

Correção de Perspectiva aplicado à Navegação autônoma de VANTs através de imagens

Brayan Acevedo Jaimes¹ - Frank S. Torres² - Cristiano L. Castro³ - Antônio P. Braga⁴ - Élcio Hideiti Shiguemori⁵

¹payo@ufmg.br ²franksill@ufmg.br ³crislcastro@ufmg.br ⁴adpbraga@gmail.com ⁵elcio@ieav.cta.br

¹⁻⁴Programa de Pós-Graduação em Engenharia Elétrica - Universidade Federal de Minas Gerais - Belo Horizonte, MG, Brasil

⁵Instituto de Estudos Avançados - São José dos Campos, SP, Brasil



Introdução

Imagens aéreas capturadas por vídeo câmera em tempo real são comparadas com imagens georreferenciadas previamente embarcadas dentro da aeronave, para estimar a posição atual na região sobrevoada. Esta técnica é conhecida como *Casamento de Imagens*, onde a posição atual é estimada mediante a uniformização das imagens via extração de bordas para depois calcular o maior grau de correlação espacial e dessa forma definir a posição da aeronave. O *casamento de imagens* visa encontrar uma boa precisão na correspondência entre imagens (câmera do VANT e imagem georreferenciada) com a mesma cena, capturadas em tempos diferentes. Além disso, a posição e resolução da câmera faz que a imagem apresente distorção e efeitos de perspectiva que afetam diretamente a estimação da posição do VANT. De modo que as características de imagens aéreas com distorção não conseguem representar com precisão a posição que esta sendo imageada.

Considerando os problemas anteriormente mencionados, este trabalho apresenta os resultados da estimação de posição de VANTs sobre um voo real aplicando a técnica de *Casamento de Imagens* e Correção de Perspectiva. Imagens capturadas por VANTs geralmente não possuem visada nadir devido ao tipo de câmera acoplado, manobras de virada ou perturbações no ambiente. Como solução, é proposto um método paramétrico, que utiliza o conhecimento prévio dos ângulos de inclinação da aeronave, fornecidos pelos sensores inerciais da mesma. Estes ângulos conformam os parâmetros de rotação na matriz homográfica H, que também esta constituída por parâmetros intrínsecos da câmera. A maior contribuição deste trabalho é que o método toma como referência a informação dos ângulos de inclinação do VANT para definir a homografia sem a necessidade de definir pontos de controle (Ground Control Points) ou utilizar outra imagem como referência. Portanto, a metodologia é independente da imagem e não requer nenhum processo de identificação de padrões nela. Os resultados obtidos mostram que o método exige curto tempo de processamento na correção projetiva da imagem sendo, portanto, factível de ser implementado em condições reais de voo. Além disso os resultados na estimação de posição tiveram uma melhora pois o erro de estimação foi reduzido.

Objetivos

- Melhorar a estimação de posição em VANTs através de imagens.
- Garantir uma boa correspondência entre imagens (câmera do VANT e imagem georreferenciada).
- Dar maior robustez e precisão na correção de perspectiva nas imagens Capturadas por VANTs.

Metodologia

O processo geral de retificação da imagem capturada pelo VANT é mostrado na Figura 1(a). Este está composto inicialmente pela leitura da imagem distorcida junto com os ângulos de inclinação do VANT e os parâmetros da câmera. Depois, é calculada a matriz de rotação e a matriz que define os parâmetros intrínsecos da câmera. Com isso, é obtida a matriz homográfica e por fim é aplicada a transformação projetiva sobre a imagem para corrigir a distorção geométrica nela.

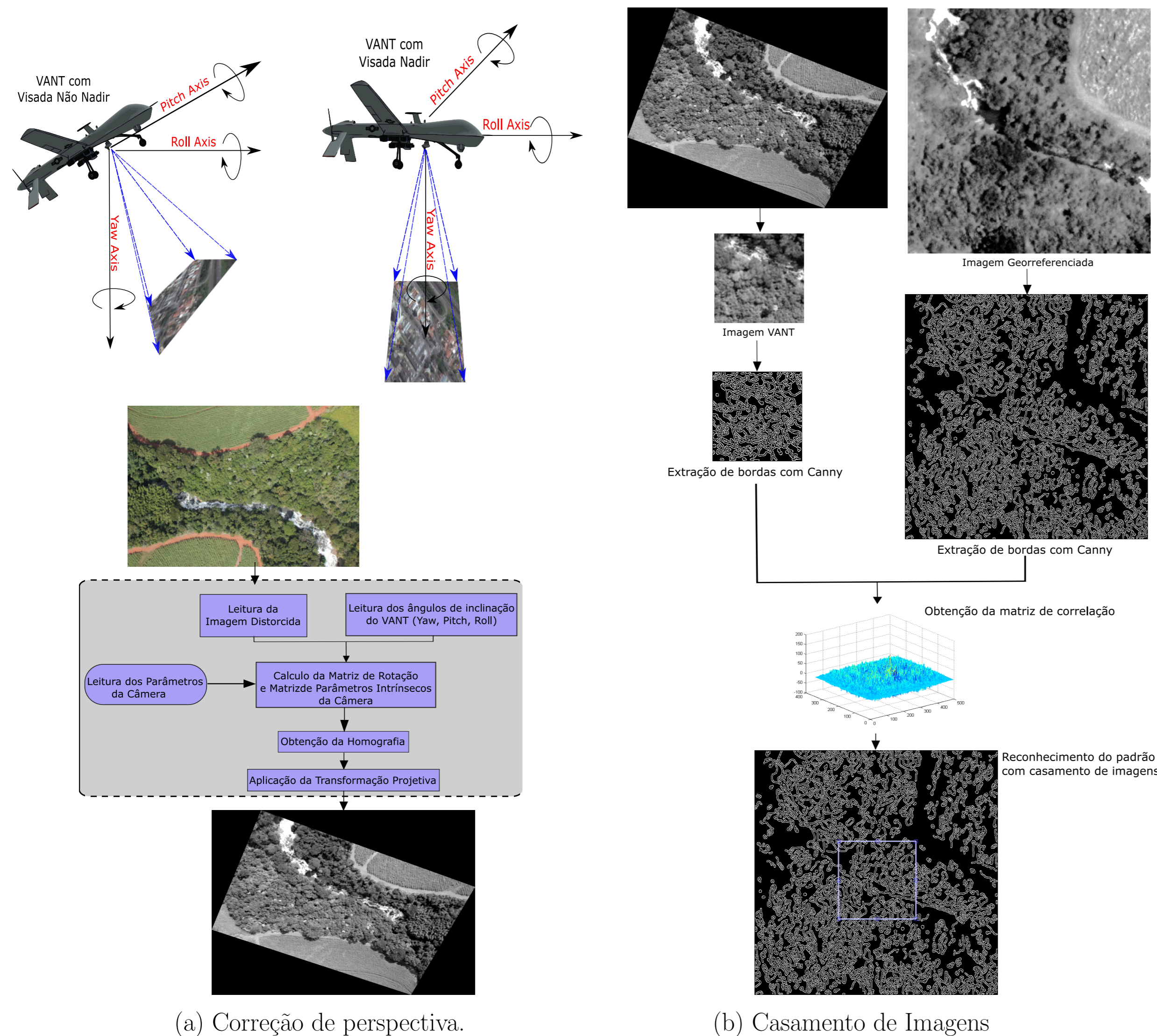


Figura 1: Metodologia para Navegação autônoma de VANTs a través de imagens.

Em seguida, a imagem capturada pelo VANT já corrigida é procurada sobre a imagem georreferenciada e posteriormente, calculou-se a diferença em metros com respeito à posição (latitude, longitude) que foi identificada e estimada sobre a imagem georreferenciada. A extração de características em cada imagem é feita a través da extração de bordas utilizando o operador Canny. Isto com a finalidade de reduzir as diferenças de iluminação entre elas. Uma vez que as duas imagens com bordas foram extraídas, é calculada a matriz de correlação espacial entre pixels, onde é identificado o ponto máximo da matriz que indica a maior correlação entre as imagens (sub-região e georreferenciada). Esse ponto máximo será definido como o pixel central que compõe o novo padrão identificado que da a posição geográfica do VANT e a informação de latitude e longitude estimada na imagem georreferenciada. Na figura 1(b) é mostrado o procedimento de reconhecimento de padrões e a estimação de posição feita para cada uma das imagens que foram capturadas pelo VANT.

Resultados

Foram simulados vários trechos de rota sobre uma mesma região que, são mostrados a seguir. A Latitude e longitude real em vermelho, a latitude e longitude estimada com nossa metodologia é mostrada

em cor amarelo e em cor verde é mostrado a estimação de posição sem correção de perspectiva, onde só o ajuste de rotação foi feito.



Figura 2: Resultado de simulação de cenários.

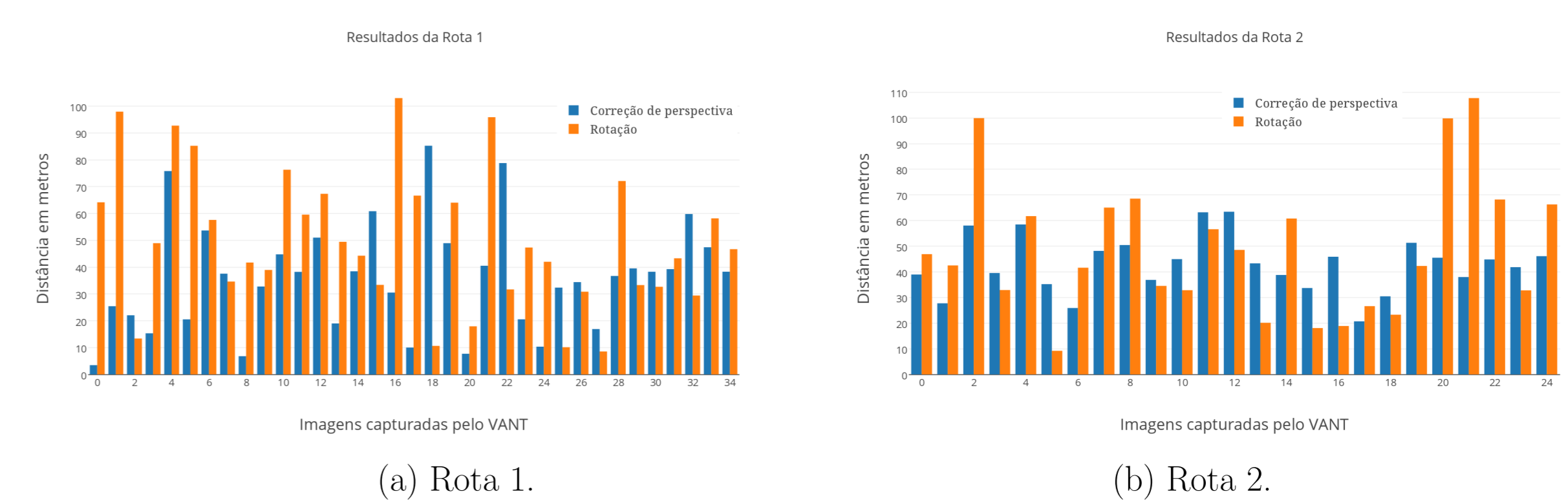


Figura 3: Distâncias obtidas por imagens aplicando correção de perspectiva e rotação.

Método	Distância média	Desvio padrão	Variância	FP(%)	VP(%)
Correção de perspectiva	36.0447	20.2698	410.8649	0	100 %
Rotação	50.0113	25.6991	660.4414	2.8571 %	97.1428 %

Tabela 1: Desempenho da aplicação de Correção de perspectiva vs. rotação para estimação de posição na rota 1

Método	Distância média	Desvio padrão	Variância	FP(%)	VP(%)
Correção de perspectiva	42.8718	11.0206	121.4536	0	100 %
Rotação	49.0536	26.5257	703.6140	2.8571 %	97.1428 %

Tabela 2: Desempenho da aplicação de Correção de perspectiva vs. rotação para estimação de posição na rota 2

Conclusões

- A metodologia implementada na correção de perspectiva demonstrou ser independente das características da imagem. Portanto, o processo não é afetado por mudanças espectrais ou físicas presentes nas imagens devido à utilização da informação dos ângulos de inclinação do VANT como referência e à utilização dos parâmetros intrínsecos da câmera para definir a homografia e fazer a transformação projetiva nas imagens.
- Os resultados mostraram que quando foi aplicada a correção de perspectiva na estimação de posição, esta melhorou pois fornece posições mais precisas e com menor distância de separação comparado com a posição real. Também apresenta uma menor variabilidade entre estimações.
- Em conclusão, no processo de navegação autônoma de VANTs através de imagens, a correção de perspectiva aplicada às imagens capturadas pela aeronave obtiveram melhores resultados comparado com a aplicação de apenas a rotação de imagens. Isto porque a correção de perspectiva melhora a percepção da imagem e o ajuste de rotação ao longo dos três ângulos de inclinação do VANT (Yaw, Pitch, Roll). Em contrapartida, a rotação resulta ser mais limitada pois o ajuste é feito só no ângulo Yaw.

Referências

- [1] Gianpaolo Conte and Patrick Doherty. An integrated UAV navigation system based on aerial image matching. *Proceedings of the IEEE Aerospace Conference*, pages 1–10, 2008.
- [2] R. I. Hartley and A. Zisserman. *Multiple View Geometry in Computer Vision*. Cambridge University Press, ISBN: 0521623049, 2000.
- [3] Euler Horta, E. H Shiguemori, H. F. C. Velho, and A. P. Braga. Extração de características e casamento de padrões aplicados à estimação de posição de um VANT. *Congresso Brasileiro de Automática*, 1:5045–5050, 2012.
- [4] Brayan Acevedo Jaimes, Cristiano Leite de Castro, and Frank Sill Torres. CORREÇÃO DE PERSPECTIVA EM IMAGENS APLICADA À NAVEGAÇÃO AUTÔNOMA DE VANTs. V.1:103–110, May 2016.

Agradecimentos

Ao IEAV e ao projeto PITER pelo banco de imagens fornecido.