

Formale Semantik modularer Zeitverfeinerung in AutoFocus

David Trachtenherz
Software & Systems Engineering
Technische Universität München

Gliederung

1. Einführung und Grundbegriffe
2. Motivation/Problembeschreibung
3. Modulare Zeitverfeinerung
4. Zusammenfassung

Einführung

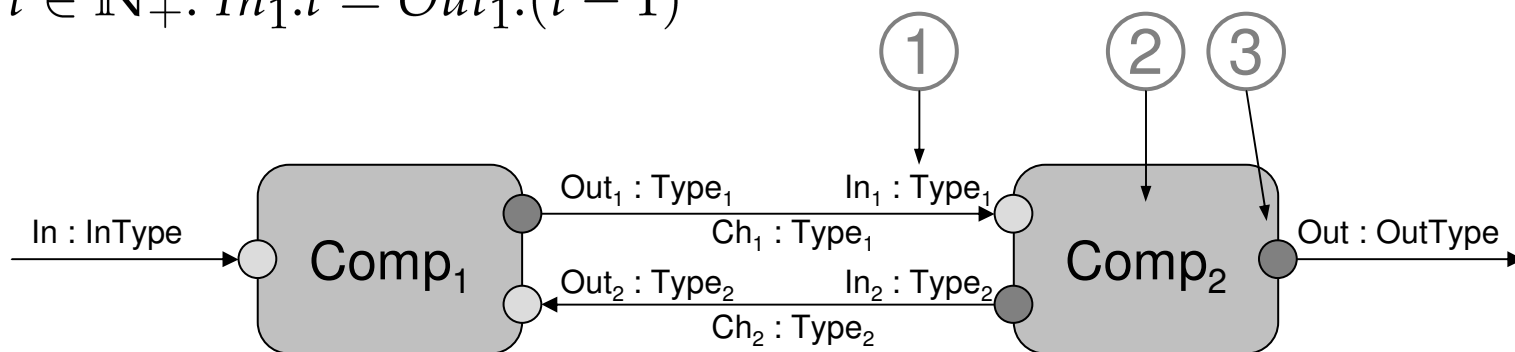
- AutoFocus
 - CASE-Werkzeugprototyp zur modellbasierten Entwicklung (<http://af3.in.tum.de/>)
 - Einfache Modellierungsnotation
 - Forschungsplattform für Techniken, Methoden
 - Struktur: Systemstrukturdiagramme (SSD)
 - Hierarchische Dekomposition in Komponenten
 - Verhalten: Zustandsübergangdiagramme (STD)
 - Zustandsautomaten
 - Einfache funktionale Sprache für Datentypen und Funktionen
 - Kommunikation zwischen Komponenten
 - Nachrichten, Eingabe/Ausgabeports, Kanäle
 - Ausgabe kann erst eine Zeiteinheit nach Eingabe verwendet werden (starke Kausalität)
 - Globaler Kommunikations- und Ausführungstakt

Eintaktsemantik

- Teilschritte eines Berechnungsschritts
 1. Eingabe
 2. Berechnung
 3. Ausgabe
- Kommunikationssemantik: Verzögerung im Kanal

$$In_1.0 = \varepsilon \wedge$$

$$\forall t \in \mathbb{N}_+. In_1.t = Out_1.(t - 1)$$



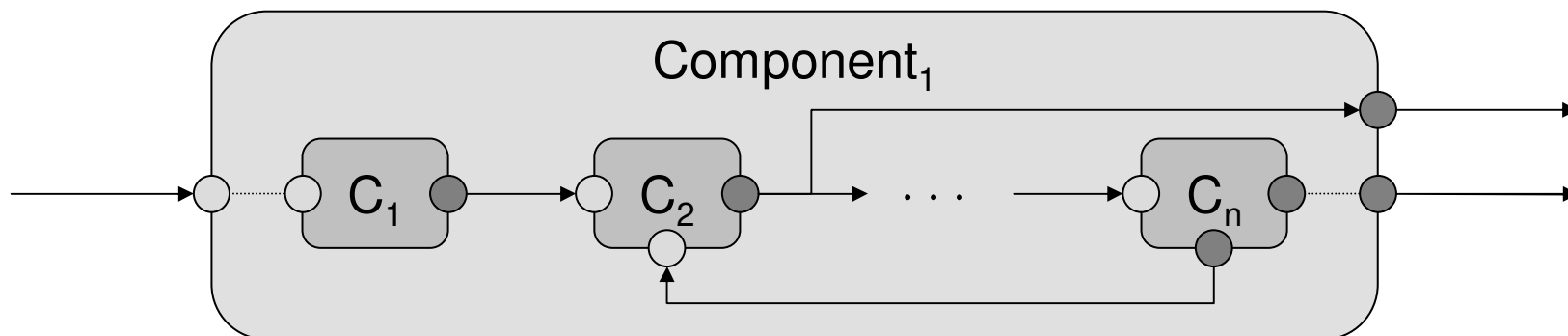
Eintaktsemantik: Berechnungsablauf

- Zustandsübergangsfunktion: $\delta_C : I \times C \rightarrow C$
- Ausgabeextraktionsfunktion: $\rho_C : C \rightarrow O$
- Zustandsübergänge: $c_0 = \delta_C(m_0, c_{init})$
 $\forall t \in \mathbb{N}_+ : c_t = \delta_C(m_t, c_{t-1})$
- Berechnung:

Time :	0	1	2	
Input :	$m_0,$	$m_1,$	$m_2,$	\dots
Component state :	$c_{init}, c_0,$	$c_1,$	$c_2,$	\dots
Component output :	$\varepsilon,$	$\rho_C(c_0),$	$\rho_C(c_1),$	$\rho_C(c_2), \dots$

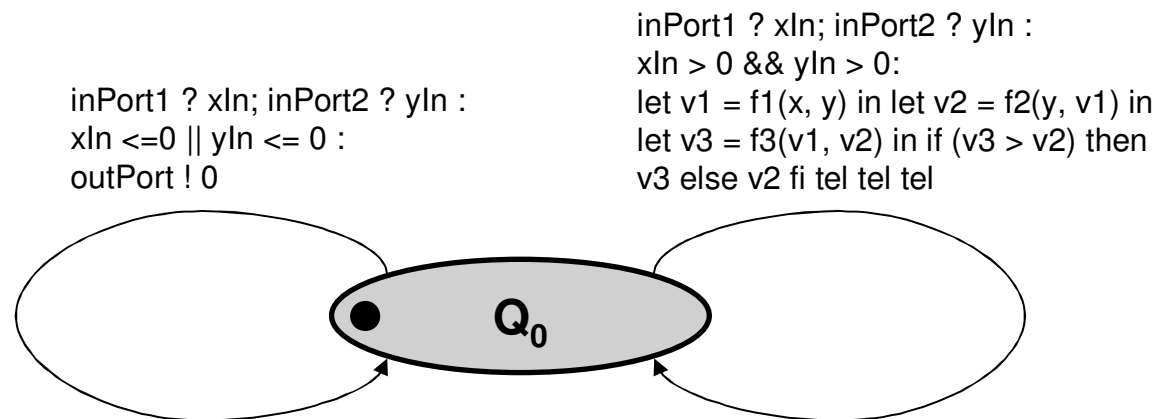
Motivation 1: Struktur

- Gleicher Takt für alle Komponenten
 - Struktur einer Komponente beeinflusst die logische Verarbeitungszeit
 - Verarbeitung mindestens n Takte, wenn der längste Verarbeitungspfad Länge n hat
 - Strukturelle Modularität eingeschränkt
 - Strukturänderungen beeinflussen externe Kommunikation



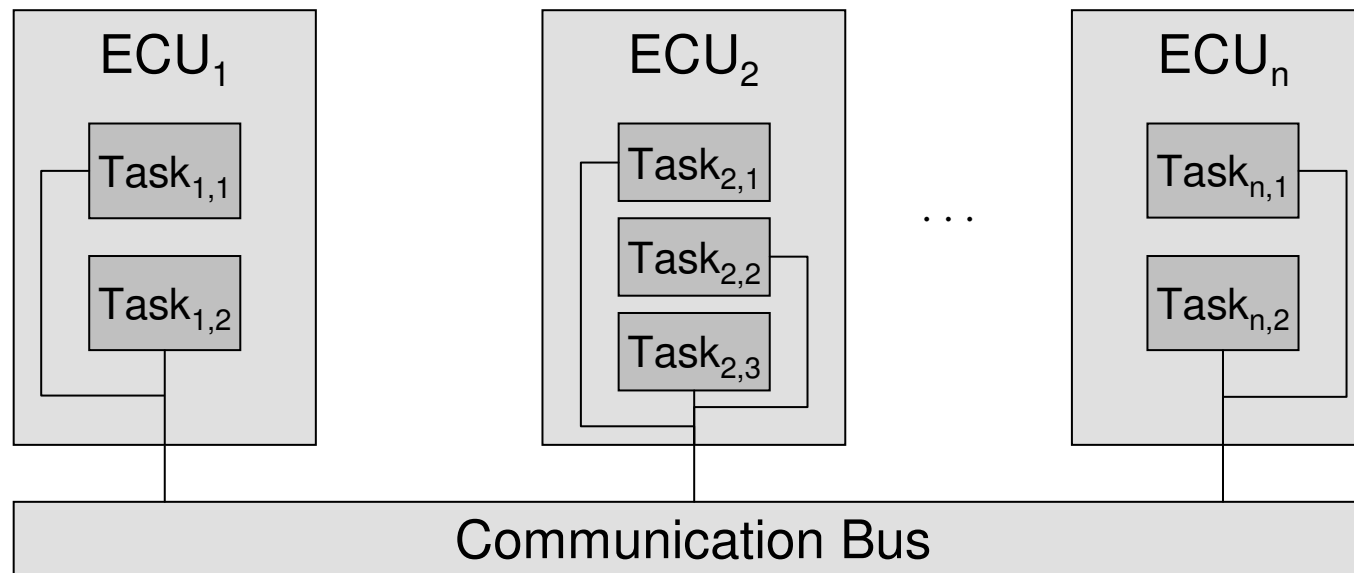
Motivation 2: Verhalten/Automaten

- Gleicher interner und externer Takt
 - Nicht mehr als *ein* Zustandswechsel für eine neue Eingabe
 - Alle Berechnungen und Fallunterscheidungen müssen in Transitionen codiert werden
 - Strukturierung der Berechnung in Zustandsautomaten eingeschränkt



Motivation 3: Reale Systeme

- Eintaktsemantik: Gleicher Takt im gesamten System
- Reale eingebettete Systeme:
 - Unterschiedlich schnelle Komponenten (Steuergeräte, Tasks)
 - Ausführungstakt schneller als Kommunikationstakt

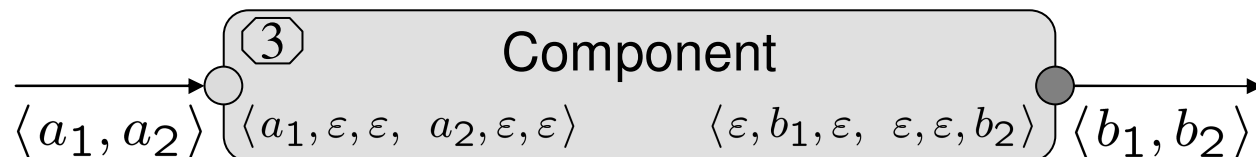


Motivation: Zusammenfassung

- Gleichtakt für alle Komponenten
 - Struktur:
 - Struktur einer Komponente beeinflusst die logische Verarbeitungszeit in Takten
 - Strukturelle Modularität eingeschränkt
 - Verhalten:
 - Nicht mehr als *ein* Zustandswechsel für eine neue Eingabe
 - Strukturierung der Berechnung in Zustandsautomaten eingeschränkt
 - Reale Zielplattform:
 - Eingebettete Systeme
 - Unterschiedlich schnelle Komponenten
 - Ausführungstakt schneller als Kommunikationstakt

Zeitverfeinerung: Mehrtaktsemantik

- Prinzip
 - Ausführungstakt ist Vielfaches des Kommunikationstakts
- Realisierung
 - Eingabe: Expansion der Eingabeströme
 - Eingabenachricht plus (k-1) leere Nachrichten
 - Ausgabe: Kompression der Ausgabeströme
 - Letzte nicht-leere Nachricht (leere Nachricht, wenn alle Nachrichten leer)
 - Anpassung nur lokal in der Komponentenschnittstelle
 - Mehrfachtakt ist sowohl extern für Kommunikationspartner als auch intern für die beschleunigte Komponente nicht sichtbar/erkennbar
 - Keine weitergehenden Anpassungen der Modellierungstechnik notwendig



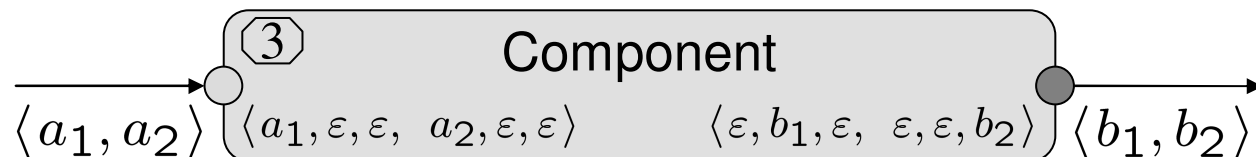
Mehrtaktsemantik

- Kommunikationssemantik zeitverfeinerter Komponenten
 - Eingabe: Übergang von externer zu interner Sicht

$$p_{in}^{(int)}(t * k + i) = \begin{cases} p_{in}^{(ext)}(t) & \text{falls } i = 0 \\ \varepsilon & \text{falls } i \in \{1, \dots, k - 1\} \end{cases}$$

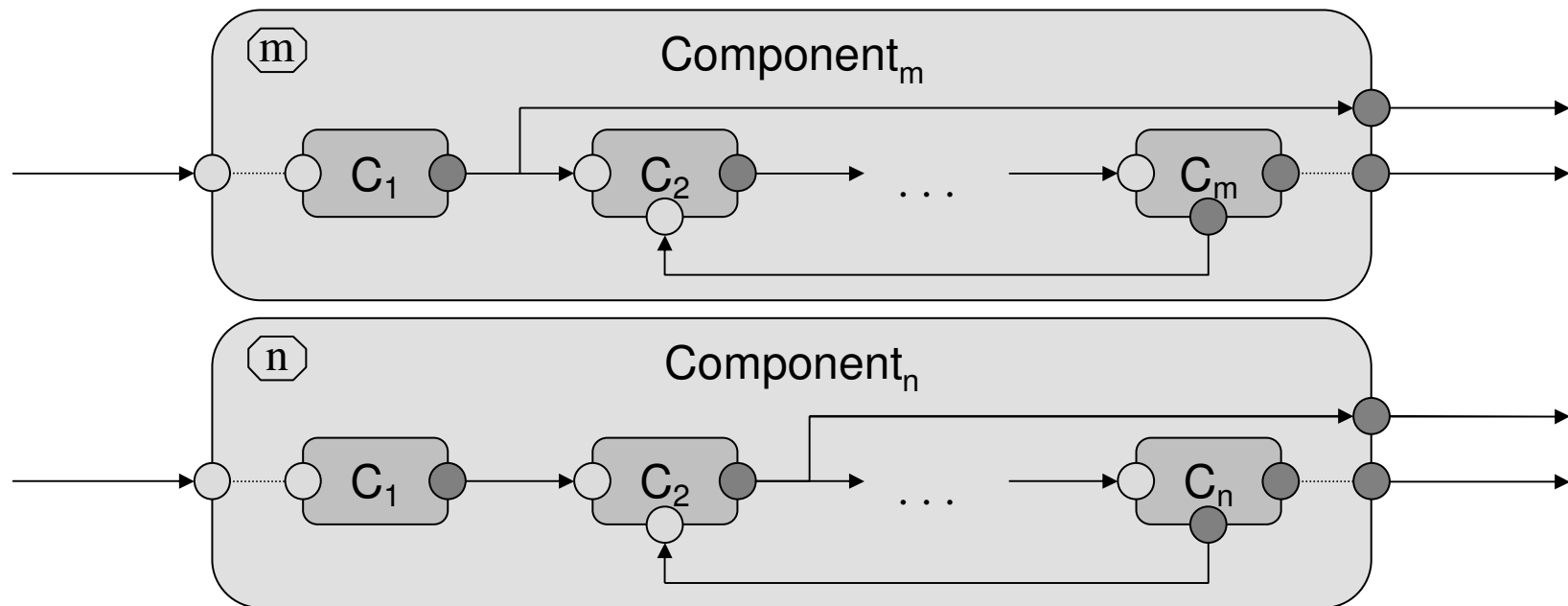
- Ausgabe: Übergang von interner zu externer Sicht

$$p_{out}^{(ext)}(t) = \begin{cases} \varepsilon & \text{falls } \forall i \in \{0, \dots, k - 1\} : p_{out}^{(int)}(t * k + i) = \varepsilon \\ p_{out}^{(int)}(t * k + i) & \text{falls } i = \max\{i \in \{0, \dots, k - 1\} \mid p_{out}^{(int)}(t * k + i) \neq \varepsilon\} \end{cases}$$



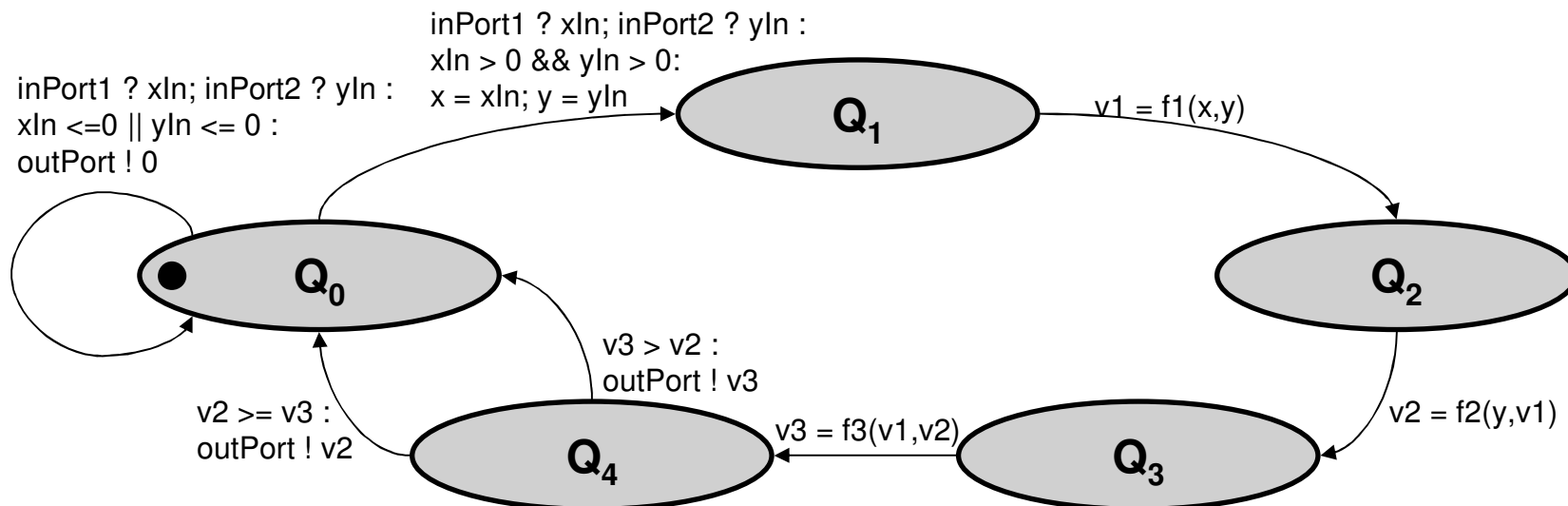
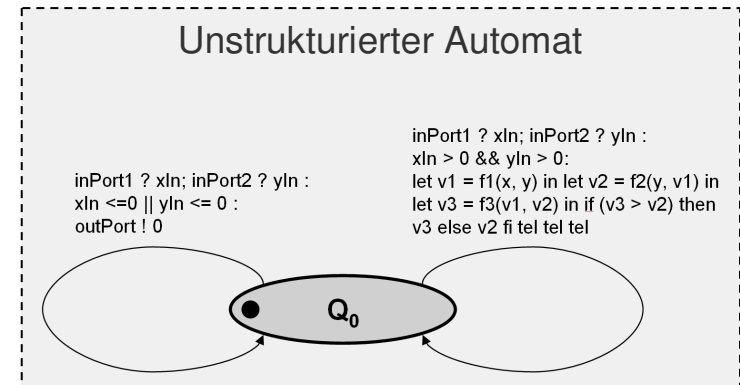
Mehrtaktsemantik: Struktur

- Ausführungstakt ist Vielfaches des Kommunikationstakts
 - Ausführungstakt an Struktur anpassbar
 - Strukturelle Modularität: Transparenz der internen Struktur für die externe Kommunikation



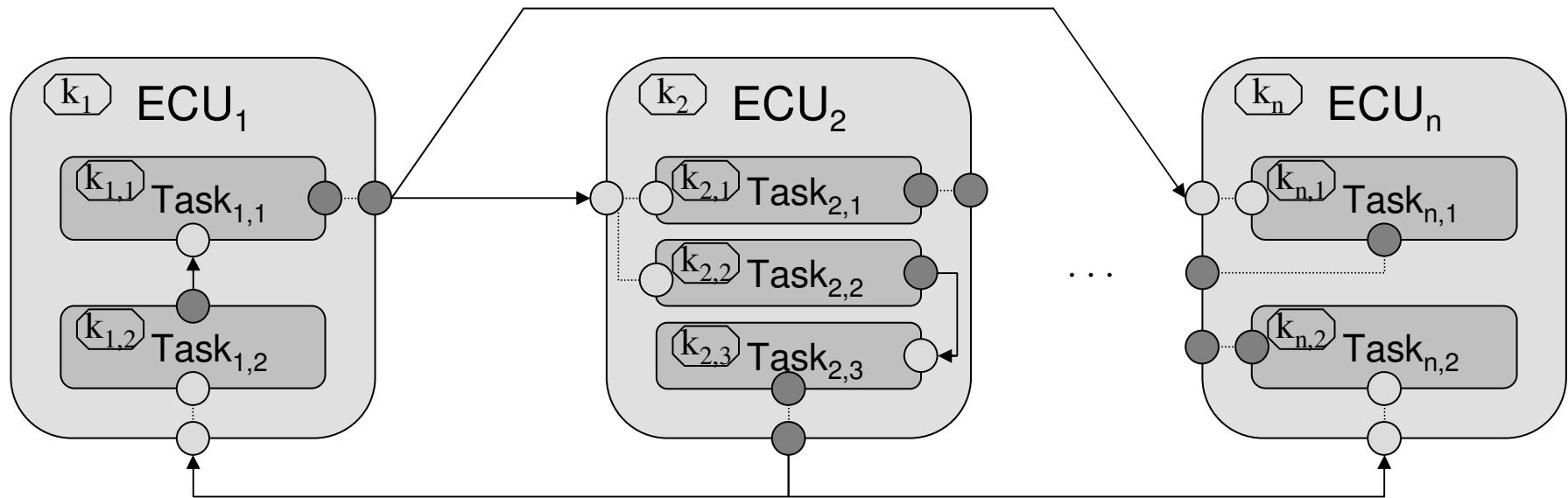
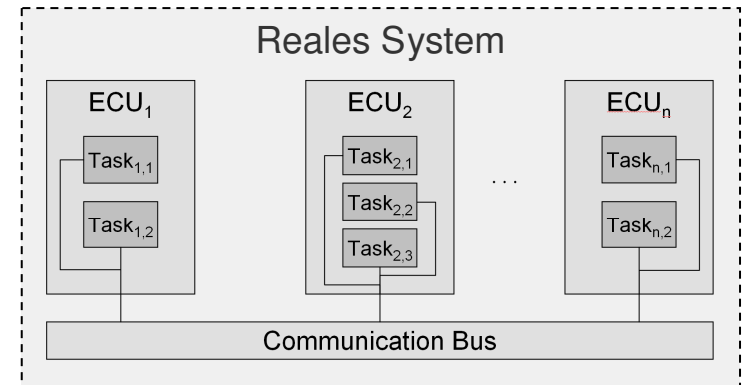
Mehrtaktsemantik: Verhalten/Automaten

- Ausführungstakt ist Vielfaches des Kommunikationstakts
 - Automat hat mehrere Takte zur Verarbeitung einer Eingabe
 - Strukturierung der Berechnung durch Zustandsautomaten möglich



Mehrtaktsemantik: Reale Systeme

- Unterschiedliche Geschwindigkeit durch unterschiedlichen Ausführungstakt darstellen
 - Ein Kommunikationstakt des Busses entspricht mehreren Takten in einem Steuergerät
 - Ein Takt eines Steuergerät entspricht einem oder mehreren Takten in einem Tasks



Fazit

- **Mehrtaktsemantik**
 - Interner Ausführungstakt kann Vielfaches des externen Kommunikationstakts sein
 - Mehrfachtakt extern für Kommunikationspartner und intern für beschleunigte Komponenten transparent
 - Keine weitergehenden Änderungen der Modellierungstechnik notwendig
- **Auswirkungen**
 - Strukturelle Modularität
 - Schnittstellensemantik kann bei Strukturänderungen unverändert bleiben
 - Strukturierung von Zustandsautomaten
 - Berechnung darf aus mehreren Zustandsübergängen bestehen
 - Reale Systeme
 - Komponenten realer Systeme sind unterschiedlich schnell
 - Ausführung häufig schneller als Kommunikation
 - Modellierungstechnik kann zeitliche Aspekte realer Systeme darstellen