

Milestones der Systemtheorie aus der Sicht eines Ingenieurs

Bernd Tibken

Bergische Universität Wuppertal

13th Elgersburg Workshop
24-28 Februar 2019

Übersicht

- 1 Zustandsraumdarstellung
- 2 Maximumprinzip
- 3 Kalman Filter



Motivation

Vorher

- Übertragungsfunktion
- Bodediagramm
- Hurwitzbedingungen
- Nyquist Kriterium

Hauptproblem

Entwurf von Mehrgrößensystemen

Zustandsraumdarstellung

Nichtlinear

$$\dot{x}(t) = f(x(t), u(t)), \quad y(t) = h(x(t), u(t)), \quad x(0) = x_0$$

Linear

$$\dot{x}(t) = Ax(t) + Bu(t), \quad y(t) = Cx(t), \quad x(0) = x_0$$

Motivation

Vorher

- klassische Variationsrechnung
- Euler Lagrange Gleichungen

Dynamik

$$\dot{x}(t) = f(x(t), u(t)), \quad y(t) = h(x(t), u(t)), \quad x(0) = x_0$$

Gütemaß

$$J = \int_0^T f_0(x(t), u(t)) dt + \phi(x(T))$$

Formulierung

Hamiltonfunktion

$$H(x, \lambda, u) = f_0 + \lambda^T f$$

Maximierung

$$H^*(x, \lambda) = \max_u H(x, \lambda, u)$$

Kanonische Gleichungen

$$\dot{x} = \frac{\partial H^*}{\partial \lambda}, \quad \dot{\lambda} = -\frac{\partial H^*}{\partial x}$$

Motivation

Vorher

- Wiener Optimalfilter
- Wiener Hopf Faktorisierung

Dynamik

$$x_{k+1} = A x_k + w_k, \quad y_k = C x_k + v_k \quad x_0 = x^0$$

Rauscheigenschaften

$$E\{w_k\} = 0 \quad E\{v_k\} = 0 \quad E\{w_k w_k^T\} = Q_k \quad E\{v_k v_k^T\} = R_k$$

Vielen Dank für die
Aufmerksamkeit
Fragen?