

Moore-Automaten¹

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

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

Q ist eine endliche Menge von Zuständen: $\{q_i \mid i \text{ ist eine positive nat\u00fcrliche Zahl}\}$, lies: Menge aller q_i f\u00fcr 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.

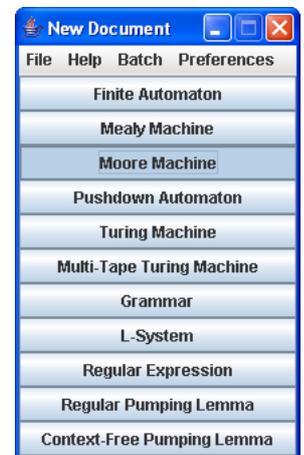
A (gro\u00dfes Alpha) beinhaltet die Menge des Ausgabe-Alphabets, manchmal auch als Γ (gro\u00dfes Gamma) bezeichnet.

δ (kleines Delta-Zeichen) \u00dcbergangsfunktion, manchmal auch mit D bezeichnet

ω (kleines Omega-Zeichen) bezeichnet die Ausgabe-**Funktion**. Diese wird durch die **Zust\u00e4nde** ausgel\u00f6st.

q_s (ein Element von Q) ist der Startzustand

Moore-Maschinen unterscheiden sich von Mealy-Maschinen in der Ausgabefunktion ω . In einer Moore-Maschine wird die Ausgabe durch **ihre Zust\u00e4nde** erzeugt, w\u00e4hrend in einer Mealy-Maschine die Ausgabe durch ihre \u00dcberg\u00e4nge erzeugt wird. Um eine neue Moore-Maschine mit JFLAP zu erstellen, im Hauptmen\u00fc die Option Moore Machine ausw\u00e4hlen.



Unterschiede zwischen einer Moore-Maschine und einem FA

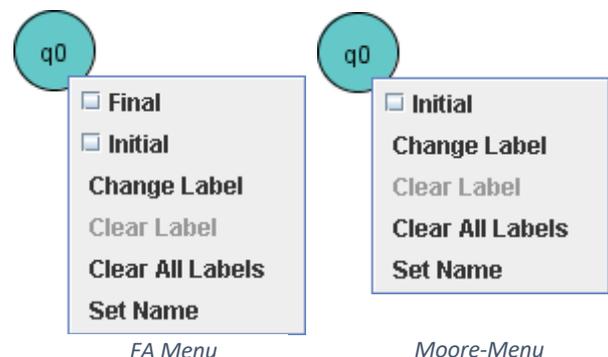
Eine Moore-Maschine \u00e4hnt sehr einer Finiten Maschine (FA), endlicher Automat (EA), mit ein paar wesentlichen Unterschieden:

- Es gibt keine Endzust\u00e4nde.
- Seine **Zust\u00e4nde** erzeugen eine Ausgabe.
- Eingaben werden nicht akzeptiert oder abgelehnt, sondern es wird eine Ausgabe aus Eingaben generiert.
- Schlie\u00dflich k\u00f6nnen Mealy-Maschinen keine nicht deterministischen Zust\u00e4nde haben.

Gehen wir diese Punkte durch.

Kein Endzustand

Wenn in einem FA das Attribut-Editor-Werkzeug ausgew\u00e4hlt wurde. (Dies kann durch Klicken auf die Schaltfl\u00e4che erfolgen), wird durch Klicken mit der rechten Maustaste auf einen Zustand ein Popup-Men\u00fc angezeigt. In diesem kann u.a. festgelegt werden, ob dieser Zustand ein Endzustand sein soll. In einer Moore-Maschine ist diese Option nicht verf\u00fcgbar.



Eine Moore-Maschine hat keine Endzust\u00e4nde, da sie keine Eingaben akzeptiert oder ablehnt. Stattdessen erzeugt jeder Zustand eine Ausgabe, die nachfolgend beschrieben wird.

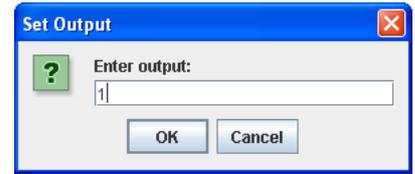
¹ Dieses Material basiert zum gr\u00f6\u00dften Teil auf dem JFLAP-Tutorial f\u00fcr JFlap 7.1, was wir auch im Unterricht einsetzen.

² F\u00fcr die gleiche Eingabe folgt auch immer die gleiche Ausgabe und zus\u00e4tzlich wird die gleiche Folge an Zust\u00e4nden durchlaufen. Zu jedem Zeitpunkt ist der nachfolgende Abarbeitungsschritt des Automaten eindeutig festgelegt.

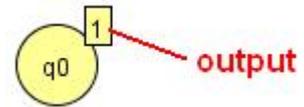
Ausgabe eines Zustands

Eine Moore-Maschine erzeugt eine Ausgabe, wenn sie sich in einem Zustand befindet.

Das Erstellen eines Moore-Rechners entspricht dem Erstellen eines FA mit der Ausnahme, wie dessen Zustände erstellt werden. In einer Moore-Maschine erzeugt jeder Zustand eine Ausgabe. Wenn ein Zustand erstellt wird, wird ein Popup-Dialogfeld angezeigt, in dem zur Ausgabe des Zustand aufgefordert wird.



Die Zustandsausgabe in das Dialogfeld eingeben und dann auf OK klicken. (Wenn Sie auf Abbrechen klicken, wird der Zustand weiterhin erstellt. Als Ausgabe wird lediglich eine leere Zeichenfolge angezeigt.) Wenn der Zustand erstellt wird, wird die Ausgabe in der oberen rechten Ecke angezeigt. Dies sollte nicht mit der Beschriftung (Label) eines Zustandes verwechselt werden!



Wenn sich die Maschine also im Zustand q0 befindet, wird eine Ausgabe von "1" erzeugt. Um die Zustandsausgabe zu ändern, mit dem Pfeil-Werkzeug auf den Zustand klicken und die neue Ausgabe in das Dialogfeld eingeben.

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

Ausgabe aus einer Eingabezeichenfolge erzeugen

Anstatt Eingaben zu akzeptieren oder abzulehnen, erzeugt eine Moore-Maschine Ausgaben aus einer Eingabezeichenfolge.

Im folgenden Beispiel invertiert der Moore-Automat den Eingabestring, bestehend aus 0en und 1en. Hinweis: die Ausgabe des Zustandes q0 ist ein Leerzeichen.

Input	Result
11100100	00011011
11111	00000
00000	11111
0000110011111	1111001100000
1010101010101	0101010101010
0111111	1000000
1	0
0	1
11	00
00	11
111	000
000	111

Ausgabekonvention

In JFLAP übernehmen wir die Ausgabekonvention, dass die Maschine die dem Startzustand zugeordnete Ausgabe erzeugt, wenn sie eingeschaltet wird. (Die alternative Ansicht ist, dass die Maschine erst dann eine Ausgabe erzeugt, wenn das erste Eingabesymbol gelesen wurde.) Wenn wir die alternative Ansicht für eine Maschine verwenden möchten, fügen wir einfach einen Startzustand mit der leeren Zeichenfolge als Ausgabe hinzu, wie in der oben beschriebenen Maschine.

Häufige Anwendungen des Einsatzes von Moore-Automaten

- Da Moore- und Mealy-Automaten äquivalent sind, sind die Anwendungen sehr ähnlich.
- 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 (z.B. Textersetzen).