

Technische Universität Dresden

Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik

Institut für Regelungs- und Steuerungstheorie

Studienarbeit

Provisorischer Titel: Semantische Katalogisierung Regelungstechnischer Systeme

vorgelegt von: Jonathan Rockstroh
geboren am: 14. Mai 1997 in Pirna

Betreuer:	Dr.-Ing. C. Knoll
Verantwortlicher Hochschullehrer:	Prof. Dr.-Ing. habil. Dipl.-Math. K. Röbenack
Tag der Einreichung:	21. Juli 2021

Bitte ersetzen Sie diese Seite vor dem Binden mit der Aufgabenstellung.

Selbstständigkeitserklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die von mir am heutigen Tage an der Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik eingereichte Studienarbeit zum Thema

Provisorischer Titel: Semantische Katalogisierung Regelungstechnischer Systeme

selbstständig und ohne Benutzung anderer als der angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Schriften entnommen sind, wurden als solche kenntlich gemacht.

Pirna, 1. September 2021

Jonathan Rockstroh

Kurzfassung

An dieser Stelle fügen Sie bitte eine deutsche Kurzfassung ein.

Abstract

Please insert the English abstract here.

Inhaltsverzeichnis

Verzeichnis der Formelzeichen	VI
Abbildungsverzeichnis	VII
Tabellenverzeichnis	1
1 Einleitung	2
1.1 Motivation	2
1.2 Präzisierung der Aufgabenstellung	2
2 Vorüberlegungen	3
2.1 Anforderungen an den Modellkatalog	4
3 Katalog von Modellen der Regelungstechnik	5
3.1 Klassifikationssystem	5
3.1.1 Aufbau	5
4 Zusammenfassung und Ausblick	7
4.1 Übersicht zu aktuellem Funktions- und Modellumfang	7
4.2 Ausblick	7
Literatur	8

Verzeichnis der Formelzeichen

Abbildungsverzeichnis

Tabellenverzeichnis

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Motivation

Inhalt: Kurze Erklärung warum ein Katalog von Modellen sinnvoll ist und was die Idee attraktiv macht.

1.2 Präzisierung der Aufgabenstellung

Inhalt: Aufgabenstellung in stichpunktartigen Sätzen.

Im Rahmen dieser Studienarbeit soll eine Katalog für regelungstechnische Systeme entworfen werden. Darin sollen Modelle als Textrepräsentation und (optional) zusätzlich als implementierter Code enthalten sein. Für beide Repräsentationsarten soll es eine einheitliche Repräsentationsweise geben. Die Umsetzung so erfolgen, das neue Modelle möglichst einfach hinzugefügt werden können. Ebenso soll ein Klassifikationssystem erstellt werden mit dem die Modelle innerhalb der regelungstechnischen Theorie eingeordnet werden können. Das Klassifikationssystem soll auf eine signifikante Anzahl regelungstechnischer Veröffentlichungen angewandt werden. Außerdem sollen ausgewählte Modelle implementiert werden.

Original (letzter Part): Ziel der Arbeit ist es, mittels sogenannter ontologischer Methoden ein Klassifikationssystem zu erstellen und auf eine signifikante Anzahl (z.B. 50) regelungstechnischer Veröffentlichungen anzuwenden. Zudem sollen die wichtigsten Modelle aus den Veröffentlichungen in Python implementiert und mittels einer Hierarchie semantischer Eigenschaften (z.B. "nichtlinear", "SZustandsdimension: 8", "Flachheitsstatus: nicht flach") erfasst werden.

Kapitel 2

Vorüberlegungen

Inhalt:

Grundgedanken zu Modellkatalog. Ansprüche. Wünsche bzgl. Funktionsumfang und Anwendbarkeit, Prinzip: aufwändiges Hinzufügen, einfaches Anwenden

Ist-Stand: Was gibt es für vergleichbare Kataloge/Projekte? + Bewertung dieser

Beschreibung der aktuellen Situation zur Modellfindung → Zeitintensive Suche nach Publikationen, nur ausgewählte Eigenschaften benannt und untersucht, teils uneinheitliche, unübersichtliche, komplexe Modelldarstellung, Reproduzierbarkeit der Implementierung der Ergebnisse einer Publikation aber auch allein schon des Modells oft sehr schwierig
Grundüberlegungen zu den nützlichen Elementen des Kataloges:

Modell als Art Datenbankeintrag (Erschließbarkeit über Suche → Einheitliche Attributnamen (→ KS) + Bedeutung, Erweiterbarkeit),

Textuelle (semantische?) Modelldarstellung mit einheitlicher Struktur und Modellnotation,

einheitliche Implementierung die einfache Nutzbarkeit der Modelle erlaubt

Umsetzung der einzelnen Elemente:

Metadata-File: Struktur aus ACKRep übernommen - leicht Angepasst

Klassifikationssystem: Semantische, ontologische Ausarbeitung des auf Modelle anwendbaren Teilbereich der Regelungstheorie, Anforderungen explizit? → Graphentheorie, Finden einer fachlich korrekten, eindeutigen - in Bezug auf Ontologie selbst und auf Anwendung auf Modelle - und verständlichen Darstellung (Beispiel Polynom → linear/nicht-linear) und Namensgebung (strictly_non_linear)

Textuelle Repräsentation: Struktur abgeleitet aus (guten) Publikationen[Referenzen], sinnvolle Informationsreihenfolge, Offenhaltung von Gestaltungsspielraum in Anbetracht des Umfangs der Regelungstechnik → Vieles nur als Empfehlung enthalten

In diesem Kapitel werden die Überlegungen formuliert, die für die Erstellung des Kataloges von gehobener Bedeutung waren. Zudem werden ausgewählte Schwierigkeiten und Fragestellungen beschrieben und die nachfolgend getroffenen Entscheidungen begründet. Außerdem wird ein Blick auf die aktuelle Situation bezüglich der Modellsuche und bestehenden Modellübersichten/-Katalogen.

2.1 Anforderungen an den Modellkatalog

Aktuelle Situation: Modellfindung

Regelungstechnische Modelle finden sich aktuell meist verteilt in wissenschaftlichen Publikationen, wie z.B. Lehrbüchern, Artikeln, Dissertationen, Diplom- und Studienarbeiten. Die Qualität der Darstellung der Modelle deckt einen recht großen Bereich ab und es ist eher selten der Fall, dass die Modellgleichungen eindeutig gekennzeichneten und gemeinsam notiert werden, sowie die eingeführten Variablen gut beschrieben und klar definierten Typs (Parameter, Eingangs-, Zustandsvariable) sind. Ebenso kann sich die Darstellungsform der Modellgleichungen unterscheiden, z.B. als Gleichungssystem von Differentialgleichungen erster Ordnung oder als einzelne Differentialgleichung zweiter Ordnung. Die Modelleigenschaften sind oft nur implizit gegeben, z.B. kann bei einem Steuerungsentwurf geschlussfolgert, dass das untersuchte System stabil ist. Die explizite Nennung von Modelleigenschaften erfolgt meist nur, wenn diese für die Publikation von Relevanz ist. Zudem erfolgt in nahezu allen Publikationen eine Erprobung der Ergebnisse mittels Simulation. Für die Reproduktion der Resultate einer Publikation ist daher eine softwaretechnische Implementation des Modells sowie der daran angehängten Umgebung (Steuerung, Regelung, Beobachter etc.) notwendig (vgl. [1], Seite 1). Aus den oben genannten Aspekten kann das schon an der Implementation des Modells scheitern oder erheblich erschwert werden. Die zielgerichtete Suche nach Modellen, z.B. mit bestimmten Eigenschaften, wird dadurch oft zu einer zeitintensiven und aufwendigen Angelegenheit. Zudem braucht es häufig zusätzliche Eigenarbeit um eine brauchbare Modelldarstellung zu erhalten. Die Implementierung muss aktuell fast immer von eigener Hand erfolgen.

Anforderungen:

Der Katalog soll es ermöglichen neue Modelle einfach und unkompliziert zu finden. Die Modelleigenschaften sollen möglichst vollständig erfasst sein und der Katalog soll eine direkte, explizite und übersichtliche Einsicht dieser ermöglichen. Die Modelleigenschaften sollen einer einheitlichen Namensgebung und Definition folgen. Zudem sollen die Modelle einheitlich in ihrer Darstellungsform und Variablennotation sein. Das soll eine schnelle Erfassung des Modellumfangs und der Modellgleichungen ermöglichen. Die Modelle sollen zudem nach Möglichkeit implementiert sein und das wiederum auf eine Art, die möglichst einfach verwendbar ist.

Aktuelle Situation: Modellsammlungen und -Kataloge

Als Zwischenschritt ist es interessant zu wissen, was es aktuell an Zusammenstellungen von Modellen gibt, die versuchen mindestens eine der Anforderungen zu erfüllen.

Kapitel 3

Katalog von Modellen der Regelungstechnik

3.1 Klassifikationssystem

Das *Klassifikationssystem (KS)* ist eine Übersicht von Attributen die Systemen im Rahmen der Regelungstechnik zugeordnet werden können. Da eine solche Übersicht bisher nicht im gewünschten Umfang existiert wurde diese selbst erstellt. Es lehnt stark an die in [1] eingeführte OCSE an von der es sich insofern unterscheidet, das im KS nur der Teilbereich des Wissens der Regelungs- und Steuerungstheorie enthalten ist, der sich auf regelungstechnische Systeme und Modelle bezieht. Die im KS verwendeten Bezeichnungen sollen in den metadaten-Dateien der Modelle bevorzugt verwendet werden um einen einheitlichen Sprachgebrauch zu erreichen.

3.1.1 Aufbau

Das KS ist ein Graph der aus Knoten und Kanten besteht. Jeder Knoten enthält ein Attribut¹. Die Kanten sind beschriftete Pfeile zwischen Knoten, welche einen Zusammenhang von zwei Attributen zeigen. Das Attribut des Kantenursprungs ist spezifischer als das Attribut des Kantenendes. Die Beschriftung der Kanten legt die genaue Art des Zusammenhanges fest. Für die Verwendung in den Metadaten-Dateien haben die dafür verwendbaren Knoten einen Werteintrag. Der Typ (boolean, string, list etc.) und gegebenenfalls die konkreten Werte, welche der Werteintrag annehmen kann sind im KS gegeben.

Es gibt drei Attribute die kein Kantenursprung sind. Diese stellen die Hauptkategorien des KS dar.

Mathematische Eigenschaften:

¹Knoten und Attribute werden in diesem Kapitel synonym verwendet.

Umfasst Eigenschaften die durch die mathematische Repräsentation des Modells gegeben sind.

Systemeigenschaften:

Umfasst Eigenschaften die aus der mathematischen Repräsentation mit Methoden aus der Regelungstechnik abgeleitet werden.

Verwendung:

Umfasst Anwendungsfälle und -bereiche in denen die Systeme häufig genutzt werden.

Kapitel 4

Zusammenfassung und Ausblick

4.1 Übersicht zu aktuellem Funktions- und Modellumfang

Inhalt:

Aktueller Stand bzgl. Modellumfang und möglicher Modellkomplexität -> Problem mit komplexen Größen

Aktuelle Vorlagen und Limitierungen, Aufwandseinschätzung für das Hinzufügen neuer Modelle

4.2 Ausblick

Inhalt:

Was noch denkbar/wünschenswert/möglich wäre bzgl. Funktionsumfang

Versionsverwaltung, Ideen/Konzept zur Öffnung für breite(re) Nutzerschaft (Mögliche Vorlage: ACKRep, aber evtl. Orientierung auch an anderen Nutzer basierten Datenbanken (Wiki-like))

Abfragbare KS Implementierung via networkx-Package die weitere Informationen zu Einträgen des KS enthält (kurze Beschreibung, Referenz bzgl. Bedeutung -> Umsetzung mit .bib Datei und Verweis auf Kürzel + ggf. Seitenangabe etc.)

Suchfunktion

Automatische Erstellung einer Übersicht aller der enthaltenen Modelle (ist Verknüpft mit Suchfunktion?)

Literatur

- [1] Carsten Knoll; Robert Heedt. „Tool-based Support for the FAIR Principles for Control Theoretic Results: "The Automatic Control Knowledge Repository"“. [Soll im: System Theory, Control and Computing Journal veröffentlicht werden.] 2020.