ISSN 2508-2817 KiDRS Korea Institute of Design Research Society 통권 31호, 2024. Vol.9 No.2

해양 모빌리티 산업의 확장성을 위한 차세대 개인용 잠수정 디자인 연구

자율주행 및 인공지능(AI)을 기반으로 한 초소형 잠수정

Design research on the next-gen personal submersible for scalability of the marine mobility industry

Autonomous and AI-based ultra compact submersible

주 저 자 : 윤수한 (Yun, Soo Han) 개인연구자
yunsoohan81@gmail.com

https://doi.org/10.46248/kidrs.2024.2.652

접수일 2024. 04. 07. / 심사완료일 2024. 04. 11. / 게재확정일 2024. 04. 13. / 게재일 2024. 06. 30.

Abstract

The growth of coastal areas presents important challenges in terms of the development and diversification of marine leisure industries. As the demand and interest in underwater leisure activities increases due to the experience-oriented trend of the future generation, the need for new underwater transportation devices that can meet market demands has emerged. In this study, I investigated the main features of transportation devices that enable comfortable leisure activities underwater, especially compact recreational submersibles, which are currently growing rapidly, through leading overseas cases. Based on the analysis, I propose a design for a compact submarine that emphasizes its scalability as marine mobility by integrating electric batteries and AI-based autonomous technology. Future transportation will bring multidimensional innovation. The transition to electric and autonomous driving promotes the development of intelligent maritime transportation and fosters innovative mobility services. Through research on personal submersibles, I provide users with a new immersive experience and present the possibility of expanding the future marine leisure industry.

Keyword

Marine mobility(해양 모빌리티), Underwater transportation devices(수중 운송기기), Personal submersible(개인용 잠수정), Autonomous driving(자율주행)

요약

해안지역의 성장은 해양레저산업의 발전과 다양성을 위한 개발 측면에서 중요한 과제를 제시한다. 미래세대의 경험 지향 트렌드에 따른 수중 레저활동에 대한 수요 증가에 따라서 시장의 요구를 충족시킬 수 있는 새로운 수중 운송기기의 필요성이 대두되었다. 본 연구에서는 수중에서도 편안한 레저활동을 가능하게 하는 운송기기, 특히 현재 급속히 성장하고 있는 레저용 소형잠수정에 관한 해외사례를 통하여 주요 특징들을 조사하였다. 분석을 바탕으로 전기 배터리와 AI 기반의 자율 항법 기술을 탑재하여 해양 모빌리티(marine mobility)로서의 확장성을 강조한 소형잠수정 디자인을 제안하였다. 미래의 운송은 다 차원적인 혁신을 가져올 것이다. 전기, 자율주행으로의 전환은 지능적인 해양 운송기기의 개발을 촉진 시키고, 혁신적인 모빌리티 서비스를 배양한다. 본 연구를 통하여 사용자에게 새로운 몰입형 경험을 제공하고 미래 해양 레저산업확장의 가능성을 제시한다.

목차

1. 서론

1-1. 연구 배경 및 목적

1-1-1. 해안 도시의 지속적인 성장에 따른 해양 레저산업의 발전

1-1-2. 미래세대의 경험 지향 트렌드에 따른 새로운 수중레저산업의 발전

1-1-3. 개인 잠수정을 통한 해양레저산업의 전망

1-2. 연구의 내용 및 방법

2. 이론적 배경

2-1. 잠수정의 정의 및 분류

2-2. 잠수정의 작동 원리 및 기술 용어

2-3. 잠수정의 전원 공급 및 주요 안전장치

2-4. 보안 문제 및 구조 시스템

2-5. 개인용 잠수정(Personal Submarine)

2-6. 사례분석(브랜드/제조업체)

2-6-1. SEAmagine Hydrospace Corporation

2-6-2. Triton Submarines, LLC, USA

2-6-3. Uboat Worx, Netherlands

3. 디자인 방향 설정 및 스타일 연구

3-1. 디자인 시각화

3-2. 기술 사양

3-3. 내, 외관 주요 디자인 특징

4. 결론

참고문헌

1. 서론

1-1. 연구의 배경 및 목적

1-1-1. 해안 도시의 지속적인 성장에 따른 해양레저산업의 발전

전 세계 인구의 약 40%가 해안에서 100km 이내에 살고 있다. 해안 환경은 세계에서 가장 생산적인 생태계로 유럽에서는 현재 2억 명 이상의 시민이 해안선에서 50km 이내에 살고 있으며 해안 지역의 인구 증가는 다음과 같은 요인으로 인해 앞으로도 계속 증가할 것으로 예상된다.[1)]

첫째, 해안 지역은 관광, 어업 또는 해운산업 등에 경제적 기회를 제공한다. 이러한 산업은 일자리를 창출하고 사람들을 그 지역에 거주하게 함으로써 인구 증가로 이어진다.

둘째, 해안 지역의 수변 전망, 해변, 레크리에이션 및 기타 편의 시설에 대한 우수한 접근성은 많은 사람의 수요를 발생시키고 이것은 해안 도시의 지속적인 성장을 촉구한다.

셋째, 세계적인 도시화 추세는 점점 더 많은 사람이 도시 및 기타 인구 밀집 지역으로 이동하고 있음을 의미한다. 여기에는 무역, 경제 활동의 중심지이며 고용, 교육 및 기타 혜택의 기회를 제공하는 해안 도시들이 포함된다.

전반적으로 해안 지역의 인구 증가는 도시화, 경제 발전 및 해안 근처의 고유한 매력의 조합으로 인해 미래에도 계속될 가능성이 높다. 이러한 성장은 특히 해양레저산업의 발전과 다양성을 위한 개발 측면에서 중요한 과제를 제시한다. 현재 해양레저 활동은 크게 수중에서 이루어지는 것과 수면 위에서 이루어지는 것 두 가지로 구분할 수 있다. 다음은 이러한 범주에 따라 가장 일반적인 유형의 해양 레저활동을 분류한 것이다.

[표 1] 해양스포츠의 분류[2)]

구분	종류	
수중	스노클링 (Snorkeling)	
	스쿠버다이빙 (Scuba Diving)	
	프리다이빙 (Free Diving)	
수상	항해 (Sailing)	
	카약 (Kayaking)	
	패들보딩 (Paddle Boarding)	
	제트스키 (Jet Skiing)	
	수상스키 (Water Skiing)	

1-1-2. 미래세대 경험 지향 트렌드에 따른 새로운 수중레저산업의 발전

소비의 주축이 될 미래세대는 물질적 소유보다 경험을 중시하는 것으로 알려져 있으며 여행 및 여가 활동을 중요시한다. 이 세대는 보다 의미 있는 방식으로 자연과 교감하고 새로운 문화를 경험할 수 있는 활동을 찾고 있으며 지속 가능한 관광, 환경에 관한 관심이 높다.[3)] 따라서 독특한 경험을 제공할 수 있는 해양 레저 활동에 대한 수요 증가, 거기에 따른 발전 가능성은 해양 레저 산업의 기업들이 성장할 좋은 기회를 제공한다. 현재 대부분의 해양 레저활동은 수면 위에서 이루어지고 있으며 수중에서 행해지는 스포츠의 등록 역시

1) Global Center on Adaptation[웹사이트]. (2023년 11월. 22일. 9pm). URL: https://gca.org/climate-adaptation-solutions-to-shore-up-coastal-ecosystems

2) Watersportswhiz-Sam Obrien[웹사이트]. (2024년 2월. 11일. 10pm). URL: https://www.watersportswhiz.com/types-of-water-sports 재구성

3) Forbes-Blake Morgan[웹사이트]. (2024년 2월. 11일. 10pm). URL: https://www.forbes.com/sites/blakemorgan

증가하고 있으나 날씨와 계절의 영향으로 산업 성장의 한계에 부딪히고 있다. 대표적인 해양레저 운송기기인 요트, 제트스키 등 수중에서도 편안한 레저활동을 가능하게 하는 수중 운송기기에 관한 연구가 필요하며, 이것은 해양 모빌리티 산업의 확장을 위한 잠재력을 가지고 있다.[4] 대표 적인 수중 운송기기로는 잠수함이 있으며 근래 들어 군사용 외의 탐사 및 관광 등의 상업용으로 중, 소형잠수정 개발이 활발하다.

1-1-3. 개인 잠수정을 통한 해양레저산업의 전망

기술과 디자인의 발전으로 개인용 잠수정은 과거에 비해 더 접근하기 쉽고 저렴해졌다. 개인용 잠수정은 크기가 비교적 작고 기동성이 뛰어나기 때문에 산호초, 수중 동굴 등 대형 잠수함이 도달할 수 없는 지역에 접근할 수 있다. 따라서 관광, 레크리에이션, 탐사, 과학 연구 등 다양한 수중 레저활동에 사용할 수 있다. 개인용 잠수정의 주요 장점으로는 첫째, 사용자에게 독특하고 몰입형 경험을 편안한 환경을 통해 제공한다. 개인의 신체적 능력에 제한받는 스노클링이나 스쿠버 다이빙과 달리 사용자가 편안하고 안전하게 레저활동을 가능하게 한다. 둘째, 개인 잠수정은 해양 보존 범위를 확장하는 데 도움이 될 수 있다. 과학 연구 및 자료수집은 물론 해양 생태계를 모니터링하고 보호하는 데 사용할 수 있으므로 해양 보존의 필요성에 대한 인식을 촉진할 수 있는 잠재력을 가지고 있다.

1-2. 연구의 내용 및 방법

본 연구는 해양레저산업, 특히 해양 모빌리티(marine mobility) 산업의 다양화를 위해 현재 시중에서 판매되고 있는 소형잠수정들의 사례를 분석하고 연구하여, 레저를 위한 새로운 개인용 소형잠수정의 디자인을 제안하는 것이다. 연구의 방법으로는 첫째, 해양레저산업의 발전에 따른 새로운 수중 운송기기의 디자인 연구의 필요성을 파악한다. 둘째, 설계, 재료, 추진 시스템 및 안전 기능 등 기술적 부분을 검토하였다. 셋째, 문헌 연구를 통해 소형잠수정에 필요한 기술 및 특성을 살펴보았다. 넷째, 사례연구를 통한 사용자 니즈와 필수 디자인 요소를 연구하였다. 다섯째, 실행된 연구를 바탕으로 디자인 컨셉을 도출하고 컨셉 모델의 시각화, 최종디자인을 제안하였다. 끝으로 결론 및 기대효과로 본 디자인 연구를 마무리하였다.

[표 2]. 연구의 내용 및 방법

서론	디자인 연구의 필요성
본론	사례검토
	잠수정 특성 파악
	사용자 분석
	디자인 컨셉 도출 및 제안
결론	결론 및 기대효과

2. 이론적 배경

2-1. 잠수정의 정의 및 분류

잠수정이란 수중에서 작동하도록 설계된 소형 차량으로 다양한 목적, 과학, 상업 및 군사용으로 개발된 일종의 잠수함이다. 잠수함은 자체 동력을 재생하고 공기를 호흡할 수 있는 완전 자율적 이동이 가능한 선박이며, 잠수정은 일반적으로 수상 선박, 플랫폼, 해안 팀 또는 대형 잠수함의 등의 지원을 받는 경우가 대부분이다. 잠수정은 유인 또는 무인으로 나누어지며 크기와 기능은 일반적으로 다른 잠수함과 구별된다. 대표적으로 사람이 탑승하는 차량(human-occupied vehicle, HOV), 원격조종차량(remotely-operated vehicle, ROV), 자율 수중 차량(autonomous-underwater vehicle, AUV)의 세 가지 주요 유형으로 분류된다. 유인 잠수정(MS)이라고도 하는 HOV는 과학자, 엔지니어, 각종 전자 장치 및 특수 장비를 운반하여 다양하고 복잡한 심해 환경에 빠르고 정확하게 도달할 수 있는 잠수정이다. 이 차량은 효율적인 탐사, 과학 조사 및 기타 심해 작전을 수행할 수 있다.[5] 원격 조종 차량(ROV)은 물기둥과 해저에서 연구, 탐사 및 이미지 수집에 사용되는 연결된 일종의 수중 로봇이다. ROV는 선박에 연결되어 상부 운영자와 해저 차량 간에 직접 제어 신호를 보내고 받을 수 있다. 많은 ROV는 조종사가 작동하는 조작기 팔을 통해 샘플을 수집하여 분석하여 연구에 활용되고 있다. 자율 수중 차량(AUV)은 운영자의 제어 없이 바다에서 다이빙 또는 활공할 수 있는 사전 프로그래밍 된 장비이다. AUV는 연구자에게 정보를 제공하는 고해상도 데이터를 수집한다. 본 연구에서는 현재 잠수정 산업에서 급속히 성장하고 있는 레저를 위한 개인용 잠수정으로서 사람이 탑승하여 자율 수중주행 기술을 기반으로 편리하고 안전한 레저활동을 제공하는 수중 이동성(underwater mobility)에 초점을 두었다.

4) 해양수산부, 해양 레저관광 활성화 대책, 2019.5.15, p.3~5 재구성

5) Weicheng Cui, Journal of Marine Science and Application 저널, 2019 수정본 p.459~461

[표 3] 잠수정의 분류[6)]

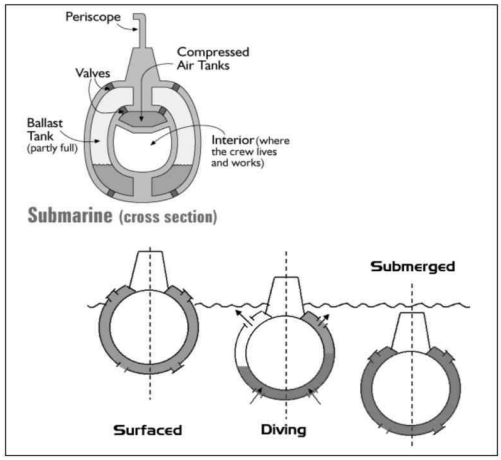
	구분	종류
Submersibles	Manned	HOV
		ADS
		DSRV
		Rescue Bell
	Unmanned	AUV
		ROV
		ARV
		Glider
		DTS
		Lander
		Float

2-2. 잠수정의 작동 원리 및 기술 용어

잠수함은 밸러스트탱크(ballast tank)를 이용해 바다 표면에서 잠수(diving)와 부상(surfacing)을 한다. 잠수함이 수면에 있을 때 밸러스트탱크는 공기로 채워져 밀도가 주변 물보다 낮아지고 물에 잠기려면 밸러스트탱크에 물을 채워 선박의 밀도가 물보다 높아진다.

[표 4] 잠수정의 작동 원리[7)]

Ballast Tanks	잠수함의 외부 덮개와 내부 덮개 사이의 빈 공간
Diving	탱크에 물을 채우는 밸브 오픈 ▼ 잠수함의 무게를 증가 ▼ 평균 밀도가 증가 ▼ 잠수함이 아래쪽으로 이동
Surfacing	고압축 공기 실린더 ▼ 물을 펌핑 ▼ 밸러스트 탱크에 공기주입 ▼ 평균 밀도 감소 ▼ 잠수함 상승



[그림 1] 잠수정의 작동 원리[8)]

[표 5] 기술 용어 및 시스템[9)]

잠수 및 부상 (Diving and Surfacing)	다이빙(Diving): 잠수함이 아래쪽으로 이동 부상(Surfacing): 잠수함이 수면으로 위로 이동
부력 (Buoyant Force)	부력은 물이나 기타 액체에 잠긴 물체 위쪽으로 가해지는 힘
중성부력 (Neutral Buoyancy)	잠수함과 주변 해수의 밀도가 같은 상태
음부력 (Negative Buoyancy)	잠수함의 밀도가 주변 물보다 큰 상태
양성부력 (Positive Buoyancy)	잠수함의 밀도가 주변 물보다 작은 상태
2차 추진 모터 (Secondary Propulsion Motor)	360도 회전이 가능한 2차 엔진 잠수함의 상하좌우 움직임을 제어
스크러버 (Scrubbers)	소다석회(수산화나트륨 및 수산화칼슘)를 사용 >챔버에서 이산화탄소를 제거
전기분해 (Electrolysis)	물에서 산소를 생성하는 필수장치
증류 장치 (Distillation Apparatus)	바닷물을 모아 담수를 생산하는 장치
제습기 (Dehumidifier)	실내의 습기를 제거하고 건조한 상태를 유지
온도 조절기 (Thermostat)	실내공기를 따뜻하게 유지
GPS / IGS	잠수함이 수면에 있을 때 사용되는 항법 장비 GPS 수중에서 사용하는 항법 장비를 IGS(관성 유도 시스템)

6) Weicheng Cui, Journal of Marine Science and Application 저널, 2019 수정본 p.459~461 재구성

7) Mechstuff.com[웹사이트]. (2023년 9월. 3일. 12pm). URL: https://mechstuff.com/how-does-a-submarine-work 재구성

8) Mechstuff.com[웹사이트]. (2023년 9월. 3일. 12pm).URL:https://mechstuff.com/how-does-a-submarine-work

9) DDE[웹사이트]. (2023년 9월. 3일. 12pm). URL: https://defencedirecteducation.com/2019/02/13/submarine-works-facts 재구성

2-3. 잠수정의 전원 공급 및 주요 안전장치

잠수함의 크기와 유형에 따라 다르지만, 일반적으로 전통적인 전원 공급원은 배터리 뱅크, 디젤 발전, 원자로 등 3가지이며 일반적으로 2개 이상의 디젤 발전기가 사용된다. 하나의 디젤 발전기는 프로펠러에 전용 전원 공급 장치를 제공하고, 다른 하나는 배터리 뱅크를 지속해서 충전한다. 요즘에는 리튬 배터리가 사용되며 장비를 포함한 나머지 잠수함에 전원을 공급하는 데 사용된다. 잠수함의 제어 시스템에는 터빈, 밸러스트탱크가 필요하다. 또한 전원 공급 외에도 내비게이션 시스템 제어를 위한 GPS(global positioning system) 및 IGS(inertial guidance systems) 설치가 필수이다.

잠수함은 완전히 밀폐된 환경이다. 따라서 생명유지 장치의 주요 초점 영역은 공기 질, 담수 공급 및 온도를 유지하는 것이다. 산소와 이산화탄소의 제어를 위해 Scrubber(이산화탄소용)와 전기분해(산소용)를 사용한다. 담수 공급의 경우, 잠수정에 장착된 증류장치를 이용하여 해수로부터 연속적으로 담수를 생성할 수 있다. 온도 유지장치는 주로 2차 발전기 또는 배터리를 이용하여 열을 발생시킨다.

2-4. 보안 문제 및 구조 시스템

잠수 중 하나 이상의 생명 유지 시스템 고장, 설계된 기준보다 높은 수압, 그리고 전력 시스템 고장 등의 문제가 발생 시 생존에 위협을 받게 된다. 따라서 개인 잠수함은 수중으로 이동하기 전에 엄격한 기준의 완전한 테스트(지구력 및 생존에 대한 여러 테스트)를 거쳐야 한다. 또한 필요한 백업 계획(예: 추가 산소통, 다이빙 키트, 구급상자, 추가 통신 및 내비게이션 시스템 등)이 있어야 한다. 문제가 발생하였을 때 생존하는 방법에는 자생과 구조 팀의 두 가지 주요 방법이 있다. 통신이 켜져 있으면 구조팀을 수면 활동에 투입할 수 있으며 일반적으로 구조 작업은 심해 잠수 구조 차량(DSRV)과 구조 작업을 위해 설계된 소형 잠수함인 다이빙 벨(diving bell)을 통해 수행된다. 최근 많은 소형 잠수정은 위급상황이 발생 시 작동하는 자동 부상 기능을 탑재하고 있다.[10)]

2-5. 개인용 잠수정(personal submarine)

개인 잠수정은 정부나 공공 기관의 소유가 아닌 개인 또는 사업체 재산으로 소유하는 운송기기이다. 그들은 일반적으로 레크리에이션, 수중경험 또는 과학 연구에 사용되며 주로 호화 요트의 파트너 선박으로 건조된다. 일반적으로 제한된 수심 능력을 보유하며 수용 인원은 1명에서 25명 이상 등 다양하다. 보통 5~9인승 잠수함은 연구용으로, 그 이상은 관광용으로 사용된다. 많은 회사가 다양한 시설에서 제공하는 엔터테인먼트 일부로 잠수함을 제작하고 운영하고 있다. 관광 잠수정은 주로 관광 명소의 수중 생물을 관찰하기 위해 만들어지며 일반적으로 100~120피트의 일반 스쿠버 다이빙 깊이보다 더 깊게 들어가지는 않는다. 개인용 잠수함은 파일럿을 제외한 2인승이 대부분이고, 일반적으로 레크리에이션의 목적으로 제작되어 원격 측정 또는 정보 수집을 위한 로봇이나 민감한 장치가 장착되어 있지 않으며 기술, 재료 및 안전성이 향상되어 많은 회사에서 일반 소비자를 위한 잠수정을 제조하고 있다.

2-6. 사례분석(브랜드/제조업체)

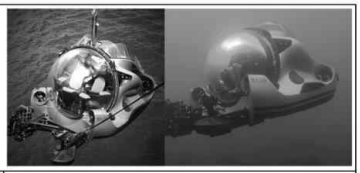
수년간 이어진 잠수정 제조업체들의 설계, 기술의 발전이 우주, 방위, 항공 및 기타 해저 구상에 영향을 미쳤다. 또한 수중 추진, 신소재(예: 티타늄 및 탄소 섬유) 및 에너지 저장뿐 아니라, 수중 내비게이션 시스템과 해저 촬영 및 데이터 캡처를 위한 광학 카메라의 발전을 이루었다. 기술의 비약적인 발전으로 많은 제조사가 개인용 잠수정 시장에 진출했고, 이를 활용한 관광 상품을 출시하는 등 마케팅에 심혈을 기울이고 있다. 현재 대표적인 개인 잠수정 제조업체인 미국의 SEAmagine, Triton Submarines 그리고 네덜란드의 Uboat Worx를 통해 각 제품의 특징을 비교, 분석하였다.

2-6-1. SEAmagine Hydrospace Corporation,USA

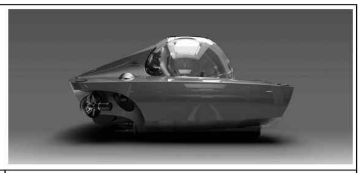
1995년 설립된 SEAmagine은 수심 100~2,300m의 2~9인용 유인잠수정 모델을 제조 및 설계하며 고급 슈퍼요트용으로 제작되었으며, 전문가에게 최고등급을 받은 개인용 잠수함의 가장 인기 있는 브랜드 중 하나이다. SEAmagine의 잠수정은 국방, 상업 및 과학 연구 응용 분야에 사용된다. 이 회사는 수중 이동체 기술에 중점을 둔 다수의 특허를 보유하고 있으며 유연한 부력 및 부양 시스템, 클램셸(clamshell) 선실 디자인, 높은 표면 건현 디자인 등이 특징이며 최초의 3인용 구형 아크릴 선체를 개발했다. 대표 제품으로 2인승의 Ocean Pearl, 3인승의 Aurora 3C 등이 있다. Aurora 3C 잠수정은 컴팩트한 외관과 넓은 내부 공간, 그리고 우수한 탑승플랫폼을 제공한다.

10) DDE[웹사이트]. (2023년 9월. 3일. 12pm). URL: https://defencedirecteducation.com/2019/02/13/submarine-works-facts

[표 6] Aurora 3C 일반사양[11)]

모델 Aurora 3C (SEAmagine)	
주요특징	소형 및 경량/우수한 탑승 플랫폼/넓은 가시성
일반사양	탑승인원: 파일럿 포함 3인승
	잠수깊이: 460m
크기	길이 4.20m폭 2.35m높이 2.00m
	무게: 3800Kg
성능	속도: 3노트 이상
	추진기: 메인4 x 7Kw, 수직 2 x 7Kw
동력	리튬 이온배터리+ 비상배터리
	배터리 용량: 30KWH 또는 40KWH
	운행시간: 14시간 (생명유지시간 +96시간)
생명유지시스템	산소 및 CO2 스크러버

[표 7] Triton 660/2 일반사양[12)]

모델 Triton 660/2 (Triton)	
주요특징	물과 동일한 굴절률의 아크릴 선체>우수한 가시성 고급스러운 실내, 오너쉽 경험프로그램 제공
일반사양	탑승인원: 파일럿 포함 2인승
	잠수깊이: 660 ft / 200 m
크기	길이 3.15m폭 2.45m높이 1.47m
	무게: 2500Kg
성능	속도: 4노트
	추진기: 메인2 x 5.5 kW, 수직2 x 5.5kW
동력	리튬 이온배터리+ 비상배터리
	배터리 용량: 20KWH
	운행시간: 6시간
생명유지시스템	산소 및 CO2 스크러버

2-6-2. Triton Submarines, LLC, USA

2008년에 설립된 Triton은 고급 심해 잠수정을 만드는 U.S. Submarine Group의 회사이다. 레저, 과학 연구, 다큐멘터리 및 영화 제작, 탐사, 수집 및 고고학 분석 목적을 위한 개인용 잠수함을 제공하고 특히 영화 플랫폼으로서의 유연성과 기능을 강조한다. Triton 잠수정은 전 세계의 수많은 연구 및 과학적 발견 임무에 사용되었으며 지중해에서 Britannic(타이태닉호의 자매선) 촬영, 남극 대륙 최초의 유인 잠수 다이빙, 일본 연안에서 캡처한 최초의 거대 오징어 라이브 영상 등이 있고, 세계에서 가장 깊은 마리아나 해구(수심 1만 33m)를 정복한 기록도 보유 중이다. 대표적인 레저용 소형잠수정으로 2인승의 Triton 660/2, 3인승의 Triton 1650/3이 있다. 보급형 슈퍼요트 통합용 잠수정인 Triton 660/2 모델은 높은 출력을 바탕으로 향상된 기동성을 제공한다. 보급형이지만 주력 모델과 비슷한 성능을 가진다. 무게가 2,500kg에 불과하고 최고속도가 4노트이며, 손쉬운 작동과 통합에 대한 새로운 표준을 제시한다. 또한 가죽을 사용한 고급스럽고 내구성이 뛰어난 인테리어가 특징이다.

11) SEAmagine[웹사이트]. (2023년 11월. 5일. 11pm). URL:https://www.seamagine.com/personal-submarine-3-person.html 재구성

2-6-3. Uboat Worx, Netherlands

2005년 설립된 U-Boat Worx는 세계 최대의 민간 잠수정 건조업체 중 하나이고 레크리에이션 및 탐사 목적으로만 잠수함을 설계 및 제조하는 네덜란드 회사이다. 이 회사는 총 22개의 모델은 보유하고 있고, 1명에서 9명까지 수용할 수 있으며 최대 1,700m 깊이까지 작동한다. 대표 제품으로 초소형 잠수정인 Nemo 시리즈가 있다. 100미터(330피트)까지 잠수할 수 있는 1인승 또는 2인승 Nemo 1 및 2 잠수정은 이동성의 혁신을 위하여 더 가볍고 효율적으로 설계되었으며, 차량의 운송 및 운용성 그리고 비용 절감 측면에서 큰 성과를 거둔 제품으로 알려져 있다. Nemo1은 단독 조종사 전용으로 설계되어 광범위한 응용 분야 및 다양한 선박에 적합하다. Nemo2는 현재 제작된 2인승 유인잠수정 중 가장 가벼운 무게로 보트 트레일러에도 장착할 수 있고, 균형 있는 비율과 역동적인 라인은 뛰어난 유체역학적 성능을 제공한다. 아크릴 구를 통한 360도의 넓은 가시성을 제공하는 이 제품은 2020년 레드닷 디자인 어워드(red dot design award)의 모빌리티 및 트랜스포테이션(mobility and transportation) 부문에서 베스트 디자인상을 수상하였다.

12) Triton-Luxury Submersibles, © Triton Submarines LLC, 제품 브로슈어, 2023, 재구성

[표 8] Nemo 2 일반사양[13)]

모델 Nemo 2 (U Boat)	
주요특징	소형 및 초 경량, 디자인 지능형 파일럿 지원 기능을 통한 조종성 향상
일반사양	탑승인원: 파일럿 포함 2인승
	잠수깊이: 330 ft / 100 m
크기	길이 2.80m폭 2.31m높이 1.55m
	무게: 2500Kg
성능	속도: 3노트
	추진기: 메인2 x 6.4 kW, 수직2 x 5.5kW
동력	리튬 이온배터리+ 비상배터리
	배터리 용량: 21.6KWH
	운행시간: 8시간
생명유지시스템	산소 및 CO2 스크러버

3. 디자인 방향 설정 및 스타일 연구

앞선 사례연구를 바탕으로 잠수정의 기술적 부분들을 고려하여 디자인 요구사항들을 정리하였다. 첫째, 차세대 잠수정은 초소형, 초경량의 2인승으로 수중 및 육지에서의 이동, 보관이 쉬워 사용자 접근성을 개선한다. 둘째, 잠수정 상단 데크의 디자인을 통해 우수한 탑승플랫폼을 제공한다. 셋째, 첨단 아크릴 선체를 이용한 대형 뷰포트를 가진다. 넷째, 수중 내비게이션, 자율주행기술을 이용한 장애물 감지 및 자동회피 기능과 위급상황 시의 자동 부상 기술 등 필수 안전장치를 탑재한다. 또한 드론을 활용한 잠수정 위치 추적 기술을 도입하여 유사시 즉각적인 구조활동을 가능하게 한다. 다섯째, 초경량 리튬 이온 배터리로 작동되는 순수 전기동력 잠수정으로 해양 환경의 훼손을 최소화한다.

[표 9] 디자인 요구사항

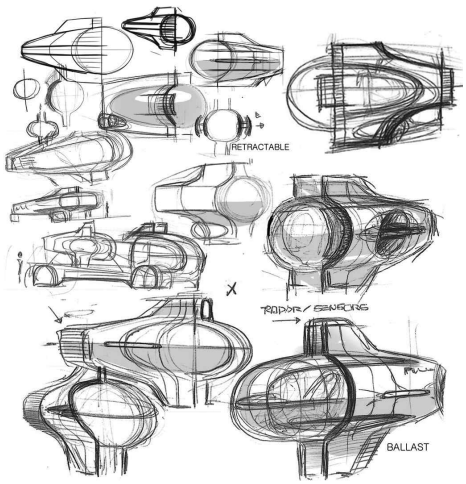
디자인 요구사항				
기동성	편의성	가시성	안전성	자연 친화성

13) Uboat Worx-General_Brochure_February_2023-submarine, 제품 브로슈어, 2023, 재구성

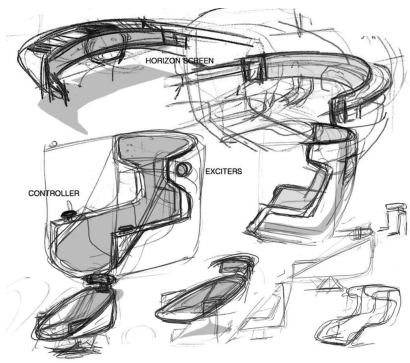
앞선 연구를 바탕으로, 슈퍼요트 및 기타 수중 장비 착용 없이 편안한 수중 레저활동을 가능하게 하는 개인 잠수정 디자인을 제안한다. 2인승 초소형 잠수정으로 육상에서 해상까지 자유롭게 보관 및 이동을 할 수 있으며 자율주행 및 순수 전기동력만을 사용하는 차세대 친환경 수중 모빌리티 (personal underwater mobility)의 디자인을 제안한다.

3-1. 디자인 시각화

잠수정 디자인의 첫 단계로 미적 측면과 기능성 측면을 모두 고려하여 아이디어 스케치를 진행하였다. 바닷속 환경과 어울리는 해양생물에서 영감을 받아 디자인된 외관은 유체역학을 고려하여 부드러운 유선형 차체를 가진다. 이것은 수중속도 및 기동성을 향상할 수 있다.



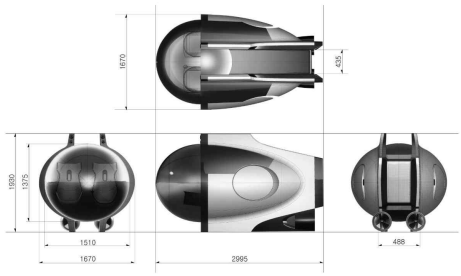
[그림 2] 아이디어 스케치



[그림 3] 아이디어 스케치

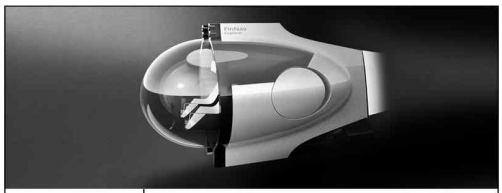
인테리어는 주요 장비(시트)에 기능을 통합하여 부품을 최소화한 공간 활용을 생각하였다. 또한 수중경험 몰입도를 향상하기 위한 가시성을 확보하기 위해 물리적인 디스플레이 대신 아크릴 선체 통합형 투명 OLED 디스플레이 장착을 고려하였다.

3-2. 기술 사양



[그림 4] 기술 사양 (technical specification)

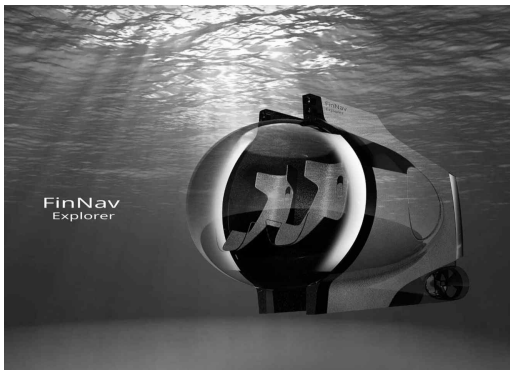
[표 10] 기술 사양 (technical specification)



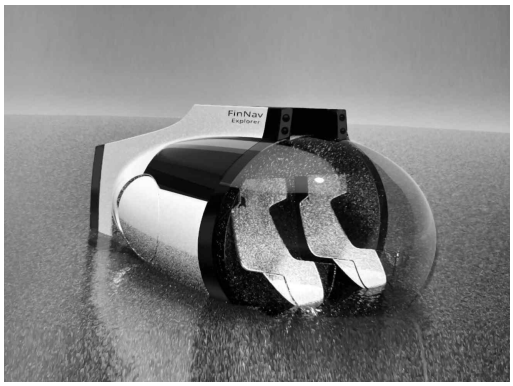
모델명	FinNav Explorer
주요특징	2인승의 소형 및 초 경량 디자인 인공지능(AI) 통합 자율주행
일반사양	탑승인원: 2인승
	잠수깊이: 330 ft / 100 m
크기	길이 2.99m폭 1.67m높이 1.93m
	무게: 2000Kg
성능	속도: 3노트
	추진기: 메인2 x 6.4 kW, 수직2 x 5.5kW
동력	리튬 이온배터리+ 비상배터리
	배터리 용량: 21.6KWH 운행시간: 8시간
생명유지시스템	산소 및 CO2 스크러버

3-3. 내, 외관 주요 디자인 특징

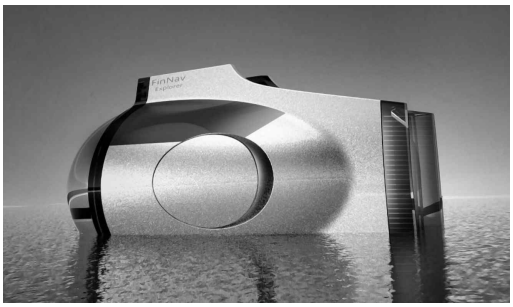
외관의 주요 특징으로 첫째, 수중 레저의 접근성과 이동성 향상을 위한 2인승의 컴팩트한 크기의 차체를 가지고 둘째, 물속에서의 기동성을 위하여 유체역학이 고려된 유선형의 디자인, 셋째 선명한 시야 확보를 위한 대형 아크릴 구 및 차체와 자연스럽게 통합된 디자인을 가진 추진기 및 각종 장비가 특징이다. 전면부에서는 차체가 아크릴 구를 감싸고 있는 구조를 강조하기 위한 디자인으로 양쪽 블랙 프레임을 따라 지능형 LED 모듈 및 LIDAR(light detection and ranging), 그리고 비디오 기록(recording)을 위한 장비가 장착되어 있다. 측면에서는 아크릴 선체에서 이어지는 타원형의 선실 영역과 상, 하 및 테일 핀의 단순하면서 깨끗한 면의 조화로운 심미성을 보여준다. 또한 윙 유형의 개폐식 수직 추진기가 탑재되어 있다. 후면부는 배터리 충전 및 탑승을 위한 기능적인 디자인이며, 차량 하부에는 잠수정의 메인 추진기가 탑재된다. 실내는 모든 조작기능을 단순화하여 시트에 적용한 시트 통합형 디자인이 특징이며, 대형 아크릴 선체를 통해 탑승자에게 선명한 서라운드 뷰의 몰입형 경험을 제공한다. 인공지능 기반의 자율주행 장치는 불필요한 장비를 제거함과 동시에 효율적이고 정확한 제어를 가능하게 한다.



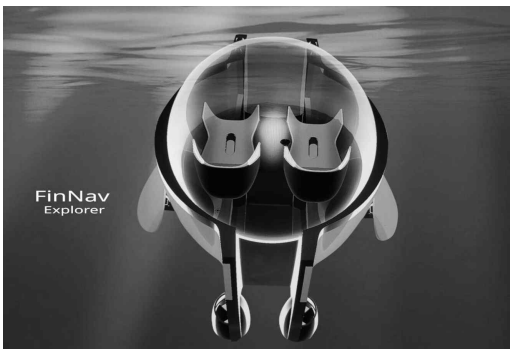
[그림 5] 디지털 렌더링 1 (전 측면)



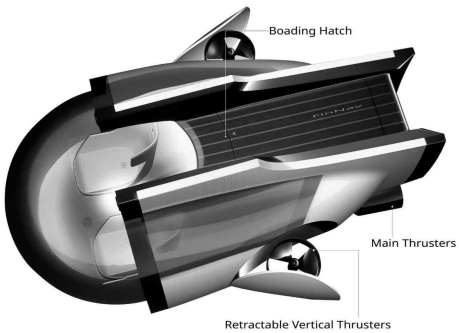
[그림 6] 디지털 렌더링 2 (전 측면)



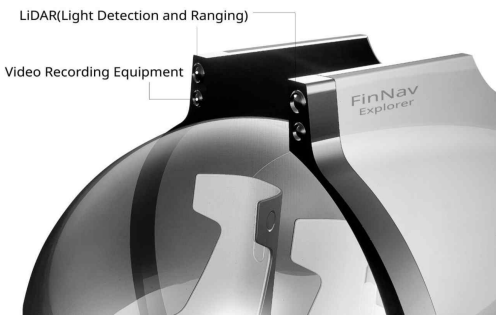
[그림 7] 디지털 렌더링 3 (후 측면)



[그림 8] 디지털 렌더링 4



[그림 9] 상세 이미지 1 (개폐식 수직 추진기)



[그림 10] 상세 이미지 2 (Lidar 및 비디오 기록)

4. 결론

차세대 개인용 잠수정은 사용자에게 새로운 몰입형 경험을 제공함으로써 현재 급속히 발전 중인 해양레저 산업, 특히 해양 모빌리티 산업의 다양화를 더욱 촉진할 것으로 예상된다. 전통적인 해양 운송기기의 단순한 이동의 목적만이 아닌, 어떻게 이동하는지에 대한 해양 이동성 향상에 대한 연구는 관련 제조업체들의 기술 발전과 함께 상업용 잠수정 산업으로의 확장을 이끌 것으로 기대된다. 관광 레저의 영역에서는 예술적인 수중 구조물 설치와 같은 새로운 수익 창출의 기회가 생길 것으로 전망되며 잠수정을 통한 해양 과학 탐구는 교육적 가치를 제공할 것이다. 이에 따라 향후 잠수정 운행을 위한 관련 법규와 해양 환경 보존을 위한 가이드라인의 재검토 및 수립이 필요하며 이를 통해 산업의 지속가능성과 발전을 도모할 수 있다.

참고문헌

1. Anna M. Addamo외 9명, The EU Blue Economy Report 2021, The European Union, 2021
2. 해양수산부, 해양 레저관광 활성화 대책, 해양수산부, 2019
3. Triton, Triton-Luxury Submersibles, © Triton Submarines LLC, 2023
4. Uboat Worx-General Brochure February 2023-submarine, Uboat Worx, 2023
5. Weicheng Cui, Journal of Marine Science and Application, Journal of Marine Science and Application, 2019
6. www.defencedirecteducation.com
7. www.forbes.com
8. www.gca.org
9. www.mechstuff.com
10. www.seamagine.com
11. www.watersportswhiz.com