

Mathematische Methoden der Kybernetik

Lehrstuhl für Mathematische Systemtheorie IMNG, PWR 5a (SimTech Gebäude) Raum 2.009

Allgemeine Information

- Vertiefung in Richtung der Mathematik
- Große Version (18 LP) oder kleine Version (12 LP) wählbar

Avancierte mathematische Methoden spielen in der Kybernetik (System- und Regelungstechnik) eine ganz zentrale Rolle!

- Theorie und Numerik der Differentialgleichungen Gewöhnliche DGLs, partielle DGLs, dynamische Systeme, ...
- Funktionalanalysis und Optimierung
 Unendlich dimensionale Räume, optimale Systemauslegung, ...
- Stochastik
 Störungsmodellierung, Markov-Prozesse, stochastische DGLs, ...

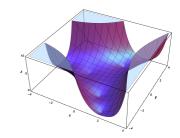
Einführung in die Optimierung

$$\min_{g(x) \le 0, \, h(x) = 0} f(x)$$

KKT-Bedingungen

$$\nabla f(x_*) + \nabla g(x_*)y_* + \nabla h(x_*)z_* = 0$$

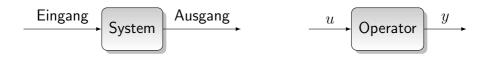
 $h(x_*) = 0, \ g(x_*) \le 0, \ y_* \ge 0, \ y_*^T g(x_*) = 0.$



- Modellierung von Optimierungsproblemen
- Unrestringierte Probleme (Optimalitätsbedingungen)
- Abstiegs- und Newtonverfahren, Globalisierung
- Restringierte Optimierung (Lineare Programme, KKT)

Grundlage für optimierungsbasierte Analyse und Synthese

Funktionalanalysis



- Normierte Räume, Konvergenz, Vollständigkeit, Kompaktheit
- Grundprinzipien der Funktionalanalysis
- Lebesgue Integration
- Operatorentheorie

Mathematische Basis der Systemtheorie

Partielle Differentialgleichungen

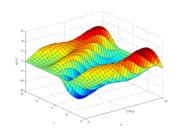


$$\nabla \vec{E} = \rho$$

$$\nabla \times \vec{B} = \vec{j} + \frac{\partial \vec{E}}{\partial t}$$

$$\nabla \vec{B} = 0$$

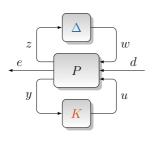
$$\partial \vec{B}$$



- Partielle Differentialgleichungen Modellierung, Analysis, Simulation
- Numerik partieller DGLs und wissenschaftliches Rechnen

Grundlage für verteilte und komplexe verkoppelte Systeme

Robust Control

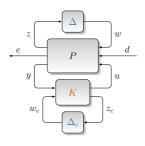


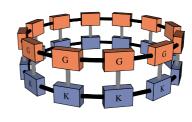


- Modellierung von Unsicherheiten (Parameter, Dynamik)
- Analyse der robusten Stabilität und Güte
- Moderner Reglerentwurf: H_{∞} -Synthese
- Mathematische Theorie des H_{∞} -Entwurfs

Grundlage für optimierungsbasierten Reglerentwurf Fortsetzung: Linear Matrix Inequalities in Control

Linear Matrix Inequalities in Control





- Dissipationstheorie dynamischer Systeme
- Regelersynthese: Zentralisiert und strukturiert
- Zeitvariierende und nichtlineare Unsicherheiten
- Relaxationsmethoden für nichtkonvexe Optimierungsprobleme
- Gain-scheduling

Methodische Grundlagen für ein breites thematisches Spektrum der Systemtheorie nahe an der aktuellen Forschung

Vorlesungen im WS 24/25

- Funktionalanalysis (Wirth, 9 LP)
- Dynamische Systeme (Schneider, 9 LP)
- Differentialgeometrie (Kollross, 9 LP)
- Mathematische Statistik (Radde, 9 LP)
- Nichtparametrische Statistik (Steinwart, 9 LP)
- Partial Differential Equations and Modelling (Lienstromberg, 9 LP)
- Introduction to the numerics of PDEs (Barth, 9 LP)
- Regularisierung Inverser Probleme (Hahn-Rigaud, 9 LP)
- Einführung in die Optimierung (Scherer, 9 LP)
- Linear Matrix Inequalities in Control (Scherer, 9 LP)



Thank you!

Carsten Scherer

c.w.scherer@imng.uni-stuttgart.de

University of Stuttgart
Department of Mathematics
Mathematical Systems Theory