

柔軟構造をもつ宇宙機の高精度姿勢制御に関する研究

大阪府立大学 工学研究科 酒井貴行

●研究背景と目的

- ・宇宙機の搭載機器の大型化・高性能化→高精度姿勢制御の必要性。
 - ・宇宙機のミッションの多様化
- 太陽電池パドル, 合成開口レーダ, マニピュレータなどの柔軟構造物をもつ宇宙機が姿勢変更を行う場合, それらの振動が励起されミッションを阻害する。

⇒柔軟構造物の振動を抑制するような制御手法を提案する。

●研究内容

□柔軟構造をもつ宇宙機のモデル

- ・複数の振動モードを有する宇宙機の1自由度回転運動を考える。
- ・初期条件, 終端条件を設定し, それらを満たすような制御入力进行設計する。

運動方程式(柔軟モードの数:3)

$$M\ddot{q} + Kq = \begin{bmatrix} -1 \\ 0 \\ 0 \\ 0 \end{bmatrix} \tau_w$$

モード変換を行い, モード座標系における境界条件をみたすように制御入力のパラメータを決める。

□境界条件(モード変数)

初期条件

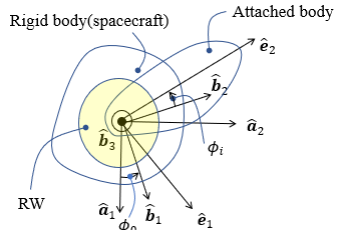
剛体モード: $\xi_0(0) = 0, \dot{\xi}_0(0) = 0$

柔軟モード: $\xi_i(0) = 0, \dot{\xi}_i(0) = 0$

終端条件

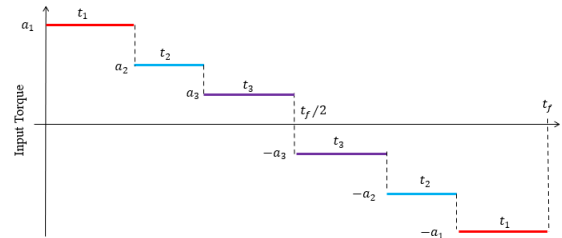
$\xi_0(t_f) = \dot{\xi}_0(t_f), \ddot{\xi}_0(t_f) = 0$

$\xi_i(t_f) = 0, \dot{\xi}_i(t_f) = 0$

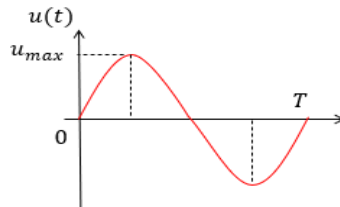


□制御入力

- 2種類の対称形状制御入力を考える。
- ・ステップ型制御入力



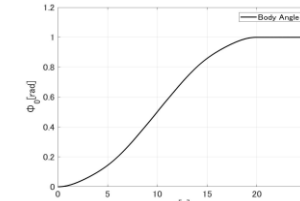
・連続型制御入力



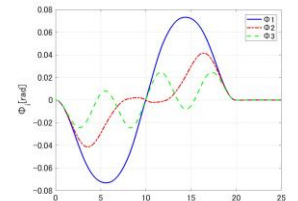
連続時間型制御入力は時間多項式で与える。

□数値シミュレーション結果

- 設計した制御入力による姿勢変更シミュレーション結果
- ・ステップ型制御入力

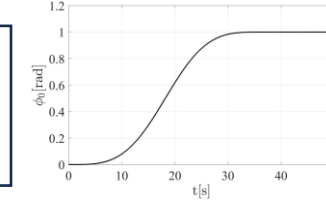


宇宙機本体の姿勢

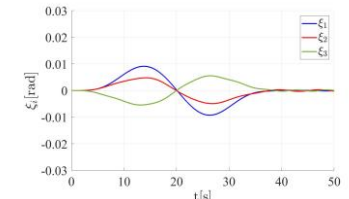


柔軟モードの変動

・連続型制御入力



宇宙機本体の姿勢



柔軟モードの変動

ステップ型制御入力では, ステップをふやせば複数の振動モードを抑制できる。
連続型制御入力では, 1次モードの振動モードを抑制し, 高次モードの励起を小さくできる。

●リゾーム研究活動

研究成果の事業化可能性を模索するべく活動を行った。
複合知の獲得をめざし, 分野横断的な研究を行った。

keyword: 超小型人工衛星, ロボティクス, AI



国内留学: 同志社大学との研究交流を実施中。(~2024年3月)

- 変形型月面ロボットの研究
- 内閣府moonshot型研究開発事業

moonshot目標3「AIロボットにより拓く新たな生命圏」



学内組織との連携

小型宇宙機システム研究センター(SSSRC)

高度人材育成センター(Fredge)

学外組織との連携

宇宙ベンチャー企業でのインターンシップ

宇宙ベンチャー他企業経営者との交流

本プログラムの成果

- ①研究成果の社会実装を意識した研究活動を行うことができた。
- ②学内外の組織と連携して幅広い知識と考え方を身に着けることができた。
- ③留学やインターンシップを通じて身に着けた知識を実践できた。