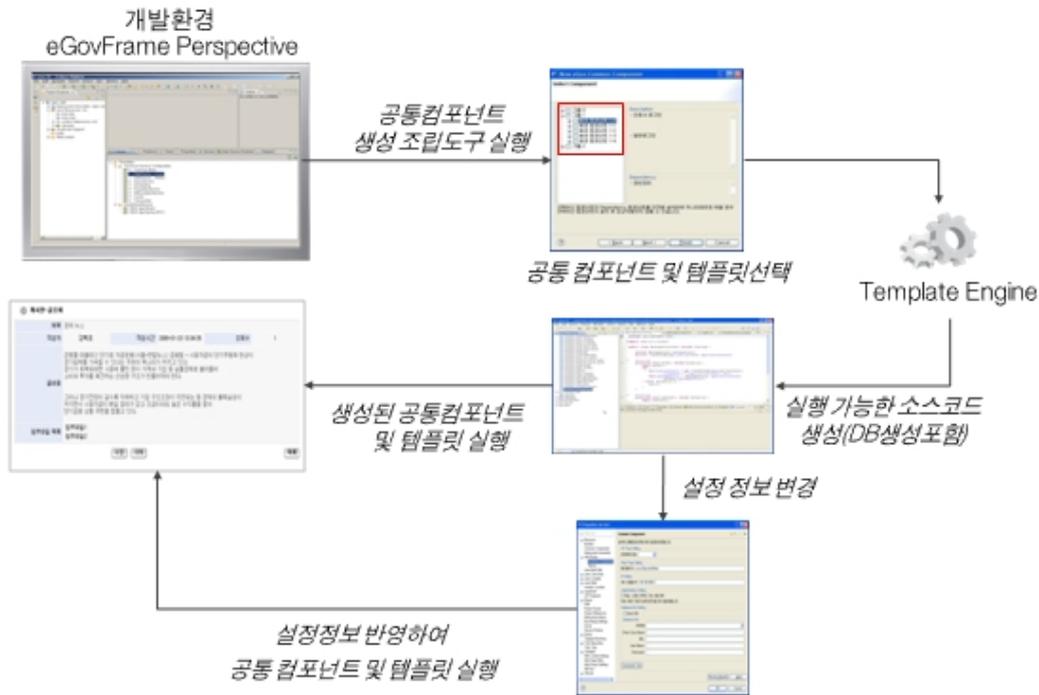
- iVTS 시스템을 구축하기 위해서 이 시스템을 사용하는데 필요한 화면을 미리 설계하고, 이 화면 설계서를 바탕으로 데이터베이스 구조를 설계한다.
  - 시스템을 사용하는 사용자가 실제로 시스템이 어떻게 개발되는가를 미리 결정하고, 여기에서 결정한 내용으로 시스템 개발을 진행한다.
  - 데이터를 저장할 데이터베이스와 데이터 구조를 설계하고, 개발에 필요한 아키텍처와 필요한 프레임워크를 설계하며, 이 시스템을 사용하는 다양한 디바이스와 어플리케이션에서 필요로 통신 방식에 의해서 연동하는 방식을 설계한다.
- 그리고 전체적인 일관성 있고, 효율적인 개발을 위한 통합 시스템 설계도를 작성하여 전체 시스템 설계를 한다.



[그림 6-5] 화면 설계 및 관리 화면 예시

- 구현

- iVTS 시스템 개발을 위해서 설계되어진 다양한 문서와 규약으로 시스템 구현에 들어간다. 우선 데이터베이스 설계에 따른 구조를 생성하고, 데이터를 입력하여 원활한 데이터 관리가 되는지를 파악한다. 그리고 개발 아키텍처에 따라서 개발을 할 수 있도록 개발 프레임워크와 개발 도구를 도입하여 개발을 진행한다. 현재 공공기관에서 많이 사용되고 있는 전자정부 표준 프레임워크를 도입하여 개발을 하여 개발 전체 공정에서 손쉽고 안정적인 개발을 할 수 있도록 한다.



[그림 6-6] 개발환경 구조

#### - 테스트

- 개발이 일정 내에 요구사항에 맞는 기능을 갖추도록 진행하기 위해서 테스트를 진행한다. 각 개발자가 자신이 맡은 기능이 잘 동작하는지를 먼저 테스트를 수행하고, 전체적으로 모든 기능을 하나로 통합한 이후에 전체 테스트를 함께 수행을 한다.
- 테스트는 항상 요구사항에 기반하여 해당 요구사항에 맞게 개발이 수행 되었는지를 파악하는 것이기에 시스템의 완성도와 안정성을 향상시키기 위해서는 반드시 테스트를 철저히 수행해야 한다.

#### ○ 보안

- 해류에 따라 수동적으로 이동하는 아르고 플롯보안이란 인터넷상에서 사용자 PC와 웹서버 사이에 송수신되는 개인정보를 암호화하여 전송하는 서버를 의미한다. 또한 보안서버는 해당 전자거래 업체의 실존을 증명하여 고객과 웹 서버간의 신뢰를 형성하고, 웹 브라우저와 웹 서버간에 전송되는 데이터의 암/복호화를 통하여 보안 채널을 형성하므로 안전한 전자거래를 보장한다.

- 개인정보를 송/수신 하는 대표적인 예로는 회원 가입시 주민번호 입력, 로그인시 ID/패스워드 입력, 인터넷 뱅킹 이용시 계좌 번호/계좌 비밀번호 입력 등이 해당된다.
- 인터넷 상에서 암호화되지 않은 정보는 가로채기 등의 해킹을 통해 해커에게 쉽게 노출될 수 있으므로, 웹 서버에 보안서버 솔루션을 설치하면 해커가 중간에 데이터를 가로채도 암호화 되어 있어 중요한 정보가 노출되지 않는다.
- 이러한 보안 서버를 구축함으로써 첫번째, 정보유출 방지(sniffing 방지) 할 수 있다. 이는 학교, PC방, 회사 등의 공용 네트워크를 사용하는 PC에서 보안서버가 구축되지 않은 사이트로 접속할 경우, 중요한 정보가 타인에게 노출될 가능성이 매우 높다. 이럴 때 스니핑 툴(sniffing tool)을 사용할 경우 다른 사람의 개인정보(ID/PW/이메일/주민번호/주소/전화번호 등)를 손쉽게 얻을 수 있다. 따라서 보안서버는 개인정보 보호 및 중요데이터보호를 위해서 반드시 필요하다.
- 두번째, 위조사이트 방지(phising 방지)한다. 보안서버가 구축된 사이트를 대상으로 피싱(phishing) 공격을 시도하기는 어렵다. 따라서 보안서버가 구축된 사이트는 피싱에 의한 피해를 줄일 뿐만 아니라 고객의 신뢰를 얻을 수 있다.
- 세번째, 기업·기관의 신뢰도 향상시킬 수 있다. 고객의 개인정보를 안전하게 관리하는 기업·기관이라는 이미지를 부각시킬 수 있다.



[그림 6-7] iVTS의 보안 향상을 위한 보안 적용 구간 예시

### 3 연차별 연구 목표 및 개발 로드맵

개발 공정	<span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">분석</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-left: 10px;">설계</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-left: 10px;">구현 및 테스트</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px; margin-left: 10px;">인도</span>											
<b>활동 (Activity)</b> 요구사항 정의 아키텍처 정의 요구사항 분석												
<b>개발기술 (Components)</b>	 <table border="0" style="width: 100%; text-align: center;"> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <b>Image Processing</b>  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">OpenCV</span>  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">OpenGL</span> </td> <td style="vertical-align: top;"> <b>BigData Processing</b>  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">MapReduce</span>  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">hadoop</span> </td> <td style="vertical-align: top;"> <b>Cloud / Virtual server system</b>  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ownCloud</span>  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">OpenStack</span>  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Docker</span>  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Xen</span> </td> </tr> <tr> <td style="vertical-align: top;"> <b>Parallel Processing</b>  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">OpenCL</span>  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">OpenMP</span>  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">CUDA</span> </td> <td style="vertical-align: top;">                     HA  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">GFS</span>  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">RAID</span>  <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Beowolf</span> </td> <td></td> </tr> </table>				<b>Image Processing</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">OpenCV</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">OpenGL</span>	<b>BigData Processing</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">MapReduce</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">hadoop</span>	<b>Cloud / Virtual server system</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ownCloud</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">OpenStack</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Docker</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Xen</span>	<b>Parallel Processing</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">OpenCL</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">OpenMP</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">CUDA</span>	HA <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">GFS</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">RAID</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Beowolf</span>			
<b>Image Processing</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">OpenCV</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">OpenGL</span>	<b>BigData Processing</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">MapReduce</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">hadoop</span>	<b>Cloud / Virtual server system</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">ownCloud</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">OpenStack</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Docker</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Xen</span>										
<b>Parallel Processing</b> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">OpenCL</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">OpenMP</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">CUDA</span>	HA <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">GFS</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">RAID</span> <span style="border: 1px solid black; padding: 2px;">Beowolf</span>											
<b>해양 네비게이션 플랫폼 (Rvi)</b>	<div style="border: 2px solid blue; padding: 5px; background-color: #e6f2ff; margin-bottom: 10px;"> <b>IVTS 구축</b> </div> <table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; padding: 10px;">1차년도 데이터 수집 서버 구축</td> <td style="width: 33%; padding: 10px;">2차년도 빅데이터 처리 기법 개발</td> <td style="width: 33%; padding: 10px;">3차년도 통합망 구축</td> </tr> </table>				1차년도 데이터 수집 서버 구축	2차년도 빅데이터 처리 기법 개발	3차년도 통합망 구축					
1차년도 데이터 수집 서버 구축	2차년도 빅데이터 처리 기법 개발	3차년도 통합망 구축										
<b>연차별 주요 기술</b>	<table border="1" style="width: 100%; text-align: center; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 33%; padding: 5px;">요구사항 분석</td> <td style="width: 33%; padding: 5px;">빅데이터 처리 기법 개발</td> <td style="width: 33%; padding: 5px;">통합망 구축</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">클라우드 서버 구축</td> <td style="padding: 5px;">자동선택제어 시스템 개발</td> <td style="padding: 5px;">실시간 feedback 수집 기법</td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">고신뢰 저장장치 관리 기법</td> <td style="padding: 5px;">실시간 선택제어 기법 개발</td> <td style="padding: 5px;">무인항행 위한 영상처리 기법</td> </tr> </table>			요구사항 분석	빅데이터 처리 기법 개발	통합망 구축	클라우드 서버 구축	자동선택제어 시스템 개발	실시간 feedback 수집 기법	고신뢰 저장장치 관리 기법	실시간 선택제어 기법 개발	무인항행 위한 영상처리 기법
요구사항 분석	빅데이터 처리 기법 개발	통합망 구축										
클라우드 서버 구축	자동선택제어 시스템 개발	실시간 feedback 수집 기법										
고신뢰 저장장치 관리 기법	실시간 선택제어 기법 개발	무인항행 위한 영상처리 기법										



# VII

---

## 연차별 추진 계획





## VII

## 연차별 추진 계획

### 1 연차별 연구목표 및 연구내용

#### 가. 연차별 연구목표

구분	단계별 연구목표	연차	연차별 연구목표	비고
세부과제 I	해양 네비게이션 플랫폼 Mavi 개발	1	Mavi-openAPI 개발	
		2	Mavi-app 개발	
		3	Mavi-device 개발	
세부과제 II	실시간 VDR 정보 전송 플랫폼 Rvi개발	1	Rvi-comm 모듈 개발	
		2	Rvi-addon 개발	
		3	Rvi-standalone 개발	
세부과제 III	IVTS 구축	1	데이터 수집서버 구축	
		2	빅데이터 처리 기법 개발	
			통합망 구축	

#### 나. 연차별 연구목표

##### ○ 세부과제 I :

과제명	Mavi-openAPI 개발
연구목표	효율적인 해양 네비게이션 개발을 위한 오픈 플랫폼 개발
연구내용	1. 요구사항 분석 2. 표준 API prototype 정의 3. 라이브러리 개발 및 배포
예산	1억

○ 세부과제 II:

<b>과제명</b>	Mavi-app 개발
<b>연구목표</b>	기존 스마트 디바이스를 위한 K-CID 기반 네비게이션 앱 개발
<b>연구내용</b>	1. 화면/메뉴/표출 정보 구성 2. 항로 안내 알고리즘 개발 3. 항로 이력 저장 기법 개발 4. 경보 알림 기법 개발 5. 기기종 장치 지원 어플리케이션 개발
<b>예산</b>	2억

○ 세부과제 III:

<b>과제명</b>	Mavi-device 개발
<b>연구목표</b>	Mavi-app이 수행되는 해양환경 전용 스마트 디바이스 개발
<b>연구내용</b>	1. 하드웨어 spec'/req' 정의 2. Schematic 설계 및 검증 3. Artwork/SMT/케이스 개발
<b>예산</b>	5억

○ 세부과제 IV:

<b>과제명</b>	Rvi-comm 모듈 개발
<b>연구목표</b>	VDR로부터 정보 전송을 위한 통신 장치 개발
<b>연구내용</b>	1. RF & Cellular Hybrid 통신 기법 개발 2. 원거리 RF통신 기법 개발 3. 단거리 다중 RF 통신 기법 개발
<b>예산</b>	5억

○ 세부과제 V:

<b>과제명</b>	Rvi-addon 개발
<b>연구목표</b>	기존 VDR에 add-on되어 정보를 전송하는 시스템 개발
<b>연구내용</b>	1. VDR 데이터 저장 프로토콜 분석 2. VDR 저장된 정보 가시화 도구 개발 3. 실시간 VDR정보 전송 protocol 및 전송기법 개발 4. 기존 VDR에 추가 장착 가능한 하드웨어 개발
<b>예산</b>	7억

○ 세부과제 VI:

<b>과제명</b>	Rvi-standalone 개발
<b>연구목표</b>	저장되는 정보가 서버로 전송되는 차세대 VDR 개발
<b>연구내용</b>	1. VDR을 위한 고신뢰 System software 개발 2. 고신뢰도 제공을 위한 VDR의 혼성 메모리 구조 개발 3. VDR의 동적 시스템 신뢰성 복구 도구 개발 4. 실시간 VDR저장 데이터 전송이 가능한 고신뢰 VDR 하드웨어 개발
<b>예산</b>	9억

○ 세부과제 VII:

<b>과제명</b>	iVTS 데이터 수집서버 구축
<b>연구목표</b>	실시간 데이터 수집 서버 시스템 구축
<b>연구내용</b>	1. iVTS 시스템 요구사항 분석 2. 대용량 VDR 데이터의 실시간 저장/처리가 가능한 클라우드 서버 구축 3. HA 데이터 저장을 위한 저장장치 관리 기법 개발
<b>예산</b>	12억

○ 세부과제 VIII:

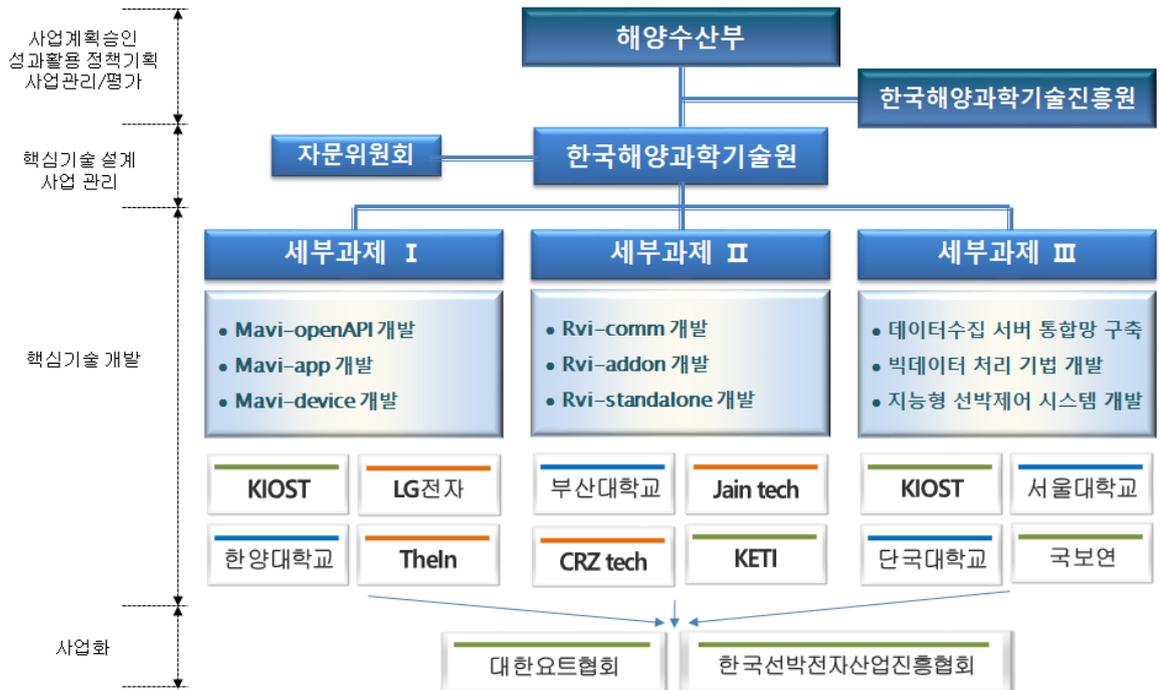
<b>과제명</b>	iVTS를 위한 빅데이터 처리 기법 개발
<b>연구목표</b>	빅데이터 기반 자동 선박 제어 시스템 구축
<b>연구내용</b>	1. 수집된 VDR정보 기반 효율적인 빅데이터 처리 기법 개발 2. Rvi&Mavi 기반 자동 선박 제어 시스템 개발 3. 실시간 선박 제어 기법 개발 및 능동적 선관리 기법 개발
<b>예산</b>	17억

○ 세부과제 IX:

<b>과제명</b>	iVTS 통합망 구축
<b>연구목표</b>	유관 기관과의 통합망 구축
<b>연구내용</b>	1. 해수부/해경/세관 등 유관기관과의 통합망 구축 2. 해수부/해경/세관 등 유관기관의 실시간 feedback 수집 기법 3. VTS무인 화를 위한 영상처리 기반 선박 식별 기법 개발
<b>예산</b>	17억

## 2 연구추진 방향 및 전략

### □ 추진체계



### 3 기대효과

#### ○ 경제적 파급효과

- 선박 관리 자동화를 통한 VTS 운영비용 절감 및 VTS 신뢰성 향상
- 실시간 해양 예보의 효율적 전달로 인한 국민 안전 향상
- 잠재적 해양 위험요소에 대한 적극적인 사전 대응

#### ○ 학술/기술적 파급효과

- KOOS 및 K-CID의 실증/사업화
- 해양 통합 관제 시스템 선점
- 해양 IT 발전에 기여

#### ○ 사회·문화적 파급효과

- VDR 중앙 관리를 통한 선박 관리 용이성
- 선박 관리 자동화를 통한 해양 사고 최소화

#### ○ 해양과기원 임무 및 경영목표 등과의 연계성

- 해양과학기술 및 해양산업과의 ICT 융합 방안 도출
- 단기간 내 가시적인 성과 획득 및 KIOST의 선제적 홍보/선점
- e-Navigation 개념 확장
- 협력 기관을 활용한 상용/비상용 선박 실제 장착 및 reference 확보



# VIII

---

## 경제성 평가





## 1 비용추정

### 가. 동 사업의 주요 연구 내용

▼ 당초 기획 연구에서는 지능형 해양 통합 정보 시스템 기술 개발 및 핵심 기술 도출을 위해 연구의 목표를 크게 세 가지로 구분

- 해양 네비게이션 플랫폼 Mavi 핵심 기술 도출
  - 해양 네비게이션 기술 조사/분석
  - OpenAPI 기반 네비게이션 시스템 제공 기법 분석
  - 기존 스마트 디바이스에서 수행되는 해양 네비게이션 앱 분석
  - 해양 네비게이션 앱이 수행되는 해양환경 전용 스마트 디바이스 분석
  
- 실시간 VDR 정보 전송 플랫폼 Rvi 핵심 기술 도출
  - VDR 및 VDR 정보 전송 기술 조사/분석
  - VDR 정보의 실시간 전송을 위한 통신 모듈 분석
  - Rvi-addon 개발: 기존 VDR에 add-on되어 정보를 전송하는 시스템 분석
  - Rvi-standalone 개발: 장치에 저장되는 정보가 서버로 전송되는 차세대 VDR 분석
  
- 차세대 VTS 구축 핵심 기술 도출
  - VTS 기술 조사/분석
  - 실시간 데이터 수집 및 분석을 위한 서버 시스템 조사/분석
  - 빅데이터 기반 자동 선박 제어 시스템 분석
  - 유관 기관과의 통합망 구축 분석

〈표 1-1〉 동 사업의 세부 목표 및 추진전략

연구 목표	
세부연구	세부목표/내용
<b>○ 해양 네비게이션 플랫폼 Mavi 핵심 기술 도출</b> 해양 네비게이션 플랫폼 Mavi(Maritime Navigation System, 漕(물이름 마)飛(날 비)) 개발	
Mavi-openAPI 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 효율적인 해양 네비게이션 개발을 위한 오픈 플랫폼 개발</li> <li>- 기존 해양 안전 및 항만운영 체계로 GICOMS, Port MIS, V-Pass, 여객선 운항관리 시스템 및 어업정보 통신망과의 연계 개선 추진</li> </ul>
Mavi-app 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 스마트 디바이스를 위한 K-CID 기반 네비게이션 앱 개발</li> <li>- 해양 안전 우리나라의 영해 또는 전 세계 해역을 항해하는 국적 선박의 상황인식 및 대응, 지원을 위한 서비스 체계 구현 및 항만운영 효율화 기술 개발</li> </ul>
Mavi-device 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mavi-app이 수행되는 해양환경 전용 스마트 디바이스 개발</li> <li>- 해상에서 통신환경 구축을 위한 LTE 기술의 해상 적용과 기존 해상 무선통신 체계의 디지털화 기술 개발</li> <li>- 해안기지국의 구축과 고출력·간섭완화 기술 및 선박 중계 장치 및 라우터 기술개발</li> </ul>
<b>○ 실시간 VDR 정보 전송 플랫폼 Rvi 핵심 기술 도출</b> 실시간 VDR 정보 전송 플랫폼 Rvi(Realtime VDR Information System, 漕(아리다 알)飛(날 비)) 개발	
Rvi-comm 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- VDR로부터 정보 전송을 위한 통신 장치 개발</li> <li>- 실시간 상황인식 기술, 항해위험도 평가기술, 상황대응 기술 등 종합적 상황인식 기술과 한국형 e-Navigation 서비스 기술로서 여기에는 사고취약선 안전항로지원 서비스, 어선 맞춤형 안전지원 기술, 소형선박 전자해도 서비스 개발</li> <li>- 항만운영 효율화 지원을 위하여 최적항로 지원기술, 싱글 윈도우 기술, 여객/화물 터미널 연계 서비스 기술 개발</li> </ul>
Rvi-addon 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 VDR에 add-on되어 정보를 전송하는 시스템 분석</li> <li>- 디지털 데이터 교환·통합 운영 장치 및 해안기지국 및 선박용 관련 장비개발</li> </ul>
Rvi-standalone 개발	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 장치에 저장되는 정보가 서버로 전송되는 차세대 VDR 개발</li> <li>- 데이터 백업 및 서비스 제공 플랫폼의 기능을 수행함으로써 해상상황 인식을 위한 제반 정보서비스를 제공 기술 개발</li> </ul>

○ 차세대 VTS 구축 핵심 기술 도출	
iVTS (Intelligent VTS) 구축	
실시간 데이터 수집 서버 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 실시간 데이터 수집 및 분석을 위한 서버 시스템 조사/분석</li> <li>- 해상 e-Navigation 종합운영 시스템은 빅데이터 기반의 해양안전 종합운영 시스템으로서 선박운항정보 및 해양안전 관련 정보 실시간 모니터링 분석</li> </ul>
자동 선박 제어 시스템 구축	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 빅데이터 기반 자동 선박 제어 시스템 분석</li> <li>- 종합 운영센터와 지역 운영센터를 구축하여 해양안전 종합정보의 수집, 유관기관 간 정보연계, 종합상황 관리(모니터링), 데이터 백업 및 서비스 제공 플랫폼의 기능을 수행함으로써 해상상황 인식을 위한 제반 정보서비스를 제공</li> </ul>
유관기관 통합망 구축 분석	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해운-조선-ICT 분야별 연계·협력을 위해 정부 부처 간에는 협업체계 구축하고, 연구개발 사업 추진을 위한 학계, 연구계 및 산업계간에 협력관계를 구축</li> </ul>

## 나. 동 사업 비용 추정

▣ 동 사업은 3개의 세분과제로 나뉘어 총 3년간 69억 원의 예산이 소요

〈표 1-2〉 동 사업 비용 종합

(단위: 억원)

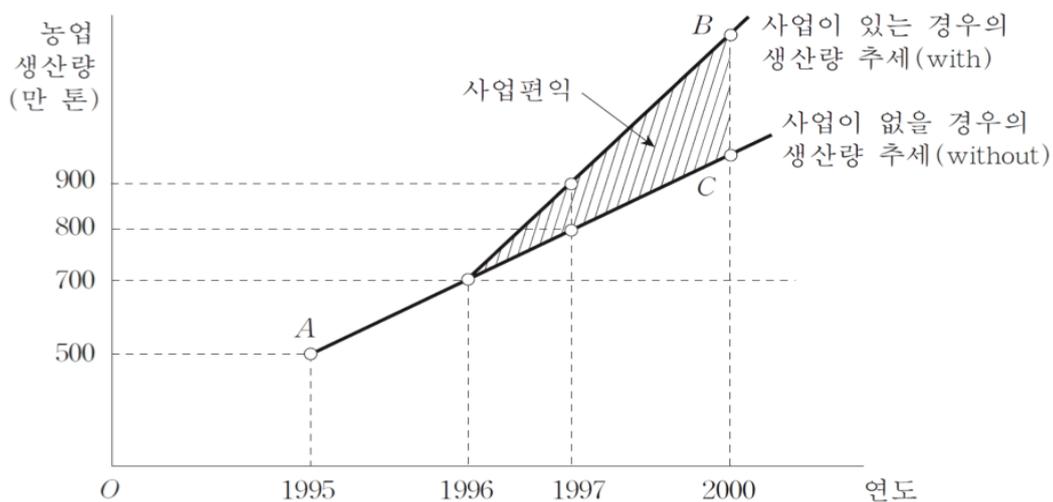
연도	해양 네비게이션 플랫폼 Mavi 핵심 기술 도출	실시간 VDR 정보 전송 플랫폼 Rvi 핵심 기술 도출	차세대 VTS 구축 핵심 기술 도출	합계
2018	1	5	12	18
2019	2	7	7	16
2020	5	9	21	35
합계	8	21	40	69

## 2 편익 추정

### 가. 편익 추정의 개요

#### ▣ before/after가 아닌 with/without 관점에서 비용과 편익 정의

- 비용과 편익을 분류하고 측정하는데 있어 과연 사업에 의한 비용과 편익인지를 확인하는 작업이 중요
- 이 때 유의할 점은 사업에 의한 효과를 사업이 없었을 상황과 비교해야 함. 즉, 사업이 있는 경우(with)와 사업이 없을 경우(without)간의 비교가 중요
  - 사업 이전(before)과 사업 이후(after)간의 비교는 중요하지 않음
- <그림 1-1>의 경우 농업생산량을 증대시키는 사업의 경우를 예를 들고 있는데, 1995년에 착수하여 1996년에 완성하여 사업효과가 1996년부터 발생
  - 이 사업이 없더라도 AC만큼의 생산량은 기대할 수 있기 때문에 각 연도별 편익은 각 연도별 생산량에서 AC에 해당하는 생산량을 제하고 계산을 해야 함
  - 따라서 1997년의 편익은  $200(=900-700)$ 이 아니라  $100(=900-800)$ 이라 할 수 있으며, 사업의 전체 편익은 빗금친 부분이 됨



<그림 2-1> with/without 관점의 예시

\* 자료: 김동건, 2012, 비용·편익분석, 제5판, 박영사

### ▣ 예비타당성조사 일반지침 및 표준지침의 분석 틀을 준용

- 예비타당성조사의 경제성분석 결과는 재정투자의 주요한 판단근거로 활용되고 있으며, 이를 수행하기 위해 KDI 공공투자관리센터가 발간한 『예비타당성조사 수행을 위한 일반지침 수정·보완 연구(제5판)』가 예비타당성조사 일반지침으로 활용되고 있음
- 특히 국가연구개발사업에 대해서는 KISTEP이 발간하는 『연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침 (제2-1판)』이 경제성 분석의 주요 지침으로 활용되고 있음
- 예비타당성조사 일반지침 및 표준지침이 국내에서 비용편익분석에 적용될 수 있는 가장 신뢰도 높은 분석기준이라 할 수 있기 때문에 본 연구에서는 예비타당성조사의 분석틀을 준용하여 분석의 정확성과 신뢰도를 제고함

### ▣ R&D부문 예비타당성조사 표준지침에 따르면 연구개발사업의 수행으로 인해 발생할 수 있는 편익으로는 정(+)의 가치증가와 부(-)의 가치감소의 측면으로 구분

- 정(+)의 가치증가 측면에서는 신기술 적용을 통한 생산량 증가, 기술이전에 의한 로열티 수입에 의한 기술거래 편익이 대표적임
- 부(-)의 가치감소 측면에서는 생산투입 자원 및 시간의 절감과 연구기간, 출장회수, 등의 연구수행 절감, 물류비용 절감, 자연재해로 인한 피해감소, 질병·환경 비용절감 등이 예비타당성조사의 비용편익 분석 시 편익으로 반영될 수 있음
- 반면 논문, 특허 등의 과학기술 지식 및 산업과급효과 등은 편익이 간접적으로 발생하거나 화폐화하기 어려운 관계로 비용편익분석에서 편익으로 반영하지 않음

<표 2-1> R&D부문 예비타당성조사 편익항목

구분	예비타당성조사 비용편익분석 시 편익 반영	예비타당성조사 비용편익분석 시 편익 미반영
정(+) 의 가치 증가	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 부가가치 증대                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 신기술 적용을 통한 생산량 증가</li> </ul> </li> <li>• 기술거래                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 기술이전에 의한 로열티 수입</li> </ul> </li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 과학기술 지식(논문, 특허 등)*</li> <li>• 국민의 과학기술 이해도 향상</li> <li>• 과학기술자의 교육훈련</li> <li>• 국가위상의 제고</li> <li>• 지역개발효과</li> <li>• 시장권의 확대</li> <li>• 지역산업구조 개편</li> <li>• 생산유발효과</li> <li>• 부가가치 유발효과</li> <li>• 고용유발효과</li> <li>• 수입유발효과</li> <li>• 수출유발효과</li> <li>• 소득분배효과</li> <li>• 취업유발효과</li> </ul>
부(-) 의 가치 감소	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 비용 절감                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 생산투입 자원 및 시간의 절감</li> <li>- 연구기간, 출장회수 등의 연구수행 비용 절감</li> <li>- 물류비용 절감</li> </ul> </li> <li>• 피해 비용 감소                             <ul style="list-style-type: none"> <li>- 자연재해로 인한 피해 감소</li> </ul> </li> <li>• 질병비용절감**</li> <li>• 환경비용절감**</li> </ul>	

\* 논문이나 특허는 비용효과분석으로 반영할 수 있음

\*\* 질병비용절감과 환경비용절감은 사업이 기여한 부분만의 산출과 이중계산 배제에 제약이 있을 경우 비용편익분석이 아닌 비용효과분석으로 수행

자료 : 한국과학기술기획평가원, 「연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침(제2-1판)」, 2016.11

## 나. 편익의 정의

☑ 동 사업의 편익은 해양안전사고 저감 편익으로 정의할 수 있음

### 1. 해양 안전사고 저감 편익

☑ 동 사업으로 개발되는 Mavi와 Rvi를 통해 해상에서 선박의 안전성이 향상되고, 나아가 VTS를 통해 해상에서의 선박사고를 크게 줄이는 데 기여할 수 있음

○ 해양수산부는 VTS를 통해 최적의 항행안전정보를 선박 등 최종 수요자에게 적시에 제공함으로써 해양사고를 예방할 수 있도록 정밀관제를 시행하고 관제사의 신속·정확한 의사결정을 지원 가능하다고 발표1)(국토교통부 보도자료, 2010)

- VTS 통합 운영을 통해 선제적 사고 예방 등으로 해양에서 발생하는 안전사고의 30%를 저감할 수 있는 것으로 추정
  - VTS의 단순 설치만으로도 2010년 조사 결과 약 30%의 선박 사고 감소 효과 입증

▣ 해양 안전사고 저감 편익은 다음과 같은 산식을 통해 추정할 수 있음

$$\begin{aligned} & \text{해양 안전사고 저감 편익} \\ & = 10\text{년간 해양사고로 인한 해상보험 지급액 평균} \times \text{소비자 물가지수} \\ & \times \text{동 사업으로 인한 피해 감소율} \times \text{R\&D 기여도} \times \text{사업화 성공률} \times \text{사업기여율} \end{aligned}$$

- 보험개발원 내부 통계자료에 따르면 2007년부터 2011년까지의 해양사고 건수는 연평균 9,970건이며, 지급보험금은 연평균 3,138억 원으로 나타남
  - VTS 설치로 해양에서의 안전사고를 줄일 수 있으므로, VTS 설치 전의 해양에서 발생한 해양사고의 해상보험 지급액을 기준으로 설정할 수 있음. 따라서 2002년부터 2011년까지의 해양사고 지급보험금 연평균 지급액을 적용

〈표 2-2〉 해양사고 건수 및 지급보험금 실적 현황

(단위 : 건, 억원)

구분		2007	2008	2009	2010	2011	평균
사고건수	적하보험	10,682	10,826	9,056	9,162	10,126	9,970
	선박보험	296	370	356	437	467	385
	계	10,978	11,196	9,412	9,599	10,593	10,356
지급보험금	적하보험	749	1,161	1,167	1,587	1,305	1,194
	선박보험	1,015	1,235	3,669	2,182	1,622	1,945
	계	1,764	2,397	4,836	3,768	2,927	3,138

주) 적하보험: 배로 운송하는 화물이 운송 중에 일어나는 사고로 손해를 입었을 경우 보상하는 해상보험

선박보험: 선박의 멸실 또는 손상으로 생기는 손실을 보상할 것을 목적으로 하는 해상보험

자료) 보험개발원(KIDI) 내부 통계 자료

- 해양사고 보험금 연평균 지급액을 분석시점으로 보정하기 위해 통계청에서 발표하는 소비자 물가지수 총지수(2015년 기준=100)를 적용
  - 통계청에서 발표한 소비자 물가지수(2015년 기준=100)를 적용하여 분석시점인 2016년 말 기준으로 보정한 해양사고 보험금 연평균 지급액은 3,559억 원으로 나타남

1) “획기적 관계개편으로 바다길을 안전하게 지킨다”, (뉴스와이어, 2010년 1월 20일자), <http://www.newswire.co.kr/newsRead.php?no=452439>

- 동 사업으로 인한 피해 감소율은 “획기적 관제개편으로 바다길을 안전하게 지킨다”(국토교통부 보도자료, 2010)에서 제시한 30%를 적용
  - VTS 서비스를 통하여 예방할 수 있는 인적과실 사고(충돌, 접촉, 좌초, 조난 등)는 2008년부터 2012년까지 약 1,089건이었으며, 이는 같은 기간 총 해양사고 3,612건의 30%에 해당
- R&D 기여도는 R&D부문 예비타당성조사 표준지침에서 권고하고 있는 R&D기여율 값인 2013년 7월 국가과학기술심의회에서 심의된 「제3차 과학기술기본계획」에서 최신 데이터를 적용하여 새롭게 구한 수치인 35.4%를 사용
  - R&D 기여도는 직접적 경제적 편익을 산정하기 위해서 연구개발이 직접적으로 기여한 정도를 고려하기 위해 적용
  - R&D 기여도는 연구개발 성과의 상업화를 통해 가치가 창출되었을 때 전체 가치 가운데 연구개발에 의한 기여분이 어느 정도인지를 나타내는 지표로 R&D 이후의 모든 활동(기술개발 성과의 적용·확산 등)을 제외한 순수한 R&D에 의한 기여분을 계산하기 위한 요인
- 사업화 성공률은 최상선 외(2016)의 연구결과에서 제시된 2010년부터 2014년까지의 해양수산 R&D 212개 과제(2010년-2014년)의 사업화 성공률인 20.8%를 적용<sup>2)</sup>
  - 사업화성공률은 국가연구개발사업을 통한 기술개발 결과가 시장에서의 편익창출로 이어지기 위해서는 기술의 실증 및 상용화의 과정을 거치게 되는데 이러한 과정에서 존재하는 불확실성을 반영하기 위해 고려되는 변수
  - 최상선 외(2016)는 212개 과제(2010년-2014년)를 대상으로 분석하였으며, 기술이전 및 사업화를 통하여 매출액이 발생한 과제는 44건으로 나타남
- 사업기여율은 VTS 관련 기존의 정부와 민간의 R&D 투자와 동 사업의 투자 총액에서 동 사업이 차지하는 비중인 39.9%를 적용
  - 연구개발사업의 편익은 동 사업뿐만 아니라 그 이전에 수행된 연구개발사업과 동 시대에 추진되는 연구개발사업의 성과에도 동시에 영향을 받기 때문에, 전체 시장규모 중에서 어느 부분까지를 해당 사업에 의한 기여분으로 고려해야 하는지가 중요
  - R&D부문 예비타당성조사의 경제성 분석 과정에서는 해당 사업을 시행하지 않더라도 과거에 존재했던, 그리고 기존 연구개발투자 추이에 의해 유지 또는 창출되는 시장의 매출액은 사업기여율이라는 변수를 고려하여 보정

2) 최상선, 오인하, 이동명(2016), 해양수산 연구개발사업 성과분석 연구, 한국해양환경·에너지학회지, vol. 19, No.2, 165-171

- 사업기여율은 일반적으로 (동 사업 예산) / (유사 정부 투자 + 유사 민간 투자 + 동 사업 예산)으로 추정
- 국가과학기술지식정보(NTIS)에서 최근 3년간 VTS 관련 국가연구개발사업 정부 투자액을 조사한 결과 105.8억원으로 연 평균 35.3억원의 투자를 하고 있으며, 이를 유사 정부 투자로 정의함
- 유사 민간 투자는 국가과학기술지식정보(NTIS)에서 최근 3년간 VTS 관련 국가연구개발사업 민간기업 투자액을 조사한 결과 21.9억원으로 연 평균 7.3억원의 투자를 하고 있으며, 이를 유사 민간 투자로 정의함
- 동 사업의 연평균 투자액인 23억원을 사업기여율 추정식에 대입하면 해양 안전사고 저감 관련 편익 추정에 사용되는 사업기여율은 39.9%로 추산됨

## 2. 편익 추정의 주요 가정

### ▣ 기준년도

- 각기 다른 연도에 발생하는 비용과 편익을 비교 분석하기 위해서는 특정연도를 기준으로 불변가격으로 전환해야 하며, 이 기준이 되는 연도를 기준년도라 함
- 예비타당성조사 일반지침에서는 분석이 시행되는 시점의 전년도 기말을 기준년도로 정함
- 따라서 본 연구에서는 2016년도 기말을 기준년도로 정하며, 분석에 사용되는 모든 수치는 2016년 기준의 불변가치로 환산됨

### ▣ 회임기간

- R&D 사업은 특성상 SOC 투자와는 달리 사업 종료와 동시에 편익이 발생하지 않기 때문에 별도의 회임기간을 고려하는 것이 일반적임
- 일반적으로 예비타당성조사에서 2~3년 정도의 회임기간이 발생함을 감안하여 본 분석에서는 연구개발사업 종료 후 2년의 회임기간을 거쳐 3년차부터 편익이 발생하는 것으로 가정

### ▣ 편익발생 기간

- 연구개발부문 사업의 예비타당성조사 표준지침에 따라 동 사업의 편익기간은 기술수명주기(TCT)를 사용하는 것이 적절함

- 기술수명주기를 산출하기 위해 ‘항해/선박/통신/네트워크’ 분야의 ‘인용특허수명’ 지수통계의 평균값을 활용해 7년으로 설정
  - 동 사업을 통해서 개발될 것으로 예상되는 특허들의 유사특허 USPC 분류가 370(Multiplex communications)이며, 해당 분야 특허의 인용특허수명(CLT) 지수 통계를 활용하였음
  - Multiplex communications 특허군의 인용특허 수명주기의 중앙값은 5년 평균값은 6.6년이며, 본 연구에서는 평균값을 반올림하여 7년으로 설정하였음

**▣ 사회적 할인율**

- 장기간에 걸쳐 발생하는 비용과 편익을 기준년도를 기준으로 합산하기 위해서는 각 연도별 비용과 편익을 사회적 할인율을 통해 현재가치화해야 함
- 사회적 할인율은 기준이자율, 사회적 시간선호율, 재무적 할인율 등을 종합적으로 고려하여 도출되는데, 가장 최근에 발간된 예비타당성조사 일반지침(제5판)에서는 이를 5.5%로 정하고 있어 본 연구에서도 이를 동일하게 적용

**다. 편익 추정 결과**

- ▣ 본 사업의 투자 종료 후 회임기간 2년을 거친 후인 2023년부터 2029년까지 7년간 총 219.6 억 원의 편익이 발생하는 것으로 추정됨

〈표 2-3〉 해양 안전사고 저감 편익 추정 결과

연도	해양사고 보험 지급액 (2016년말 기준) (단위: 억원)	동 사업으로 인한 피해 감소율 (단위: %)	R&D 기여도 (단위: %)	사업화 성공률 (단위: %)	사업기여율 (단위: %)	해양 안전사고 저감 편익 (단위: 억원)
2023	3,559	30%	35.4%	20.8%	39.9%	31.4
2024	3,559	30%	35.4%	20.8%	39.9%	31.4
2025	3,559	30%	35.4%	20.8%	39.9%	31.4
2026	3,559	30%	35.4%	20.8%	39.9%	31.4
2027	3,559	30%	35.4%	20.8%	39.9%	31.4
2028	3,559	30%	35.4%	20.8%	39.9%	31.4
2029	3,559	30%	35.4%	20.8%	39.9%	31.4
합계						219.6

### 3 경제성 분석

#### 가. 경제성 분석의 개요

##### ▣ 경제적 타당성 분석기법

- 경제적 타당성 분석기법에는 편익/비용비율(B/C), 내부수익율(IRR), 순현재가치(NPV) 등이 있으며, 일반적으로 이해가 용이하고 사업규모의 고려가 가능한 B/C 분석 기법을 많이 사용함
- 각 평가지표의 장·단점 등을 개략적으로 살펴보면 <표 3-1>과 같음
- 편익/비용비율, 순현재가치, 내부수익률은 그 분석기법마다의 장·단점을 가지고 있고, 어느 한 기법만을 가지고 사업의 경제적 타당성을 판단하기에는 적당하지 않은 경우가 자주 있음
- 예비타당성조사에서는 이 중 편익/비용비율(B/C)과 순현재가치(NPV)를 통해 경제성을 판단하며, 본 연구도 이와 동일한 관점에서 분석

<표 3-1> 경제성 분석기법의 비교

분석기법	장 점	단 점
편익/비용 비율 (B/C)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 이해 용이</li> <li>• 사업규모 고려 가능</li> <li>• 비용편익 발생기간의 고려</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 편익과 비용의 명확한 구분 곤란</li> <li>• 상호배타적 대안선택의 오류발생 가능</li> <li>• 사회적 할인율의 파악</li> </ul>
내부수익률 (IRR)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사업의 수익성 측정 가능</li> <li>• 타 대안과 비교가 용이</li> <li>• 평가과정과 결과 이해가 용이</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 사업의 절대적 규모 고려치 않음</li> <li>• 몇 개의 내부수익률이 동시에 도출될 가능성 내제</li> </ul>
순현재가치 (NPV)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 대안 선택 시 명확한 기준 제시</li> <li>• 장래발생편익의 현재가치 제시</li> <li>• 한계 순현재가치 고려</li> <li>• 타 분석에 이용가능</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 할인율의 분명한 파악</li> <li>• 이해의 어려움</li> <li>• 대안 우선순위 결정시 오류발생 가능</li> </ul>

▶ **편익/비용비율의 경제성 판단 기준**

- 편익/비용비율이란 운영 후 연도별 발생하는 편익과 투입되는 비용(사업비 및 유지관리비)을 적정 할인율로 할인하여 기준년도 가격으로 환산한 금액의 비율을 말하며, 일반적으로 (편익/비용비율) ≥ 1이면 경제성이 있다고 판단함

$$\text{편익·비용비율}(B/C) = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t}}{\sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}}$$

- 여기서  $B_t$  : 시점  $t$ 에서의 편익
- $C_t$  : 시점  $t$ 에서의 비용
- $r$  : 할인율(이자율)
- $n$  : 내구연도(분석연도)

▶ **내부수익률(Internal Rate of Return: IRR)의 경제성 판단기준**

- 현재가치로 환산한 편익과 비용의 값이 같아지는 할인율  $r$ 을 구하는 방법으로 일반적으로 내부수익률이 사회적 할인율보다 크면 경제성이 있다고 판단함

$$\text{내부수익률}(IRR) : \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+IRR)^t} = \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+IRR)^t}$$

- 여기서  $B_t$  : 시점  $t$ 에서의 편익
- $C_t$  : 시점  $t$ 에서의 비용
- $IRR$  : 내부수익률
- $n$  : 내구연도(분석연도)

▶ **순현재가치(Net Present Value)의 경제성 판단기준**

- 사업에 수반된 모든 비용과 편익을 기준년도의 현재가치로 할인하여 총 편익에서 총 비용을 제한 값이며 (순현재가치) ≥ 0 이면 경제성이 있다고 판단함

$$\text{순현재가치}(NPV) = \sum_{t=0}^n \frac{B_t}{(1+r)^t} - \sum_{t=0}^n \frac{C_t}{(1+r)^t}$$

여기서  $B_t$  : 시점  $t$ 에서의 편익

$C_t$  : 시점  $t$ 에서의 비용

$r$  : 할인율(이자율)

$n$  : 내구연도(분석연도)

#### ▣ 각 분석기법의 장단점은 <표 3-2>와 같음

- 내부수익률은 사업의 규모에 의존하지 않는다는 장점은 있으나 수익의 발생구조에 따라 계산되지 않는 단점이 있음
- 편익/비용 비율은 특정 항목을 편익 혹은 비용으로 처리하는가에 따라 값이 달라진다는 단점이 있으나 일반적으로 투자심사기준으로 사용

<표 3-2> 경제성 분석 기법의 비교

분석기법	판단	장점	단점
편익/비용 비율 (B/C Ratio)	$BC \geq 1$	· 이해 용이, 사업규모 고려 가능	· 상호배타적 대안 선택의 오류 발생 가능
순현재가치 (NPV)	$NPV \geq 0$	· 대안 선택 시 명확한 기준 제시 · 장래발생편익의 현재가치 제시 · 한계 순현재가치 고려 · 타 분석에 이용 가능	· 이해의 어려움 · 대안 우선순위 결정 시 오류 발생 가능
내부수익률 (IRR)	$IRR \geq r$	· 사업의 수익성 측정 가능 · 타 대안과 비교가 용이 · 평가 과정과 결과 이해가 용이	· 사업의 절대적 규모 고려하지 않음 · 몇 개의 내부수익률이 동시에 도출될 가능성 내재

#### ▣ 본 연구에서는 예비타당성조사에 주로 사용하는 편익/비용비율과 순현재가치를 통해서 동 사업의 경제적 타당성을 분석함

- 편익/비용비율이 1 이상이거나 순현재가치가 양수이면 동 사업이 경제성을 확보한 것으로 판단할 수 있음

## 나. 경제성 분석 결과

- 동 사업의 편익/비용비율은 1.96, 순현재가치는 53억 원, 내부수익률은 19.6%로 경제적 타당성을 확보한 것으로 분석됨

〈표 3-3〉 동 사업의 경제성 분석 결과

(단위: 억 원)

구 분	분석 결과
총 편익의 현재가치	129
총 비용의 현재가치	58
순 현재가치(NPV)	71
편익/비용 비율(B/C ratio)	2.23
내부수익률(IRR)	19.6%

- 비용 및 편익 현재가치의 상세한 추이는 다음과 같음

〈표 3-4〉 비용 및 편익의 현재가치 추이

(단위: 억 원)

연도	비용	비용의 현재가치	편익	편익의 현재가치	순편익	순편익의 현재가치
2018	18	16			-18	-16
2019	16	14			-16	-14
2020	35	28			-35	-28
2021						
2022						
2023			31	22	31	22
2024			31	20	31	20
2025			31	19	31	19
2026			31	18	31	18
2027			31	17	31	17
2028			31	17	31	17
2029			31	16	31	16
합계	69	58	220	129	151	71