

Inferência dos Parâmetros de Vôo Associando o Movimento do Horizonte com Informações da Câmera

Milton Macena Ramos de Lima

Instituto de Computação (ICOMP)

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Manaus, AM, Brasil

milton_lima@hotmail.com

José Luiz de Souza Pio

Instituto de Computação (ICOMP)

Universidade Federal do Amazonas (UFAM)

Manaus, AM, Brasil

josepio@dcc.ufmg.br

Resumo - os Parâmetros Críticos de Vôo de um veículo aéreo – ângulos de Ataque, Guinada e Rolagem – são os que descrevem o movimento do veículo no espaço tridimensional. Eles podem ser inferidos por sensores eletromecânicos ou por percepção visual. Neste trabalho, nós abordamos uma forma visual de estimativa dos Parâmetros de Vôo, baseada na associação do Fluxo Ótico da Linha do Horizonte com a Largura Focal da câmera instalada no robô aéreo. O uso do Fluxo Ótico possibilita a estimativa do Parâmetro de Guinada, que não é estimado na maior parte dos recentes trabalhos relacionados. A solução abordada no presente trabalho é útil para sistemas críticos porque tem pequeno custo computacional, que é consequência de usarmos informações de apenas uma pequena parte da imagem para a estimativa do Fluxo Ótico. Experimentos preliminares provaram a eficiência do método apresentado.

Palavras Chave: Visão robótica; Posicionamento tridimensional; ângulos de voo.

I. INTRODUÇÃO

O presente trabalho realiza a inferência dos Ângulos de Vôo do mesmo modo que um piloto, quando este não possui instrumentos de vôo à sua disposição: usando as informações de deslocamento vertical, horizontal e de inclinação do Horizonte. Para estimar os deslocamentos vertical e horizontal, nós usamos a informação do Fluxo Ótico do Horizonte, obtida através da técnica de Lucas e Kanade (*apud* [1]).

II. RECONHECIMENTO DO HORIZONTE

Nós realizamos o reconhecimento do Horizonte na imagem com o seguinte processamento: primeiramente, realizamos a segmentação da imagem a partir do critério da quantidade de cor azul dos pixels em relação à quantidade de brilho da imagem. Em seguida, fazemos a binarização da imagem e extraímos as suas linhas usando o método de Canny. Por fim, o algoritmo reconhecedor de Ettinger [2] informa a probabilidade de cada linha detectada ser a Linha do Horizonte.

III. ESTIMATIVA DOS ÂNGULOS DE VÔO

Os Ângulos de Vôo são estimados a partir de um triângulo do qual conhecemos dois lados, que são: a Largura Focal (f); e a distância que o Horizonte se movimentou entre uma imagem e outra, no sentido vertical ou horizontal, como mostrado nas Figuras 1 e 2. Essa distância é determinada pelo Fluxo Ótico, que corresponde ao movimento aparente do padrão de intensidade luminosa em uma sequência de imagens (*apud* [1]), representado em um vetor vertical e um horizontal, u e v , respectivamente. O vetor u é usado para o cálculo do Parâmetro de Ataque, e o vetor v , para o cálculo do Parâmetro de Guinada. A Figura 1 mostra o triângulo que tem como lados a Largura Focal da câmera (f) e o vetor vertical (u). Tendo estes dois lados do triângulo, calculamos o Parâmetro de Ataque por simples Trigonometria, da seguinte forma:

$$\Theta = \arctg(u / f), \quad (1)$$

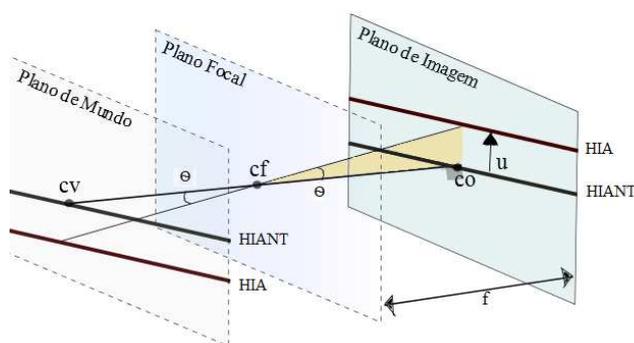


Figura 1. Triângulo usado na estimativa do Parâmetro de Ataque. Largura Focal (f), Vetor vertical do Fluxo Ótico (u), Centro Focal (cf), Centro de Visão (cv) e Centro Ótico (co). HIA significa “Horizonte na imagem atual” e HIANT significa “Horizonte na imagem anterior”. Ângulo de Ataque (Θ).

Da mesma forma que na estimativa do Parâmetro de Ataque, tendo dois lados do triângulo, Largura Focal (f) e vetor horizontal do Fluxo Ótico

(v), calculamos o Parâmetro de Guinada por simples Trigonometria, da seguinte forma:

$$\Psi = \arctg(v / f). \quad (2)$$

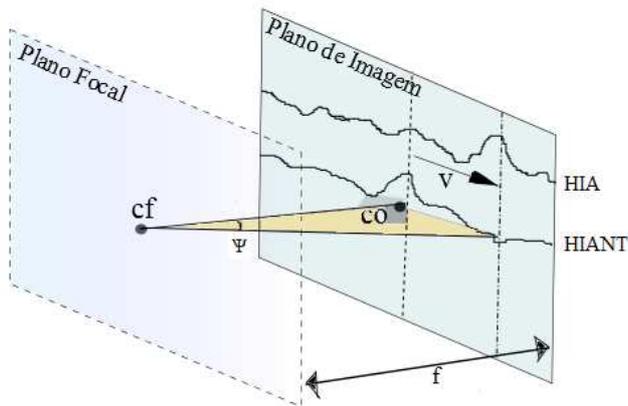


Figura 2. Triângulo usado na estimativa do Parâmetro de Guinada. Largura Focal (f), vetor horizontal do Fluxo Ótico (v), Centro Focal (cf) e Centro Ótico (co). HIA significa “Horizonte na imagem atual” e HIANT significa “Horizonte na imagem anterior”. Ângulo de Guinada (Ψ).

Nós estimamos o Parâmetro de Rolagem com informações estáticas do Horizonte, calculando a inclinação deste com relação ao plano horizontal da câmera:

$$\Omega = \arctg(y_0 - y_1 / x_0 - x_1), \quad (3)$$

onde (x_0, y_0) e (x_1, y_1) são as Coordenadas Cartesianas dos pontos extremos direito e esquerdo do Horizonte, respectivamente.

IV. RESULTADOS

Realizamos experimentos preliminares simulando o uso de robôs aéreos, usando uma câmera Sony Cybershot W320 e um computador com CPU de 2GHz - Dual Core. A Figura 3 tem nossa interface gráfica, que mostra os valores dos Parâmetros Críticos de Vôo e suas representações nos instrumentos de vôo usados em veículos aéreos. Eles são representados na seguinte ordem: Ataque e Rolagem são representados nos dois Horizontes Artificiais, e Guinada, no Giro Direcional. E a Figura 4 mostra um gráfico com as medidas do Parâmetro de Ataque, comparando os valores estimados com informações estáticas [3] e os valores estimados com o nosso método. Como o Parâmetro de Guinada não é estimado com informações estáticas, a sua estimativa será comparada à realizada com sensores, em experimentos futuros. Pelos resultados do experimento com o Ângulo de Ataque, concluímos que a nossa abordagem é eficiente.

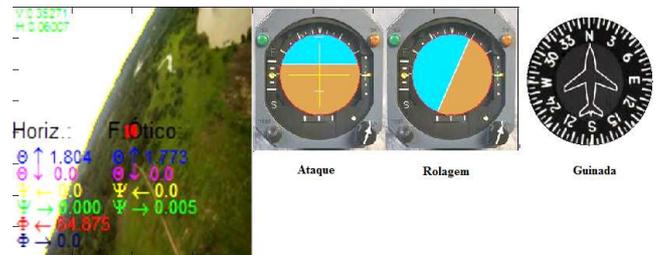


Figura 3. Interface gráfica: à esquerda, os valores dos Parâmetros Críticos de Vôo. À direita, a exibição dos valores dos parâmetros de Ataque, Rolagem e Guinada, exibidos nos instrumentos de vôo.

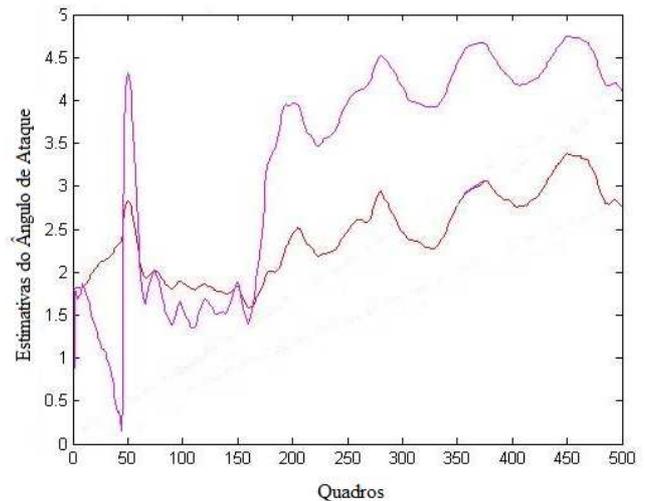


Figura 4. Gráfico com estimativas do Parâmetro de Ataque, medida em graus. O nosso método está representado na linha cor-de-rosa, e o método de informações estáticas, na linha vermelha.

REFERÊNCIAS

- [1] RITTNER, Letícia. **Identificação e Transformação de Valores Aberrantes como Medida de confiabilidade do Método das Diferenças para Estimativa de Fluxo Óptico em Sequências de Imagens.** Tese (Mestrado em Engenharia Elétrica) – Faculdade de Engenharia Elétrica e Computação, UNICAMP, SP. 2004.
- [2] ETTINGER ET. AL. **Towards Flight Autonomy: Vision-Based Horizon Detection for Micro Air Vehicles.** 2002.
- [3] PEREIRA, Guilherme A. S.; Iscold, Paulo; Torres, Leonardo A. B. **Estimação da Atitude de Aeronaves utilizando Visão Computacional.** Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, MG, Brasil. 2008.
- [4] Cornell, T.D., Egan, G.K., Price, A.: **Aircraft attitude estimation from horizon video.** Electron. Lett. 42(13), 744745. 2006.
- [5] Mondragón, I.F., Olivares-Méndez, M.A., Campoy, P., Martínez, C., Mejias, L. **Unmanned aerial vehicles UAVs attitude, height, motion estimation and control using visual systems.** Auton. Robots 29(1), 1734. 2010.