

Sistema FIEB



PELO FUTURO DA INOVAÇÃO

CENTRO UNIVERSITÁRIO SENAI CIMATEC

Relatório Final

Rennur: a funcionalidade replicante em sistemas robóticos

Apresentada por: Maeve Millay
Rick Deckard

Orientado por: Prof. Marco Reis, M.Eng.

Agosto de 2020

Maeve Millay
Rick Deckard

Rennur: a funcionalidade replicante em sistemas robóticos

Salvador
Centro Universitário SENAI CIMATEC
2020

Resumo

Este material descreve o estado da arte na área de veículos operados remotamente que podem aplicar tarefas autônomas. Um breve em a introdução é dada sobre o uso de ROVs em diferentes aplicações. As principais características desses veículos são mostradas e discutidas. São apresentados alguns exemplos de ROVs, principalmente os que devem executar tarefas autônomas. Serão discutidas estratégias e arquiteturas que já estão implementadas para fazer rov operar de forma autônoma, seguidas de Algumas ferramentas e que podem ajudar esses veículos a executar suas respectivas missões. Este material conclui com as principais vantagens de um veículo que antes foi projetado para operar teleoperado ser capaz de executar tarefas autônomas.

Palavras-chave: Palavra-chave 1, Palavra-chave 2, Palavra-chave 3, Palavra-chave 4, Palavra-chave 5

Abstract

This material teaches the state of the art in the field of remotely operated vehicles that can apply autonomous tasks. a soon in an introduction is given on the use of ROVs in different applications. The main vehicle features are shown and discussed. These are some examples of ROVs, especially those that must perform autonomous tasks. Architectures that are already implemented to make rovs operate autonomously will be discussed, followed by Some tools that can help these vehicles to execute their execution missions. This material concludes with the main advantages of a vehicle that was previously designed to operate by teleoperator being able to perform autonomous tasks.

Keywords: Keyword 1, Keyword 2, Keyword 3, Keyword 4, Keyword 5

Sumário

1	Introdução	1
1.1	Objetivos	1
1.2	Justificativa	2
1.3	Organização do documento	2
2	Conceito do projeto	3
2.1	Mercado de Atuação dos ROVs	3
2.2	Situação Atual do desenvolvimento	3
3	Metodologia	4
3.1	Metódo Bill	4
4	Resultados	6
4.1	Robôs Subaquáticos	6
4.1.1	Considerações na Modelagem	6
4.1.2	Sensores	6
4.1.3	Controle	7
4.1.4	Arquitetura de Operação	7
4.1.5	Modelos de ROVs	8
4.1.5.1	BlueROV2	8
4.1.5.2	Freedom ROV	8
4.1.5.3	SEASCAN MK2	9
4.1.5.4	Aquant ROV	10
4.2	Revisão bibliográfica	10
4.2.1	Rede de Citação	10
4.2.2	Principais autores	10
4.3	Mapa COnceitual	10
4.4	Testes integrados	10
5	Conclusão	11
5.1	Considerações finais	11
A	Diagramas mecânicos	12
B	Diagramas eletro-eletrônicos	13
	Referências	14

Lista de Figuras

3.1	Método Bili	5
4.1	BlueROV2	8
4.2	Freedom ROV	9
4.3	SEASCAN MK2	9

Lista de Tabelas

Introdução

A necessidade de realizar intervenção em ambientes submersos orirunda de desejos humanos resultou em diversas aplicações. As intervenções possuem diversos objetivos, parte considerável são voltados para fins insdustriais, ao exemplo do ramos destinados a área petrolofifera. De acordo com (BOGUE, 2019), uma aplicação que começou a ser implementada e desenvolvida, primeiramente pelas marininha Americana e Britânica, nas décadas de 50 e 60 do século XX foi o uso dos veiculos submarinos remotamente teleoperados - ROV.

Inciamlente, os principais objetivo destes veículos eram voltadas para operações milatares. Hoje, Grande grupos industrias que possuem produções petrolofifesa, em area subemersas, utilizam rovs para este em suas operações principiamente para realizar ações voltados para manutenção e inspeção.

Para grande parte das ações, os rovs precisam de pelo menos um operador para executar as suas tarefas. Os comandos que são, comunalmente, gerados pelo operador através do uso de jotystick. A Teleoperação dos ROVS são custosas, devido a necessidade de profissional bem treinado e capacitado. Atualmente, alguns Rovs, devido os avanços das técnicas de automação e sensoriameto, já possuem capacidade de realizar alguma tarefas de forma autonomas.

Tornar um ROV com capacidades de executar ações autônomas resultar em custo menores nas operações, pois não há a necessidade da presença de um profissional na tarefa que foi automatizada, ao exemplo no uso de manipuladores em para atuar na manutenção de tubulações. Uma outra vantagem que pode ser atribuidos para os rovs com uma operabilidade parcilamente autonoma é o aumento da quantidade e qualiadaes das aplicações.

1.1 Objetivos

Este estudo da arte tem como seu objetivo discutir aplicações, estruturas, arquiteturas e estratégias de Veículo subaquático operado remotamente que possuem capacidades de executar autônomas.

1.2 *Justificativa*

Vários veículos subaquáticos operado remotamente são depende exclusivamente de operadores humanos. Um estudo sobre a aplicação de algumas das tarefas pode indicar como alguns destes veiculos podem ser ganhar a capacidade de executar algumas tarefas de forma autonoma que pode reduzir o custo de operações e aumentar qualiadade das operações.

1.3 *Organização do documento*

Este documento apresenta 5 capítulos e está estruturado da seguinte forma:

- **Capítulo 1 - Introdução:** Contextualiza o âmbito, no qual a pesquisa proposta está inserida. Apresenta, portanto, a definição do problema, objetivos e justificativas da pesquisa e como este relatório final está estruturado;
- **Capítulo 2 - Conceito do projeto:** Discuti a ambientalização, a situação atual dos rovs e o mercado de atuação;
- **Capítulo 3 - Metodologia:** Apresenta os métodos e materiais que foram utilizados para compor este estudo da arte;
- **Capítulo 4 - Estudo do estado da Arte:** demonstra o resultado do estudo da arte que foi executado;
- **Capítulo 5 - Conclusão:** Apresenta as conclusões, contribuições e algumas sugestões de atividades de pesquisa a serem desenvolvidas no futuro.

Conceito do projeto

Este capítulo tem como foco apresentar os principais conceitos que envolvem o mercado de ROVs. Será apresentado a ambientalização do mercado de atuação dos ROVS e posteriormente a situação atual no desenvolvimento destes veículos.

2.1 Mercado de Atuação dos ROVs

De acordo com (BOGUE, 2019), exploração petrolífera submarina oferece grandes riscos para operadores. A manutenção e inspeção de estruturas submarinas podem oferecer uma grande fonte de risco para os profissionais o que as realizam. o uso de robôs nestes campos ainda é fraco, mas deve apresentar um crescimento considerável nos próximos anos assim como afirma (FINACES, 2021) que aponta que o mercado de ROV, juntamente com de AUV, deve atingir um mercado de US\$ 7.2 bilhões em 2006. Além de retirar a presença humana de ambientes insalubres, o uso de ROVs também tende a diminuir os custos das operações.

Assim como afirma (BOGUE, 2008), outras aplicações dos ROVs podem ser voltados para fins militares, ambientais e de pesquisa. Um atuação que os rovs deve estar presente fortemente é o deepsea minning. Em profundas regiões submersas há uma forte presença de metais que são raros em locais do planeta. O uso de ROVs são fortes candidatos a realizar exploração de mineração nestes locais. várias empresas podem estar direcionadas pesquisas para este ramo promissor.

2.2 Situação Atual do desenvolvimento

Nos últimos anos houve um grande desenvolvimento de robôs submarinos. A variedade estrutural dos robôs aumentaram, várias ações dos rovs passaram a ser automatizada e houve o surgimento de veículos subaquáticos completamente autônomo. Um excelente exemplo é o FLATFISH, que além de sua possuir capacidade de realizar tarefas sem nenhuma interferência humana, é capaz de ficar alocado no fundo mar por 6 meses de operação. Para os ROVs, há uma grande quantidade de pesquisa e desenvolvimento para tornar este veículo cada vez mais autônomo.

Metodologia

Nesta capítulo será descrito os procedimento, com os materias e métodos, para a realização do estudo do esuto da arte de ROVs que realizam ações de forma autonoma.

O metodo usado para alcançar o objetivo deste material foi o método BILI que consiste em executar uma busca otmizada de publicações sobre temas especificos.

3.1 *Metódo Bill*

O Método BiLi usa bibliotecas que estão presente na liguagem de progamação R, a plataforma Mendely e a ferramenta cmpatools. A Figura [3.1](#) demostra um fluxograma que representa a aplicação do Metodo Bili. ANas próximas sessões serão apresentadas cada etapa deste método.

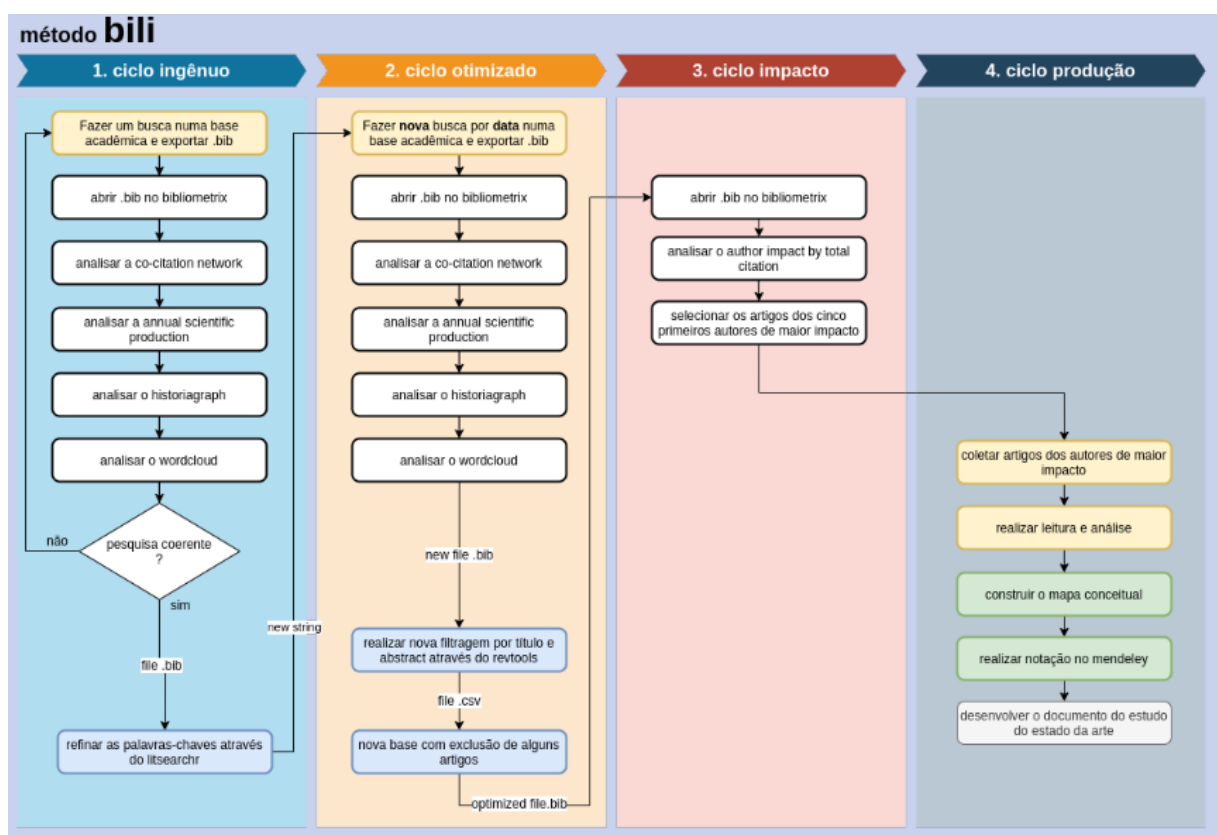


Figura 3.1: Método Bili

Resultados

Importante sempre ter um parágrafo introdutório para explicar os resultados encontrados.

4.1 Robôs Subaquáticos

4.1.1 Considerações na Modelagem

Esta seção aborda os principais elementos e considerações para modelagens de ROVs.

Assim como quase todos robôs móveis podem estar posicionado em relação a uma referência, a posição de um robô subaquático pode ser representando, de acordo com ([ANTONELLI; FOSSEN; YOERGER, 2008](#)), diante a sua posição e orientação. Diante a um Frame fixo de referência, é possível obter a posição, usando técnicas de sensoramento, de um veículo submerso que comunalmente representando como vetor.

Para representar a rotação dos veículos diante ao mesmo frame pode usar o vetor que é a representação de roll, pitch e yaw.

A seguinte tabela apresenta os movimentos dos veículos Subaquáticos em relação ao destes. Esta tabela esta de acordo que demonstrado em ([??, Antonelli](#)) Estes movimentos, surge, sway e heave, também são usados navegações marinhas.

4.1.2 Sensores

A presença de sensores em um sistema pode permiti a obtenção de dados de vários. A medida dos sensores podem ser direcionados para a própria dinâmica de um sistema, neste caso um ROV, e o ambiente no qual este realizar suas ações. Assim como classifica ([LUDVIGSEN; Sørensen, 2016](#)), os sensores de um ROV pode distinguindo em dois grupos: *payload sensors* e *navigations sensor*. Os *payload sensors* são unidades de medidas destinados a coletar dados do ambiente, alguns exemplos destes sensores são: sensores CTD, destinados a mensurar a condutividades, temperatura e profundidade, sensores ADCP-Acoustic Doppler Current Profiler- são usados para mensurar a velocidade das correntes e câmeras para obter dados visuais.

Os navigation sensors são implementados com o foco na navegação do veículo, logo dados sobre a posição, orientação e velocidade são os principais alvos a serem mensurados. Os navigation sensors mais comuns são: sensores de pressão, (DVL) mede o deslocamento Doppler no sinal de entrada refletido no fundo do mar para obter os dados da velocidade linear e sensores de inércia. Câmeras também podem ser usadas para obter dados da posição de veículos, assim como foi demonstrado por (MYINT et al., 2016), no qual foi utilizado duas câmeras para realizar um acompanhamento da posição de ROV. Os dados dos sensores podem ser usados para o monitoramento e para as ações de controle.

4.1.3 Controle

4.1.4 Arquitetura de Operação

Há diversas formas que as arquiteturas de operação diante do nível de autonomia dos ROVs podem ser implementados. Uma comum é quando um humano é responsável 100% das atuações do veículo, em outras palavras, é aplicado um controle 100% manual. O operador, neste caso costuma ser um bastante habilidoso, comumente usa uma video câmera para estimar a posição do veículo no ambiente.

Uma arquitetura, segundo (TERVO et al., 2009), é *Human in the Loop* - HITL- que é realizado considerando a arquitetura *Human Centered Automation* - HCA. Nesta arquitetura o operador humano realiza algumas tarefas do sistema de controle, ao exemplo de selecionar de qual modo de ação de movimento o veículo deve realizar. Alguns exemplos dos modos de ação o controle de profundidade, heading e seguir tubulações.

Outros tipos de operações são apontadas por (LUDVIGSEN; SØRENSEN, 2016): *Automatic Operation*, *Management by consent*, *Semi-autonomous or management by exception* e *Highly autonomous*. O primeiro, *Automatic Operation*, possui características semelhantes ao *human in the loop* e o segundo, *Management by consent* é basicamente uma teleoperação. O *Semi-autonomous or management by exception* é montado para o sistema executar automaticamente as funções relacionadas à missão quando os tempos de resposta são muito curtos para intervenção humana. Quando não há necessidade de um operador realizar nenhuma intervenção sobre o veículo, o tipo de operação é considerada *Highly autonomous*. Esta última classificação está mais próxima das condições necessárias para um veículo submarino ser considerado um AUV.



Figura 4.1: BlueROV2

4.1.5 Modelos de ROVs

Existem vários modelos de robôs submarinos. O formato destes veículos podem ser em função de diversas considerações. Local de atuação, profundidade onde as atividades serão executadas, suporte para a presença de braços manipuladores.

4.1.5.1 *BlueROV2*

O BlueROV2, representado na Figura 4.1, é desenvolvido pela Blue robotics, uma companhia americana especializada em robô submarinos. Assim como informa ([BLUEROBOTICS, 2021](#)), este veículo é destinado para realizar inspeções e pesquisas. O alcance de profundidade é de 100 m. 6 thrusters são responsáveis pela atuação, 4 lâmpadas, também há versões com 6, e uma câmera HD coletar os dados visuais. Além destas configurações, outros itens podem ser adicionados ao exemplo de gripper, para realizar aconrragem, e sonares, para medição de profundidade e escananeamento. Um ponto importante do Blue Rov é o fato de ROV ser opensource, que permiti de várias modificações e domínio dos eventuais usuário.

4.1.5.2 *Freedom ROV*

O Freedom ROV, apresentado na Figura 4.2, é desenvolvido pela companhia OCEANERING, dentêm uma como a principal características ter modos de operações híbridas. Segundo ([BOGUE, 2019](#)), Freedom pode operar sem intermédio de ações humanas, com ou sem a presença de cabos de comunicação. Este veículo também capacidade de realizar *subsea residence*, que é capacidade dos robôs ficarem alocadod no mar por um periodo longo, neste caso seis meses. Durante o periodo de residência submarina, o Freedom ROV realizar o recarregamento de energia em estações de docagem submersas.



Figura 4.2: Freedom ROV

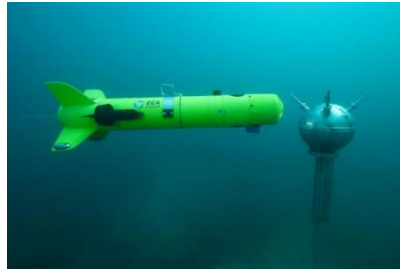


Figura 4.3: SEASCAN MK2

4.1.5.3 *SEASCAN MK2*

A ECA GROUP, uma companhia francesa especializada em desenvolver veículos marinhos e submarinos, desenvolveu um o ROV SEASCAN MK2, representado na Figura 4.3. Este robô é tem uma forma de torpedo. De acordo com (??), O SEASCAN é um veículo leve e pode ser usado para inspeções, identificação de minas e para missões com fins ambientais. Cabos umbilicais não são usados para nem para comunicação e nem para alimentação. Uma bateria recarregável é a fonte de alimentação deste robô.

Também é apontado por (??) que o SEASCAN MK2 também pode realizar algumas duas tarefas autônomas. Uma é dedicada para realizar posicionamento diante a profundidade do veículo, a outra é focada em automatizar o caminho do veículo a alcançar uma area específica.

4.1.5.4 *Aquant ROV*

O Aquant ROV um é veículo, de acordo (BOGUE, 2019), que além de possuir operação híbrida, autonomo e teleoperado., também não possui um formato único. O Aquant ROV possui dois formatos de operação, um para o modo autonomo, e outro para realizar teleoperação. A Figura n representa o Aquant na forma autonomo e a Figura é o foramto que o Aquant adquiri ao passar para a atuação teleoperado.

O modo de atuação autonoma é realizada até o robô antingir o momento de realizar

as atividades destinadas ao trabalhos com manipuladores. Para atuar de forma com os manipuladores, o Aquant mudar de formato e sua atuação passar a ser completamente por fins de teleoperação, em outras palavras há uma necessidade de presença humana na operação.

4.2 *Revisão bibliográfica*

4.2.1 Rede de Citação

4.2.2 Principais autores

4.3 *Mapa COnceitual*

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

4.4 *Testes integrados*

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Conclusão

Chegou a hora de apresentar o apanhado geral sobre o trabalho de pesquisa feito, no qual são sintetizadas uma série de reflexões sobre a metodologia usada, sobre os achados e resultados obtidos, sobre a confirmação ou rechaço da hipótese estabelecida e sobre outros aspectos da pesquisa que são importantes para validar o trabalho. Recomenda-se não citar outros autores, pois a conclusão é do pesquisador. Porém, caso necessário, convém citá-lo(s) nesta parte e não na seção seguinte chamada **Conclusões**.

5.1 Considerações finais

Brevemente comentada no texto acima, nesta seção o pesquisador (i.e. autor principal do trabalho científico) deve apresentar sua opinião com respeito à pesquisa e suas implicações. Descrever os impactos (i.e. tecnológicos, sociais, econômicos, culturais, ambientais, políticos, etc.) que a pesquisa causa. Não se recomenda citar outros autores.

Diagramas mecânicos

Diagramas eletro-eletrônicos

Referências

- ANTONELLI, G.; FOSSEN, T.; YOERGER, D. Underwater robotics. In: _____. [S.l.: s.n.], 2008. v. 1, p. 987–1008. Citado na página 4.1.1.
- BLUEROBOTICS. *BlueROV2*. 2021. <<https://bluerobotics.com/store/rov/bluerov2>>. Accessed: 2021-11-26. Citado na página 4.1.5.1.
- BOGUE, R. Cutting robots: A review of technologies and applications. *Industrial Robot-an International Journal - IND ROBOT*, v. 35, p. 390–396, 08 2008. Citado na página 2.1.
- BOGUE, R. Robots in the offshore oil and gas industries: a review of recent developments. *Industrial Robot: the international journal of robotics research and application*, ahead-of-print, 11 2019. Citado 3 vezes nas páginas 1, 2.1, and 4.1.5.2.
- FINACES, Y. *Global Offshore AUV and ROV Market to Reach 7.2Billionby2026*. 2021. <>. Accessed: 2021-11-26. Citado na página 2.1.
- GROUP, E. *SEASCAN MK2*. 2021. <<https://www.ecagroup.com/en/solutions/seascan-mk2>>. Accessed: 2021-11-30. Citado na página 4.1.5.3.
- LUDVIGSEN, M.; SØRENSEN, A. Towards integrated autonomous underwater operations for ocean mapping and monitoring. *Annual Reviews in Control*, v. 42, p. 145–157, 01 2016. Citado 2 vezes nas páginas 4.1.2 and 4.1.4.
- MYINT, M. et al. Visual servoing for underwater vehicle using dual-eyes evolutionary real-time pose tracking. *Journal of Robotics and Mechatronics*, v. 28, p. 543–558, 08 2016. Citado na página 4.1.2.
- TERVO, K. et al. Wireless joystick control for human adaptive mechatronics applications: Case trolley crane. In: . [S.l.: s.n.], 2009. p. 19 – 24. Citado na página 4.1.4.

Rennur: a funcionalidade replicante em sistemas robóticos

Maeve Millay

Rick Deckard

Salvador, Agosto de 2020.