



Robots submarinos

Pablo Aguado Álvarez

Pablo García García

Daniel Jubera Piñero



1. Introducción

Introducción

- La superficie de la Tierra es 70% agua
- Se han creado robots para trabajar en este medio
- UUV, vehículos submarinos no tripulados
- Desarrollan diversas aplicaciones que hasta ahora eran muy difíciles o imposibles
- Presentan una serie de desventajas debido al medio en el que operan.

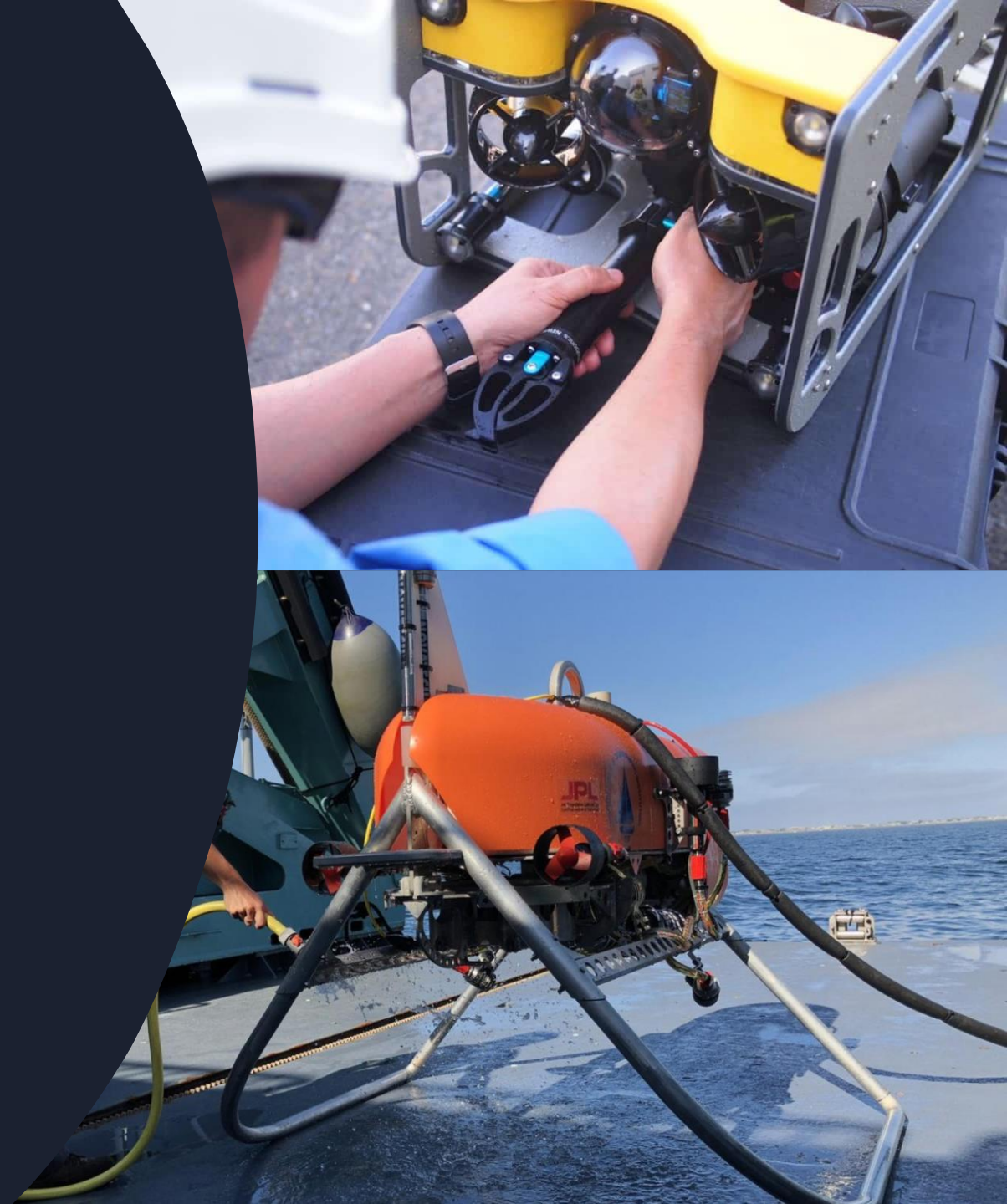




2. Componentes de robots submarinos

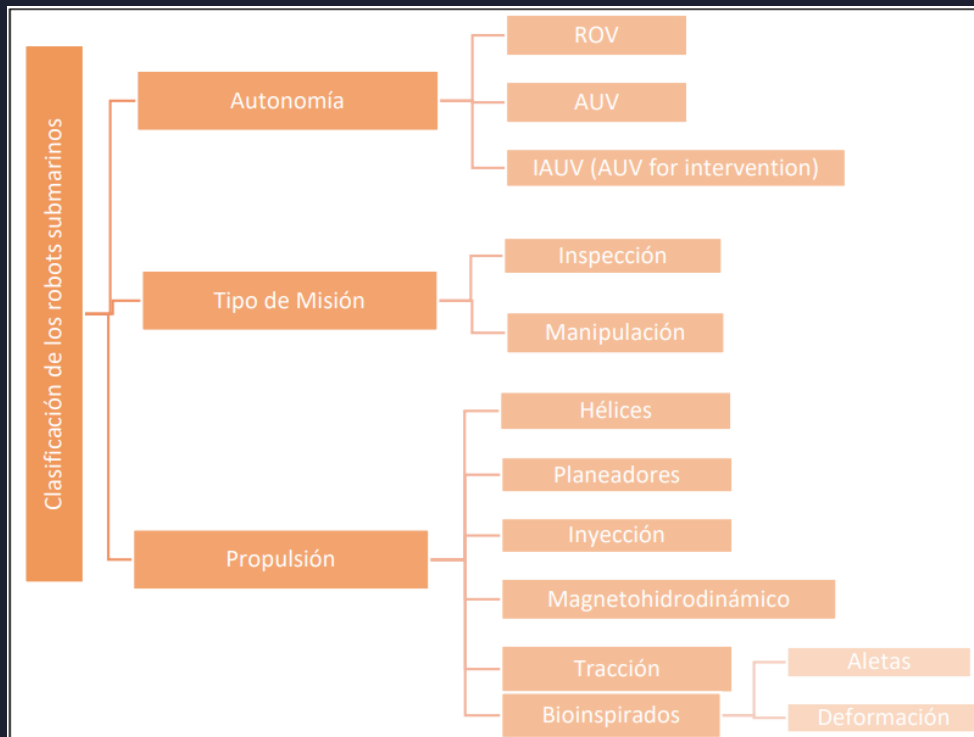
Componentes de robots submarinos

- **Cabina**
Estructura donde se montará el sistema eléctrico
- **Sensores**
Dotan de información al robot
- **Sistemas de propulsion**
Permiten el desplazamiento del robot
- **Fuentes de energía**
Como las baterías, que ofrecen la energía al Sistema
- **Otros**
Como brazos robóticos, requeridos para algunas tareas





3. Clasificación de los robots submarinos



Los robots submarinos se pueden clasificar de diferentes maneras.

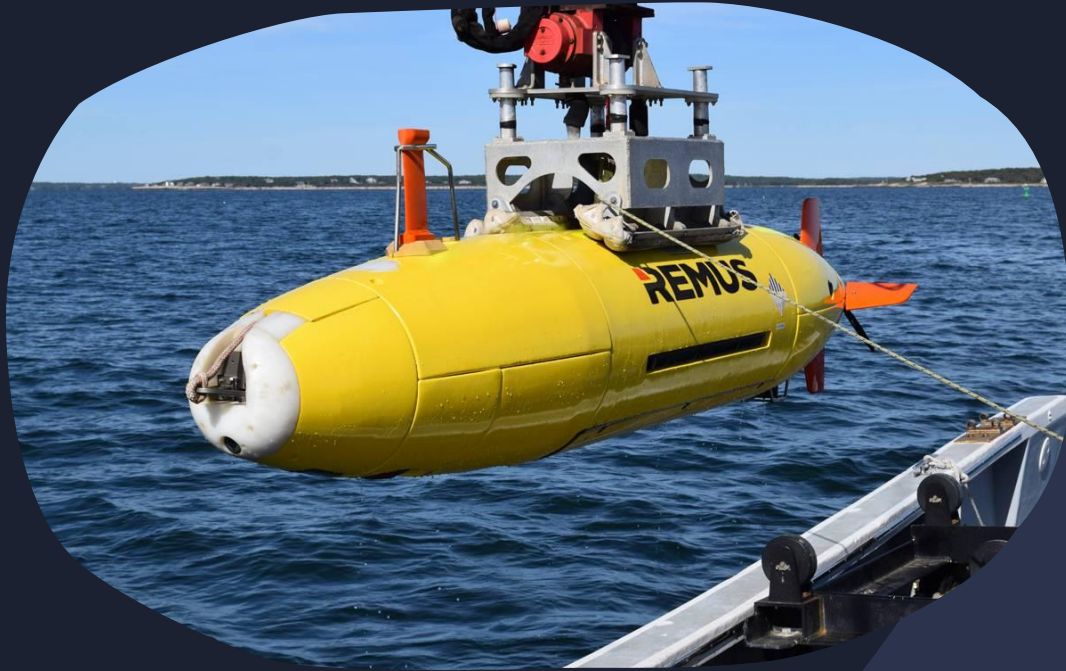
- Se puede tener en cuenta:
- El nivel de autonomía
- El tipo de misión que se va a realizar
- El sistema de propulsión que utilizan para desplazarse

AUTONOMÍA: ROV



- Los robots submarinos operados remotamente son aquellos robots que son controlados por un operario de forma remota, a bordo de un barco de apoyo en la superficie, mediante un sistema de cableado donde recibe y envía información al usuario, así como también se provee de energía al robot
- Los ROV pueden realizar una amplia gama de tareas, como inspecciones visuales, seguridad ambiental y perforación en alta mar.
- La industria del petróleo y el gas en alta mar compra aproximadamente el 50% de todos los ROV, ya que sus instalaciones requieren una inspección frecuente que es realizada en su mayoría mediante estos
- Al mismo tiempo, las organizaciones encargadas del salvamento oceánico y la seguridad portuaria utilizan cada vez más los ROV como herramientas eficaces para una variedad de
- Estos robots pueden fabricarse de un tamaño mucho menor a otros ya que el sistema de control está fuera de la estructura del robot.
- El principal inconveniente de los ROV es que el vehículo está conectado físicamente al barco o la estación, lo que da como resultado una maniobrabilidad del vehículo restringida y un rango de misión corto. Las cuerdas pueden enredarse o limitar la capacidad del vehículo para sortear obstáculos.

AUTONOMÍA: AUV



- Se consideran una evolución del ROV.
- Los robots submarinos autónomos son vehículos capaces de funcionar de manera independiente ya que poseen un sistema de control incorporado, así como baterías para proveerse de energía.
- Son vehículos autopropulsados, no tripulados y sin ataduras que se mueven de forma independiente a través del océano sin control en tiempo real por parte de operadores humanos.
- Los AUV también pueden tomar decisiones de manera inteligente y cambiar sus perfiles de misión en función de los cambios en los datos ambientales.
- Los AUV reducen los altos costos de exploración y muestreo oceánicos al tiempo que aumentan la disponibilidad, calidad y cantidad de datos marinos científicos.
- Se usan principalmente para experimentos científicos y para realizar muestreos y toma de datos.
- La principal desventaja de los AUV es su baja capacidad de adaptación al cambio ambiental y la escasa capacidad de la intervención autónoma.

AUTONOMÍA: IAUV



- Una fusión de ambas tecnologías serían los robots IAUV.
- El sistema IAUV está diseñado para realizar operaciones similares a las del ROV, pero sin tantas limitaciones y de forma autónoma o supervisada.
- El robot lleva su propio suministro de energía. Además, la manipulación es una tarea compleja que implica un alto grado de autonomía, lo que impone por el momento mantener al operador en el circuito de decisión y control.
- Aunque en una primera instancia, estos robots realizan un muestreo de forma autónoma del terreno, es el usuario u operario el que, una vez recabada la información, decide el punto donde se realizaría la intervención supervisada.
- Estos sistemas están conectados acústicamente con la nave nodriza, mediante una transmisión acústica vertical.
- Su naturaleza aerodinámica, con el fin de reducir el consumo de energía y su capacidad para realizar una estabilización de pose robusta, requieren diferentes tipos de actuación

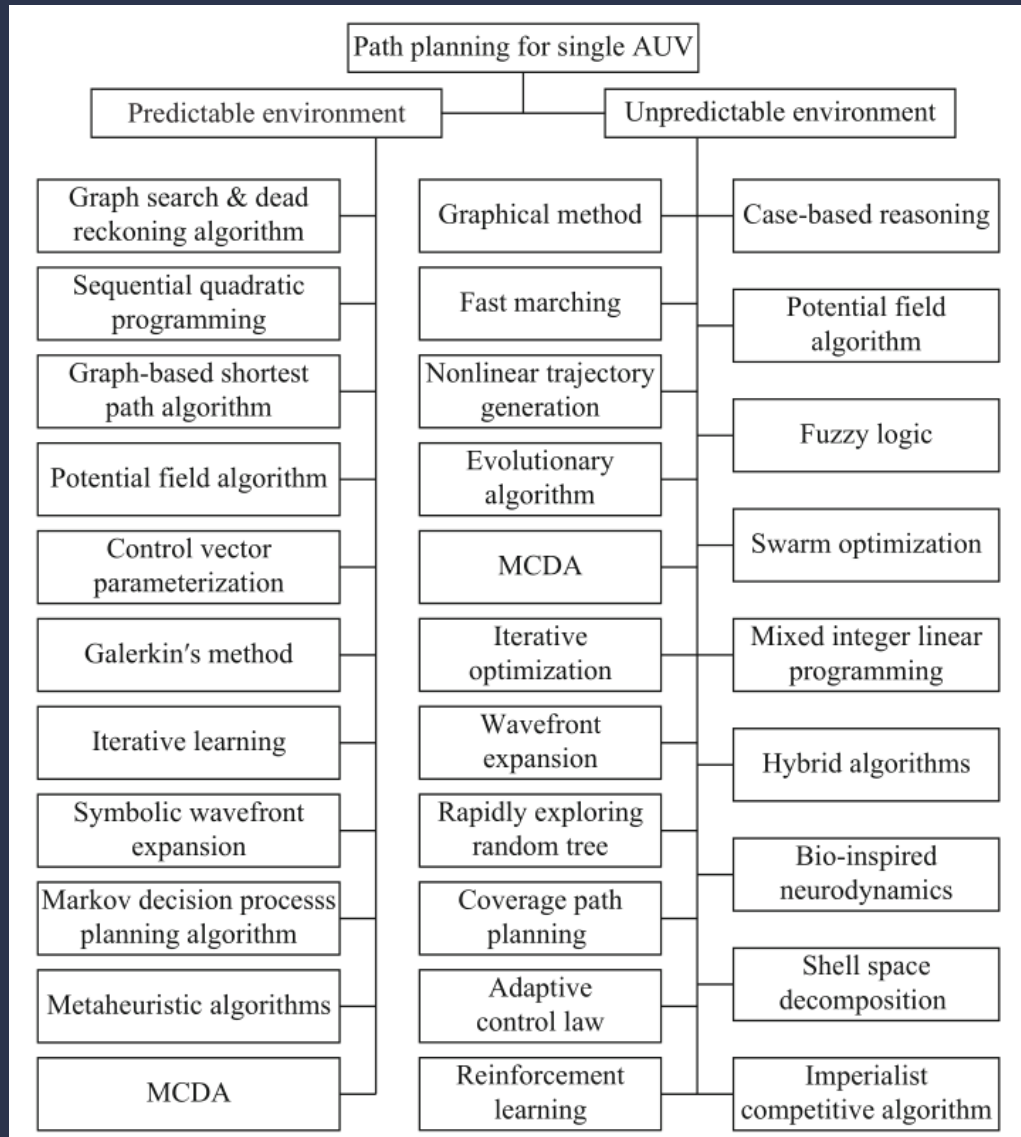
MISIÓN

- De inspección: Consiste principalmente en la exploración y la adquisición de datos en los medios submarinos.
- De manipulación: Consiste básicamente en la manipulación de objetos y utensilios bajo el agua.





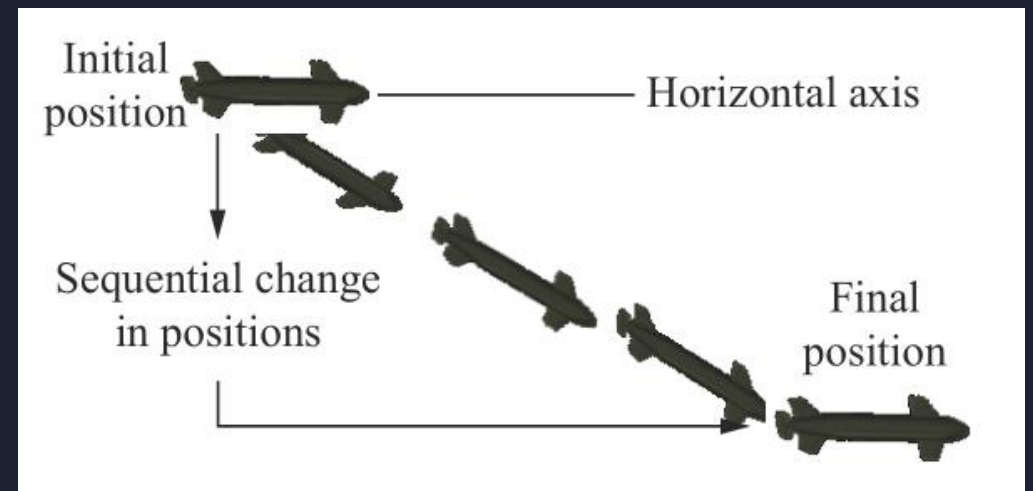
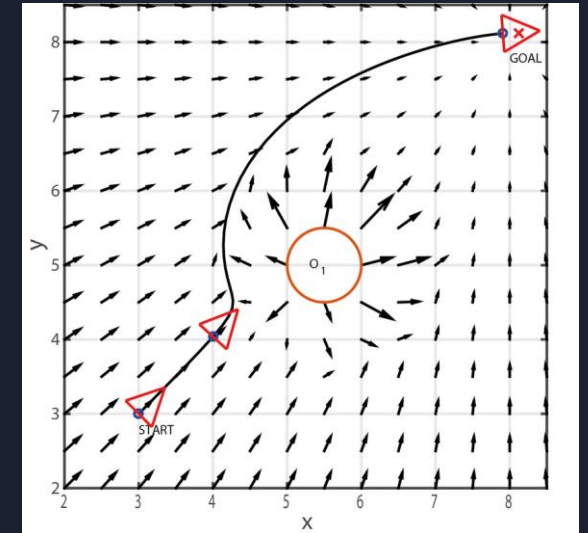
4. Algoritmos de navegación



Algoritmos de
planificación de
rutas para entorno
predecible e
impredecible

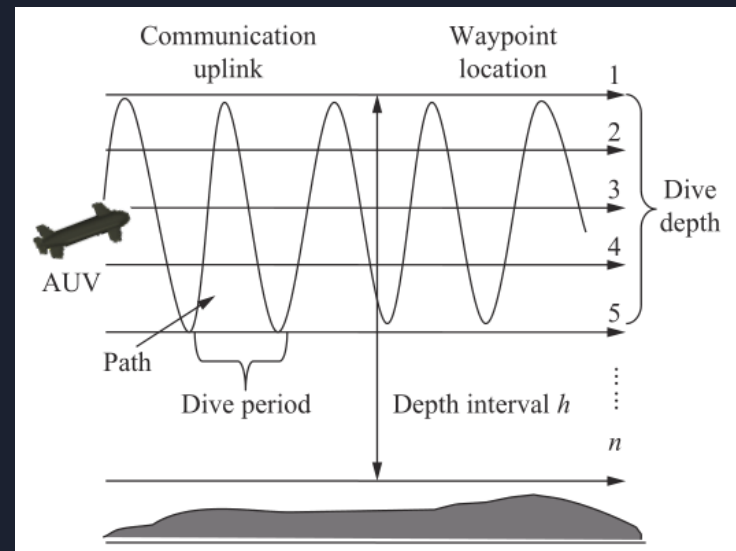
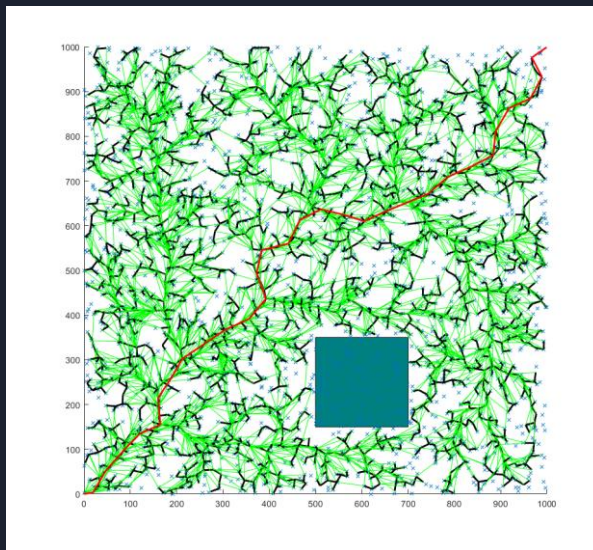
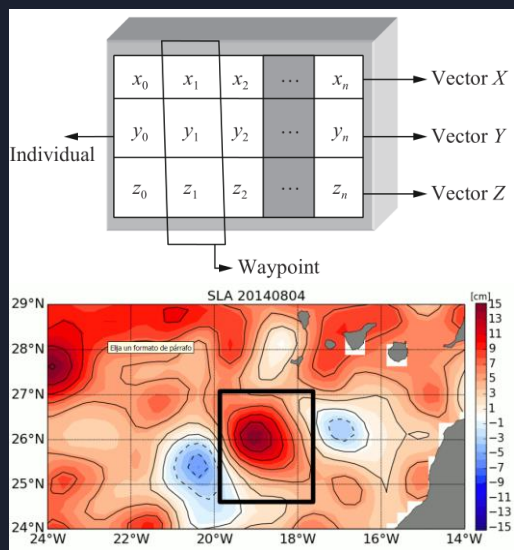
Path planning en entorno predecible

- Programación cuadrática secuencial (SQP)
- Campos de potencial artificiales (APF)
- Control de aprendizaje iterativo



Path planning en un entorno impredecible

- Algoritmos evolutivos
- RRT
- Wavefront expansion



Algoritmos de detección y evitación de obstáculos

Algoritmos tipo bug

Basado en el sistema de los insectos para detectar y evitar obstáculos.

Algoritmo VFH


Diseñado para evitar obstáculos mientras el robot se desplaza al objetivo

Algoritmo de campos de potencial

El objetivo genera "fuerzas" que atrae al robot mientras que los obstáculos lo "repelen"

Algoritmo DWA

Se busca la velocidad óptima dependiendo de la orientación del robot.



5. Ejemplos de robots submarinos



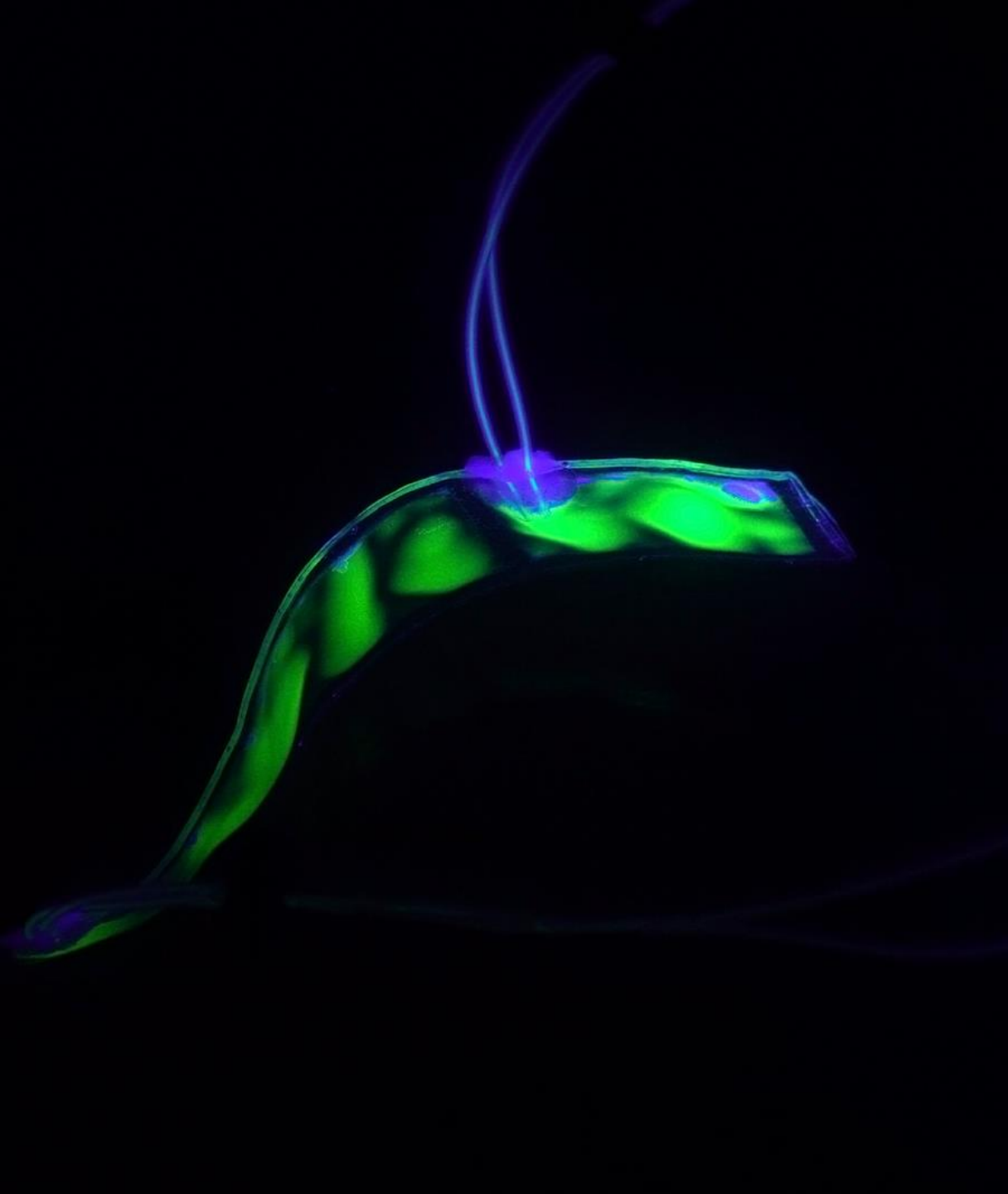
5.1. CRYOBOT. (ROV)

- Es un robot diseñado para penetrar en el Casquillo Polar Norte de Marte o en la gruesa capa de hielo que rodea la luna de Júpiter, Europa.
- Este proyecto hace uso de la tecnología de generador de radioisótopos termoeléctricos (RTG) como el calor primario (1 kW total)
- El mayor interés científico es llegar a las regiones donde hay un depósito de agua que puede producir signos de vida pasada o existente.
- La penetración de un casquete polar en Marte nos ayudaría a comprender tanto las historias climáticas como las de deposición tal vez desde hace 20 millones de años.
- La penetración de la capa de hielo de Europa permitiría a los científicos desentrañar los misterios que rodean la gruesa capa de hielo, su composición química y las propiedades del océano subsuperficial.

5.2. NEREUS (HÍBRIDO)

- Es un nuevo vehículo submarino híbrido operacional diseñado para realizar estudios científicos y muestreos a toda la profundidad del océano de 11,000 metros, casi el doble de profundidad que cualquier vehículo operacional actual.
- Nereus opera en dos modos diferentes.
 - Para una inspección de área amplia, el vehículo puede funcionar sin ataduras como un vehículo submarino autónomo (AUV) capaz de explorar y mapear el fondo marino con sonares y cámaras.
 - Para imágenes de cerca y muestreo, Nereus se puede convertir en el mar para operar como un vehículo atado a distancia (ROV)





5.3 ANGUILA ROBOT (AUV)

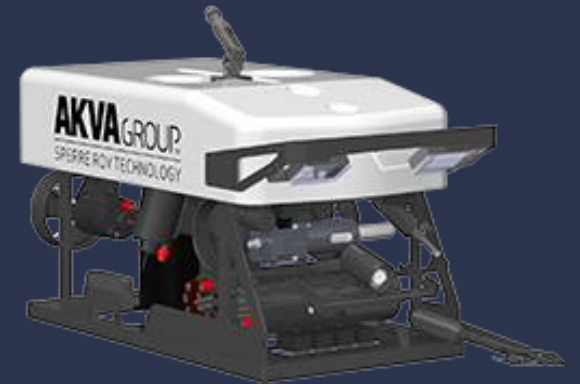
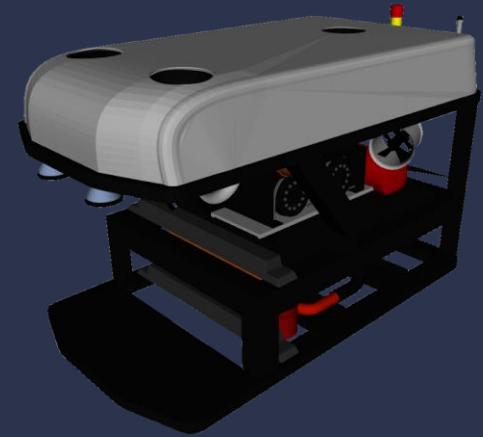
- Robot cuya propulsión es una especie de músculos robóticos suaves y transparentes que se mueven con energía eléctrica, los cuales recrean el movimiento de una anguila.
- El robot tiene 22 centímetros de largo, 5 centímetros de ancho y 1,5 milímetros de grosor.
- El robot se mueve de forma silenciosa, un factor que toma especial relevancia en actividades de monitorización y dado que es blando reduce el riesgo de dañar la vida marina o estructuras frágiles en caso de contacto entre el robot y el ambiente.



6. Simulación de un UUV en Gazebo y RVIZ

Entorno de la simulación

- Utilizando ROS Melodic
- El robot simulado es el RexRov 2
- Está basado en el SUB-Fighter 30k, que está especialmente diseñado para su uso en arqueología marina.



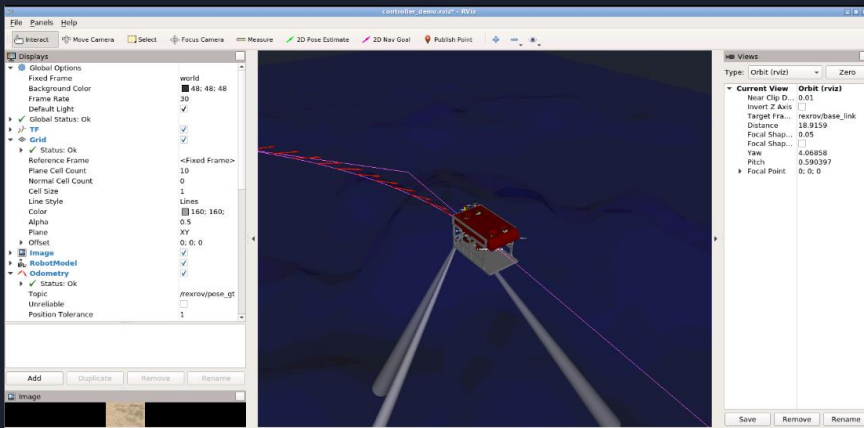
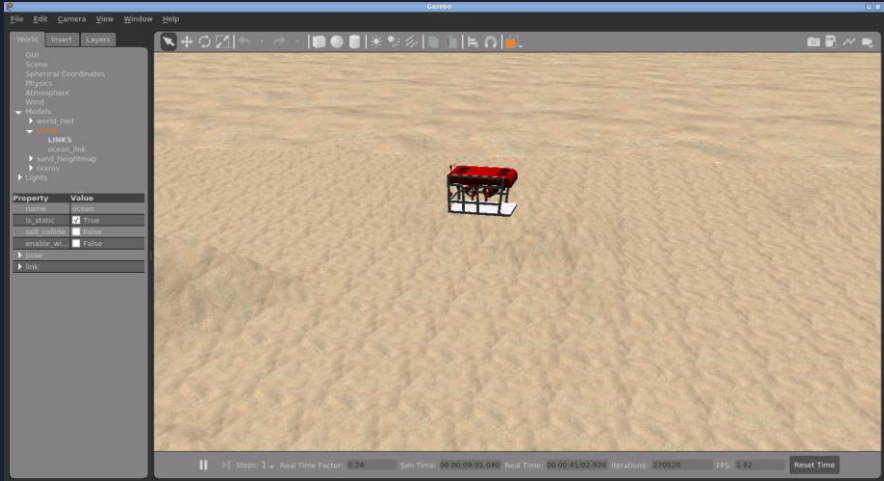
Tutorial para simularlo

Se descargan los paquetes de GitHub:
`git clone https://github.com/uuvsimulator/uuv_simulator.git`

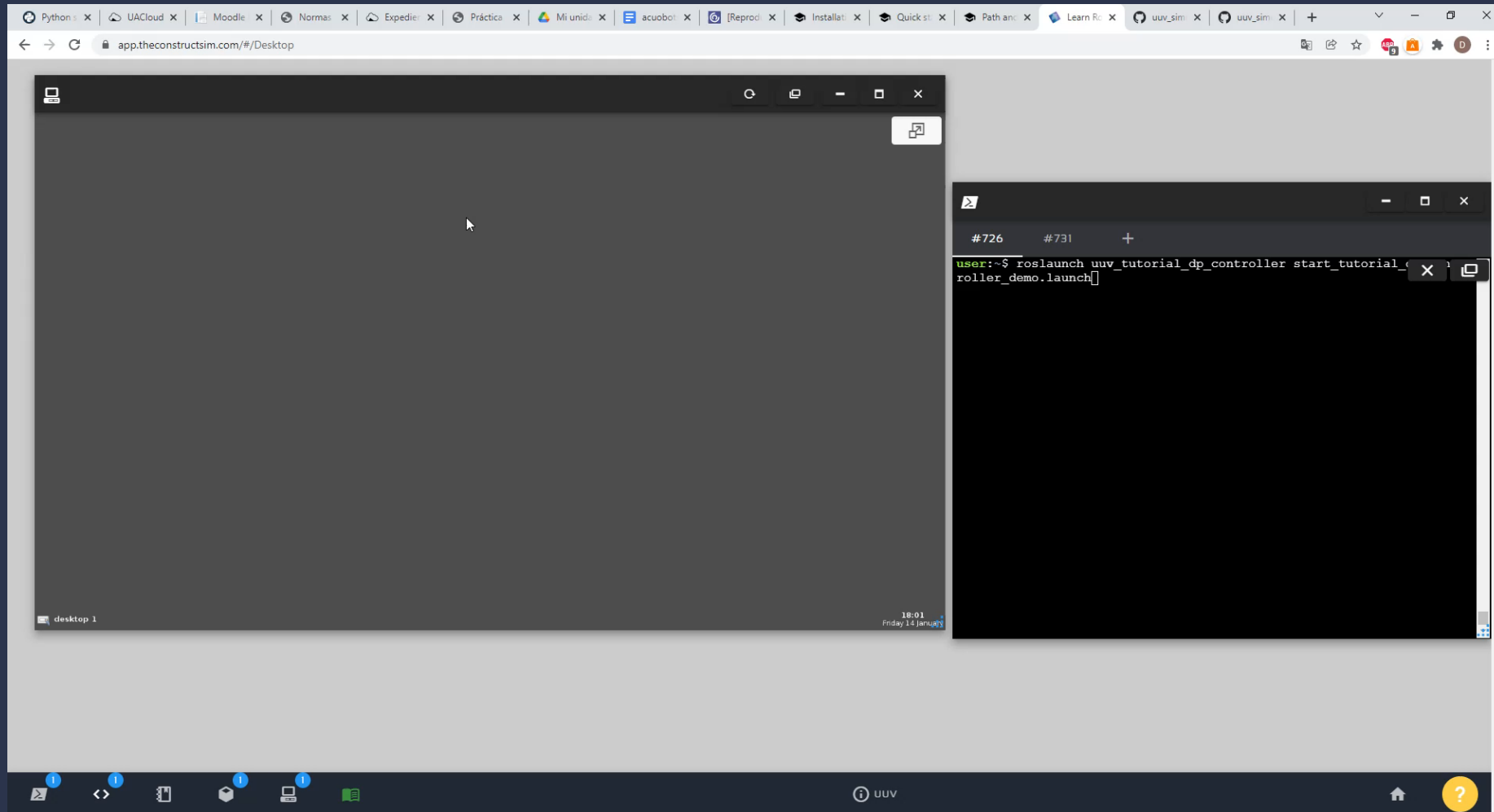
Se compilan:
`catkin_make` o `catkin build`

Se lanza el mundo y el robot con su controlador:
`roslaunch uuv_tutorial_dp_controller`
`start_tutorial_dp_controller_demo.launch`

Se le mandan trayectorias:
`roslaunch uuv_control_utils start_helical_trajectory.launch`
`uuv_name:=rexrov2 n_turns:=2`
`roslaunch uuv_control_utils send_waypoints_file.launch uuv_name:=rexrov2`
`interpolator:=lipb`



Video de la simulación





7. Conclusión

Conclusión

- En conclusión, con estos robots se pueden desarrollar múltiples tareas que hasta ahora eran imposibles o muy arriesgadas de realizar. Además se han creado robots muy innovadores como los bioinspirados, otros que son capaces de trabajar atravesando el hielo o algunos que se pueden hacer casi invisibles.
- Por último se ha podido ver una pequeña simulación realizando diferentes trayectorias en distintos entornos, pero con la limitación de la plataforma en la que se ha desarrollado



8. Bibliografía

https://digital.csic.es/bitstream/10261/111496/1/Saltaren_R_Robotica_Submarina_Revista_Iberoamericana_Automatica_Informatica_industrial_11_2014_3%E2%80%939319.pdf
https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/110127/43220496T_TFM_15369251057161086072878319282348.pdf?sequence=1&isAllowed=y
https://github.com/uuvsimulator/uuv_simulator
<http://dSPACE.espace.edu.ec/bitstream/123456789/13710/1/108T0320.pdf>
<https://nmas1.org/news/2017/10/30/motor-magnetohidrodinamico>
https://cdn.intechopen.com/pdfs/61/InTech-Underwater_robots_part_i_current_systems_and_problem_pos_e.pdf
https://www.researchgate.net/publication/298354381_Hybrid_underwater_robotic_vehicles_the_state_of_the_art_and_future_trends
https://www.researchgate.net/publication/338391338_A_Comprehensive_Review_of_Path_Planning_Algorithms_for_Autonomous_Underwater_Vehicles
<https://repositoriodigital.uns.edu.ar/handle/123456789/4271>
<https://www.mdpi.com/1424-8220/17/5/1174/html>
https://github.com/uuvsimulator/uuv_simulator
<https://uuvsimulator.github.io/packages/rexrov2/intro/>
<https://uuvsimulator.github.io/installation/>