

**Proposta de projeto de pesquisa do programa PRH
55 da ANP com ênfase no setor de petróleo, gás e
biocombustíveis, como parte do processo de
formação científica.**

Robô de inspeção com capacidade de realizar operações
semi-autônomas em estruturas subaquáticas utilizando
ativos nacionais e de baixo custo.

Luiz Paulo de Souza Santos

Marco Reis, M.Sc. (Orientador)

Geovani Mimoso , M.Sc. (Co-orientador)

Programa de Formação de Recursos Humanos da ANP – PRH 55
Linha de pesquisa em sistemas computacionais
Senai Cimatec
Salvador - Bahia
março de 2016

Robô de inspeção com capacidade de realizar operações semi-autônomas em estruturas subaquáticas utilizando ativos nacionais e de baixo custo.

Luiz Paulo de Souza Santos

Resumo

Desde o surgimento da extração de petróleo e gás em ambientes subaquáticos há a necessidade de inspecionar as estruturas submersas devido a grande salinidade do mar, a movimentação da plataforma causadas pelas ondas e ao tempo de utilização das plataformas. Estas inspeções são realizadas atualmente por mergulhadores e ROV's (Remotely Operated Vehicle) no intuito de evitar a corrosão, trincas ou rompimento das tubulações e/ou cabos que ligam a plataforma ao inferior do oceano. As altas profundidades proporcionam uma variação muito grande de pressão e temperatura as quais um ser humano não deve ser exposto, diante disso os ROV's tem uma grande vantagem, entretanto algumas limitações como os custos operacionais, e condições meteorológicas são fatores cruciais para o desenvolvimento dessas vistas pois os processos atuais dependem de um navio de apoio offshore e mão de obra altamente especializadas. A rotina de manutenção nas atividades em plataformas é repetitiva pois essas estruturas são fixas e quanto mais velha é a instalação mais rotinas devem ser realizadas o que faz uma aplicação local e semi autônoma de um Veículo operado remotamente um ótimo método de redução de custos e um aumento na confiabilidade das instalações.

O projeto será realizado mediante um ambiente de simulação utilizando o framework ROS e o software GAZEBO. Com isso espera-se apresentar uma alternativa à metodologia de inspeção em estruturas submarinas utilizada hoje em dia. A continuidade da pesquisa no uso de uma solução mecânica já desenvolvida é algo vital para este projeto, logo será utilizado o OpenRov, um sistema mecânico já utilizado

em pesquisas anteriores para inspeções em estruturas submarinas. Este projeto visa desenvolver um ROV, capaz de realizar inspeção em integridades estruturais, como plataformas e tubulações realizando operações específicas semi-automaticamente e será desenvolvido em duas fases consecutivas de 1 anos cada. Na primeira fase será desenvolvida um protótipo funcional e de baixo custo visando a Montagem mecânica, eletrônica e o desenvolvimento do Software de controle da movimentação manual e na fase consecutiva será desenvolvido o algoritmo de análise visual para a inspeção em tubulação e a movimentação semiautônoma para a realização de inspeção submarina.

Palavras chaves: robô de inspeção, inspeção subaquática.

Declaração

O projeto nesta proposta é baseado na pesquisa realizada pelo Brazilian Institute of Robotics - BIR / Senai Cimatec. A pesquisa versa na área da inspeção de estruturas subaquáticas. Referências contidas nela são estritamente de responsabilidade do autor.

Copyright© 2016 by Luiz Paulo de Souza Santos.

“Os direitos de autoria deste projeto recai sobre o autor. Citações não devem ser publicadas sem o consentimento prévio por escrito do autor e informações oriundas da mesma devem ser reconhecidas e referenciadas”.

Sumário

Resumo	iii
Declaração	v
1 Introdução	1
1.1 Objetivos	2
1.2 Objetivos específicos	2
2 Caracterização do problema	4
3 Revisão bibliográfica	5
3.1 Projetos de relevância desenvolvidos	5
4 Metodologia do projeto	6
4.1 Fundamentação teórica	7
4.2 Modelagem	7
4.3 Desenvolvimento computacional	7
4.4 Simulação	7
4.5 Montagem e integração	7
4.6 Testes	7
5 Resultados esperados	8
Referências Bibliográficas	9

Lista de Figuras

Lista de Tabelas

Capítulo 1

Introdução

A integridade da infraestrutura offshore é uma questão-chave para a produção ininterrupta de petróleo e gás, bem como para a segurança dos funcionários embarcados. O envelhecimento das infraestruturas causada principalmente pela corrosão e fadiga gera um aumento da probabilidade de falha. Em casos extremos, a perda da integridade estrutural pode causar o colapso da estrutura resultando na perda completa da instalação e ocasionalmente em um desastre ecológico e humano. O projeto de vida típico de uma plataforma é de 20 - 25 anos, no entanto, devido à demanda atual para a produção de petróleo e gás, muitas dessas plataformas continuarão em operações além do projetado. A inspeção estrutural da região submersa destas estruturas apresenta um desafio logístico dado o meio subaquático. Logo, a importância do desenvolvimento de sistemas submarinos adequados para inspeções periódicas de integridade estrutural se faz necessário. Um agravante a este problema é o aumento do percentual da produção executada por equipamentos submersos, que resulta em uma maior demanda de inspeção periódica dos equipamentos posicionados no fundo marinho.

Atualmente, as estruturas subaquáticas são inspecionadas ou por ROVs ou mergulhadores. Ambos os métodos são dispendiosos e abrangem um tempo considerável de inspeção, principalmente por quatro razões:

- a necessidade de um navio de apoio,
- a necessidade de pessoal altamente especializado e,

- o tempo necessário para realizar estas inspeções essencialmente manual.

Portanto, o principal desafio no problema de inspeção estrutural submarina reside no desenvolvimento de um método eficiente de inspeção, que não necessita de um pessoal altamente especializado e que pode ser utilizada diretamente a partir das plataformas, sem a necessidade de uma embarcação de suporte.

1.1 Objetivos

O objetivo do projeto é desenvolver um protótipo funcional de um ROV, capaz de realizar inspeção estrutural de uma plataforma offshore, onde o mesmo possa realizar algumas operações de forma autônoma e que pode ser operado diretamente de instalações fixas ou flutuantes, sem a necessidade de operadores especializados e/ou navios de apoio. Assim resultando na redução do custo de operação e manutenção, na perda de produção não planejada e nos riscos de integridade de ativos.

1.2 Objetivos específicos

O objetivo do projeto será o desenvolvimento, em dois anos, de ROV nacional tendo algumas operações semi-autônomas, com as seguintes características:

- funcionamento independente de operadores;
- propulsão realizada com motores elétricos, movidos por bateria ;
- câmeras de espectro visível para inspeção visual da tubulação;
- características mecânicas compatíveis com os movimentos necessários para o deslocamento subaquático;
- sistema mecânica de baixo peso e design que permita um procedimentos simples e seguro.

Neste quesito, a busca para a completude do objetivo principal se faz necessário o alcance de alguns objetivos específicos:

- pesquisa e levantamento bibliográfico e do estado da arte: framework ROS, simulador GAZEBO, sistema mecânico a ser utilizado, ambiente de atuação do robô;
- definição dos sistemas de localização, sensoriamento e motorização;
- desenvolvimento da arquitetura de hardware e software do robô;
- definição dos sensores e atuadores;
- definição das ações do robô e das inspeções a serem realizadas;
- modelagem do ambiente e do robô;
- desenvolvimento do módulo de controle;
- proposição de um algoritmo de controle para detecção de objetos;
- proposição de um algoritmo de controle para transposição de objetos;
- simulação do robô no ambiente de atuação;
- produção de dois artigos a serem apresentados em congressos.

Capítulo 2

Caracterização do problema

Atualmente veículos de inspeção submarina necessitam de um barco de suporte para lançamento e recuperação, o que limita a operação para apenas condições de mar favoráveis. No projeto será desenvolvido um veículo, o que permite o veículo ser lançado de plataformas e outros navios. Esse desenvolvimento reduz a complexidade da operação e possibilita a inspeção independentemente das condições do mar. O sistema de navegação será um sistema híbrido, ou seja, a arquitetura de controle será projetado de tal forma que se possa mudar de semi-automático para o modo de ROV. O que permitirá um operador controlar o veículo enquanto assistido por todas as funcionalidades da navegação autônoma. O projeto usará também técnicas de navegação adaptativa, sendo assim capaz de reagir às informações dos sensores e adaptar-se. No projeto está previsto o desenvolvimento de uma interface intuitiva, permitindo a fácil configuração do veículo e operação, assim, dispensando a necessidade de pessoal especializado para as operações.

Capítulo 3

Revisão bibliográfica

XXXX

3.1 Projetos de relevância desenvolvidos

XXXXXXXX

Capítulo 4

Metodologia do projeto

No intuito de obter o cumprimento dos objetivos específicos deste projeto, foi adotado a metodologia composta inicialmente na busca do embasamento sobre o assunto de inspeção robótica, em seguida a fase do desenvolvimento propriamente dito juntamente com suas simulações e testes. Consequentemente a terceira fase será a construção e a realização dos testes. Resumidamente a metodologia dividi-se em cinco partes distintas:

- Fundamentação teórica
- Modelagem
- Desenvolvimento computacional
- Simulação
- Montagem e integração
- Testes

Nos tópicos seguintes são apresentados de forma detalhada cada uma das etapas sequencialmente, cada etapa visa obter ao final de sua completude a tese de doutorado.

4.1 Fundamentação teórica

4.2 Modelagem

4.3 Desenvolvimento computacional

4.4 Simulação

4.5 Montagem e integração

4.6 Testes

Capítulo 5

Resultados esperados

Espera-se que ao final deste projeto

Referências Bibliográficas

- [1] J. W. Barrett and J. F. Blowey (1995), *An error bound for the finite element approximation of the Cahn-Hilliard equation with logarithmic free energy*, Numerische Mathematics, **72**, pp 1–20.
- [2] J. W. Barrett and J. F. Blowey (1997), *Finite element approximation of a model for phase separation of a multi-component alloy with non-smooth free energy*, Numerische Mathematics, **77**, pp 1–34.
- [3] J. W. Barrett and J. F. Blowey (1999a), *An improve error bound for finite element approximation of a model for phase separation of a multi-component alloy*, IMA J. Numer. Anal. **19**, pp 147-168.
- [4] P. G. Ciarlet (1978), **The Finite Element Method for Elliptic Problems**, North-Holland.
- [5] J. L. Lions (1969), **Quelques Móthodes de Résolution des Problèmes aux Limites**, Dunod.