

センシングフォーラム予稿テンプレート

金谷 孝一郎¹, 山川 雄司²

¹ 東京大学, ² 東京大学

Template for proceedings of Sensing Forum

Koichiro Kanaya and Yuji Yamakawa

¹ University of Tokyo, ² University of Tokyo

[illegible]

1. 原稿の書き方

- 原稿枚数は A4 版で 4～6 ページです。超過しないようご注意ください。
- 用紙余白は上下 24mm、左右 15mm とし、本文を縦 250mm × 横 180mm の枠内に収めて下さい。
- 冒頭に以下の項目を書いてください。
 - － 一行目：和文題目。
 - － 二行目：和文著者名。登壇者の前に必ずをつけてください。
 - － 三行目：和文所属名。
 - － 四行目：英文題目。
 - － 五行目：英文著者名。登壇者の前に必ずをつけてください。
 - － 六行目：英文所属名。
 - － 七行目以降：要旨（日本語。論文の本文が英文の場合、英語でも結構です）
- 原稿は PDF 形式で作成してください。印字の正確性を期すため、PDF ファイル作成時にフォントの埋め込みをお願いします。
- 引用は文献 [1] のように記載してください。

参考文献

- [1] 計測 太郎：センシングフォーラム予稿の書き方，第 39 回センシングフォーラム論文集，pp. 1-5, 2022.

2. 図の挿入例

以下に PDF 形式の図を挿入します。



図 1: サンプル図

図 1 はサンプル図です。

3. 課題設定

グリップに力センサを搭載しない場合、グリップが目標位置に到達した際に、力入力は、0 [N] になるが、柔軟物からの反力は存在し、塑性変形が進行するにしたがっ

て，柔軟物からの反力は減少する．本研究では，柔軟物の変形と反力の関係をバネとダンパを用いてモデル化し，グリッパの目標位置に到達した際の柔軟物の変形量を推定することを目的とする．

4. 提案手法

一般に，弾性と粘性の挙動を表現するには，バネとダンパの要素が4つ必要である[?]．4つの要素を用いた場合の組み合わせは，7種類存在し，リアルタイムで同定している研究/[cite??]と比較するために，図 ??を用いる．図 ??のモデルの接触力 f と，変形量 x の関係は以下のように表される．

$$p_1 x dt + p_2 \int x = p_3 \int f dt + p_4 \iint f dt dt + f \quad (1)$$

ここで，

$$\begin{aligned} p_1 &= k_1 \\ p_2 &= \frac{k_1 k_2}{c_2} \\ p_3 &= \frac{k_1}{c_2} \left(1 + \frac{k_2}{k_1} + \frac{c_2}{c_1} \right) \\ p_4 &= \frac{k_1 k_2}{c_1 c_2} \end{aligned} \quad (2)$$

である． k_1, k_2 は弾性係数であり， c_1, c_2 は粘性減衰係数である．接触力 f をモータの力入力を用い，変形量 x は，グリッパの目標軌道を用いて， p_1, p_2, p_3, p_4 を同定し， k_1, k_2, c_1, c_2 を求める．そこで，式 (1) を行列形式で表すと以下ようになる．

$$\mathbf{M}\mathbf{p} = \mathbf{q} \quad (3)$$

ただし，

$$\begin{aligned} \mathbf{M} &= \begin{bmatrix} \int x & \iint x & -\int f & -\iint f \end{bmatrix}, \\ \mathbf{p} &= \begin{bmatrix} p_1 \\ p_2 \\ p_3 \\ p_4 \end{bmatrix}, \quad \mathbf{q} = f \end{aligned} \quad (4)$$

である．粘弾性係数 k_1, k_2, c_1, c_2 を同定させることは，行列 \mathbf{M} の擬似逆行列を算出する問題に帰着する．しかし，エンコーダのノイズや，そのノイズが制御係数倍され，モータの力入力に現れる．これらのノイズにより粘弾性係数の同定精度が低下する課題がある．

この課題を解決するために，まず，4.1 節では，行列 \mathbf{M} の特異値に着目し，ノイズにロバストなグリッパの軌道生成方法と，その軌道に適した計算方法について述べる．次に，4.2 節では，粘弾性係数が0や無限大に近づくことを防ぐために，グリッパの軌道からデータを抽出する方法について述べる．

- 4.1 特異値分解を用いたグリッパの軌道生成と軌道に適した同定計算
- 4.2 粘弾性係数の妥当性を向上させるためのデータの抽出