

Inhalt

1. Fromale Sprachen und Automaten
 - (a) 1. Vorlesung:
 - i. Definition: DFA
 - ii. Berechnung eines DFA
 - iii. Definition: durch DFA akzeptierte Sprache
 - iv. Was ist \emptyset – was ist ε
 - (b) 2. Vorlesung:
 - i. Definition: REG, reguläre Sprachen, reguläre Operationen
 - ii. REG ist abgeschlossen gegenüber Vereinigung
 - iii. Definition: NFA, Ableitungsbaum, durch NFA akzeptierte Sprache
 - iv. $L(DFA) \subseteq L(NFA)$
 - v. Potenzmengen Automat, $L(NFA) \subseteq L(DFA)$
 - (c) 3. Vorlesung:
 - i. Potenzmengen Automat, $L(NFA) \subseteq L(DFA)$
 - ii. REG ist abgeschlossen gegenüber Vereinigung, Konkatenation, Stern-Operator
 - iii. Definition: reguläre Ausdrücke
 - iv. jeder reguläre Ausdruck beschreibt eine reguläre Sprache, Konstruktion des NFAs
 - v. Definition: verallgemeinerter NFA (GNFA)
 - (d) 4. Vorlesung:
 - i. Konstruktion: verallgemeinerter NFA (GNFA) mit k Zuständen auf $k - 1$ Zuständen
 - ii. GNFA in regulären Ausdruck
 - iii. Pumping-Lemma
 - (e) 5. Vorlesung:
 - i. L-Äquivalenz
 - ii. Satz von Myhill-Nerode, regulär versus nicht regulär
 - iii. minimaler DFA über Äquivalenzklassen
 - iv. Definition von CFL und Chomsky-Normalform
 - (f) 6. Vorlesung:
 - i. CFL und Mehrdeutigkeit
 - ii. Definition von CFL und Chomsky-Normalform
 - iii. Umwandlung in Chomsky-Normalform
 - iv. Wortproblem für CFL und CYK-Algorithmus
 - (g) 7. Vorlesung:
 - i. Definition PDA
 - ii. Umwandlung kontextfreie Grammatik in PDA
 - (h) 8. Vorlesung:
 - i. Umwandlung PDA in kontextfreie Grammatik
 - ii. Pumping-Lemma für CFL
 - (i) 28. Vorlesung:
 - i. Chomsky-Hierarchie
 - ii. kontextsensitive Grammatiken und $NSPACE(n)$
 - iii. allgemeine Grammatiken und TM

2. Berechenbarkeit

- (a) 9. Vorlesung:
 - i. Definition DTM und k -Band DTM
 - ii. Konfiguration, Startkonfiguration, akzeptierende Konfiguration, verwerfende Konfiguration, haltende Konfiguration
 - iii. Akzeptanz einer DTM
 - iv. DTM akzeptiert eine Sprache und DTM entscheidet eine Sprache
 - v. rekursiv (=entscheidbar) und rekursiv aufzählbar
- (b) 10. Vorlesung:
 - i. 1-Band DTM versus k -Band DTM
 - ii. Definition aufzählende DTM
 - iii. rekursiv aufzählbar = es existiert eine aufzählende DTM
 - iv. Church-Turing-These
 - v. 10. Problem von Hilbert
 - vi. entscheidbare Probleme für reguläre Sprachen
 - vii. entscheidbare und unentscheidbare Probleme für kontextfreie Sprachen
- (c) 11. Vorlesung
 - i. Definition abzählbar
 - ii. ganze und rationale Zahlen sind abzählbar
 - iii. reelle Zahlen sind nicht abzählbar
 - iv. Definition Diagonalisierung
 - v. Definition Wortproblem für DTMs A_{TM}
 - vi. Definition rekursiv ko-aufzählbar
 - vii. rekursiv = rekursiv aufzählbar + rekursiv ko-aufzählbar
 - viii. Simulierende DTM (Simulator-DTM)
 - ix. A_{TM} ist rekursiv aufzählbar aber nicht rekursiv ko-aufzählbar
- (d) 12. Vorlesung
 - i. Halteproblem, Postsche Korrespondenz-Problem
 - ii. Definition berechenbare Funktionen
 - iii. Definition Many-one Reduktion
 - iv. $A \leq_m B + B$ ist entscheidbar $\implies A$ ist entscheidbar
 - v. $A \leq_m B + A$ ist nicht entscheidbar $\implies B$ ist nicht entscheidbar
 - vi. $A \leq_m B + B$ ist rekursiv aufzählbar $\implies A$ ist rekursiv aufzählbar
 - vii. $A \leq_m B + A$ ist nicht rekursiv aufzählbar $\implies B$ ist nicht rekursiv aufzählbar
 - viii. $A_{TM} \leq_m HALT_{TM}$
 - ix. Leerheitsproblem für DTMs E_{TM}
- (e) 13. Vorlesung
 - i. Definition NTM und k -Band DTM
 - ii. Konfiguration, Startkonfiguration, akzeptierende Konfiguration, verwerfende Konfiguration, haltende Konfiguration (NTM)
 - iii. Akzeptanz einer NTM
 - iv. NTM akzeptiert eine Sprache und NTM entscheidet eine Sprache
 - v. NTM versus DTM
 - vi. TM-Äquivalenzproblem ist weder rekursiv aufzählbar noch rekursiv ko-aufzählbar
- (f) 14. Vorlesung
 - i. Satz von Rice (Beweis über Reduktionen)
 - ii. Definition Orakel-TM

- (g) 15. Vorlesung
 - i. Turing-Reduktion
 - ii. $A \leq_T B + B$ ist entscheidbar $\implies A$ ist entscheidbar
 - iii. $A \leq_T B + A$ ist nicht entscheidbar $\implies B$ ist nicht entscheidbar
 - iv. letzte Aussagen gelten nicht für rekursiv aufzählbar
 - v. $A_{TM} \leq_T HALT_{TM}$
 - vi. Selbstreferenz, eine DTM die ihre eigene Kodierung ausgibt
 - vii. Rekursionstheorem
 - viii. eine DTM, die ihre eigene Kodierung erkennt und dann noch mehr tut
- (h) 16. Vorlesung
 - i. Definition Kolmogorov-Komplexität
 - ii. Schranken für die Kolmogorov-Komplexität
 - iii. die Kolmogorov-Komplexität ist nicht berechenbar (Widerspruchsbeweis)
 - iv. c -komprimierbar, c -unkomprimierbar, unkomprimierbar
 - v. Schranke für die Anzahl der unkomprimierbaren bzw. c -unkomprimierbaren Zeichenketten
 - vi. Zufall und Kolmogorov-Komplexität

3. Komplexitätstheorie

- (a) 17. Vorlesung
 - i. Definition Laufzeit, Zeitkomplexität, t -Zeit-TM
 - ii. Definition Asymptotik, asymptotische Wachstumsklassen, einige Regeln für diese Klassen
 - iii. Definition Klassen von Sprachen $TIME$, $TIME_{k-Band} = TIME_k$
 - iv. $TIME_k(t) \subseteq TIME_1(t^2)$
 - v. Definition Klassen von Sprachen $NTIME$, $NTIME_{k-Band} = NTIME_k$
 - vi. $NTIME_1(t) \subseteq TIME_1(2^{O(t)})$
- (b) 18. Vorlesung
 - i. k -Band-TM versus k' -Band-TM (für DTM und NTM)
 - ii. Definition \mathcal{P} und \mathcal{NP}
 - iii. Beispiele für Probleme in \mathcal{P}
 - iv. Beispiele für Probleme in \mathcal{NP} : HAMPATH, COMPOSITES
 - v. Definition Verifizierer, Polynom-Zeit verifizierbar
- (c) 19. Vorlesung
 - i. \mathcal{NP} = Sprachen, die Polynom-Zeit verifizierbar sind
 - ii. SUBSET-SUM ist in \mathcal{NP}
- (d) 20. Vorlesung
 - i. CLIQUE und Koffer-Pack-Problem sind in \mathcal{NP}
 - ii. Definition Polynom-Zeit Many-one Reduktion, $\leq_{m,p}$
 - iii. Definition SAT, 3-SAT
 - iv. $3-SAT \leq_{m,p} CLIQUE$
 - v. Definition \mathcal{NP} -schwer und \mathcal{NP} -vollständig
 - vi. Konsequenzen aus dem Satz von Cook und Levin
- (e) 21. Vorlesung
 - i. Reduktionen
 - ii. $\forall L \in \mathcal{NP} \exists k \in \mathbb{N} : L \leq_{m,p} A_{NTIME(n^k)}$
 - iii. $A_{NTIME(n^k)} \leq_{m,p} A_{NTIME(n)} \leq_{m,p}$ Parkett-Problem

- (f) 22. Vorlesung
 - i. Reduktionen
 - ii. Parkett-Problem $\leq_{m,p}$ FinPred $\leq_{m,p}$ SAT
 - iii. Definition endliche Prädikate
 - iv. Transitivität von $\leq_{m,p}$
 - v. SAT in \mathcal{NP}
 - vi. SAT ist \mathcal{NP} -vollständig
 - vii. SAT $\leq_{m,p}$ 3-SAT
 - viii. 3-SAT und CLIQUE sind \mathcal{NP} -vollständig
- (g) 23. Vorlesung
 - i. Reduktionen 3-SAT $\leq_{m,p}$ VERTEX-COVER, 3-SAT $\leq_{m,p}$ HAMPATH
 - ii. VERTEX-COVER und HAMPATH sind \mathcal{NP} -vollständig
- (h) 24. Vorlesung
 - i. 3-SAT $\leq_{m,p}$ SUBSET-SUM
 - ii. SUBSET-SUM ist \mathcal{NP} -vollständig
- (i) 25. Vorlesung
 - i. Approximation, Güte einer Approximation, $1 - \varepsilon$ -Approximation
 - ii. polynomielles Approximationsschema (PTAS)
 - iii. streng polynomielles Approximationsschema
 - iv. Kein PTAS für Traveling-Salesperson-Problem (TSP)
 - v. Δ -TSP und ein PTAS (ein Approximationsschema)
 - vi. ein PTAS für VERTEX-COVER
 - vii. Definition Platzkomplexität, $SPACE$, $NSPACE$
 - viii. $SPACE_k(s(n)) \subseteq SPACE_1(O(s(n)))$
 - ix. Bandkompression für alle $k \in \mathbb{N}$ gilt $SPACE(s(n)) \subseteq SPACE(\max\{n, s(n)/k\})$
 - x. $SPACE(s) \subseteq TIME(2^s)$
 - xi. einfache Simulation $NSPACE_1(s) \subseteq SPACE_3(2^{O(s)})$
- (j) 26. Vorlesung
 - i. Satz von Savitch: $NSPACE_1(s) \subseteq SPACE_3(s^2)$
 - ii. Erreicht-Konf(C, C', S, T)
 - iii. Definition \mathcal{PSPACE} und $\mathcal{EXPTIME}$
 - iv. Definition \mathcal{PSPACE} -schwer und \mathcal{PSPACE} -vollständig
 - v. Definition QBF
 - vi. QBF ist \mathcal{NP} -schwer
- (k) 27. Vorlesung
 - i. QBF ist in \mathcal{PSPACE}
 - ii. QBF ist \mathcal{PSPACE} -schwer und somit \mathcal{PSPACE} -vollständig
 - iii. Spiele als quantifizierte Ausdrücke
 - iv. Spiele und \mathcal{PSPACE} und $\mathcal{EXPTIME}$