



Universitat de Girona
Escola Politècnica Superior

Treball de final de grau

Estudi	Grau en Enginyeria Informàtica
Títol	Algorisme de cerca i seguiment de posidònia oceànica amb un robot submarí
Document	Resum
Alumne	Alejandro Villanueva Rojo
Tutor Departament Àrea	Marc Carreras i Guillem Vallicrosa Arquitectura i tecnologia de computadors Arquitectura i tecnologia de computadors
Convocatòria (mes/any)	9 - 2020

1 Introducció	2
2 L'escenari simulat	3
3 Disseny dels nodes	4
4 Resultats	5
5 Conclusions	6

1 Introducció

La posidònia oceànica és considerada un bon indicador biològic per a la salut de l'ecosistema marí a les costes del mediterrani. En els darrers 50 anys s'ha observat una disminució poblacional preocupant atribuïda a la contaminació, la pesca i els esports aquàtics, d'entre altres coses. En col·laboració amb el projecte Europeu d'àmbit científic Eurofleets+, es pretén dissenyar un sistema que permeti mapejar dinàmicament la presència de posidònia al fons marí d'una zona determinada, amb l'objectiu de facilitar el posterior estudi a grups de recerca encarregats d'estudiar l'evolució poblacional de la posidònia oceànica i la seva salut al llarg del temps.

En aquest context, s'utilitzarà el robot submarí Girona500, desenvolupat a la UdG, per tal d'adquirir imatges del fons marí. Aquestes imatges seran processades per un mòdul d'intel·ligència artificial ja desenvolupat i instal·lat al vehicle. S'utilitzarà com a entrada la sortida d'aquest mòdul per mapejar la presència de posidònia al fons marí d'una zona determinada.

L'objectiu doncs, serà aconseguir que el robot autònom submarí explori una zona determinada canviant el comportament de l'exploració segons la sortida rebuda del mòdul d'intel·ligència artificial, amb la finalitat de poder resseguir el contorn del bosc de posidònia i determinar així l'àrea total que abraça. Amb aquest enfocament s'espera reduir el temps d'exploració de la zona en comparació amb el mètode tradicional de *lawnmower*.

El desenvolupament del mòdul de detecció de posidònia amb intel·ligència artificial no forma part d'aquest treball de final de grau. Aquest mòdul serà desenvolupat de forma paral·lela per un altre equip col·laborador amb el projecte Eurofleets+. Per fer proves i mentre no estigui desenvolupat, es simularà la sortida d'aquest basant-se en una primera versió preliminar del mateix.

Es pretén realitzar la feina al Centre d'Investigació en Robòtica Submarina de la Universitat de Girona, on es podrà aprendre a fer anar el Girona500 a la piscina de proves, sortir a mar per agafar dades i adquirir experiència en el control del robot en un entorn real, i més endavant, tornar a mar a fer proves reals per demostrar el funcionament dels algorismes implementats.

Malauradament, la crisi de la COVID-19 ha endarrerit el desenvolupament del mòdul de detecció de posidònia i ha fet impossible fer les proves finals a mar. Tot i que es van poder realitzar les proves inicials al mar, adquirint dades reals en una zona habitada per la planta marina posidònia, finalment el projecte es desenvoluparà, testejarà i presentarà només en entorn simulat. Les dades experimentals obtingudes s'utilitzaran per fer l'entorn simulat més acurat.

2 L'escenari simulat

Aquest escenari té com objectius ajudar a provar els algorismes i replicar la manera més fidel possible l'entorn i distribució reals en el que es troba la posidònia a la natura. Per a dissenyar l'escenari caldrà dissenyar el terreny que escanejarà el vehicle i afegir-lo als fitxers de configuració d'escenari.

La intenció final és la de crear una praderia de posidònia el més semblant possible a la realitat. Amb aquesta visió, s'ha partit d'un mosaic generat d'un escaneig real de posidònia realitzat a la costa d'Aigua Blava.

Utilitzant eines d'edició d'imatge i de modelatge 3D, s'ha creat una secció de costa de mar tridimensional amb una textura binària basada en el mosaic de posidònia real. Aquesta textura s'ha obtingut binaritzant i combinant a mà diferents estructures del mosaic real per aconseguir un escenari realista i variat. Durant aquest procés s'ha afegit soroll amb l'objectiu que la detecció posterior sigui imperfecta, per simular millor la detecció que s'obtidria d'un mòdul d'intel·ligència artificial.

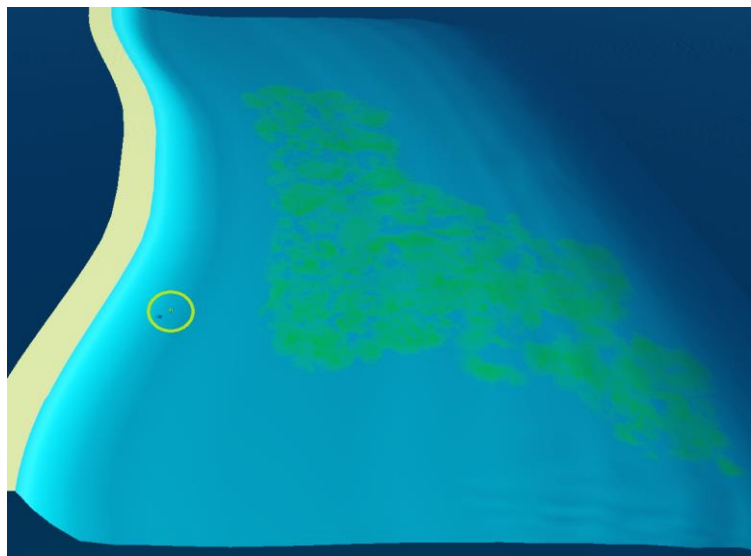


Figura 1. Escenari de la praderia de posidònia utilitzat en la simulació. Es pot apreciar encerclat en verd el vehicle, 1.5 metres de llargada, que ajuda a posar en perspectiva la mira de l'escenari.

El resultat obtingut és un escenari de costa on es troba una praderia de posidònia amb un perímetre de 1.200 metres, molts patrons diferents i sense repeticions. Això assegurarà la robustesa del sistema final.

3 Disseny dels nodes

Per a dissenyar el sistema que permetrà fer el seguiment i mapejat del contorn de la praderia de posidònia calen tres funcions. La funció d'anàlisi d'imatge que simularà la sortida del mòdul d'intel·ligència artificial, la funció de mapeig i la funció del control de la navegació. Per tant, caldrà dissenyar tres nodes.

- **Node de detecció d'imatge:** Aquesta funció, tot i no entrar dins del projecte, és necessària per testejar el comportament dels algorismes i el sistema complet.
- **Node de mapeig:** Tindrà la funció de crear, actualitzar i publicar el mapa de detecció de posidònia, segons l'entrada del detector i la posició que ens doni el node de localització del vehicle “/girona500/navigator”.
- **Node de control de la navegació:** Segons les dades locals del mapa dinàmic, decidirà el pròxim moviment del vehicle.

Cada funció es programarà en un node independent. També es crearà un quart node amb l'única funció de depurar els nodes de mapeig i navegació de manera visual.

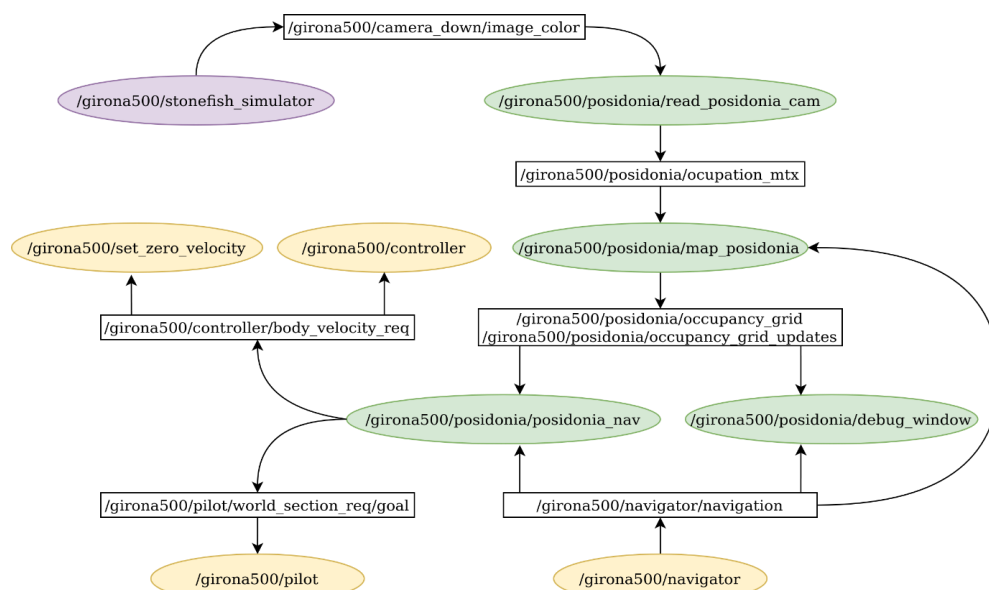


Figura 2. Diagrama de nodes i tòpics de ROS del projecte.

A la figura anterior, de color verd es troben els nodes mencionats que es dissenyaran per aquest projecte. De color groc els nodes de l'arquitectura del vehicle que interactuaran amb els nodes anteriors. De color lila el node del simuladors Stonefish. Els rectangles representen tòpics de ROS i les fletxes representen subscripcions i publicacions d'aquests.

4 Resultats

A les següents imatges es pot apreciar el resultat de la implementació del sistema, en concret dels nodes de mapeig i de control de la navegació. En la figura 3 es pot apreciar que, seguint una trajectòria lawnmower per sobre de la praderia de posidònia, el node de mapeig dóna uns bons resultats, molt semblants a la secció destacada en vermell. Mentre que a la figura 4 es pot observar com s'ha recorregut tot el contorn de la praderia satisfactòriament i de manera autònoma, molt més ràpidament del que hauria sigut possible amb una maniobra de lawnmower.

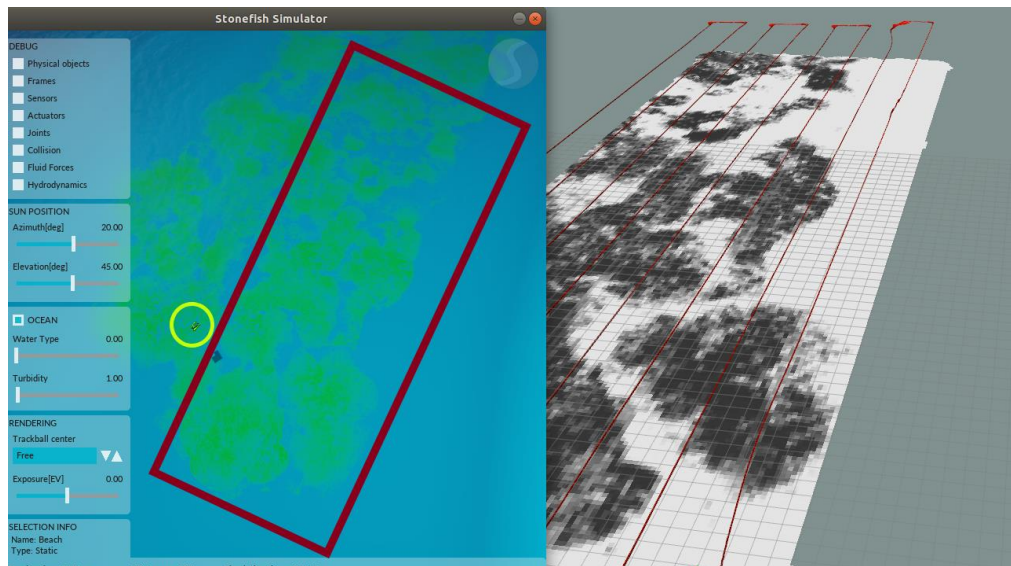


Figura 3. A l'esquerra es pot veure la finestra del simulador. El vehicle encerclat en color verd. La zona explorada està destacada amb un rectangle vermell. A la dreta es pot veure la finestra de RViz, on arriben tots els missatges d'actualització del node “/map_posidonia”.

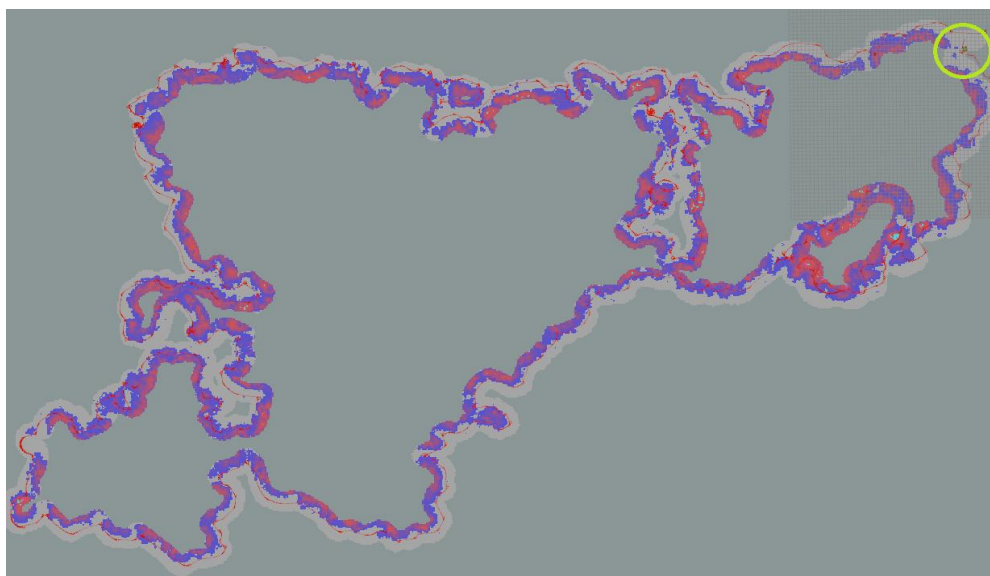


Figura 4. Exploració de la praderia completa. El temps d'exploració ha sigut de 64 minuts. Un lawnmower que cobris aquesta superfície sense conèixer prèviament els contorns trigaria aproximadament 6 hores. El vehicle es troba a l'interior del cercle verd.

5 Conclusions

El sistema desenvolupat pel Girona500 compleix amb l'objectiu inicial de ser capaç de seguir i mapejar autònomament una praderia de posidònia.

La mida i disseny de l'escenari implementat han comportat que sigui tot un repte aconseguir que el vehicle l'explorés sencer. Les formes aparentment aleatòries típiques de la posidònia han dificultat molt l'exploració. Ha calgut invertir moltes hores testejant el comportament del vehicle per a trobar la combinació de paràmetres apropiats per una exploració òptima i completa.

Idealment, es podria analitzar el mapa sencer un cop el vehicle no trobés cap punt candidat en el mapa local per continuar l'exploració, però amb la mida de l'escenari plantejat, això no seria possible fer-ho en temps real.

Tot i que al final s'ha treballat menys amb els vehicles reals del que s'esperava, s'han pogut obtenir bons resultats que fàcilment es podran integrar al vehicle i serviran sense dubte a experiments futurs en la matèria.

Amb aquest treball he pogut aprendre moltíssim sobre els vehicles autònoms submarins i dels companys i companyes del CIRS. Tot i que el meu temps al CIRS va ser breu per la crisi de la COVID-19, vaig poder aprendre molt de tots ells.