Inhalt der Vorlesung
Einführung in die Theoretische Informatik 2
SS 2004

Vorbemerkung:Der Vorlesungsinhalt stimmt im Wesentlichen überein mit dem Inhalt von "Uwe Schöning: Theoretische Informatik - kurz gefasst, Kapitel 1 und Kapitel 2.1 bis 2.7 (BI-Wissenschaftsverlag, Mannheim, 1992)".

Einleitung

Automatentheorie und Formale Sprachen

§1 Formale Sprachen, Grammatiken

Regel-Grammatiken - Ableitung - erzeugte Sprache - nichtkürzende Grammatik - Chomsky-Hierarchie - Beispiel: $L(G_2) = \{ a^n b^n c^n \mid n \geq 1 \}$ - Wortproblem für Typ-1-Grammatiken entscheidbar - Erweiterte Backus-Naur-Form

§2 Reguläre Sprachen und endliche Automaten

Deterministische und nichtdeterministische erkennende Automaten (DFA, NFA) - Automatengraph - Beispiel: Zähler mod 4 - Äquivalenz von DFA, NFA und Typ-3-Grammatiken - reguläre Ausdrücke - Pump-Lemma für reguläre Sprachen - Satz von Myhill-Nerode - Algorithmus Minimalautomat - Abschluß-Eigenschaften regulärer Sprachen - Wort-, Leerheits-, Endlichkeits-, Äquivalenz-Problem

§3 Kontextfreie Sprachen und Kellerautomaten

Beispiel: Arithmetische Ausdrücke - Chomsky-Normalform - Greibach-Normalform - Pump-Lemma für kontextfreie Sprachen - Abschluß-Eigenschaften kontextfreier Sprachen - nicht-determinstische Kellerautomaten (pushdown automaton, PDA) - durch leeren Keller bzw Endzustand akzeptierte Sprachen - deterministische Kellerautomaten

§4 Kontextsensitive Sprachen und linear beschränkte Automaten, Typ-0-Sprachen und Turingmaschinen

(det./nichtdet.)Turing-Maschine (TM) - Beispiel: TM, die Binärzahl(x) in Binärzahl(x+1) umwandelt - linear beschränkter Automat (LBA) - Simulation nichtdeterministischer TM durch deterministische TM - Beispiel: LBA für $\{ a^n b^n c^n \mid n \geq 1 \}$ - TM-Sprachen = Typ-0-Sprachen - LBA-Sprachen = Typ-1-Sprachen

Berechenbarkeitstheorie

§5 Intuitive Berechenbarkeit, Church'sche These

§6 Turing-Berechenbarkeit

Unäre/binäre Zahldarstellung - Typ-0-Sprachen als Definitionsbereich TM-berechenbarer Funktionen - Mehrband-TM - Komposition und Rückkopplung von TM

§7 LOOP-, WHILE- und GOTO-Berechenbarkeit

LOOP-Programme - WHILE-Programme - Beispiel: WHILE-Programm für **div** - GOTO-Programme - LOOP $\subseteq$ WHILE = GOTO - WHILE $\subseteq$ TM $\subseteq$ GOTO - Kleene'sche Normalform für WHILE-Programme

§8 Primitiv rekursive Funktionen

Paarfunktionen - PRIMREK = LOOP - primitiv rekursive Relationen - Abschluß-Eigenschaften von primitiv-rekursiven Relationen - simultane primitive Rekursion

§9 μ-Operator, μ-rekursive Funktionen

Beschränkter μ-Operator - μ-REK = WHILE

§10 Ackermann-Funktionen

Beschränkung LOOP-berechenbarer Funktionen durch eine Ackermannfunktion a -
a ist nicht LOOP-berechenbar

§11 Halteproblem, Unentscheidbarkeit, Reduktion

charakteristische Funktion - "halbe charakteristische" Funktion - entscheidbar - semi-entscheidbar - Abschluß-Eigenschaften - M entscheidbar $\Leftrightarrow$ M und $\overline{\text{M}}$ semi-entscheidbar - rekursiv-aufzählbar e Mengen - M rekursiv-aufzählbar $\Leftrightarrow$ M semi-entscheidbar - semi-entscheidbare Mengen als Bildmengen berechenbarer Funktionen - Wort-Codierung von Turing-Maschinen / Gödelisierung - Selbstanwendbarkeitsproblem(spezielles Halteproblem) - Reduzierbarkeit (von Entscheidungsproblemen) - Halteproblem (unentscheidbar, aber semi-entscheidbar) - Halteproblem auf leerem Band - Äquivalenzproblem für TM - Theorem von Rice - universelle TM

§12 Das Post'sche Korrespondenzproblem (PCP)

Post'sches Korrespondenzsystem (PCS) - PCP ist unentscheidbar, aber semi-entscheidbar - Anwendungen im Bereich kontextfreier Sprachen

Anhang:

Mathematische Grundlagen

Mengentheoretische und logische Grundbegriffe - Monoid - Wort - Potenz - Relation - Funktion - Schubfachprinzip - Strukturverträglichkeit, Morphismen -Typen - Graphen - Transitionssystem