

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) \leadsto 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
 \leadsto *formale Notation*

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

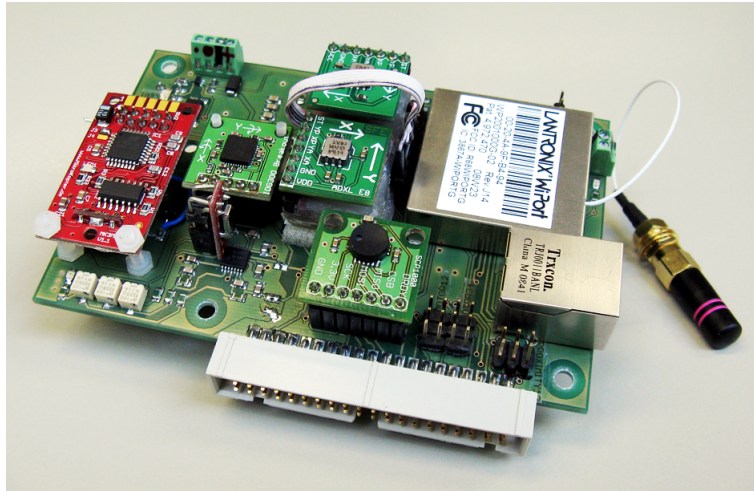
halbförmlich (engl. semiformal) Mischung aus formal und informell, z. B. UML:

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

Echtzeitsysteme mit strikt einzuhaltenden Anforderungen

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

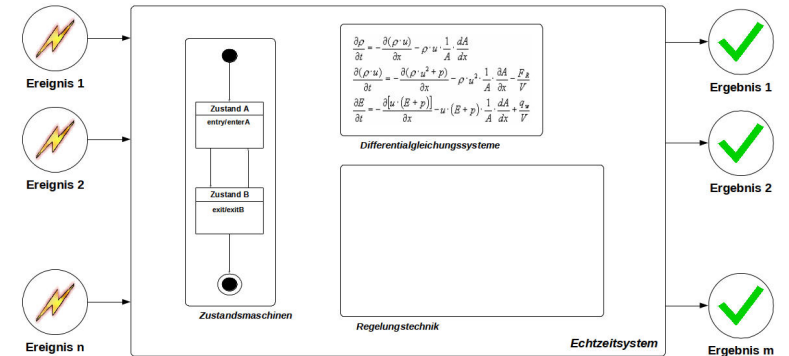




Beziehung zwischen *Ereignis n* und *Ergebnis m*

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

Physikalisch: Wie ist das Ergebnis zu bestimmen?



Fragestellungen der Echtzeitanwendungsanalyse

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

Herausforderungen

Problematic

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

Lösungsansätze

- Reduktion auf den Zustand
- Regelungstechnik

Reduktion auf den Zustandgenauer: den beobachtbaren Zustand

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

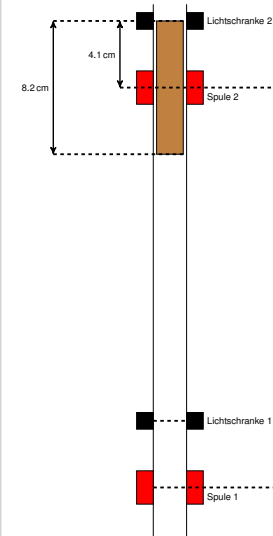
~ Konsequenz für unser Modell:

- es kann auf den *beobachtbaren Zustand* reduziert werden
- häufig nur noch *diskretisierte Wertebereiche*
- reine *Kausalitätsbeziehungen*

- 😊 drastische *Vereinfachung* des Modells
- ~ ohne relevante Eigenschaften zu verlieren



Beispiel: „Hau den Lukas“



■ Beobachtung:

- der Eisenkernposition
 - der Bewegungsrichtung
- durch Lichtschranken

■ Manipulation: Eisenkern kann

- festgehalten
 - fallengelassen
 - angehoben
- werden

😊 Zustand ist

- vollständig beobachtbar
- gezielt manipulierbar



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



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 *vergänger Zustände*

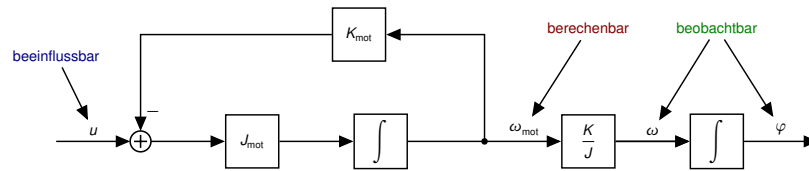
😊 Beschreibung des Systems durch das Modell
☹ detaillierte Analyse/Domänenwissen notwendig



Eingangsvektor Abweichung vom Sollwert des Systems

Ausgangsvektor Ist-Wert des Systems

Systemmatrix Rückkopplung interner Zustände



Systemmodell

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



■ **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



Modellbildung

■ Berechnung beliebiger Zustände

■ basierend auf *Messungen*

↪ Kennlinien erstellen ↪ Messung zusätzlicher Parameter

- Herleitung von Konstanten/Funktionen

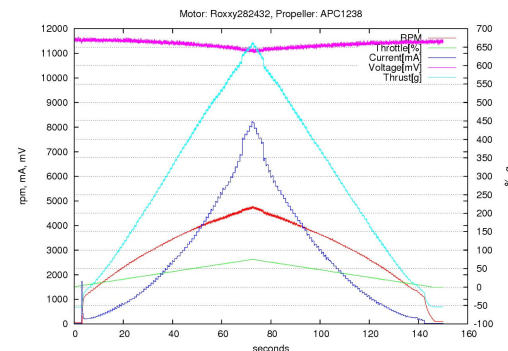
■ z. B. Motor:

- Schubkraft
- Drehzahl
- Stromaufnahme
- Spannung
- diskrete Stellgröße

↪ Motorkonstante

↪ *Funktion*

Stellgröße ↪ Schub



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 Echtzeitsystems 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*

