Tim Luther, 410886
Til Mohr, 405959
Simon Michau, 406133

Formale Systeme, Automaten, Prozesse
Übungsblatt 3
Tutorium 11

Aufgabe H7 Der Aufruf der Methode `check` gibt für einen regulären Ausdruck (`RA`) R zurück, ob dieser nur eine endliche Anzahl an Wörtern beschreibt. Folgender Algorithmus kann dies mit einer Worst-Case Laufzeit von $O(n)$ entscheiden, wobei n die Anzahl der Teilausdrücke, die R aufbauen, ist:

```
bool check(RA R) {
        if(R ∈ Σ) return true;
        if(R is A + B || R is AB) return check(A) && check(B);
        if(R is A* || R is A+) return isEmpty(A);
}

bool isEmpty(RA R) {
        if(R is ϵ) return true;
        if(R ∈ Σ \ {ϵ}) return false;
        if(R is A + B || R is AB) return isEmpty(A) && isEmpty(B);
        if(R is A* || R is A+) return isEmpty(A);
}
```

A und B sind hier reguläre Ausdrücke, die hier R darstellen können.

Aufgabe H8

a) Die Äquivalenzklassen sind $[a]_{\equiv_L} = \{a,b\}^*$,$[c]_{\equiv_L} = \{a,b\}^*c$ und $[ca]_{\equiv_L} = \{a,b\}^*c\{a,b,c\}^*$. Erstere beschreibt alle Worte (keines aus L), bei denen man nur Worte der Form $\{a,b\}^*c$ hinten anhängen kann, sodass sie immer noch in der Sprache L sind. Die zweite Äquivalenzklasse beinhaltet alle Worte der Sprache L. Bei denen kann man nur ϵ anfügen, sodass sie in der Sprache sind. Letztere Äquivalenzklasse beschreibt alle Worte (auch alle aus L), die mindestens ein c haben, wodurch man nichts an das Wort anhängen kann, sodass es in der Sprache ist. Alle drei Äquivalenzklassen vereinigt bilden Σ^*:

$$[a]_{\equiv_L} \cup [c]_{\equiv_L} \cup [ca]_{\equiv_L} = \{a,b\}^* \cup \{a,b\}^*c \cup \{a,b\}^*c\{a,b,c\}^* = \{a,b,c\}^* = \Sigma^*$$

Das leere Wort ist in $[a]_{\equiv_L}$ beinhaltet sowie alle Wörter, die kein c enthalten. $[c]_{\equiv_L}$ beinhaltet alle Wörter, die mind. ein c enthalten, an egal welcher Stelle. Die Vereinigung der drei Äquivalenzklassen stellt also Σ^* dar.
Damit sind diese Äquivalenzklassen die einzigen bzgl. der Myhill-Nerode Relation.

b) Aus der Vorlesung wissen wir, dass

$$\equiv_L \text{ hat endlichen Index} \Leftrightarrow \text{L ist regulär}$$

gilt. Da es keinen Automaten mit einer endlichen Anzahl an Zuständen geben kann, der L beschreibt, es also nicht einen DFA zu L geben kann, ist L nicht regulär. Dies bedeutet, es gibt eine unendliche Anzahl an Äquivalenzklassen bezüglich der Myhill-Nerode-Relatiion $\equiv_L$.
Es kann keinen Automaten mit endlicher Anzahl an Zuständen geben, da die Wortlänge aller Wörter aus L quadratisch ansteigend ist. Somit bräuchte man, um die Worte aus L zu überprüfen, für jedes Wort mehr Zustände als das nächst kleinere. Da L auf jeden Fall unendlich viele Wörter enthält, gibt es bei einem gegebenen Automaten auch unendlich viele Zustände, und somit keinen DFA.

Aufgabe H9 Der Code ist beigefügt. Für die Aufgabe $\hat{\delta}(7, \texttt{abababbaa})$ fand das Programm nach ca. 289200ns das Ergebnis

[32, 1, 2, 34, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 17, 22, 23, 25, 27, 28, 29, 31].

Für die 4 langen Wörter kam das Programm zu den Endzuständen:

[32, 1, 34, 2, 3, 5, 6, 8, 9, 10, 11, 17, 20, 21, 25, 27, 28, 29, 31] (6336664800ns)
[32, 1, 34, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 12, 13, 17, 18, 19, 25, 27, 29, 30, 31] (408921700ns)
[32, 1, 34, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 17, 18, 19, 25, 27, 29, 30, 31] (2034853500ns)
[32, 1, 34, 3, 4, 5, 6, 8, 9, 17, 18, 19, 25, 27, 29, 30, 31] (21452262300ns)