

MIF meeting

2013/02/08

中野雅之

概要

- 関口さんのサスペンションモデルのシミュレーションを引き継ぎ、能動的な制御のためのシミュレーションモデルを作成している。
- 関口さんが使っていたパッケージを元に、現代制御論のABCD行列を求める関数を作成した。

運動方程式

- まずは、サスペンション全体の系における運動方程式を立てる。
- この計算には、LIGOでMark Bartonが開発したMathematicaパッケージを元に関口さんが作成したパッケージを使っている。
- 各massのパラメータ(質量、慣性モーメント、ワイヤーに関する情報など)を設定すると運動方程式を立ててくれるようなパッケージとなっている。

運動方程式

$$M\ddot{\vec{x}} + G\dot{\vec{x}} + K\vec{x} + M_e\ddot{\vec{x}}_e + G_e\dot{\vec{x}}_e + K_e\vec{x}_e = \vec{f}$$

- サスペンションの運動方程式は上の式のようになる。
- この式中の行列を求めてくれる。
- この運動方程式を使ってシミュレーションを行う。

現代制御論

- 以下のシミュレーションでは現代制御論(のかじりの部分だけ)を利用する。
- 現代制御は多入力多出力の系において大きな力を発揮する。
- 現代制御の基礎方程式である状態方程式は微分方程式であるため、実時間でのシミュレーションがしやすそう。
- 今までのような周波数空間における伝達関数も簡単に求めることができる。
- フィードバックの際のフィルタの変更も楽。

状態方程式

- 現代制御の基礎方程式である状態方程式は以下のように表される。

$$\begin{cases} \dot{\vec{x}} = A\vec{x} + B_d\vec{w} + B_i\vec{u} \\ \vec{y} = C\vec{x} + D_d\vec{w} + D_i\vec{u} \end{cases}$$

$$\vec{x}_{fb} = \left(\vec{x} \quad \dot{\vec{x}} \quad \vec{\xi}_s \quad \vec{\xi}_h \right)^T$$

$$\vec{w}_{fb} = \left(\vec{x}_e \quad \dot{\vec{x}}_e \quad \ddot{\vec{x}}_e \quad \vec{e}_a \quad \vec{e}_s \right)^T$$

$$\vec{y}_{fb} = \left(\vec{y}_s \quad \vec{x} \quad \dot{\vec{x}} \right)^T$$

状態方程式

- Passiveなサスペンションの状態方程式は運動方程式（の行列）を元にして以下のようになる。

$$\left\{ \begin{array}{l} \begin{pmatrix} \vec{x} \\ \dot{\vec{x}} \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} O & I \\ -M^{-1}K & -M^{-1}G \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \vec{x} \\ \dot{\vec{x}} \end{pmatrix} \\ \quad + \begin{pmatrix} O & O & O \\ -M^{-1}K_e & -M^{-1}G_e & -M^{-1}M_e \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \vec{x}_e \\ \dot{\vec{x}}_e \\ \ddot{\vec{x}}_e \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} O \\ -M^{-1}F \end{pmatrix} \vec{e}_a + \begin{pmatrix} O \\ -M^{-1}F \end{pmatrix} \vec{u} \\ \begin{pmatrix} \vec{x}_p \\ \vec{w}_p \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} I \\ O \end{pmatrix} \vec{x}_P + \begin{pmatrix} O \\ I \end{pmatrix} \vec{w}_p \end{array} \right. \quad (2.17)$$

- 詳しくはもうひとつの資料で。

伝達関数行列

- 伝達関数はそれを集めた行列として求めることができる。

$$\vec{y} = \begin{pmatrix} C(sI - A)^{-1}B_d + D_d & C(sI - A)^{-1}B_{in} + D_{in} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \vec{w} \\ \vec{u} \end{pmatrix}$$

- 式を見れば分かるように、ABCD行列さえ求まれば後はただの行列の掛け算。
- 全ての入力、外乱から全ての出力までの伝達関数がこの行列に入っている。

現状

- サスペンションのパラメータや、センサー、アクチュエータのパラメータ、またフィードバック用のフィルタ関数を設計すれば、伝達関数行列を作成してくれる関数を作成。（計算の詳細についてはもう一つのファイルにあります）
- 一次元の単純な一段振り子モデルでは伝達関数は手計算と一致。
- ノイズのPSD,RMSも求められる。
- これからフィルタ関数のデザインになる。
- まずはGEOPHONE使ってmicro seismic peakのダンブ？

現状

