

Protokoll der Vordiplomsprüfung im Fach Theoretische Informatik

Prüfling: Markus Treinen (für Fragen: *Treinen@castor.uni-trier.de*)
Prüfer: Prof. Christoph Meinel
Beisitzer: Volker Klotz
Datum: 21.09.2004

Womit möchten Sie anfangen?

Ich habe "Sprachen" gesagt.

Gut, Sprachen haben ja einiges mit Automaten zu tun. Wie ist denn so ein Automat definiert?
Daraufhin fragte ich, welchen Automaten er meint, deterministisch oder nichtdeterministisch?

Fangen wir mal mit dem einfachsten an: deterministisch.

DFA-Definition hingeschrieben $M=(Q, \Sigma, \delta, q_0, E)$ und erklärt ($Q \cap \Sigma = \emptyset$, etc.).

Das war ihm aber alles viel zu unwichtig, da er mir ins Wort fiel und nur die Definition von δ , der Überföhrungsfunktion, wissen wollte.

$$\delta(A, a) = B$$

Das ist ja jetzt quasi ein Beispiel. Können Sie denn die Funktion definieren?

$$\delta: Q \times \Sigma \rightarrow Q$$

Und wie stehen jetzt Automaten mit Sprachen in Verbindung?

Ein Automat "erkennt" die Wörter der von ihm definierten Sprache.

Wie erkennt er die denn?

Indem vom Startzustand aus bei jedem Buchstaben ein Zustandswechsel stattfindet und man am Ende des Wortes im Endzustand rauskommt.

Wie würde man das mathematisch ausdrücken?

Dazu muß man erst die Überföhrungsfunktion in eine "Wegfunktion" (ich kenn den Namen leider nicht, falls es einen gibt) umformen. Gemeint ist $\hat{\delta}$.

$$\hat{\delta}(q, \epsilon) = q$$

$$\hat{\delta}(q, aw) = \hat{\delta}(\delta(q, a), w)$$

D.h. wir gehen den Weg vom Anfangszustand bis zum nächsten Zustand bei Eingabe des Buchstabens und von da aus rekursiv den Rest.

Was für Sprachen kann denn so ein Automat definieren?

Die Menge der regulären Sprachen. Jetzt wollte er von mir wissen, was überhaupt reguläre Sprachen sind, deshalb bot ich ihm an, die Chomsky-Hierarchie zu erklären.

Hier sagte ich, daß die Typ 0-Sprachen die Menge aller Sprachen sind, was aber falsch ist. Typ 0 sind die Menge der Sprachen, die durch eine Grammatik darstellbar sind.

Typ 0 \rightarrow grammatikalisch darstellbare Sprachen

Typ 1 \rightarrow kontextsensitiv ($w_1 \rightarrow w_2$, dann $|w_1| \leq |w_2|$)

Typ 2 \rightarrow kontextfrei (Typ 1 und $w_1 \rightarrow w_2$, dann $w_1 \in V$)

Typ 3 \rightarrow regulär (Typ 2 und $w_1 \rightarrow w_2$, dann $w_2 \in \Sigma \cup \Sigma V$)

Dazu erklärte ich, daß die kontextsensitiven Sprachen halt einen Kontext haben, d.h. daß links zwei voneinander abhängige Variablen (und/oder Terminalsymbole) stehen können. Die regulären Sprachen

werden von links nach rechts, Buchstabe für Buchstabe aufgebaut.

Eine Grammatik ist ja jetzt ein endliches Objekt. Warum ist das hier von Vorteil?

*Ich wußte nicht ganz, worauf er hinaus wollte. Im Endeffekt hab ich ihm dann (mit etwas Hilfe) gesagt, daß eine **endliche** Grammatik eine Beschreibungsform für eine i.a. **unendliche** Sprache ist. Das wollte er hören.*

Wie sieht denn allgemein so eine Grammatik aus?

$G=(V, \Sigma, P, S)$, wobei P die Menge der Produktionsregeln ist.

Kann man aus dieser Grammatik denn jetzt einen Automaten bauen?

Ja, einen NFA. NFA deswegen, weil auf der "linken" Seite der Produktionen die gleiche Variable mehrfach vorkommen kann, und ein NFA keine Überföhrungsfunktion hat, sondern eine Überföhrungsrelation (d.h. die Rechtseindeutigkeit ist nicht notwendig).

Wie entsteht denn konkret aus einer Grammatik ein NFA?

$G=(V_1, \Sigma_1, P_1, S_1), M=(Q_2, \Sigma_2, \delta_2, Q_{02}, E_2)$

$Q_2=V_1 \cup \{q_e\}$ ← Wir müssen uns einen Endzustand definieren, da eine Grammatik einfach in einem Terminalsymbol endet

$\Sigma_2=\Sigma_1$ ← Alphabet ist identisch

$Q_{02}=\{S_1\}$ ← Wir haben nur einen Startzustand, nämlich das Startsymbol der Grammatik. Der Fall des leeren Wortes interessiert ihn nicht.

$B \in \delta_2(A, a)$, falls $A \rightarrow aB \in P_1$

Wenn es eine Produktionsregel von A bei Eingabe von a nach B gibt, dann muß B in unserer Überföhrungsrelation von (A, a) enthalten sein. Wichtig war ihm hier, daß δ_2 eine Menge ist und nicht nur ein Wert, wie beim DFA.

$q_e \in \delta_2(A, a)$, falls $A \rightarrow a \in P_1$

Wenn die Produktion im Terminalsymbol endet, muß der Endzustand enthalten sein.

So, das ist ja jetzt ein NFA. Kann man daraus denn jetzt einen DFA machen?

Ja, mit dem Satz von Rabin/Scott, der besagt, daß jeder NFA in einen DFA überföhrbar ist.

Wie funktioniert das?

$M_1=(Q_1, \Sigma_1, \delta_1, Q_{01}, E_1)$ ← NFA

$M_2=(Q_2, \Sigma_2, \delta_2, q_{02}, E_2)$ ← DFA

$Q_2=2^{Q_1}$ ← Potenzmenge, da man ja beim NFA in mehreren Zuständen landen kann

$\Sigma_2=\Sigma_1$ ← identisches Alphabet

$q_{02}=Q_{01}$ ← da hier die Zustände quasi die Mengen repräsentieren, kann man einfach die Menge der Startzustände als Name für den Startzustand des DFA nehmen.

$E_2=\{Q' \subseteq Q_1 \mid Q' \cap E_1 \neq \emptyset\}$ ← Alle Zustände, in denen ein Endzustand irgendwie vorkommt, sind jetzt Endzustände

$\delta_2(Q', a) = \bigcup_{q \in Q'} \delta_1(q, a)$ ← Alle Zustände, die erreicht werden können werden vereinigt. δ_2 ist ja quasi eine Menge.

Fazit

Dauer: ca. 20 Minuten

Note: 2.0

Als erstes muß gesagt werden, daß die Prüfung eine Nachprüfung war. Die erste Prüfung war von der Struktur her sehr ähnlich. Unterschied war, daß er mich beim ersten Mal über 40 Minuten geprüft hat, die ganzen leichten Sachen (Def. DFA, Chomsky, usw.) weggelassen hat und stattdessen direkt mit der Überföhrungsfunktion des NFA angefangen hat und dann direkt zu DSL überggegangen ist und nur noch Fragen im Zusammenhang mit Relationen gestellt hat.

Da es die Nachprüfung war, war die Atmosphäre anfangs recht angespannt, was sich dann aber im Laufe der Zeit aufgrund des recht einfachen Niveaus legte.

Herr Meinel war teilweise recht ungeduldig, er merkt recht gut, wenn man um den heißen Brei herumredet und Zeit schinden will. Z.B. hat ihn bei der DFA-Definition nur δ interessiert, der Rest war recht egal. Man muß auch nicht immer so exakt sein (z.B. bei $A \rightarrow aB \in P$ ließ ich das $\dots \in P$ weg, was ihm wohl egal war).

Man muß bei ihm auch auf undeutlich gestellte Fragen gefasst sein. Wenn man dann nicht "errät", was er will, siehts schlecht aus. Dann reitet er so lange drauf rum, bis er die Antwort hat (oder halt nicht). Meistens sind solche Fragen aber eher grundlegender Natur, sodaß man meistens viel zu kompliziert denkt. Er möchte auch zu "allem" eine Definition haben, z.B. wenn der Prüfling was von Relationen sagt, ist die nächste Frage mit Sicherheit, was eine Relation überhaupt ist.

Die Prüfungen laufen auch nicht nach einem speziellen Schema ab. Es kann prinzipiell alles kommen, halt das, wozu er gerade Lust hat. Z.B. kamen bei einem anderen Prüfling am gleichen Tag ein paar Fragen über Kombinatorik oder auch Push-Down-Automaten.

Meiner Meinung nach kann Herr Meinel auch recht launisch sein. D.h. wenn er gut gelaunt ist, bewegen sich die Fragen auf recht niedrigen Niveau, wenn er schlecht gelaunt ist, geht er sehr ins Detail und prüft u.U. auch mal 40 Minuten lang.

Viel Erfolg und Spaß beim Lernen!