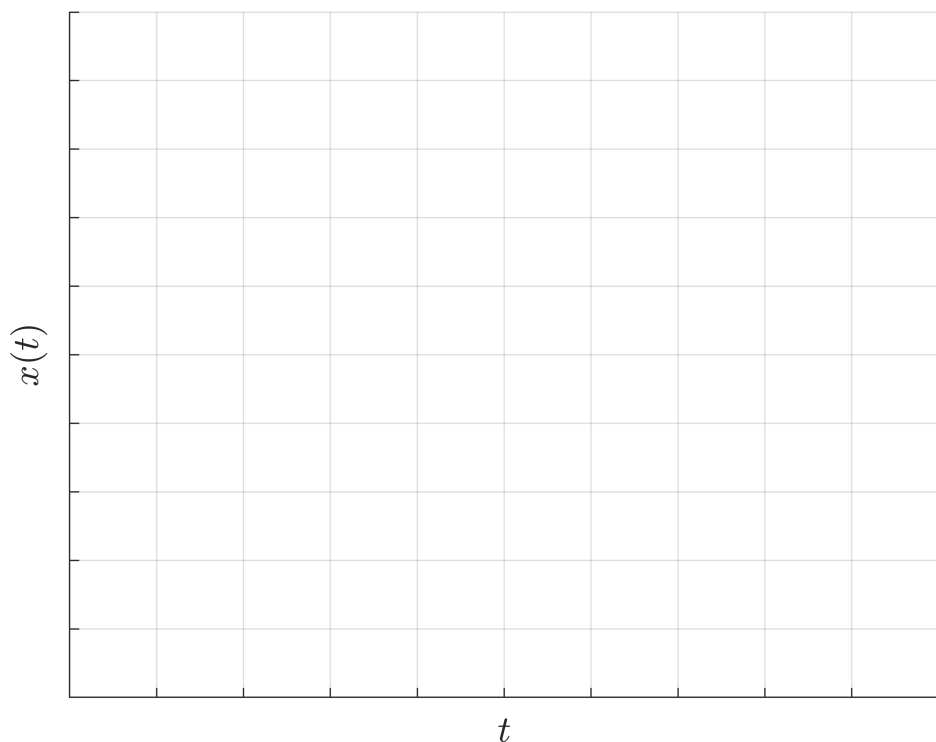


ワークシート

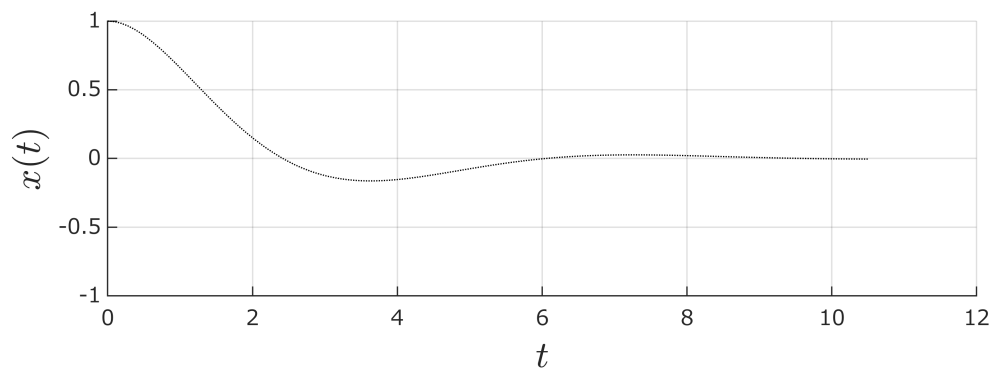
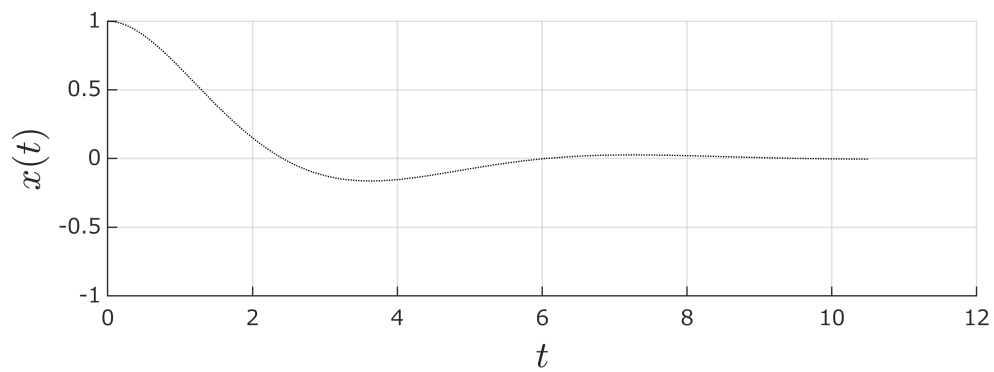
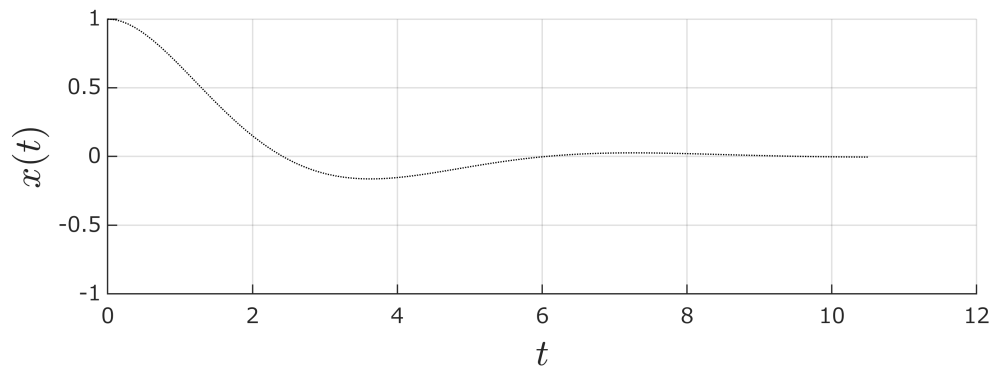
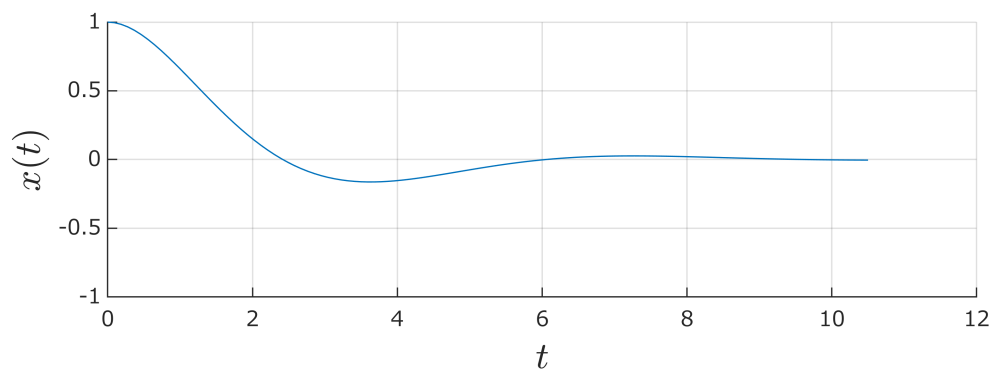
名城大学情報工学部 小中英嗣

実行日 : 2024/04/17

1. 微分方程式 $M\ddot{x} = -D\dot{x} - Kx + u$ で表されるばね・おもり・ダンパ系について、位置及び速度の初期条件が $x(0) = 1, \dot{x}(0) = 0$ であり、外力が与えられない(つまり、 $u(t) = 0$) ときの $x(t)$ を予想せよ.



2. ある M, D, K の値での $x(t)$ が一つ目の図であったとき、 M, D, K がそれぞれ 2 倍になった時の $x(t)$ を予想して描け.



3. parameterSetup.m でそれぞれのパラメータを変更した後, SpringMassDumper_noControl.mlx を実行して予測と比較せよ.

4. SpringMassDumper_StateFB.mlx をダウンロードした状態で実行し，SpringMassDumper_noControl.mlx の実行結果と位置や速度がおおむね 0 に収束するまでの時間を比較せよ．

ファイル	収束時間[s]
SpringMassDumper_noControl.mlx	
SpringMassDumper_StateFB.mlx	

5. 評価関数 $J = \int_0^\infty (x^\top Qx + u^\top Ru)dt = \int_0^\infty (q_1 x^2(t) + q_2 v^2(t) + ru^2(t))dt$ は位置 $x(t)$ ，速度 $v(t)$ ，および入力 $u(t)$ が 0 からどれだけ離れているかを評価する値である．定義より，この値は必ず正であり，0 に近い(小さい)ほど制御がうまくいっていることを示している．SpringMassDumper_StateFB.mlx の最後にこの値を算出する部分がある．

状態フィードバックベクトル k_SFB の値をいくつか選び，それぞれの J の値を記録せよ．

k_SFB	J

6. SpringMassDumper_LQR.mlx は「最適制御」，つまり評価関数 J の値を最少とするようにフィードバックゲインを選べる方法を実行している．この J の値と，5. で適当にフィードバックゲインを選んだ J を比較せよ．

(あてずっぽうな設計で高い性能を発揮できますか？という質問)

発展. M, K, D はその物理的意味から正であるのが自然である. この条件で値を自由に選んだ場合, 自由応答が $\lim_{t \rightarrow \infty} x(t) = \infty$ となることがあり得るだろうか？

発展. 微分方程式 $a_2\ddot{x} + a_1\dot{x} + a_0x = u$ に対して状態変数及び係数を適当に選び, 自由応答が不安定となるようにせよ. また, このように選んだ制御対象を安定にできる状態フィードバックを設計してシミュレーションせよ. いずれも配布したファイルを適宜参考にして新しい `mlx` ファイルを作成すること.