

Anwendungsanalyse

Florian Franzmann Tobias Klaus Peter Wägemann

Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg
Lehrstuhl Informatik 4 (Verteilte Systeme und Betriebssysteme)
<http://www4.cs.fau.de>

11. November 2015



Problemstellung

Wie komme ich vom Echtzeitproblem zum Echtzeitsystem?

- Zunächst *Anforderungsanalyse*
- Danach *Anwendungsanalyse*:
 - Einordnung
 - Zielsetzung
 - Problematik
 - Lösungsansätze
 - Anforderungen und Fakten



Analyse der Problemstellung

- methodisch gestütztes Aufstellen von Anforderungen
- *Anforderung* (engl. requirements) → Aussage über
 - eine zu erbringende *Leistung* eines Produkts oder eines Systems
 - *Eigenschaft*, die erfüllt sein muss, damit Vorgang gelingen kann
 - ein *Leistungsmerkmal* (nicht nur) von Software
- Zusammenfassung im *Lasten-/Pflichtenheft*
- Bestandteil eines zu erstellenden Anforderungsdokuments, das
 - die durch das System *zu lösende Aufgabe* beschreibt
 - die im Projekt *zu erreichenden Ziele* definiert
 - den *Benutzerkreis* des zu entwickelnden Systems festlegt
 - ... in Zusammenarbeit mit dem Kunden



Spezifikationstechniken

Allgemeine Klassifikation:

formal (engl. *formal*) rigorose mathematische Grundlage

→ *formale Notation*

informell (engl. *informal*) wenn *Transkription* in formale Notation mit zugeordneten Regeln schwierig
→ z. B. Ablaufdiagramm (engl. flowchart)

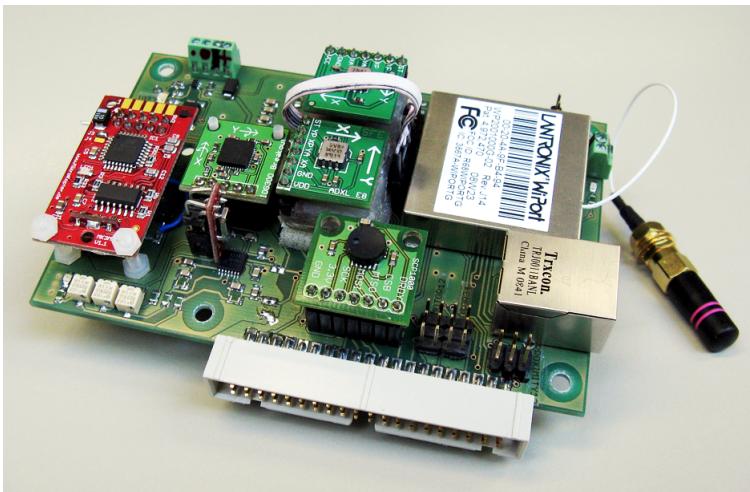
halbförmlich (engl. *semiformal*) Mischung aus formal und informell, z. B.
UML:

- Zustandsdiagramm (engl. statechart) formal
- andere Konzepte eher *pseudomathematisch*

Echtzeitsysteme mit strikt einzuhaltenden Anforderungen

... erfordern *formale Begründung* der Leistungscharakteristiken und Anforderungen!





Fragestellungen der Echtzeitanwendungsanalyse

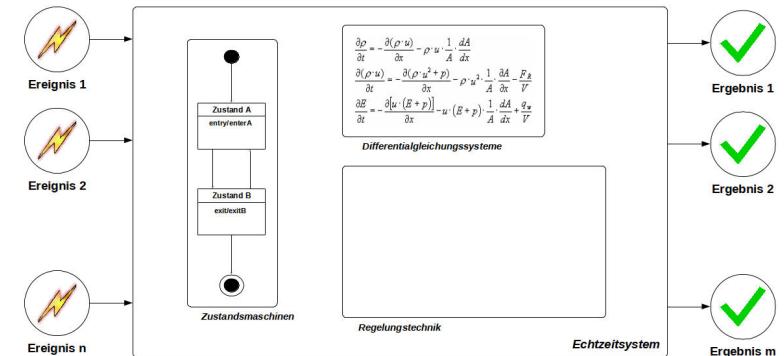
- **Physikalisches Objekt:**
 - Welche Größen sind relevant?
 - Wie hängen die Größen zusammen?
- **Echtzeitssystem:**
 - Welche *Ereignisse* gilt es zu behandeln?
 - Welche *Zeitschranken* gilt es einzuhalten?
 - Welche Beziehung Zeitschranke ↔ physikalisches Objekt?
- Wie sieht das *physikalische Modell* aus?
 - Welche Größen muss man abbilden?
 - Wie bildet man diese Größen ab?



Beziehung zwischen *Ereignis n* und *Ergebnis m*

Zeitlich: Wie viel Zeit darf verstreichen? \sim *Termine*

Physikalisch: Wie ist das Ergebnis zu bestimmen?



Herausforderungen

Problematik

- einfach erscheinende Objekte physikalisch äußerst komplex
 \rightsquigarrow Vereinfachende Annahmen unabdingbar
- Beispiel: „Hau den Lukas“ vs. Quadrocopter

Lösungsansätze

- Reduktion auf den Zustand
- Regelungstechnik



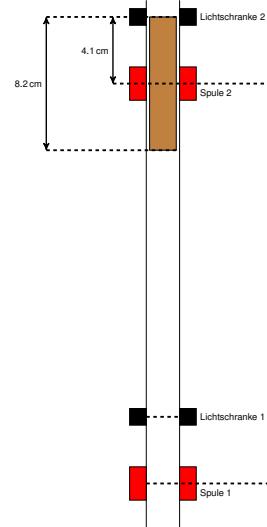
- Idee: Man kann den Zustand ...
 - ... *immer beobachten*
 - ... *gezielt und exakt manipulieren*

- ~ Konsequenz für unser Modell:
 - es kann auf den *beobachtbaren Zustand* reduziert werden
 - häufig nur noch *diskretisierte Wertebereiche*
 - reine *Kausalitätsbeziehungen*
- drastische *Vereinfachung* des Modells
 - ~ ohne relevante Eigenschaften zu verlieren



Nachteile

- Modell sagt nichts aus über ...
 - den Eisenkern
 - die verwendeten Spulen
 - die Umgebungstemperatur
- Gezielte Manipulation *nicht garantierbar* ...
 - ... wenn diese Größen verändert werden
- System muss sich *gutmütig* verhalten
 - ggü. Parametern, die man nicht kontrollieren kann
 - diese sind dann vernachlässigbar
- ~ Längst nicht alle Systeme erfüllen diese Eigenschaft



- Beobachtung:**
 - der Eisenkernposition
 - der Bewegungsrichtung
durch Lichtschranken

- Manipulation:** Eisenkern kann
 - festgehalten
 - fallengelassen
 - angehoben
werden

- drastische *Vereinfachung* des Modells
 - ~ ohne relevante Eigenschaften zu verlieren
- Zustand ist
 - vollständig beobachtbar
 - gezielt manipulierbar



Regelungstechnik

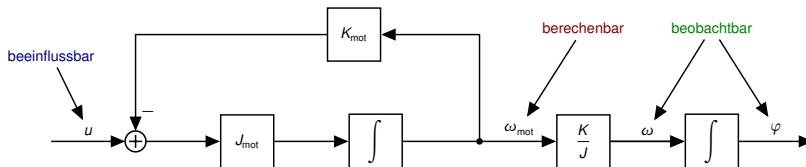
- Problem: interner Zustand *nicht beobachtbar*
interne Parameter beeinflussen System
... in relevantem Umfang
- Idee: Nachbildung/Berechnung des internen Zustands
 - ~ physikalisches Modell
 - ... inklusive internem Verhalten
- Anforderungen an unser Modell:
 - Mathematisch/physikalische Beschreibung* des Systems
 - Bestimmung der *Systemparameter*
 - ~ Trägheit, Widerstand, ...
 - Berücksichtigung *vergangener Zustände*
- drastische *Vereinfachung* des Modells
 - ~ ohne relevante Eigenschaften zu verlieren
- Beschreibung des Systems durch das Modell
- ~ detaillierte Analyse/Domänenwissen notwendig



Eingangsvektor Abweichung vom Sollwert des Systems

Ausgangsvektor Ist-Wert des Systems

Systemmatrix Rückkopplung interner Zustände



Systemmodell

Beschreibt Zusammenhänge zwischen **beeinflussbaren**, **beobachtbaren**, **berechenbaren** Systemparametern



Modellbildung

- Berechnung beliebiger Zustände
- basierend auf **Messungen**

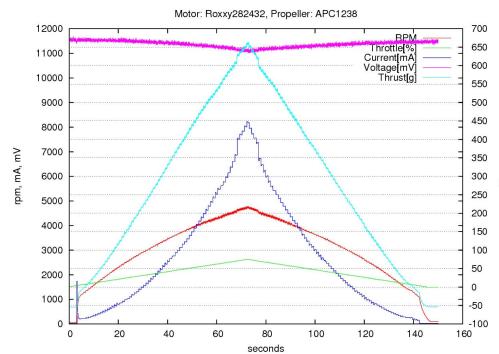
↷ Kennlinien erstellen ↷ Messung zusätzlicher Parameter
■ Herleitung von Konstanten/Funktionen

- z. B. Motor:
 - Schubkraft
 - Drehzahl
 - Stromaufnahme
 - Spannung
 - diskrete Stellgröße

↷ Motorkonstante

↷ **Funktion**

Stellgröße \rightarrow Schub



■ **Beobachtung:** Winkelgeschwindigkeit und Lage um x-/y-Achse

■ **Manipulation:**

- erzeugte Schubkraft kann variiert werden
- geregelt wird **Spannung** der Motoren

■ **Reaktion:**

- abhängig von Momenten des Objekts (Masse, Trägheit)
- und Motor/Propeller (Trägheit, Reibung, Wirkungsgrad)

☺ Zustand nicht beobachtbar, aber berechenbar



Fazit

- scheinbar einfache Vorgänge physikalisch sehr komplex
- physikalische Vorgänge mathematisch oft **nicht analytisch lösbar**

↷ Vereinfachung des Modells
■ numerische Lösungsansätze

■ Massive Vereinfachung **notwendig**

- Was muss man wirklich wissen?
- Was kann man wissen/messen?
- Welche Einschränkungen sind damit verbunden?

Entwurf des Echtzeitystems setzt Vertrautheit mit physikalischem Objekt voraus!



- Welche *Aktivitäten* laufen in dem System ab?
 - Können diese Aktivitäten feiner strukturiert werden?
 - Laufen Elemente einer Aktivität zeitgleich ab?
- ~~ *Aufgaben*
- Wann werden diese Aktivitäten ausgeführt?
 - Welche zeitlichen Eigenschaften haben diese Zeitpunkte?
- ~~ *Ereignisse*
- Was hängt von den berechneten Ergebnissen ab?
 - Wie viel Zeit darf dabei verstreichen?
- ~~ *Termine*

