

Prüfung	21210 Theoretische Informatik
Prüfer	Prof. Dr. R. Verbeek
Termin	27.03.2012
Dauer	40 Minuten (effektive Frage-Antwort-Runde evtl. sogar nur ca. 30 Minuten)
Ergebnis	Note 1,0

Prüfungs-Inhalt

1. Sprachen und Automaten

1.1. Frage: Zeigen Sie die Chomsky-Hierarchie und die zugehörigen Grammatiken

- Aufschreiben der Regelmengen und Hinweis, dass die Regelmengen endliche Mengen sind
- Mein eingeflochtenes Angebot, die Normalformen bei Typ 2 und 3 aufschreiben zu wollen, wurde abgelehnt

1.2. Frage: Mit welchen Automaten werden die Sprachen erkannt?

Ich habe die Automaten benannt und bei jedem Automaten folgende Zusatz-Informationen eingebunden (aber alles mündlich, also eine Erläuterung von ca. 1-2 Minuten!):

- Typ-3: Die von NEA und DEA erkannten Sprachen sind identisch, da Rabin und Scott mit dem Potenz-Automaten die Äquivalenz beider Modelle gezeigt haben
- Typ-2: Ein NPDA kann mit leerem Keller oder mit Endzustand erkennen, beide Sprachen sind gleich. Die mit einem DPDA erkannte Sprache ist ungleich der vom NPDA
- Typ-1: Der LBA ist nur nichtdeterministisch linear beschränkt. Es ist bisher noch nicht gelungen, einen deterministischen Automaten zu konstruieren, der auch nur linear beschränkt ist. Das nennt man auch das „1. LBA-Problem“. Hinweis darauf, dass es noch ein „2. LBA-Problem“ mit den Abschluss-Eigenschaften bei Komplement gab, was aber in den 80igern positiv gelöst wurde.
- Typ-0: Wird mit einer Turing-Maschine erkannt. Hier kam die Rückfrage, ob das eine nichtdeterministische oder deterministische sein müsse. Habe geantwortet, dass beide Modelle in der Lage sind, die gleiche Sprache zu erkennen.

1.3. Frage: Wie sind die Abschluss-Eigenschaften (Vereinigung, Schnitt, Komplement) deterministischer und nicht deterministischer kontextfreier Sprachen?

Prof. Verbeek hat eine Tabelle aufgezeichnet und ich habe einfach die entspr. „Ja/Nein“ eingetragen. Dann sollte ich noch die Beweis-Ideen schildern:

- Bei NDet-Vereinigung mündlicher Hinweis darauf, dass man die Grammatiken „einfach zusammenführen“ kann
- Bei NDet-Schnitt habe ich den Kurstext zitiert, indem ich die beiden KF-Sprachen als Mengen hingeschrieben habe und den Schnitt als nicht KF bezeichnet habe (kein Pumping-Lemma gefragt)
- Beweis zum NDet-Komplement habe ich nicht gewusst, den haben wir dann gemeinsam über die Mengen-Regeln aus dem NDet-Schnitt hergeleitet. D.h. ich habe meine Vermutung geäußert, dass der Beweis mit dem NDet-Schnitt zusammenhing und Prof. Verbeek hat mich dann ermuntert, über die Mengenregeln dann das Komplement herzuleiten.
- Warum Det-Komplement abgeschlossen ist, konnte ich nicht zeigen

2. Berechenbarkeits-Theorie

2.1 Frage: Was ist eine rekursive Menge?

Mündlich erklärt, dass man für jedes Element „Ja/Nein“ entscheiden kann. Dann die Definition mittels berechenbarer, totaler „charakteristischer Funktion“ aufgeschrieben. Habe erwähnt, dass es noch weitere Möglichkeiten gibt und wurde ermuntert, auch diese aufzuschreiben:

- Umkehrfunktion einer totalen, berechenbaren Funktion
- Bild einer totalen, berechenbaren Funktion, wenn die Funktion wachsend ist. Hier habe ich zusätzlich erwähnt, dass „meiner Meinung nach“ auch eine berechenbare, totale fallende Funktion hinreichend wäre. Prof. Verbeek bestätigte dies mit dem Kommentar „... dann ist ja auch das Bild eine endliche Menge und somit rekursiv ...“
- Wenn eine Menge $r.a.$ ist und ihr Komplement ist es auch, (genau) dann ist die Menge selbst rekursiv

2.2 Frage: Was ist eine rekursiv aufzählbare Menge?

Schriftlich die Definition und Sätze notiert:

- Definitionsbereich einer berechenbaren, partiellen Funktion
- Funktion „dfa“ aufgeschrieben und Ähnlichkeit zur berechenbaren, partiellen Funktion erläutert
- Bildbereich einer berechenbaren, totalen Funktion
- Projektions-Satz. Prof. Verbeek wollte den Beweis sehen. Ihm reichte aber die Beweis-Richtung „Menge A ist $r.a.$ \rightarrow dann ist Menge B rekursiv“. Die Umkehrung sollte ich überspringen. Das B rekursiv ist, musste ich nicht zeigen, ich habe nur mündlich „Phi-Theorem“ und „h-Funktion“ gesagt, was ausreichend war.

2.3 Frage: Menge, die rekursiv aufzählbar aber nicht rekursiv ist?

- Die Definition der Menge des Selbstanwendbarkeits-Problems „K-Phi“ aufgeschrieben
- Die Definition einer berechenbaren, partiellen Funktion auf Basis „U-Phi“ aufgeschrieben und explizit den Begriff „utm-Theorem“ erwähnt (das Wörtchen war wichtig, glaube ich), um die Berechenbarkeit der Funktion zu untermauern
- Den Beweis, dass K-Phi nicht rekursiv ist, aufgeschrieben. Ich habe mündlich erwähnt, dass es sich um einen Diagonal-Beweis handelt und habe dann den Beweis (nicht die „grafische Tabellen-Variante“) aufgeschrieben und parallel erläutert.

3. Komplexitäts-Theorie

3.1 Frage: Stellen Sie sich eine Black-Box vor, die 3SAT entscheidet. Man gibt also eine Formel hinein und erhält ein „Ja/Nein“-Ergebnis. Wie können Sie mit Hilfe dieser Black-Box eine gültige Belegung Ihrer Formel finden?

Nach einigen Falsch-Vermutungen (Feedback kommt ja bei einer mündlichen Prüfung – in irgendeiner Form – meistens sofort!) ging ich dann in die Richtung, in meiner Formel die erste Variable hart auf den Wert „0“ zu setzen und dann die Black-Box laufen zu lassen. Der Rest war dann ein „Selbstläufer“: Prof. Verbeek erklärte das Prinzip – ich konnte zum Abschluss nur noch ein erstauntes „... da ermittelt man eine gültige Belegung ja in $O(n)$ -Zeit ...“ einwerfen.

3.2 Frage: Wie ist die Beweis-Idee zu den Zeit- und Band-Separations- und Hierarchie-Sätzen?

Hier musste ich echt passen. Zugegeben: Ich habe das Thema bei der Vorbereitung wirklich außen vor gelassen: Ich hab's einfach nicht verstanden. Ich konnte gar nichts zu diesem Thema beitragen.

3.3 Frage: Stellen Sie sich eine Black-Box vor, in die Sie einen Graphen eingeben und eine Zahl k . Die Black-Box entscheidet, ob es Cliques der Größe k gibt oder nicht. Wie finden Sie mit Hilfe der Maschine die Knoten, die zu einer Clique der Größe k gehören?

Hier habe ich rein mündlich auf die Analogie zur Frage 3.1 verwiesen und habe gesagt (innerlich eher „vermutet“), dass ich im Graphen einfach einen Knoten weglasse und dann den Entscheider wieder laufen lasse. Wenn sich nichts am Ergebnis zu vorher ändert, brauche ich den weggelassenen Knoten wohl nicht, um eine k -Clique zu bilden. Diese Antwort war ausreichend.

Soft-Facts

Ich hatte einige Schwachstellen und war umso erstaunter über das Prüfungs-Ergebnis. Insbesondere konnte ich zur Komplexitäts-Theorie kaum etwas beitragen: Ich habe wirklich „alles“ gewusst, nur den Beweis zu den Separations- und Hierarchiesätzen hatte ich mir nicht angetan. Und die Fragen zur „Black-Box“ sind auch kein „Kurs-Standard“ sondern erfordern eher „Nachdenken während der Prüfung“. Ich habe mein Erstaunen auch geäußert und auf die aus meiner Sicht „schwachen Stellen“ hingewiesen bzw. diese hinterfragt. Prof. Verbeek lachte nur und meinte, es seien auch „schwierige Fragen“ gewesen...

Nun macht man sich ja selbst Gedanken, was die Ursache für die gute Benotung gewesen sein kann. Empfehlen würde ich nun – natürlich subjektiv: Redet! Und bringt Querverweise ein! Prof. Verbeek stoppt euch schon. Große Beweise scheint man nicht im Detail wissen zu müssen – das Prinzip zählt. Deutet bei jedem Thema die existierenden weiterführenden Themen an – ich glaube, das war mein „Joker“. Aber mehr als im Protokoll oben steht, habe ich auch nicht erzählt.

Zur Vorbereitung auf diese Prüfung habe ich enorm viel Zeit investiert. Ich habe die Klausur vor ca. 16 Jahren(!) bestanden und habe nun noch die Prüfung nachgeholt. Als Vorbereitung diente mir leider nur der alte Kurstext (von 1993...). Um überhaupt erst mal einen Zugang zum Teil B zu finden (der für mich der schwierigere Teil war), habe ich mir das Buch „Theoretische Informatik“ von Dirk W. Hoffmann zugelegt, welches mir sehr geholfen hat und was ich auch weiterempfehlen möchte. Auch ein Blick in Wikipedia hilft, zusätzliche Informationen zu erhalten.

Kurz:

- Lernt die wichtigen Definitionen und Sätze und erkennt die Zusammenhänge
- Lernt und versteht die Beweise, die in den Prüfungsprotokollen gelistet sind
- Optimalerweise kennt ihr die Beweis-Ideen zu den „größeren Beweisen“

Prüfungsprotokoll mit Prof. Dr. Verbeek
Fach: Theoretische Informatik (1653 + 1654)

das erste Thema durfte ich mir selbst auswählen.
Also, ein Thema soll gut vorbereitet sein!

Ich wollte mit einem Thema aus Teil A anfangen und habe spontan
Standartnummerierung η genannt.

zu dem Thema kommende Fragen:

1. was ist eine Nummerierung
2. welche Nummerierungen sind uns bekannt
3. auf meine Antwort zu η - was ist der Unterschied zwischen φ - und η -
Nummerierungen.

und zurück zu φ -Nummerierung:

formulieren η - Theorem und Beweis-Idee dazu. Warum ist u_φ berechenbar?

Weiter zu kontextfreien Sprachen.

1. Allgemeine Definition nach Chomsky,
2. wie wird die Sprache erkannt.
3. was ist ein Kellerautomat.

Was ist NP- Vollständig und welche NP- vollständige Probleme sind uns bekannt.

Was ist eine nichtdeterministische Turingmaschine und
wann wurde eine Sprache von der Maschine erkannt.

Abschlusseigenschaft (deterministisch) kontextfreien Sprachen bezüglich Vereinigung,
Durchschnitt und Komplement
mit kleiner Erklärung zu jedem Fall.

Die Prüfung verlief in einer angenehmen Atmosphäre, in der Form einer netten
Diskussion.

Prof. Dr. Verbeek sucht in der Unterhaltung Themen mit denen der Prüfling sich gut
auskennt.

und befragt nicht lange wenn ihm klar wird das Thema nicht besonders durchstudiert
wurde. Für ihn ist wichtiger einen guten Überblick über den Stoff des Kurses und gutes
Verständnis den grundliegenden Begriffen.

Wenn er merkt, dass ihnen Antwort in die richtige Richtung geht, manchmal
beantwortet er die Frage selbst.

Das hat mich am Anfang ein bisschen irritiert, nun in der Situation können sie einfach
zunicken oder mit ein paar Stichworten die Unterhaltung unterstützen.

Note : 1,7 ;)))

Vordiplomprüfung Theoretische Informatik

Prüfer: Prof. Dr. Verbeek
Datum: 12.08.97
Dauer: 25 Minuten
Note: 1.7

Gedächtnisprotokoll

- Womit möchten Sie anfangen ?
→ *Ich habe mich für Berechenbarkeit entschieden.*
- Wie ist die Berechenbarkeit arithmetischer Funktionen definiert ?
→ *Registermaschinen*
- Gibt es noch andere Ansätze ?
→ *p-rekursive Funktionen*
- Definition der u-rekursiven Funktionen
- Warum erhält man die gleichen Funktionen wie mit Registermaschinen ?
- Genügt es, den $\tilde{\mu}$ -Operator auf totale Funktionen anzuwenden ?
→ *Ja, Anwendung auf die iterativ ausgeführte Einzelschrittfunktion*
- Gibt es Mengen, die rekursiv-aufzählbar aber nicht rekursiv sind ?
- Beschreibung des Selbstanwendbarkeitsproblems K_p
- Beweis, daß K_p rekursiv-aufzählbar und nicht rekursiv ist
- Erläuterung des P-NP Problems
- Erläuterung von 'NP-vollständig'
- Kann man beweisen, daß eine Sprache nicht NP-vollständig ist ?
→ *Nein, damit wäre das P-NP Problem gelöst*

Prof. Dr. Verbeek ist ein sehr freundlicher Prüfer.

Er fragt nicht stur die Definitionen und Sätze ab, sondern hofft, daß man während der Erläuterung von Sachverhalten die notwendigen Sätze von sich aus anbringt. Ich hatte den Eindruck, daß er die Prüfung auch als zusätzliche Lehrveranstaltung nutzt, um weitergehende Zusammenhänge darzustellen.

Vordiplomprüfung Theoretische Informatik

Prüfer: Prof. Dr. Verbeek
Dauer: 30 Minuten

Datum: 12.08.97
Note: 1,3

Gedächtnisprotokoll

- Womit möchten Sie anfangen ?
→ *Ich habe mich für Formale Sprachen entschieden*
- *Gibt es einen Unterschied zwischen den deterministisch erkannten kontextfreien Sprachen und den Nichtdeterministisch erkannten kontextfreien Sprachen? Sind sie gleich ?*
→ Mir fiel dazu ein, daß man jede kontextfreie Sprache mit einem Kellerautomaten erkennen kann, der aber nicht deterministisch sein muß.
Desweiteren kann man aus jedem nicht deterministischen Kellerautomaten einen Deterministischen konstruieren, der aber nicht mehr die selbe Sprache erkennt.
- *Wie sind die Abschlusseigenschaften der deterministisch und der nichtdeterministisch erkannten kontextfreien Sprachen bezüglich Vereinigung, Schnitt und Komplement?*
→ Da beide Sprachen unter anderen Verknüpfungen abgeschlossen sind, können sie nicht gleich mächtig sein.
- *Wie beweist man, daß eine Sprache nicht kontextfrei ist?*
→ Pumping Lemma
- Sind denn die in Polinomialzeit deterministisch und nichtdeterministisch erkannten Sprachen gleichmächtig? Formel: $\cup_x \text{ZEIT}(n^k) = \cup_x \text{NZEIT}(n^k)$?
→ Das ist das P-NP-Problem. Spontan einsichtig gilt:
 $\cup_x \text{ZEIT}(n^k) \subseteq \cup_x \text{NZEIT}(n^k)$
- Wieso ist das P-NP Problem interessant?
- Was ist NP-vollständig?
- Wann ist eine Menge rekursiv aufzählbar?
- Beschreibung des Selbstanwendbarkeitsproblems K_p
Dabei Erläuterung zu φ , zum utm- und smn-Theorem.
- Gibt es nicht beweisbare Mengen ?
→ Ich wollte auf das Äquivalenz und das Korrektheitsproblem hinaus. Prof. Verbeek war aber auf eine „einfachere Menge“ aus: das Komplement von K_p .

Prof. Dr. Verbeek ist ein sehr freundlicher Prüfer.

Er scheint jedoch nicht primär Wert auf korrekt wiedergegebene Definitionen zu legen, sondern auf das Verständnis des Zusammenhangs. Man sollte nicht „schwafeln“, aber ich hatte den Eindruck, eingestreute Querverbindungen zu anderen Themenkreisen und Sätzen der Kurse würden eher begrüßt. Er kann jedoch auch während der Prüfung plötzlich selber einen interessanten Gedanken entdecken, den er dann erst einmal verfolgt (das der Prüfling 2 Minuten lang mit „wissendem Lächeln“ und „unwissendem Schulterzucken“ verfolgt ;).

Vordiplom Theoretische Informatik A / B

Termin : Juni 1996
Prüfer : Prof. Dr. Verbeek
Dauer : ca. 20 ,Minuten
Note : 2,7

Was ist eine rekursive Menge?

Was ist eine rekursive Funktion?

Definition \mathcal{M} -rekursive Funktion'?

Definition \mathcal{M}^3

Kann man das total machen?

Beweis für $\mathcal{U}_f^{(i)}$ berechenbar?

Definition Zeitkomplexitätsklassen?

Was muß et-füllt sein, damit 2 Funktionen unterschiedliche
Zeitkomplexitätsklassen haben?

† Prof. Verbeek ist ein freundlicher Prüfer.
Man weiß jedoch nicht immer, worauf er hinaus will.
Die schlechte Note war durch Schwächen bei Zeitkomplexitätsklassen
begründet.

Vordiplomprüfung **Theoretische Informatik**

Prüfer: Prof. Verbeek

Termin: März 96

Note: 1.0

- Definition der berechenbaren Zahlenfunktionen
- Beweisidee: Register-berechenbar \iff +-rekursiv
Auf welche Funktion wird dabei der F-Operator angewandt'?
- Zusammenhang zwischen berechenbaren Zahlen- und Wort-funktionen. Standardnumerierung
- ν_{Σ} ist bijektiv. Gilt das auch für φ ? Warum nicht?
Wenn nun ν_P bijektiv wäre. könnte man dann φ bijektiv machen'? (\rightsquigarrow Äquivalenzproblem \rightsquigarrow Korrektheitsproblem)
- Beweis: daß $\overline{K_{\varphi}}$ nicht rekursiv-aufzählbar ist
- Definition von NP-vollständig
- Beweisidee: SAT ist NP-vollständig
- Welche Sprache wird von einem determinierten Kellerauto-mat en erkannt'?
- Ist jede solche Sprache kontextfrei'? Warum'?
(- Kellerautomat mit einem Zustand \rightsquigarrow Grammatik)
- Ist jede kontextfreie Sprache deterministisch? Warum nicht?

Die Prüfung verlief in einer angenehmen Atmosphäre. Bei Prof. Verbeek spielt die exakte Wiedergabe der Formalismen keine besonders herausragen-de Rolle: er legt mehr Wert darauf, daß man die Inhalte und deren Zusam-menhänge verstanden hat. Als Prüfer ist er zu empfehlen, sofern man keine große Abneigung gegen den Stoff aus Theo B hat. Die Benotung war sehr wohlwollend.

prüfer: prof. dr. r. verbeek
 besitzer: (unbekannt)
 Prüfdatum: 19950508.1100 mez
 dauer: 25 min

① Verlauf der prüfung:

der prüfling konnte wählen, ob mit teil A oder teil B des kurses begonnen werden sollte.

die einstiegsfragen waren so gut formuliert, daß sich mit deren beantwortung schnell ein dialogähnliches kommunikationsmuster einstellte, das zumindest vom Prüfling, vermutlich aber auch vom prüfer als eher angenehm empfunden wurde.

dies wandelte sich erst dann zur standard-prüfungssituation, als auf seiten des Prüflings an zwei steilen ein kompetenz-defizit in erscheinung trat. die hierdurch entstehenden Schwierigkeiten in der gesprächsführung wurden jedoch von allen beteiligten souverän gemeistert.

die vergebene note lag am oberen ende des erwartungsspektrums des Prüflings.

② bewertuna:

ein prüfer wird geprüft, wenn die Verständigung unter mangelnden kenntnissen des Prüflings und/oder unter divergierenden kommunikationsstrukturen leidet.

insofern sind diejenigen protokolle, die einen prüfer allein aufgrund einer erfreulichen note preisen, wertlos; es sind Schönwettertests.

③ AStA-benchmark:

der prüfling forderte die prüfungsprotokolle per fax am 19950428 an; sie trafen am 19950511 ein.

④ gerechtigkeit:

die prüfungsprotokolle sollten allen Prüflingen nach einreichen des Prüfungstermins zugestellt werden, ohne daß es einer gesonderten anforderung bedarf.

⑤ prüfungsfragen:

definition berechenbare wortfunktion

definition bandmaschine

datenmenge der bandmaschinen

von einer bandmaschine berechnete funktion: definition und definition der implizit verwendeten termini

wie kommt es, daß mittels einer bandmaschine, die ja nur aus einer endlichen zustandsmenge und anderen, im wesentlichen endlichen, bestandteilen konstruiert wird. eine "unendliche" funktion f_M berechnet werden kann?

definitionen einzel-, gesamtschritt- und schrittzahlfunktion

¹ der protokollant nimmt sich die freiheit, das altmodisch-korrekte "zumindest" anstelle des derzeit vor allem in politiker- und journalistenkreisen kursierenden, sprachschludrigen "zumindestens" zu pflegen.

welche menge ist beweis- aber nicht entscheidbar?

beweis, daß K_φ beweisbar ist

beweis des utm-theorems

welche Sprache wird von einer kontrollband-turingmaschine erkannt?

erläuterung der kontrollband-turingmaschine

was ist NP?

αυτα ηταν.