

2021

ROBOAT



El robot que navega... por mar

Dario González Martínez de Salazar
Universidad de Alicante, EPS
15-1-2021

Índice

Introducción.....	2
Proyecto.....	2
Objetivos.....	2
Morfología del robot.....	2
Actuadores.....	2
Sensores.....	4
Algoritmos de control.....	4
MOOS-IvP.....	4
Bibliografía.....	6

Introducción

Mientras en otros lugares del mundo, se desarrollan coches y drones autónomos que se pilotan solos, en el Instituto de Soluciones Metropolitanas Avanzadas (AMS) de Ámsterdam se lleva a cabo un proyecto con mucho menos impacto mediático, se trata de “Roboat” el buque flotante autónomo para las áreas metropolitanas.

En este país donde abundan los canales, como en muchos otros en su situación, la idea de este proyecto permite la creación de una infraestructura dinámica para el transporte de mercancías y personas, y la conservación del medio marino.

Proyecto

Roboat es un programa de investigación conjunto del Instituto de Tecnología de Massachusetts (MIT) y el Instituto AMS de Ámsterdam.

El proyecto permite innovaciones en varios campos, por ejemplo, la detección, recuperación y eliminación de residuos en los canales. El principal investigador y profesor del MIT Carlo Ratti añadió la importancia de una infraestructura flotante dinámica y temporal, como puentes o escenarios, que se pueden montar bajo demanda en cuestión de horas.

El barco robótico es fácil de fabricar, muy maniobrable y es capaz de realizar un seguimiento preciso de la trayectoria tanto en entornos interiores como exteriores. Y el objetivo final del proyecto es proveer Ámsterdam de la primera flota de buques autónomos.

Objetivos

Uno de los más destacables objetivos de este proyecto es la construcción de la “[Waste Stream](#)” una idea de reinvención de las infraestructuras urbanas. Que demuestra que, incluso los servicios urbanos muy tradicionales y poco glamurosos, pueden reinventarse para pensar en un futuro mejor.

Morfología del robot

Actuadores

El Roboat tiene 4 propulsores ubicados en la parte inferior del casco, uno a mitad de cada uno de sus cuatro lados lo que le permite desplazarse en cualquier dirección sobre el agua.

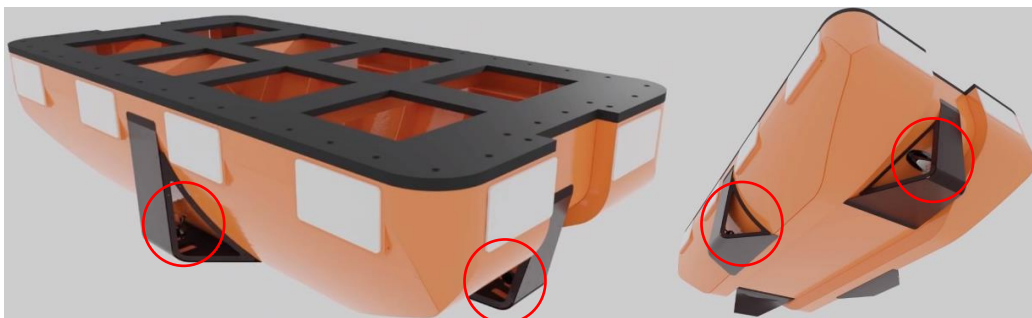


Imagen 1 Parte inferior del Roboat. Se pueden apreciar los propulsores resaltados con rojo

Otro punto importante de su hardware es el sistema de enganche del que dispone y que utiliza para coordinarse y trabajar con otros Roboats, de manera que pueden construir rápidamente estructuras como puentes, mercados o escenarios para conciertos, que son capaces de contrarrestar los movimientos del agua.

La junta de unión consiste en una bola y un enchufe, de manera que no restringe el movimiento relativo de los barcos causado por las perturbaciones del agua.

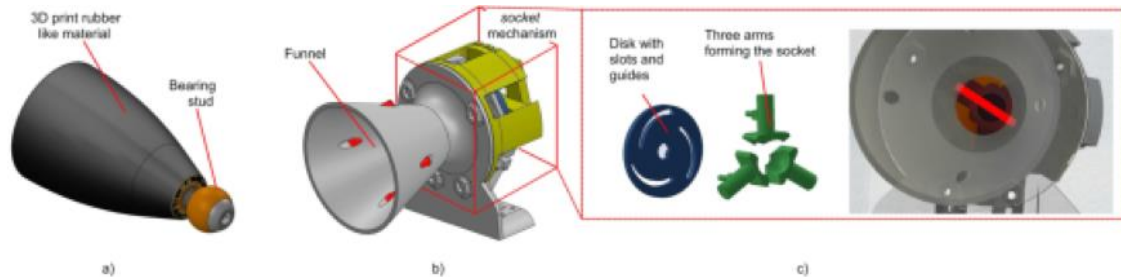


Imagen 2 Esquema tridimensional del sistema de enganche



Imagen 3 Dos Roboats (prototipos) enlazados

Además de los actuadores que ya hemos mencionado, según su aplicación específica, los robots podrían incluir:

- Sistema audiovisual (pantalla y altavoces) para realizar aclaraciones y explicaciones durante las visitas a museos.
- Depósitos de basura para la recolección de residuos (ver imagen 4).



Imagen 4 Despiece de un contenedor inteligente de Roboat

Sensores

El Roboat incluye también una variedad de sensores que utiliza para más funciones además de la navegación:

- Tiene un sistema de navegación inercial compuesto por un sensor LiDAR, que trabaja juntamente con acelerómetros y giroscopios que se controlan a bajo nivel desde un controlador especializado. De esta forma podemos conocer con gran exactitud la posición, velocidad y orientación del robot, sin necesidad de referencias externas.
- El sensor LiDAR trabaja también con una cámara para reconocer el entorno mientras avanza por él a través de diferentes algoritmos de percepción como redes neuronales o clustering. Esto permite al Roboat evitar otros barcos e interactuar con otros Roboats.
- Sensor experimental de calidad del agua: este sensor se está desarrollando con el fin de medir la actividad de fitoplancton en los canales, además también es capaz de medir la cantidad de hidrocarburos poliaromáticos que son conocidos desencadenantes de cáncer. Para tomar estas medidas el sensor utiliza espectroscopia de fluorescencia.

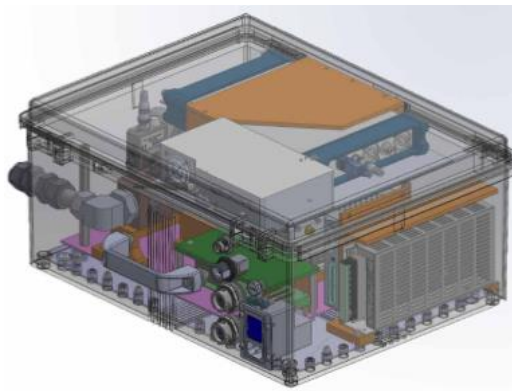


Imagen 5 Diseño 3D del sensor realizado por el grupo AMS

Algoritmos de control

A pesar de que no hay información explícita sobre los algoritmos de control que se utilizan en el proyecto Roboat, a través de los vídeos e imágenes que se aportan en las páginas web, podemos deducir que podrían estar utilizando ROS como plataforma de desarrollo, así como los paquetes más habituales para el mapeo y visualización 3D como gmapping o Rviz. También podemos observar un comportamiento similar de los Roboats a lo visto en clase a la hora de calcular trayectorias en tiempo real (ver [vídeo](#)).

Sin embargo, estos algoritmos no son exclusivos de los robots marítimos y pueden no estar optimizados para este entorno, es por esto que existe MOOS-IvP, un paquete de código abierto para proveer de autonomía a estos vehículos en particular.

MOOS-IvP

MOOS y el Helm IvP proporcionan dos arquitecturas que permiten construir el sistema de autonomía y detección a partir de dos módulos distintos e independientes. MOOS es middleware de publicación y suscripción, y Helm IvP es una arquitectura basada en el comportamiento.

Los principales beneficios de este enfoque son que la autonomía y el sistema de detección pueden estar compuestos por módulos de varias organizaciones con una coordinación mínima, y que ningún módulo es indispensable.

Además esto permite que un sistema se pueda expandir fácilmente sin necesidad de realizar una modificación (o recompilación del software principal).

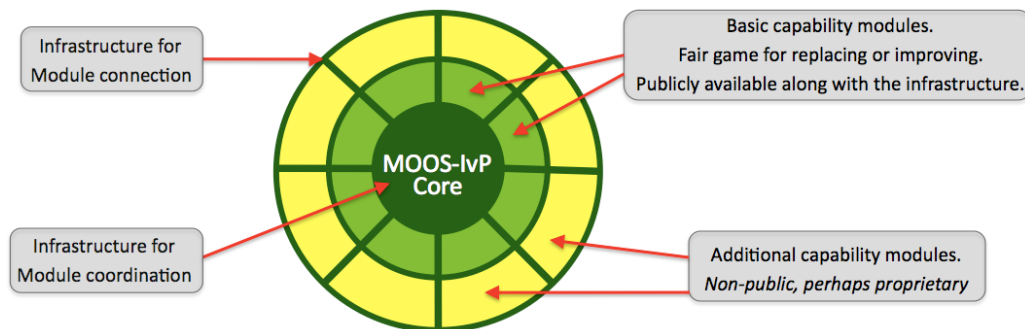


Imagen 6 Esquema de funcionamiento de MOOS-IvP

A través de una sencilla búsqueda podemos encontrar una lista de tutoriales preparados de MOOS-IvP para aprender a utilizarlo. En concreto son cuatro paquetes preparados para ejecutarse o bien en Python o directamente sobre la terminal de comandos. A pesar de ser llamados como “tutoriales” en realidad, los paquetes vienen sin ningún tipo de guía o manual que se pueda seguir mientras se aprende.

Además las librerías de las que dependen como “pymoos” requieren la versión de Python 3.6 o superior, que a su vez necesita, por compatibilidad, Ubuntu 18.04 o superior.

Sin embargo existe un material audiovisual sobre los ejercicios que podemos ver para hacernos una idea de cómo son estos tutoriales. En este [vídeo](#) podemos ver que se muestra por pantalla un mapa satelital de un puerto en el que aparecen dos elementos destacables: un indicador de forma alargada con el nombre “boat” que simula el barco y una malla de cuadrados azules en una sección del agua. En la zona inferior aparecen datos referentes al barco como la posición xy también latitud-longitud, velocidad, etc.

Cuando la ejecución comienza el robot se empieza a mover siguiendo unos puntos de ruta predefinidos, se observa un pequeño error en el movimiento que podríamos achacar a la inercia del barco en el agua, sin embargo está claro que el movimiento es demasiado ideal para un entorno fluido como es el mar.

Luego entra en una zona circular donde el robot debe mantenerse dentro de la corona circular compuesta por los círculos exterior e interior. Una vez termina esa etapa baja hasta la cuadrícula y esta cambia de color cuando entra en contacto con el robot, lo que podría ser una forma rudimentaria de mapeado de la zona. Cuando ha terminado sus tareas vuelve al muelle.

Bibliografía

- Grupo AMS, 13 de agosto de 2018, Introducing Roboat.org, ams-institute.org: <https://www.ams-institute.org/news/introducing-roboatorg/>
- Grupo AMS, 20 de agosto de 2016, AMS Institute – Roboat, ams-institute.org: <https://www.ams-institute.org/urban-challenges/smart-urban-mobility/roboat/>
- MIT Senseable City Lab, 5 de octubre de 2018, LASERSCAPE, youtube.com: https://youtu.be/-6Oz5_jYuIY
- AMS Institute, mayo de 2020, Roboat household waste collection, vimeo.com: <https://vimeo.com/412715828>
- MITCSAIL, 26 de octubre de 2020, Roboat: An Autonomous Robotic Boat, youtube.com: https://youtu.be/OYmVwvP_pD0
- MOOS-IvP Team, 8 de agosto de 2019, MOOS-IvP Documentation, oceanai.mit.edu: <https://oceanai.mit.edu/ivpman/pmwiki/pmwiki.php?n=Helm.HelmDesignIntro>
- MIT, última actualización 1 de marzo de 2017, MOOS & MOOS-IvP Tutorials, github.com: <https://github.com/moos-tutorials>
- Simon Rohou, 7 de abril de 2016, Introduction à MOOS-IvP : TP 3, youtube.com: https://www.youtube.com/watch?v=UfuSwAeC_xQ