

Mealy-Automaten¹

Eine Mealy Maschine M wird in JFlap, im Gegensatz zu einem endlichen Automaten, mit einem 6-er Tupel definiert. Ein Mealy-Automat ist ein deterministischer² endlicher Automat. Der zusätzliche Eintrag A im Tupel beschreibt die Menge des Ausgabe-Alphabets.

$M = (Q, \Sigma, A, \delta, \omega, q_s)$, wobei

Q ist eine endliche Menge von Zuständen: $\{q_i \mid i \text{ ist eine positive natürliche Zahl}\}$, lies: Menge aller q_i für die gilt, dass der Index i Element aus \mathbb{N} ist. Beispiel: $\{q_1, q_4, q_0, q_{10}\}$

Σ (Epsilon-Zeichen, auch als Summen-Zeichen bekannt) beinhaltet die Menge des Eingabealphabets, manchmal auch mit E bezeichnet.

A (großes Alpha) beinhaltet die Menge des Ausgabe-Alphabets, manchmal auch als Γ (großes Gamma) bezeichnet.

δ (kleines Delta-Zeichen) Übergangsfunktion, manchmal auch mit D bezeichnet

ω (kleines Omega-Zeichen) bezeichnet die Ausgabe-Funktion

q_s (ein Element von Q) ist der Startzustand

Mealy-Maschinen unterscheiden sich von Moore-Maschinen in der Ausgabefunktion ω . In einer Mealy-Maschine wird die Ausgabe durch ihre Übergänge erzeugt, während in einer Moore-Maschine die Ausgabe durch ihre Zustände erzeugt wird.

Um eine neue Mealy-Maschine mit JFLAP zu erstellen, im Hauptmenü die Option Mealy-Maschine auswählen.

Unterschiede zwischen einer Mealy-Maschine und einem FA

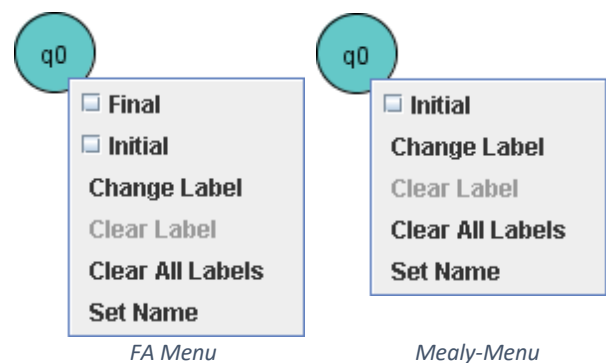
Eine Mealy-Maschine ähnelt sehr einer Finiten Maschine (FA), endlicher Automat (EA), mit ein paar wesentlichen Unterschieden:

- Es gibt keine Endzustände.
- Seine Übergänge erzeugen eine Ausgabe.
- Eingaben werden nicht akzeptiert oder abgelehnt, sondern es wird eine Ausgabe aus Eingaben generiert.
- Schließlich können Mealy-Maschinen keine nicht deterministischen Zustände haben.

Gehen wir diese Punkte durch.

Kein Endzustand

Wenn in einem FA das Attribut-Editor-Werkzeug ausgewählt wurde. (Dies kann durch Klicken auf die Schaltfläche erfolgen), wird durch Klicken mit der rechten Maustaste auf einen Zustand ein Popup-Menü angezeigt. In diesem kann u.a. festgelegt werden, ob dieser Zustand ein Endzustand sein soll. In einer Mealy-Maschine ist diese Option nicht verfügbar.



¹ Dieses Material basiert zum größten Teil auf dem JFLAP-Tutorial für JFlap 7.1, was wir auch im Unterricht einsetzen

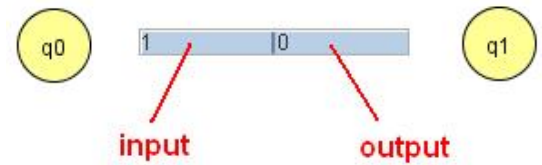
² Für die gleiche Eingabe folgt auch immer die gleiche Ausgabe und zusätzlich wird die gleiche Folge an Zuständen durchlaufen. Zu jedem Zeitpunkt ist der nachfolgende Abarbeitungsschritt des Automaten eindeutig festgelegt.

Eine Mealy-Maschine hat keine Endzustände, da sie keine Eingaben akzeptiert oder ablehnt. Stattdessen erzeugt jeder Übergang eine Ausgabe, die nachfolgend beschrieben wird.

Ausgabe bei Übergang

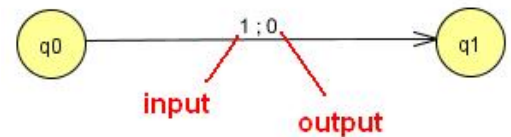
Eine Mealy-Maschine erzeugt bei jedem Übergang eine Ausgabe.

Das Erstellen einer Mealy-Maschine entspricht dem Erstellen einer FA mit der Ausnahme, dass die Übergänge anders erstellt werden. In einer Mealy-Maschine erzeugt jeder Übergang eine Ausgabe. Wenn ein Übergang erstellt wird, werden zwei Leerzeichen anstelle von einem angezeigt. Das erste Leerzeichen ist für das Eingabesymbol, das zweite Leerzeichen ist für das Ausgabesymbol.



Übergang erstellt

Wenn der Übergang erstellt wurde, besteht seine Bezeichnung aus zwei durch ein Semikolon (";") getrennten Symbolen. Das Eingabesymbol befindet sich links vom Semikolon und das Ausgabesymbol rechts davon.



Wenn sich die Maschine also in q0 befindet und die Eingabe von "1" bekommt, geht sie zu q1 über und gibt die Ausgabe "0" aus.

Mit jedem Übergang, der eine Ausgabe erzeugt, kann die Mealy-Maschine eine Ausgabe von einer Eingabezeichenfolge erzeugen.

Häufige Anwendungen des Einsatzes von Mealy-Automaten

- Verkaufs-Automaten (z.B. Park-Automaten oder Getränke/Snack-Automaten): alle Automaten, die nach einer Eingabe von Geldstücken eine bestimmte Ausgabe generieren.
- Verarbeitung von Eingabestrings, z.B. Invertieren einer Folge von 1en und 0en oder auch (logische) Verknüpfungen, leichte Zeichenkettenmanipulationen.

Übungsaufgaben

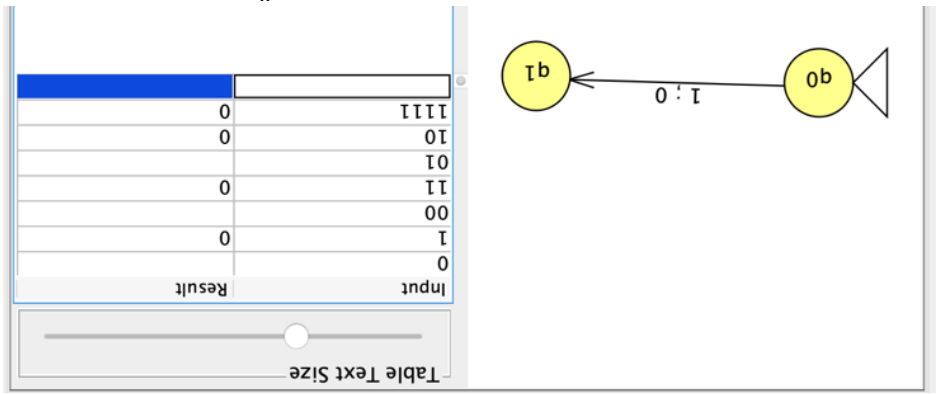
1. Beschreiben Sie, was der o.a. Mealy-Automat aus dem Beispiel macht. Gehen Sie dabei auf mögliche Eingabestrings und die generierten Ausgaben ein.
2. Erstellen Sie einen Automaten, der eine beliebige Zeichenfolge aus „0“en und „1“en invertiert.

Input	Result
0	1
1	0
00	11
11	00
01	10
10	01
1111	0000

Lösungen der Übungsaufgaben

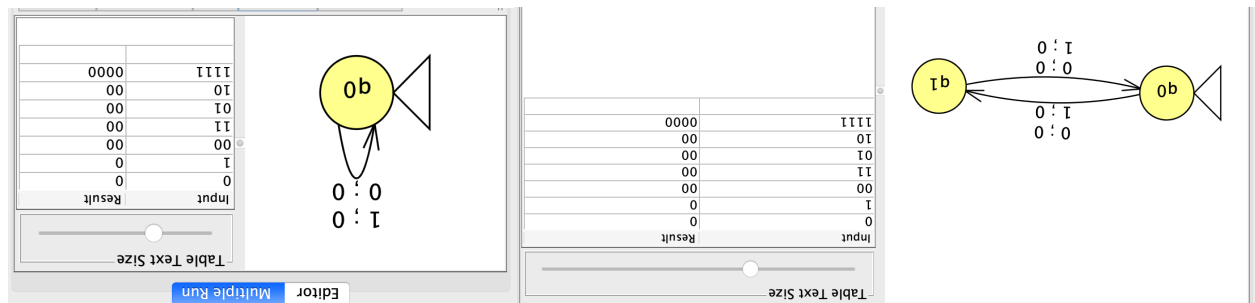
Lösung zu 1.

In diesem Beispiel reagiert der Automat nur auf das erste Vorkommen einer „1“ und gibt dann eine „0“ aus.



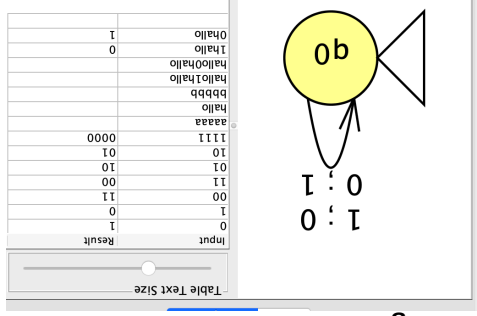
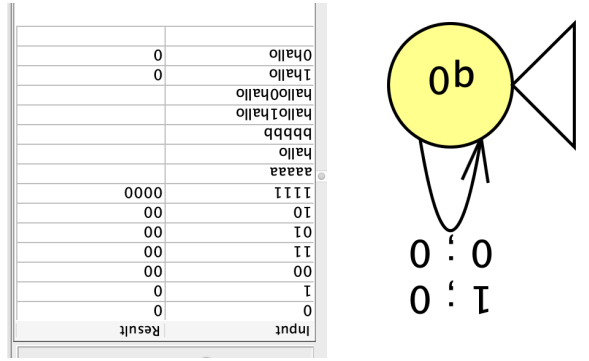
Damit „endet“ die Abarbeitung des Automaten, da aus q1 kein weiterer Übergang erfolgt.

Möchte man jetzt beispielsweise alle „1“ aus dem Eingabestring in eine „0“ ändern aber die Länge des Eingabestrings in der Ausgabe beibehalten, so müssen weitere Übergänge geschaffen werden.



Hinweis

Der o.a. Automat arbeitet nur auf der definierte Eingabe- und Ausgabemenge:



Lösung zu 2.