

2014.2

CALIBRAÇÃO DE MÚLTIPLAS CÂMERAS PARA
UTILIZAÇÃO EM AMBIENTES SUBMERSOS

PROPOSTA DE TRABALHO DE GRADUAÇÃO

Aluno
Orientadora

Rodrigo José Batista Costa Santos
Prof^a Judith Kelner

{rjbcs@cin.ufpe.br}
{jk@cin.ufpe.br}

23 de outubro de 2014

Sumário

1. Contexto	3
2. Objetivo	4
3. Cronograma	5
4. Referências	6
Assinaturas	7

1. Contexto

Com o grande avanço tecnológico ocorrido a partir dos anos 70, áreas antes inacessíveis ao ser humano começaram a serem exploradas e mapeadas por veículos não tripulados criados para suportar as condições que tornam impossível uma pessoa aproximar-se. Ao chegar a essas áreas inacessíveis, os veículos não tripulados têm como objetivo coletar informações através de sensores (temperatura, imagens, salinidades, etc.) ou materiais do local. Essas informações servem como base para pesquisas científicas em diversos campos e áreas do conhecimento.

O oceano é uma das áreas mais pesquisadas porque possui um ambiente onde há novas possibilidades no campo de telecomunicação, grande diversidade biológica e geológica, além de muitas fontes de energia, como gás e petróleo. Os veículos submarinos não tripulados (UUV - *Unmanned underwater vehicles*) são robôs utilizados em diferentes aplicações científicas, militares e comerciais [1]. Na ciência, os UUVs são utilizados para realizar mapeamento de alta resolução do fundo do oceano, assim como para monitorar o comportamento ao longo do tempo da salinidade, temperatura, oxigênio, e pH da água. Vigilância e localização de minas navais são exemplos de aplicações militares, enquanto as aplicações comerciais concentram-se mais nas indústrias de gás e petróleo, realizando instalação, inspeção e manutenção de estruturas submarinas.

Os UUVs podem ser divididos em veículo submarino autônomo (AUV - *Autonomous Underwater Vehicle*) e veículo operado remotamente (ROV - *Remotely Operated Vehicle*) [2]. ROVs são robôs submarinos não tripuláveis equipados com pelo menos uma câmera e luzes, altamente manobrável e operado remotamente através de um cabo (também conhecido como cordão umbilical) que conecta o ROV a um navio. Os AUVs podem tomar suas próprias decisões a partir de dados obtidos pelos seus sensores. Esse tipo de veículo, por não possuir o cordão umbilical, consegue apresentar uma maior mobilidade que os ROVs, porém ainda não são capazes de substituir os ROVs em muitas tarefas operacionais, como no caso das aplicações industriais de fontes energéticas [3].

Com o aumento nas construções de tubulações para a indústria de gás e petróleo e para tráfegos de telecomunicação internacional, inspeções e manutenções estão sendo feitas cada vez mais frequentemente. Essas tarefas, demoradas e uniformes, são executadas pelos ROVs que por serem controladas por seres humanos estão propensas a falhas devido a uma falta de concentração ou cansaço [1]. Uma falha ocasionada nas tubulações pode ocasionar grandes perdas financeiras para as empresas responsáveis. Por isso, nos últimos anos, muitos trabalhos estão sendo propostos adicionando métodos de visão computacional para realizar detecção, rastreamento e inspeção visual para auxiliar o operador nas suas decisões.

Para os algoritmos de visão computacional produzirem resultados precisos e corretos, é necessário que as câmeras que fornecem as imagens estejam calibradas intrinsecamente e extrinsecamente de forma acurada [4]. Os parâmetros intrínsecos determinam a geometria interna e as características óticas do sensor de imagem através da distância focal, centro de projeção perspectiva, fator de cisalhamento e coeficientes de distorção radial e tangencial da câmera. Os parâmetros extrínsecos modelam a orientação (rotação) e posição (translação) da câmera em relação ao sistema de coordenada do mundo 3D. No caso de múltiplas câmeras, a transformação entre elas também deve ser calibrada tornando possível realizar a correspondência dos pontos nas diferentes imagens, em um mesmo instante de tempo.

O ambiente submarino, em alta profundidade (ROVs realizam operações em até aproximadamente 7000 metros), possui diversas restrições e desafios que precisam ser levados em consideração durante a modelagem do sistema de calibração. O primeiro grande desafio é a extração de características precisas da imagem, dificultada pela acentuada distorção radial obtida pelas câmeras, devido às lentes grandes angulares, além da pouca iluminação (apenas a luz dos iluminadores do robô) e o grande ruído do ambiente. O segundo desafio é causado pela restrição do ROV que possui câmeras muito afastadas entre si, impossibilitando a exibição de um mesmo padrão de calibração para as duas câmeras em um mesmo instante de tempo. Uma possível estratégia para resolver esse problema é exibir um padrão para cada câmera, sendo necessário conhecer a transformação entre os padrões.

O terceiro desafio é onde realizar a calibração, pois devido ao diferente índice de refração dos meios (ar e água, por exemplo) os parâmetros intrínsecos da câmera são diferentes. Nesse caso a calibração poderia ser feita dentro do oceano (de difícil execução por causa dos desafios mencionados anteriormente) ou modelar o problema de forma que os parâmetros intrínsecos possam ser adaptados de um meio para outro [5]. A proposta desse projeto resume-se a implementar uma calibração intrínseca e extrínseca de múltiplas câmeras acurada, superando os desafios do ambiente submarino descritos anteriormente.

2. Objetivo

Este trabalho se propõe a realizar uma investigação aprofundada sobre algoritmos de calibração e processos de otimização, com a finalidade de implementar um sistema de calibração acurado para um par de câmeras a ser utilizado no cenário acima descrito. A calibração deve fornecer resultados precisos, pois o ROV tem que ser capaz de auxiliar no processo de manutenção e instalação de equipamentos em águas profundas no ambiente submarino.

Para obter uma calibração precisa, o sistema a ser implementado deve ser modelado considerando os desafios apresentados pelo ambiente submarino em altas profundidades. Esses desafios são: mudança do índice de refração do ar e na água, acentuada distorção radial das câmeras, ambiente ruidoso e com pouca iluminação, imagens de baixa resolução e câmeras do ROV muito afastadas entre si.

	Mês																			
Atividade	Outubro				Novembro				Dezembro				Janeiro				Fevereiro			
Especificação																				
Estudo da Bibliografia e Estado da Arte.																				
Implementação																				
Testes																				
Escrita da monografia																				
Preparação da apresentação oral																				
Apresentação																				

4. Referências

- [1] Horgan, J. and Toal, D. 2009. *Computer Vision Applications in the Navigation of Unmanned Underwater Vehicles*. IN: Inzartsev, A. (Org.) *Underwater Vehicles*. p.195-214
- [2] Budiyo, A. 2009. *Advances in unmanned underwater vehicles technologies: Modeling, control and guidance perspectives*. *Indian Journal of Marine Sciences*. p.282-295.
- [3] Koh, T., et. al., 2006. *A control module scheme for an underactuated underwater robotic vehicle*. *Journal of Intelligent and Robotic Systems* Volume 46, Issue 1. p.43-58.
- [4] Salvi, J., Armangué, X., and Batlle, J. 2002. *A comparative review of camera calibrating methods with accuracy evaluation*. *Pattern Recognition*. p. 1617-1635.
- [5] Lavest, J. M., Rives, G., and Laprest, J. T. 2003. *Dry camera calibration for underwater applications*. *Machine Vision Applications* 13. p. 5-6.

Assinaturas

Judith Kelner
(Orientadora)

Rodrigo José Batista Costa Santos
(Aluno)

Recife, 23 de outubro de 2014