

Navegación autónoma

Enrique Juan González Conejero

juanenrique.gonzalez@uca.es

Agosto 2024

Resumen

La evolución de las capacidades tecnológicas equiparan un teléfono móvil de bajo coste a los grandes ordenadores de hace 20 o 30 años. Estas mejoras se incorporan en cada proceso industrial y la navegación es un proceso complejo y con alto riesgo, consecuentemente, está siendo objeto de investigación e implantación de tecnologías digitales desde hace bastantes años.

Este artículo va de esos buques, barcos o incluso barcazas que son capaces de realizar trabajos de manera autónoma. Desde recoger basura y contaminación hasta ser usados como arma de guerra al estilo de los drones aéreos.

Como siempre es difícil definir cuándo se empieza a pensar en la automatización de los buques. Quizás el primer paso fue la incorporación del radar y posteriormente de las cartas digitales. Más cercano en el tiempo, en septiembre de 2015, Lloyd's Register of Shipping (LR), QinetiQ Group y la Universidad de Southampton publicaron conjuntamente el informe "Global Marine Technology Trends 2030" [1] en el que el tema de los buques inteligentes figura como una de las ocho tecnologías marinas clave en el futuro. A futuro la Organización Marítima Internacional está trabajando para establecer un marco legal en el que los buques no tripulados puedan coexistir con los tripulados. [2]

Capacidades

Invertir una gran cantidad de dinero en un buque completamente autónomo sin una fuerte experiencia previa no parece lógico. Consecuentemente las navieras se preparan con mucha cautela. Las cantidades y la complejidad de los negocios marinos no permiten aventuras financieras si no existe una rentabilidad garantizada. Esto implica a los armadores, los consignatarios, los transitorios, las aseguradoras, así como a la seguridad tanto de las tripulaciones como la marítima y marina. Así pues, no es pensable que se produzca un salto desde el buque tripulado al no tripulado. Más bien se producirá una disminución progresiva de la tripulación hasta llegar a un mínimo en unos casos o a su total desaparición en otros. En el camino se habrán de implementar grados secuencialmente más altos de autonomía. En junio de 2017 la 98a sesión del Comité de Seguridad Marítima (MSC) de la Organización Marítima Internacional (OMI) se celebró en la sede de la OMI en Londres (MSC 2019). En esta sesión se definió las clases de autonomía que un buque de este tipo podría tener:

- Grado uno: Buque con procesos automatizados y soporte a la decisión: Personal a bordo para operar y controlar los sistemas. Algunas operaciones pueden ser automatizadas incluso puntualmente sin supervisión, pero con personal a bordo preparado para asumir el control.
- Grado dos: Buque controlado remotamente con personal a bordo: el buque está controlado y operado desde otra ubicación (Otro buque o tierra). El personal a bordo está disponible para tomar el control y operar los sistemas.
- Grado tres: Barco controlado remotamente sin personal a bordo: el buque es controlado y operado desde otra ubicación. No personal a bordo.
- Grado cuatro: Barco totalmente autónomo: el sistema operativo del buque es capaz de tomar decisiones y determinar acciones por sí mismo.

Esta evolución ya está produciendo buques operativos y con múltiples usos. Es significativo que una parte importante del empuje hacia el futuro se debe a las iniciativas de las marinas de guerra. Evidentemente de aquellas marinas que cuentan con una alta capacidad de financiación y en un entorno tecnológico que pueda soportar la complejidad de los proyectos.

La meta final de esta evolución es la puesta en producción de buques que no precisen de la intervención humana o que está sea la mínima posible. Se ha demostrado que la mayor parte de los accidentes marítimos se deben a fallos humanos.[1] (Quizás es indemostrable la cantidad de accidentes que los humanos evitaron). Factores inherentes a los riesgos que la propia navegación conlleva, el espacio para la habitabilidad en el buque, la escasez y costes del personal son ya de por sí motivos suficientes para avanzar en una navegación muy cercana a la autonomía total.

El modelo propuesto es el de una o pocas personas controlando la navegación de varios buques desde una sala de control en tierra o a bordo de otro buque. Este modelo no es una idea en el aire y ya existen sistemas que la implementan [2] [3].

Así pues, nos encontramos en un estado de transición en el que buques controlados remotamente van a convivir con buques tripulados. Las compañías navieras que sepan o puedan aprovechar estas tecnologías dispondrán de una ventaja competitiva importante frente al resto.

En lo que sigue se van a presentar distintos ejemplos del uso de estos buques.

Usos militares

Los ejércitos han de mantenerse tan actualizados como sea necesario. El uso de tecnologías que puedan ser controladas a distancia con un mínimo riesgo para el controlador y con altas capacidades es obviamente muy interesante.

Los buques autónomos junto con los drones pueden dar forma a tácticas y estrategias antes impensables. Las marinas de los países desarrollados cuentan ya con unidades dedicadas a la investigación y desarrollo de estos elementos que será los protagonistas de la guerra del futuro.

Dentro del escenario de estos desarrollos militares la infraestructura de comunicación es vital y quizás sea su talón de Aquiles. Es cierto que este mismo factor puede ser una debilidad en el mundo civil, sin embargo, los riesgos asociados a la pérdida total o parcial de comunicación con un sistema autónomo militar son mucho mayores. La opción de confiar toda la operación a la inteligencia artificial puede ser muy arriesgada. Dicho de otro modo: dejar que las máquinas hagan la guerra por su sola cuenta no parece una buena idea.

[4] En la guerra actual las comunicaciones son un factor importantísimo. El enemigo va a intentar por todos los medios inducir fallos en estas comunicaciones a la vez que protege las suyas. Así pues, encontrar un método que elimine las interferencias es crucial. Para un buque no tripulado la importancia de su localización es evidente. Así pues, en el caso de uso de este tipo de buques la interferencia contra los sistemas de posicionamiento son el talón de Aquiles de la tecnología.

La marina de los EEUU está desarrollando un sistema de nodos que emiten un ruido controlado de manera que los buques no tripulados puedan filtrar con facilidad tal ruido y, simultáneamente obstaculizar la transmisión enemiga.

A menudo se requiere nueva tecnología de sensores para combatir las ciberamenazas en constante evolución. Los buques autónomos dependen de los sistemas globales de navegación por satélite (GNSS), conocidos por sus vulnerabilidades de seguridad. Los ataques maliciosos que interrumpen las operaciones de los buques autónomos podrían provocar importantes daños ambientales y financieros, e incluso riesgos para la seguridad humana. Los nodos con ruido artificial podrían proteger contra terceros que intenten interferir las señales del GNSS.



Pacific 24 RIB

[5][6] También en EEUU se está desarrollando un sistema estratégico basado en la construcción de miles de submarinos, buques de superficie y drones aéreos.

Según el Wall Street Journal [7] este ambicioso proyecto puede caer en saco roto debido a la falta de recursos para la pruebas y ensayos necesarios, lo que no deja de sorprender en el caso de EEUU.

[8] La marina real británica no se queda atrás en el desarrollo de buque autónomos. Para ello ha creado un grupo de expertos al que ha etiquetado como NavyX.

El objetivo principal de NavyX es el desarrollo de capacidades autónomas y sin tripulación. Hay otros proyectos, pero actualmente la actividad se centra en las pruebas realizadas en el XV PTBK y el desarrollo del autónomo Pacific 24 RIB (APAC24).

NaxyX llevó a cabo las primeras pruebas de un prototipo de buque autónomo (MADFOX). Este buque fue capaz de lanzar drones contra buques de superficie. Este trabajo tuvo como objetivo principal explorar cuestiones relacionadas con la seguridad de los buques autónomos, el cumplimiento normativo, la misión potencial y las cargas útiles. Las pruebas de MADFOX culminaron con el lanzamiento de un sistema de drones camicaces Switchblade de 300 controlados desde tierra en 2021

[9] En España Navantia ha fabricado una versión mejorada de su buque no tripulado Vendaval, lo han bautizado como Poniente. El buque tiene una eslora de 12 metros, una manga de 3,8 metros, una capacidad de rescate de hasta seis personas, y una velocidad máxima de 20 nudos. Su maniobrabilidad es extraordinaria permitiendo un giro sobre sí mismo y desplazamiento lateral.



USB Poniente (Navantia)

[10][11] Nuevo concepto de buque semiautónomo: Buques arsenales.

Un informe de la marina británica apunta a un concepto que se está desarrollando en los EEUU:

La teoría detrás de estos buques es, según dicho informe “proporcionar una mayor cantidad de misiles y distribuirlos en más plataformas, minimizando las consecuencias de perder uno por acción del enemigo. Serán semiautónomos, con instrucciones y capacidades de sensores provenientes de naves nodrizas o en tierra”.

La marina de EEUU está planeando la construcción entre 2025 y 2028 de nueve grandes buques arsenales. Estos buques desplazarán entre 1800 y 2000 toneladas. La armada australiana también está pensando en la adquisición de seis de este tipo de buques.

La principal ventaja de los buques arsenal radica en su capacidad para dispersar una gran cantidad de misiles a través de múltiples plataformas, lo que reduce el riesgo asociado con la pérdida de un solo buque debido a la acción enemiga y mejora la capacidad de supervivencia de la flota. Estos buques semiautónomos serán controlados por naves nodrizas o instalaciones en tierra. Como cualquier buque no tripulado su talón de Aquiles es la posible interferencia en la comunicación con su centro de mando.

[12] [13] Navantia lleva varios años dedicando recursos de I+D+i al tema de vehículos no tripulados, El programa CITIUS, y una serie de programas como el VENDAVAL, para la autoridad portuaria de Ceuta o el vehículo PONIENTE para misiones de vigilancia y rescate, así como el sistema NAIAD para la integración de cualquier vehículo dentro del sistema de mando y control del buque nodriza.

Ejercicios como el OTAN DYMS23 (Dynamic Messenger 2023) y colaboraciones con distintas tintas empresas, entre las que podemos destacar la empresa española Hisdesat ha hecho posible que las comunicaciones se hagan vía satélite, eliminando así las limita-



Sala de control de NAIAD

ciones de la distancia.

[14] XV Patrick Blackett (X01) es un barco experimental utilizado por la marina británica como banco de pruebas para nuevas tecnologías, incluidos vehículos submarinos no tripulados, vehículos de superficie no tripulados y navegación cuántica. Se trata de un



XV Patrick Blackett [15]

barco de suministros adaptado por el grupo NavyX .

[16] La Marina Real del Reino Unido ha desplegado sus lanchas patrulleras clase Archer P2000 en los países bálticos para demostrar operaciones autónomas de búsqueda de



minas en el Golfo de Riga en Letonia. Según la marina británica este campo “histórico” todavía tiene 80.000 minas y otros restos sin explotar en el fondo del mar El primer ejercicio es parte del ejercicio anual de la OTAN para afirmar la interoperabilidad. Durante el ejercicio, el Escuadrón de las Fuerzas Costeras Británicas navegó con los barcos Archer cuarto y séptimo, HMS Pursuer (P273) y HMS Puncher (P291),

hacia el Golfo de Riga en Letonia para probar sus equipos expedicionarios de caza de minas para misiones en el extranjero. .

Los buques contaron con la asistencia del Mine and Threat Exploitation Group, con sede en Escocia, y su dron submarino autónomo IVER 3, que proyectaba una imagen en vivo del fondo marino mientras buscaba minas potenciales. Las pruebas de contramedidas



3 P273 [17]



IVER3[18]

concluyeron con el equipo inspeccionando 620.000 metros cuadrados de un área que estuvo fuertemente sembrada de explosivos en ambas Guerras Mundiales.

Usos civiles



Recogedor de basura de Clear Robotic

Recogedor de basura en lagos [19]

Este desarrollo está pensado para recoger basuras en lagos. Lo desarrolla la empresa Clear Robotics

El buque puede seguir una ruta previamente marcada, evitar obstáculos, volver al punto de inicio si pierde la señal de control y cargar varias toneladas de basura.



Vehículo Acuático Roboat

Trasporte fluvial

Un apunte más sobre el desarrollo de buques autónomos son las inversiones que algunas empresas están haciendo. Un ejemplo de ello es la empresa de holandesa Roboat, ha recaudado 550.000 euros en financiación de LUMO Labs y SHIFT Invest [20]. La compañía, derivada del MIT y el Instituto de Soluciones Metropolitanas Avanzadas (AMS) de Ámsterdam, planea transformar el transporte fluvial urbano con embarcaciones totalmente autónomas que ofrezcan conocimiento de la situación, apoyo a la toma de decisiones, identificación y evitación de obstáculos, navegación autónoma y atraque y amarre automatizados.

La empresa ha desarrollado software de inteligencia artificial para navegar por las vías navegables interiores holandesas, con mucho tráfico, y puede integrarse en vehículos nuevos o adaptarse a barcos comerciales responsables del transporte de personas, la entrega de mercancías y la recogida de residuos.

Rescate de personas

Una de las tantas cuestiones que gravitan sobre los barcos completamente autónomos es el posible rescate de personas. La legislación internacional es clara. En el artículo 98 de la ley de seguridad marítima se dispone que cualquier buque tiene la obligación de rescate a las personas en peligro. Este rescate es complejo de por si en el caso de buques tripulados. En el caso de buques sin tripulación se plantea una problemática importante sobre la ca-



pacidad y la seguridad. Una de las iniciativas para resolver el problema lo está llevando a cabo la empresa de tecnología escocesa Zelim [21] .

La empresa con sede en Edimburgo es pionera en una gama de tecnologías y sistemas inteligentes impulsados por inteligencia artificial capaces de rescatar a una persona varada



en el mar con poca intervención humana.

Investigación

[22] También en la investigación de fondos marinos se están desarrollando elementos

autónomos. iDROP está desarrollando nodos autónomos que pueden desplegarse en el fondo marino sin soporte de superficie.

El método actual para colocar los nodos, que captan las ondas reflejadas durante los estudios sísmicos, implica la participación de embarcaciones y tripulaciones especializadas. Basta que un miembro del equipo se enferme para interrumpir toda la investigación.

La forma de hacerlo es explotar el tranquilo fondo del océano para permitir que sus nodos se comuniquen con otros miembros del enjambre y con el barco, utilizando la acústica. Esto se facilita al tener nodos verticales que no estén obstruidos por la topología del fondo marino.

La comunicación nodo a nodo se utiliza para la navegación y, como enjambre, para producir conjuntos de datos sísmicos relativamente pequeños, pero de alta resolución. En el futuro, permitirá que el enjambre informe al buque de lanzamiento incluso si el buque se ha movido más allá del alcance de un nodo individual.

[23] No podía faltar en este grupo una experiencia de navegación oceánica. Un pequeño buque del tamaño de una tabla de surf realizó un viaje de 2500 millas San Diego, Califor-



Buque autónomo Seats

nia, hasta Pearl Harbor, Hawái. El viaje de 10 semanas también demostró la navegabilidad del buque mientras operaba continuamente en condiciones complicadas. Seasats fabrica buques autónomos con energía solar para uso militar y comercial con el nombre de producto Lightfish, que funcionan de forma autónoma en todos los entornos marítimos durante un máximo de seis meses.

[3] Quizás la empresa con más desarrollo en buques autónomos es Kongsberg Maritime. La estrategia mencionada de centralizar en un solo espacio el control de varios buques no tripulados se ha visto refrendada por la sociedad de clasificación DNV. Esta sociedad ha dado el visto bueno a las pruebas del traspaso del trabajo del jefe de máquinas de una serie de buques autónomos a una sala de control en la que un supervisor monitoriza el estado de la maquinaria de un conjunto de embarcaciones. Los buques monitorizados serán el primer buque portacontenedores totalmente eléctrico del mundo, Yara Birkeland; y un par de barcas eléctricas operadas por el minorista de comestibles noruego ASKO, llamadas Marit y Therese.

Se espera que a finales de 2024 se otorgue la aprobación total para lo que se conoce como funcionalidad “Chief-to-Shore”, una vez que se haya llevado a cabo un período de prueba,

supervisado por DNV y la Autoridad Marítima de Noruega.

[24] La empresa francesa Exail ha construido un buque de investigación no tripulado. La nave está diseñada para operaciones de larga duración de hasta 30 días. Exail dijo que se beneficia de una autonomía de 3.500 millas náuticas y puede desplegar múltiples cargas



Buque autónomo Exail

útiles y activos submarinos

El buque fue diseñado para ser capaz de soportar condiciones oceánicas extremas. La nave también tiene un sistema de propulsión híbrido, y tendrá capacidad de instalación de sistemas de detección y evitación de obstáculos mediante inteligencia artificial.

Su gran tamaño permite una variedad de cargas útiles que incluyen ecosondas multihaz, perfiladores del subfondo y sistemas acústicos de comunicación y posicionamiento submarino. La nave también cuenta con un sistema de lanzamiento y recuperación para desplegar vehículos remolcados operados remotamente (ROTV), vehículos operados remotamente (ROV) de inspección y vehículos submarinos autónomos (AUV).

Según Exail el buque es particularmente adecuado para estudios científicos e hidrográfi-



Buque autónomo de COSCO Shipping

cos de profundidad oceánica, estudios geofísicos e inspecciones de infraestructura submarina, que pueden requerir el despliegue de múltiples robots.

[25] La Universidad Marítima de Dalian (DLMU) en China recibió recientemente un nuevo barco de investigación construido localmente por COSCO Shipping Heavy Industry en sus instalaciones de Dalian. Lo reseñable de este buque es que siendo un buque con capacidad de navegación autónoma cumple con las normas de la Sociedad de Clasificación China.

Es capaz de realizar navegación autónoma -ya sea con tripulación embarcada o totalmente sin tripulación- en aguas abiertas y cuenta con los sistemas necesarios para la gestión inte

ligente de la sala de máquinas y el control remoto. Un sistema de automatización integrado recopila datos de los diversos sensores submarinos y de superficie de la embarcación para proporcionar una vista de 360 grados del entorno de navegación circundante. para proporcionar una vista de 360 grados del entorno de navegación circundante.

Actualizando la norma

Parte fundamental del negocio marítimo es el marco jurídico en el que se mueve. La mayor parte de las naciones han suscrito un número importante de convenciones internacionales que con las normativas nacionales forman ese marco. Con los nuevos buques ya en funcionamiento el marco ha de ser modificado para que buques de cualquier tipo puedan coexistir. Un botón puede servir de muestra de la complejidad de dicha adaptación:

El Reglamento Internacional de Prevención de Abordajes prevé que en caso necesario se priorice la seguridad a la misma norma. Teniendo en cuenta los tiempos de retardo entre la comunicación y el centro de control ¿Se tendrá la suficiente agilidad?

Parece lógico que las armadas bien financiadas podrán contar con elemento autónomos si no los tienen ya, pero el escenario comercial no es el mismo y solo bajo una experiencia demostrada las navieras en general apostarán por este tipo de buques. La Organización Marítima Internacional lleva trabajando en un cuerpo normativo que permita la convivencia de buques autónomos y buques tripulados. [26]La OMI está redactando un código legislativo para regular los buques marítimos autónomos de superficie (MASS) para garantizar que estos buques autónomos operen de forma segura en coexistencia con los buques convencionales.

La autoridad marítima internacional espera finalizar y adoptar un Código MASS no obligatorio en mayo de 2025, basándose en los avances hasta la fecha. Según el Comité de Seguridad Marítima (MSC) de la OMI, esto es parte de una larga hoja de ruta para tener un código regulatorio obligatorio completo en vigor después de 2030.

El siguiente paso es desarrollar un marco para una fase de creación de experiencia en el uso de MASS. Para 2028, MSC espera comenzar a desarrollar el Código MASS obligatorio, basado en el Código no obligatorio, y considerar enmiendas o un nuevo capítulo en SOLAS, que permita la adopción del Código MASS. MSC tiene como objetivo adoptar el Código MASS obligatorio antes del 1 de julio de 2030 para que entre en vigor el 1 de enero de 2032. A 8 años vista la OMI parece prever un aumento importante de los buques autónomos. Como se ha visto la industria está invirtiendo muchísimo esfuerzo en ello. La reducción de las tripulaciones es ya un hecho. La eliminación total está por ver a medio plazo.

Conclusiones

Se estima que el tamaño del mercado mundial de vehículos de superficie no tripulados crecerá en 2,31 mil millones de dólares entre 2024 y 2028, según Technavio. [27] creciendo a una tasa compuesta anual de más del 14,19% durante ese periodo. El aumento de la investigación y la inversión en los buques no tripulados está impulsando el crecimiento del mercado, con una tendencia hacia un mayor énfasis en el uso de la inteligencia artificial en ellos.

Sin embargo, las dificultades de que una parte importante de la flota no sea tripulada son

evidentes. De un lado el riesgo de la pérdida de la carga y de la inversión desplegada como consecuencia de la pérdida de comunicación con el buque.

Otro punto a tener en cuenta es la dificultad legal de asignar la responsabilidad de un accidente. Problemas con la comunicación, con el hardware, con el software, con la construcción, etc. pueden ocasionar graves accidentes.

Bibliografía

- [1] A.M. Rothblum, “Human Error and Marine Safety,” U.S. Coast Guard Res. Dev. Cent., pp. 1–9, 2000, [Online]. Available: <https://www.google.co.za/webhp?sourceid=chrome-instant&ion=1&espv=2&ie=UTF-8#>
- [2] “Nuevos avances en el camino hacia los buques autónomos.” Accessed: Jul. 22, 2024. [Online]. Available: https://www.cadenadesuministro.es/noticias/nuevos-avances-en-el-camino-hacia-los-buques-autonomos_462053_102.html
- [3] “Kongsberg Maritime takes another step towards autonomous vessel operation with approval to move Chief Engineer role to shore | Hellenic Shipping News Worldwide.” Accessed: Jul. 21, 2024. [Online]. Available: <https://www.hellenicshippingnews.com/kongsberg-maritime-takes-another-step-towards-autonomous-vessel-operation-with-approval-to-move-chief-engineer-role-to-shore/>
- [4] “Antijamming Nodes for Autonomous Vessels | Proceedings - July 2024 Vol. 150/7/1,457.” Accessed: Jul. 11, 2024. [Online]. Available: <https://www.usni.org/magazines/proceedings/2024/july/antijamming-nodes-autonomous-vessels>
- [5] “Navy Test Ship Shortage Slows Development Of Autonomous Weapons.” Accessed: Jul. 20, 2024. [Online]. Available: <https://www.forbes.com/sites/craighooper/2024/07/11/navy-test-ship-shortage-slows-development-of-autonomous-weapons/>
- [6] “US Unveils ‘Hellscape’ Drone Strategy to Deter Chinese Taiwan Invasion | Noah News.” Accessed: Jul. 23, 2024. [Online]. Available: <https://noah-news.com/us-unveils-hellscape-drone-strategy-to-deter-chinese-taiwan-invasion/>
- [7] “High-Tech American Weapons Work Against Russia—Until They Don’t - WSJ.” Accessed: Jul. 23, 2024. [Online]. Available: <https://www.wsj.com/world/us-weapons-russia-ukraine-0eed240c>
- [8] “NavyX – introducing new technology to the Royal Navy fleet | Navy Lookout.” Accessed: Jul. 20, 2024. [Online]. Available: <https://www.navylookout.com/navyx-introducing-new-technology-to-the-royal-navy-fleet/>
- [9] “El USV Poniente de Navantia en aguas gaditanas - Navantia.” Accessed: Jul. 28, 2024. [Online]. Available: <https://www.navantia.es/es/actualidad/notas-prensa/el-usv-poniente-de-navantia-en-aguas-gaditanas/>
- [10] “Britain needs Arsenal Ships says report.” Accessed: Jul. 21, 2024. [Online]. Available: <https://ukdefencejournal.org.uk/britain-needs-arsenal-ships-says-report/>
- [11] “lethal Royal Navy : Sharpening Britain’s naval,” 2024.
- [12] “NAIAD NAIAD EL SISTEMA AVANZADO DE INTEGRACIÓN TÁCTICA DE VEHÍCULOS NO TRIPULADOS (NAIAD) ES UN SISTEMA DE MANDO Y CONTROL DESARROLLADO POR NAVANTIA”, Accessed: Jul. 28, 2024. [Online]. Available: www.navantia.es
- [13] “Navantia despliega con la OTAN cuatro drones desde el BAM Furor coordinados por su sistema Naiad.” Accessed: Jul. 28, 2024. [Online]. Available: <https://www.infodefens->

- [14] “NavyX experimental vessel, XV Patrick Blackett, spotted off the Isle of Wight.” Accessed: Jul. 21, 2024. [Online]. Available: <https://onthewight.com/navyx-experimental-vessel-xv-patrick-blackett-spotted-off-the-isle-of-wight/>
- [15] “Royal Navy takes delivery of new experimental vessel | Navy Lookout.” Accessed: Jul. 23, 2024. [Online]. Available: <https://www.navylookout.com/royal-navy-takes-delivery-of-new-experimental-vessel/>
- [16] “British Archer Patrol Ships Conduct Autonomous Mine-Hunting in Baltics.” Accessed: Jul. 21, 2024. [Online]. Available: https://www.thedefensepost.com/2024/06/26/uk-archer-patrol-mine-hunting-baltics/?utm_content=cmp-true
- [17] “HMS Pursuer (P273) - Portsmouth | Royal Navy Archer class P2... | Flickr.” Accessed: Jul. 23, 2024. [Online]. Available: <https://www.flickr.com/photos/jahenton/51519400149>
- [18] “Blue Ocean Monitoring receives L3Harris Technologies Iver3 AUV — Blue Ocean Marine Tech Systems.” Accessed: Jul. 24, 2024. [Online]. Available: <https://www.blueoceanmts.com/news/blog-post-three-tak7s>
- [19] C. R. Kurt Knutsson, “Autonomous trash-gobbling robot boat wages war on waterway waste,” Fox News, Jun. 2024, Accessed: Jul. 22, 2024. [Online]. Available: <https://www.foxnews.com/tech/autonomous-trash-gobbling-robot-boat-wages-war-waterway-waste>
- [20] “Amsterdam’s Roboat raises €550K for autonomous boat tech - Tech.eu.” Accessed: Jul. 11, 2024. [Online]. Available: <https://tech.eu/2024/07/04/amsterdams-roboat-raises-eur550k-for-autonomous-boat-tech/>
- [21] “Scottish tech firm developing AI-driven offshore search and rescue.” Accessed: Jul. 12, 2024. [Online]. Available: <https://www.energyvoice.com/oilandgas/north-sea/rigs-vessels/555777/the-scottish-tech-firm-developing-fully-automated-offshore-search-and-rescue/>
- [22] “Autonomous Survey Technology: Cutting the Umbilical.” Accessed: Jul. 21, 2024. [Online]. Available: <https://www.oedigital.com/news/514718-autonomous-survey-technology-cutting-the-umbilical>
- [23] “L3harris, Seasats Trial Autonomous Ops.” Accessed: Jul. 21, 2024. [Online]. Available: <https://www.marinetechologynews.com/news/l3harris-seasats-trial-autonomous-637843>
- [24] “Transoceanic-capable USV completes initial sea trials.” Accessed: Jul. 21, 2024. [Online]. Available: <https://www.bairdmaritime.com/unmanned/unmanned-survey/transoceanic-capable-usv-completes-initial-sea-trials>
- [25] “Dalian Maritime University Receives Xinhongzhuan, Advanced Training and Research Vessel with Autonomous Capabilities.” Accessed: Jul. 20, 2024. [Online]. Available: <https://www.bairdmaritime.com/work-boat-world/research-environment-training/vessel-review-xinhongzhuan-chinese-training-vessel-with-intelligent-navigation-research-capability>
- [26] “Riviera - News Content Hub - One year to go for IMO non-mandatory MASS Code.” Accessed: Jul. 21, 2024. [Online]. Available: <https://www.rivieramm.com/news-content-hub/one-year-to-go-for-imo-non-mandatory-mass-code-81022>
- [27] “Unmanned Surface Vehicle Market size is set to grow by USD 2.31 billion from 2024-2028, Increased research and investment in USVs to boost the market growth, Technavio.” Accessed: Jul. 21, 2024. [Online]. Available: <https://es.finance.yahoo.com/news/unmanned-surface-vehicle-market-size-222000779.html>