

EES-60 – Sensores e Sistemas para Navegação e Guiamento

Prof. Jacques

3 de setembro de 2019 – Lista Computacional 1 Parte 1 – individual.

Alinhamento inicial via TRIAD com dados reais de sensores solidários

Prazo para entrega: 11 de setembro de 2019.

Objetivo: Estimar a atitude inicial com variantes do método TRIAD usando dados reais de IMU de classe inercial e de classe comercial (COTS);

O arquivo *dados.dat* contém uma matriz com medidas feitas por IMU de classe inercial desenvolvida e ensaiada pelo IAE no âmbito do projeto Sistemas Inerciais para Aplicação Aeroespacial (SIA). **A frequência de amostragem é 100Hz.** A IMU é solidária ao veículo que a transporta. **As medidas nesse arquivo são incrementais.** As colunas de 2 a 4 contêm os **incrementos** temporais de velocidade angular do corpo em relação ao espaço inercial, em **rad**, ocorridos durante o intervalo de amostragem mais recente. As colunas de 5 a 7 contêm os **incrementos** temporais de força específica em relação ao espaço inercial (também chamados de incrementos de velocidade de empuxo – *thrust velocity*), em **m/s**.

As coordenadas iniciais são 23° 05′ 54,04″S, 47° 00′ 41,55″W, e altitude de 774,6707 m com respeito ao elipsoide WGS-84. A IMU está estacionária inicialmente.

Os arquivos *SN500574Inside.mat* e *SN500574Outside.mat* contêm, cada um, uma matriz com medidas feitas por IMU de classe comercial (commercial-off-the-shelf) Xsens Mti-G, adquirida pelo projeto SIA. A IMU permanece em condição estacionária dentro do lab e fora dele, respectivamente. **A frequência de amostragem também é 100Hz.** **As medidas nesses dois arquivos NÃO são incrementais.** As colunas de 5 a 7 contêm a velocidade angular do corpo em relação ao espaço inercial, em **rad/s**. As colunas de 2 a 4 contêm a força específica em **m/s²**. As colunas de 8 a 10 contêm os componentes do vetor campo geomagnético quase-normalizado, por incorreções na calibração, e adimensional. Como essa IMU tem girômetros MEMS incapazes de medir a velocidade angular da Terra, o alinhamento inicial **com os dados desses dois arquivos** usará o vetor campo geomagnético.

As coordenadas iniciais associadas a esses dois arquivos são, respectivamente, 23,20995° S, 45,87712° W, e 23,20947° S, 45,87722° W, e altitude de 630 m com respeito ao elipsoide WGS-84. Para cada um desses dois arquivos *.mat*, altere o parâmetro g_0 no modelo de gravidade visto em sala de forma que a média da magnitude do vetor força específica nos primeiros seis minutos seja igual à magnitude predita pelo modelo de gravidade nas respectivas coordenadas iniciais. Esse paliativo se deve à qualidade deficiente dos acelerômetros do Xsens e ao modelo tosco de gravidade empregado.

Alinhamento inicial com variantes do método TRIAD:

Use os primeiros 6 minutos em cada arquivo de dados para executar o modo de alinhamento inicial sabendo que, em todos os arquivos, a IMU se encontra estacionária em relação ao solo.

No primeiro caso (Montezum), use a média das medidas do vetor de força específica \mathbf{A}_{sp} , que consistem da reação à gravidade, e a média das do vetor de velocidade angular inercial da Terra $\mathbf{\Omega}$ providas, respectivamente, dos acelerômetros e dos girômetros para estimar a DCM $\mathbf{D}_B^{NED}(0) = \mathbf{D}_\theta$ que leva do S_{NED} para o sistema do corpo S_B no instante inicial. Considere que a medida de força específica é a de melhor qualidade.

Usar o método TRIAD com as seguintes bases vetoriais em R^3 para obter estimativas de \mathbf{D}_θ , as estimativas correspondentes do quaternion inicial $\mathbf{q}_B^{NED}(0) = \mathbf{q}_\theta$ e as estimativas dos ângulos de Euler iniciais guinada $\psi(0)$, arfagem $\theta(0)$ e rolamento $\phi(0)$:

- a) \mathbf{A}_{sp} , $\mathbf{\Omega}$ e $\mathbf{A}_{sp} \times \mathbf{\Omega}$. (base não ortonormal);
- b) \mathbf{A}_{sp} , $\mathbf{A}_{sp} \times \mathbf{\Omega}$ e $\mathbf{A}_{sp} \times (\mathbf{A}_{sp} \times \mathbf{\Omega})$. (base ortogonal, mas não normalizada);
- c) $\mathbf{A}_{sp}/|\mathbf{A}_{sp}|$, $\mathbf{A}_{sp} \times \mathbf{\Omega}/|\mathbf{A}_{sp} \times \mathbf{\Omega}|$ e $\mathbf{A}_{sp} \times (\mathbf{A}_{sp} \times \mathbf{\Omega})/|\mathbf{A}_{sp} \times (\mathbf{A}_{sp} \times \mathbf{\Omega})|$. (base ortonormalizada)

No demais dois casos, que envolvem o Xsens, use a média das medidas do vetor de campo geomagnético no lugar da média das medidas do vetor de velocidade angular.

Verifique a ortonormalidade das estimativas de \mathbf{D}_θ e a normalidade das estimativas dos respectivos quaternions.

Use o método de ortonormalização iterativo para obter a matriz ortonormal mais próxima das estimativas da DCM computadas pelo TRIAD e avalie.

Use o método de normalização iterativo para obter o quaternion de rotação mais próximo da estimativa computada via TRIAD e avalie.

Obs.: As medidas de ambas as IMUs são amostras corrompidas por ruído e algum erro sistemático residual que não foi devidamente calibrado. Considere que o ruído é uma sequência branca. Usa-se a média para reduzir o efeito do ruído na estimativa TRIAD da atitude inicial.