

Der Zustandsautomat (finite state machine)

Inhaltsverzeichnis

1. Motivation
2. Einführung
 - Getränkeautomat
3. Formale Definition
 - Schaltwerke
4. Anwendung
 - Impulsfolgenerkennung
 - Anrufbeantworter

Motivation

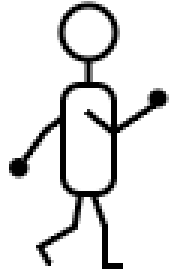
Warum so interessant?

- **Abstraktes Modell**
 - Wesentliche Grundlage für den Entwurf und die Beschreibung von digitalen Systemen
- **Einsatzorte sehr vielfältig**
 - Waschmaschinen
 - Smart Cards
 - Steuerwerke für Prozessoren

Einführung

- Der Getränkeautomat
 - Formloses Beispiel





| | | | |
|--------|-----------------------|-------|----------------------|
| Kaffee | <input type="radio"/> | Münze | <input type="text"/> |
| Tee | <input type="radio"/> | | |
| Zucker | <input type="radio"/> | | |
| Milch | <input type="radio"/> | | |

- Eingabe = Einwurf des Geldes, Drücken der Knöpfe
- Die Maschine reagiert mit bestimmten Antworten zum Zeitpunkt t_{i+1}
- 2 Unterschiedliche Arten von Antworten
 - Sichtbare Ausgabe
 - Nicht sichtbare Antwort – der innere Zustand

Bsp:

Einwurf des Geldes → Wartezustand

Kaffee Knopf gedrückt → Kaffee-Zustand

Zucker Knopf gedrückt → Zucker-Zustand

→ Kaffee-Ausgabe

→ Zurück zum Bereitschaftszustand

| Zeitpunkt | t0 | t1 | t2 | t3 | t4 |
|-----------|--------|--------------|--------------|----------------------|--------|
| Eingabe | Münze | Kaffee-Knopf | Zucker-Knopf | - | - |
| Zustand | bereit | warten | Kaffee | Kaffee-Zucker | bereit |
| Ausgabe | nichts | nichts | nichts | Kaffee mit Zucker | nichts |

Allgemein:

1. Operationen werden durch diskrete Taktsignale synchronisiert
2. Das Verhalten der Maschine ist *deterministisch*
3. Die Maschine antwortet auf Eingaben
4. Es gibt eine endliche Anzahl an Zuständen, die die Maschine einnehmen kann. Der darauffolgende Zustand hängt von der Eingabe als auch vom jetzigen Zustand ab
5. Die Ausgabe ist vom augenblicklichen Zustand abhängig

Formale Definition

- Ein endlicher Zustandsautomat (FSM) ist durch ein 6–Tupel charakterisiert

FSM = (E, A, Z, z0, w, d)

- E: Eingabemenge (endlich)
- A: Ausgabemenge (endlich)
- Z: Zustandsmenge (endlich)
- z0: Startzustand
- w: Funktion zur Berechnung der aktuellen Ausgabe
- d: Funktion zur Berechnung des Folgezustands

Jeder auf diese Weise beschriebene Zustandsautomat lässt sich in einem sogenannten Schaltwerk implementieren → technische Realisierung

Zwei Schaltwerkstypen: Moore und Mealy

Schaltwerke

- FSM lassen sich in Schaltwerken implementieren/technisch realisieren (Moore und Mealy)
- Definition: Besteht aus zwei Bestandteilen:
 1. Schaltnetze – logische Verknüpfungen- d und w Funktionen.
 2. Und aus einem Speicher: um den augenblicklichen Zustand zu speichern

Moore Schaltwerk

- Ausgabe nur abhängig vom augenblicklichen Zustand
→ Ausgabe kann sich nur dann ändern, wenn sich auch der Zustand ändert
- Grundlegender Unterschied im Vergleich zum Mealy Schaltwerk

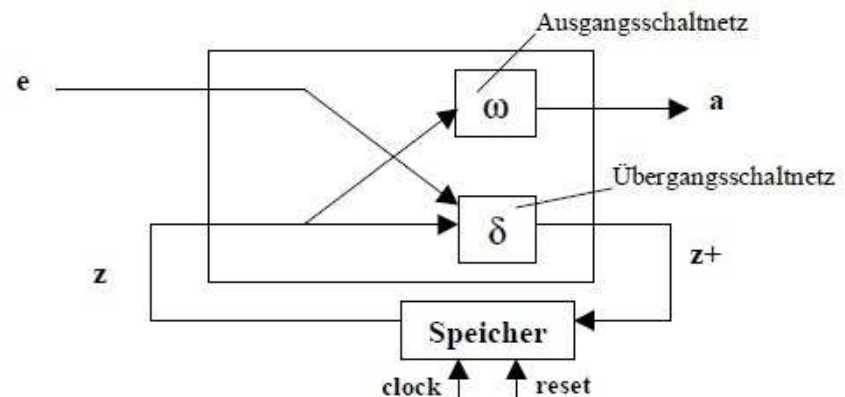


Abb. 3: Schematische Darstellung eines Moore-Schaltwerks

Mealy Schaltwerk

- Die Ausgabe ist auch von der Eingabe abhängig (s. gestrichelter Pfeil)

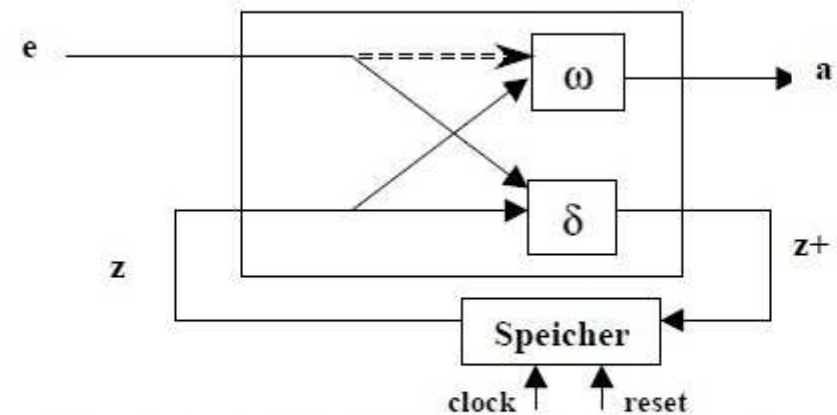


Abb. 4: Schematische Darstellung eines Mealy-Schaltwerks

Zusammenfassung

Moore & Mealy

- Tatsächlich sind das Moore- und Mealy-Schaltwerk äquivalent
- Sie lassen sich ohne Einbußen an Funktionalität ineinander überführen.
- Das einzige, was sich unter Umständen ändern kann, ist das Zeitverhalten.
- Oft ist das entsprechende funktionsgleiche Mealy-Schaltwerk tatsächlich einfacher (besitzt weniger Zustände) als das Moore-Schaltwerk.

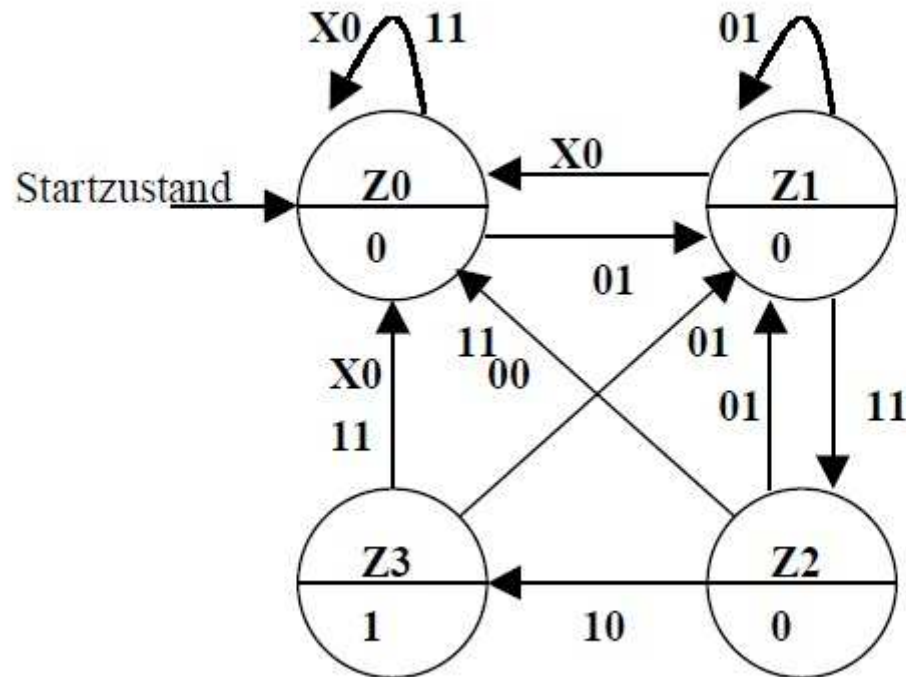
Anwendungen

Bsp. Impulsfolgenerkennung

- Ein Automat erhält als Eingabe jeweils eine 2-Bit Kombination, z.B. (11) oder (00)
- Dabei soll er eine ganz bestimmte Abfolge von drei aufeinanderfolgenden 2-bit Kombinationen erkennen. In diesem Fall: (01, 11, 10)
- Bei erfolgter Eingabe dieser Folge gibt der Automat eine 1 aus. Bei anderen Folgen – bzw. solange die Folge noch nicht vollständig ist – wird stets eine 0 ausgegeben

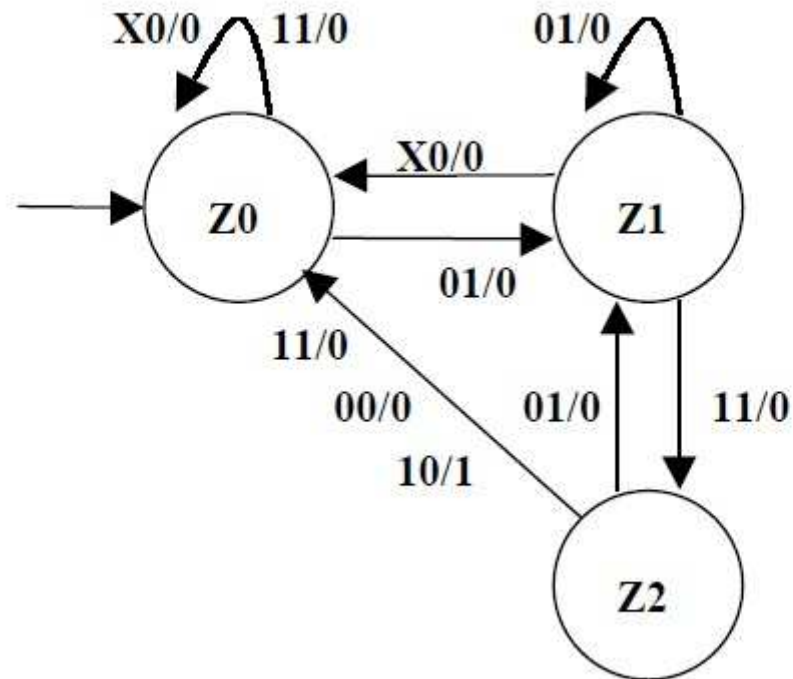
Impulsfolgenerkennung

- Moore-Schaltwerk

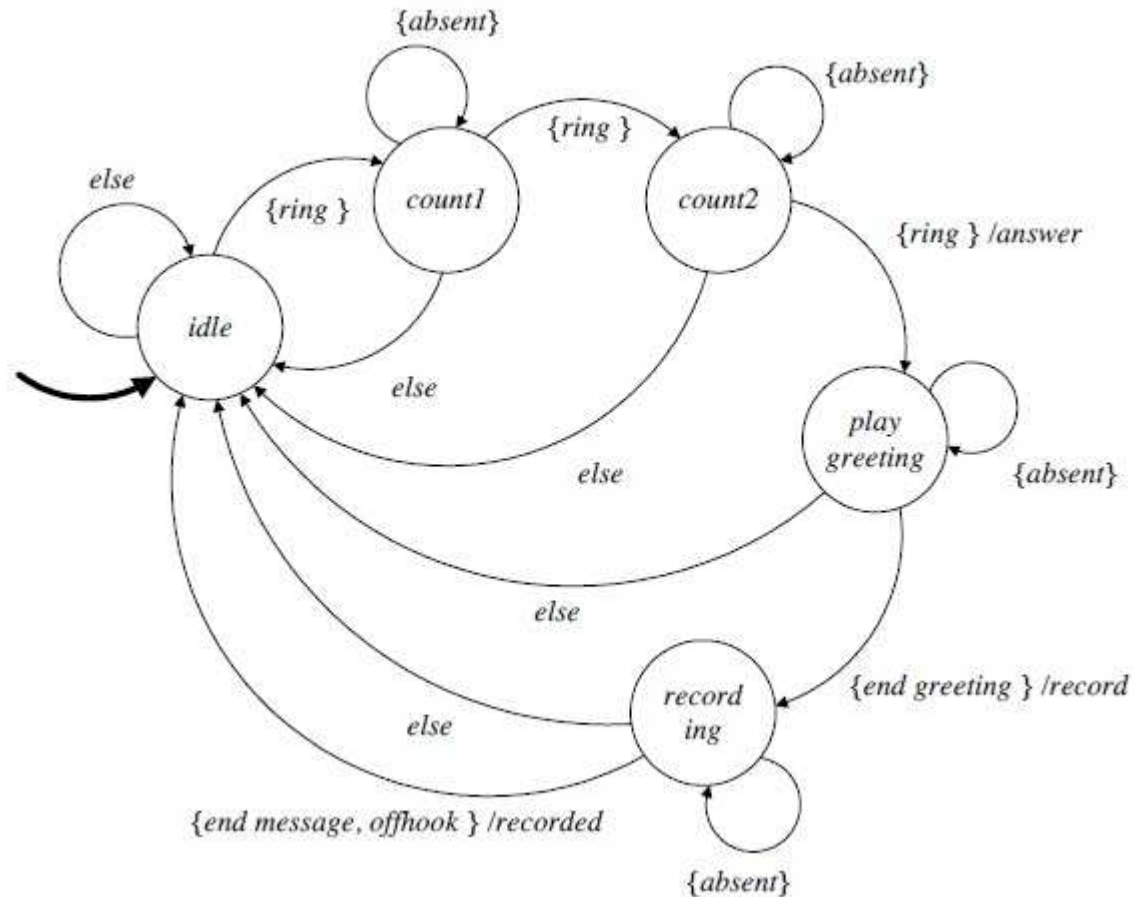


Impulsfolgenerkennung

- Mealy-Schaltwerk



Der Anrufbeantworter



Vielen Dank
für Ihre Aufmerksamkeit