

Summary

A lot of research nowadays is done about autonomous vessels, because that decreases the workload of the crew of a ship and chances of collision. An addition to the autonomous vessels is the autonomous vessel formation, where multiple vessels move together in formation. This step is a logical continuation of the autonomous control of an individual boat, but still needs the research be started with a small and concise experiment. Therefore an experimental setup is designed to test and show the possibilities of the control of an autonomous vessel formation.

The structure of the currently existing experimental setups, realized for testing individual or formation controllers, use all the same control structure. Namely the boat's position is determined and is used, together with the data of the user interface, to determine the heading angle to be followed. These are compared, together with the measured heading angle and possible input of the collision avoidance system, in the control system where the control signal is determined, which is sent to the boats.

The characteristics of a boat which can be changed are: the type, size, propulsion system, steering system and the communication between all different systems. All characteristics have different possibilities with corresponding advantages and disadvantage. The environment of the setup can limit the use of some boats and is therefore also analyzed. The controller consists of a control system fed by multiple inputs that are adapted by multiple systems, such the data becomes useful for the control system. The systems that adapt the input are: positioning system, measuring heading angle, filtering, guidance method and a collision avoidance method. For all systems in the controller and characteristics of the boat a possibility has to be chosen in order to create a good experimental setup.

The towing tank inside the faculty of 3mE is perfect to test and improve the controller with only one or a few boats, because the turning radius of a full formation is too large compared to the size of the tank. The pool in front the faculty is larger and a better place to show a larger boat formation, but unhandy situation arise in the tests in the beginning, because having the boats nearby is very useful. Using both places is therefore not avoidable, but has some limitations. So is the GPS signal too low at the tank and therefore positioning using a camera is the only remaining suitable option.

The proposed experimental setup is furthermore designed such that the best options are combined with the previous mentioned limitations. The most suitable option for the boat is a normal radio controlled boat, which is not too small and not special, driven by propellers, a bow thruster and differential thrust. The control system is placed on the boat and communicates with the other systems using a wireless network. The positioning and measurement of the heading is done with a camera and filtered with a Kalman filter. The leader boat is guided by the line of sight method and the other boats follow using the leader – follower formation distance – distance or distance – angle control. The line of sight guidance uses a PID controller and the formation control a sliding mode controller. For all systems the simplest, most precise and the best suitable option is chosen.

Summary (in Dutch)

Veel onderzoek is tegenwoordig gedaan over autonome schepen, omdat dat de werkdruk van de bemanning van een schip en de kans op botsingen verlaagd. Een toevoeging aan autonome schepen zijn autonome schepen formaties, waar meerdere schepen samen in formatie bewegen. Deze stap is aan logisch vervolg op de autonome controle van een individuele boot, maar toch moet er worden begonnen met een klein en compact experiment. Een experimentele opstelling is ontworpen om een autonome schepen formatie te testen en de mogelijkheden te laten zien

De structuur van reeds bestaande opstellingen, gerealiseerd voor het testen van individuele of formatie besturing, gebruiken allemaal dezelfde controle structuur. De positie van de boot is bepaald en wordt samen met de beschrijving van de gebruiker gebruikt om te volgen koers te bepalen. Deze worden vergeleken, met de gemeten koers en mogelijke input van het botsing ontwijk systeem, in de besturing en een controle signaal is bepaald, die naar de boot wordt gestuurd.

De karakteristieken van een boot die kunnen verschillen zijn: het type, formaat, aandrijving, stuursysteem en de communicatie tussen alle verschillende systemen. Alle karakteristieken hebben verschillende opties met overeenkomstige voor- en nadelen. De omgeving van de opstelling limiteren het gebruik van sommige boten en is daarom ook geanalyseerd. De besturing bestaat uit een controle systeem die is gevoed met meerdere invoeren die herleidt zijn in verschillende systemen, zodat de informatie bruikbaar wordt. De herleidende systemen zijn: positie bepaling, meten koers, filteren, leiding methode en botsing ontwijk systeem. Voor alle systemen in de besturing en karakteristieken van de boot is een optie gekozen om een goede experimentele opstelling te creëren.

De sleep tank in de faculteit van 3mE is een perfecte plaats om te besturing te testen en verbeteren met één of enkele boten, omdat de draaicirkel van een hele formatie is te groot vergeleken met de tank. De pool voor de faculteit is groter en daarom een betere plek om een grotere boten formatie te laten zien, maar onhandige situaties ontstaan voor de testen in het begin, omdat het handig is dat de boten dichtbij zijn. Gebruik van beide plaatsen is onvermijdelijk, maar heeft enkele limieten. Het GPS signaal is te laag en positionering met een camera is enige overblijvende optie.

De voorgestelde experimentele opstelling is ontworpen zodat de beste opties zijn gecombineerd met de genoemde limieten. De beste optie voor de boot is een normale radiografisch bestuurbare boot, die niet te klein en speciaal is, aangedreven met propeller, een boegschroef en differentiële sturing. Het controle systeem is geplaatst op de boot en communiceert met de andere systemen via een draadloze netwerk. Het meten van de koers en het positioneren gebeurt met een camera en wordt gefilterd met een Kalman filter. De leider boot is geleid met de LOS methode en de andere boten volgen de leider met formatie besturing gebaseerd op afstand – afstand of afstand - hoek. De LOS methode gebruikt een PID controller en de formatie besturing een sliding mode controller. Voor alle systemen is de simpelste, meest precieze en best passende optie gekozen.