

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



Wie komme ich vom Echtzeitproblem zum Echtzeitsystem?

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



- 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



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:

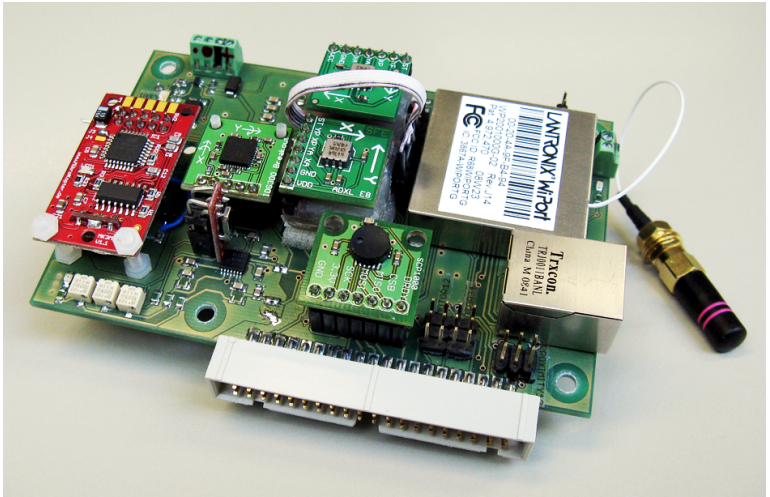
- Zustandsdiagramm (engl. statechart) formal
- andere Konzepte eher *pseudomathematisch*

Echtzeitsysteme mit strikt einzuhaltenden Anforderungen

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



Fakten: I4Copter

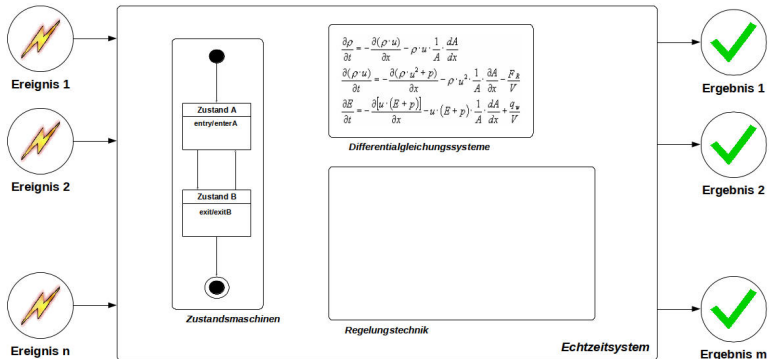


Einordnung – Anwendungsanalyse

Beziehung zwischen *Ereignis n* und *Ergebnis m*

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

Physikalisch: Wie ist das Ergebnis zu bestimmen?



■ *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?



Problematik

- einfach erscheinende Objekte physikalisch äußerst komplex
 - ↪ 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:

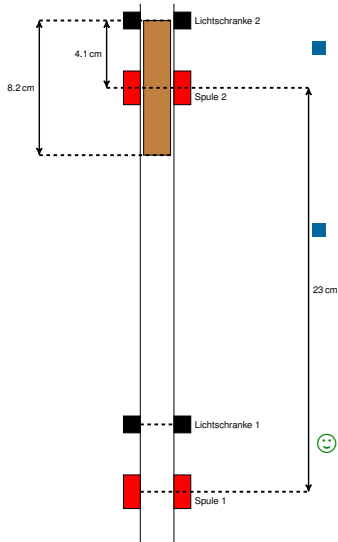
- es kann auf den *beobachtbaren Zustand* reduziert werden
- häufig nur noch *diskretisierte Wertebereiche*
- reine *Kausalitätsbeziehungen*

😊 drastische *Vereinfachung* des Modells

➤ ohne relevante Eigenschaften zu verlieren



Beispiel: „Hau den Lukas“



■ *Beobachtung:*

- der Eisenkernposition
 - der Bewegungsrichtung
- durch Lichtschranken

■ *Manipulation:* Eisenkern kann

- festgehalten
- fallengelassen
- angehoben

werden



Zustand ist

- vollständig beobachtbar
- gezielt manipulierbar



■ 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



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



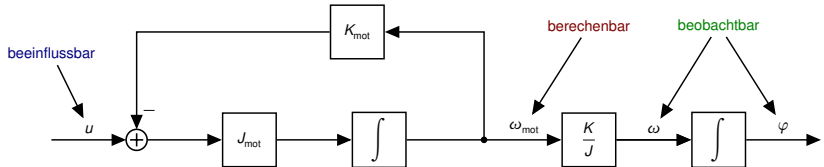
detaillierte Analyse/Domänenwissen notwendig



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



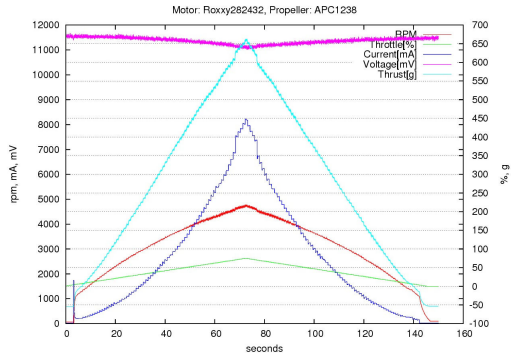
- Berechnung beliebiger Zustände
- basierend auf *Messungen*
- Kennlinien erstellen → Messung zusätzlicher Parameter
 - Herleitung von Konstanten/Funktionen

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

→ Motorkonstante

→ *Funktion*

Stellgröße → Schub



- 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*





⁰<https://commons.wikimedia.org/wiki/User:Pensiero~commonswiki>

