Prüfungsprotokoll Theoretische Informatik
Prof. Erich Grädel

Jacob Palczynski
jacob@palczynski.de

Zusammenfassung

Das Prüfungsprotokoll basiert auf Notizen, die ich ca. 1 Stunde nach der Prüfung angefertigt hatte. Es erhebt keinen Anspruch auf Vollständigkeit und Korrektheit. Zu einigen Themen werden auch Dialogausschnitte angegeben (nicht immer in der richtigen Reihenfolge).

Datum: 29.09.2004

Prüfer: Prof. Erich Grädel

Beisitzer: Dietmar Berwanger

Themen:
1. Komplexitätstheorie
2. Angewandte Automatentheorie
3. Model Checking
4. Theorien, Spiele, Algorithmen

Note: 1,3

1 Komplexitätstheorie

1.1 Themen

- Grundlegende Komplexitätsklassen
- Probalistische Komplexitätsklassen
- Polynomielle Hierarchie
- Offene Fragen

1.2 Fragen & Antworten

Frage Schreiben sie einige grundlegende Komplexitätsklassen (mit Inklusionen) auf.

Antwort LOGSPACE $\subseteq$ P $\subseteq$ NP $\subseteq$ PSPACE

Frage Was liegt zwischen LOGSPACE und P? [Bemerkung: Ziel ist NLOGSPACE]

Antwort Schaltkreisklassen AC...

Frage Ja, aber noch eine grundlegende...

Antwort NLOGSPACE

Frage Welches Problem liegt zum Beispiel darin?

Antwort [unsicher] MAXFLOW... [sicherer] Erreichbarkeit [das ist dann auch richtig gewesen]

Frage Und wie sieht der NLOGSPACE-Algorithmus aus?

Antwort [Ich beschreibe erst fälschlicherweise den P-Algorithmus („Halbierung“ des Pfades). Nachdem Prof. Grädel mich auf den Nichtdeterminismus aufmerksam gemacht hat, fällt der Groschen]

Frage Was muss man bei diesem Algorithmus abspeichern?

Antwort Start- und Endknoten

Frage Und?

Antwort Pfad kann es ja nicht sein... Den letzten besuchten Knoten...

Frage Sie müssen für die Terminierung noch mehr haben.

Antwort Anzahl der besuchten Knoten.

Frage Es gibt Komplexitätsklassen zwischen P und NP, welche?

Antwort Probalistische Komplexitätsklassen.

Frage [Prof. Grädel verlangt nun Definitionen der einzelnen Probalistischen Komplexitätsklassen und Inklusionen]

Antwort [Ich gebe die Definitionen von BPP, RP, co-RP und ZPP mit Inklusionen auch zu NP und co-NP, vergesse erst PP, was mir aber nach einem Hinweis noch einfällt.]

Frage Die Grenzen von BPP sind ja schon merkwürdig. Kann man sie irgendwie verändern?

Antwort Ja, durch mehrfache Ausführung des BPP-Algorithmus mit verschiedenen Zufallswörtern.

Frage [Es folgen Fragen, die darauf abzielen, daß man exponentielle Verfeinerung der Grenzen erreichen kann.]

Antwort [Ich rate:] Polynomiell.

Frage BPP kann man auch anders klassifizieren. Wie?

Antwort $\mathrm{BPP} \subseteq \Sigma_2^{\mathrm{p}} \cap \Pi_2^{\mathrm{p}}$

Frage [Es folgen Fragen zu PH; unter anderem:] Was passiert wenn $\mathrm{PH} = \textsc{Pspace}$?

Antwort PH kollabiert.

Frage [Beweis?]

Antwort [Ich stottere mir den Beweis zusammen, nicht komplett richtig]

Frage Es gibt noch Probleme, von denen nicht bekannt ist ob sie in P liegen, oder NP-vollständig sind. Kennen Sie ein Beispiel?

Antwort [Ich vermute richtigerweise Paritätsspiele, was ich auch nach Ermutigungen antworte.]

2 Angewandte Automatentheorie

2.1 Themen

- MSO und reguläre Sprachen
- Syntaktisches Monoid und Transitionsmonoid

2.2 Fragen & Antworten

Frage Welche Besonderheiten hat MSO?

Antwort Mengenvariablen möglich, Quantifizierung nur über monadischen Relationen.

Frage Welche Sprachen beschreiben MSO-Formeln?

Antwort Reguläre Sprachen.

Frage Wie kann man Wörter auch beschreiben?

Antwort Ordnungen mit einstelligen Relationen.

Frage Formel für $b\,(ab)^*$?

Antwort FO-Formel hingeschrieben und erläutert.

Frage Das ist ja eine FO-Formel. Welche Sprachen beschreiben FO-Formeln?

Antwort Nicht-zählende Sprachen, LTL-definierbare Sprachen, sternfreie Sprachen.

Frage Was bedeutet Sternfreiheit bei Sprachen?

Antwort Sprache ist durch sternfreie erweiterte reguläre Ausdrücke beschreibbar.

Frage Ein Beispiel für eine reguläre nicht FO-definierbare Sprache?

Antwort $(aaa)^*$

Frage Wie kann man zeigen, daß die MSO-definerbare Sprachen regulär sind?

Antwort Automatenstruktion [Verfahren beschrieben]

Frage Wie sieht es mit der Komplexität des Verfahrens aus?

Antwort NFA nach MSO linear, MSO nach NFA Exponententurm (nicht elementar!)

Frage Kommen wir zum syntaktischem Monoid. Was ist das?

Antwort Kongruenzklassen von Wörtern, Operation: Konkatenation [wurde von Prof. Graedel berichtigt und noch erweitert]

Frage Was bedeutet Kongruenz?

Antwort [Ich gebe erst die Definition der Nerode-Kongruenz an. Nach einem Hinweis erweitere ich sie zur Kongruenz]

Frage Was ist das Transitonsmonoid?

Antwort Automatenzustände, Änderung der Zustände durch Lesen von Wörtern

Frage Welcher Zusammenhang besteht zwischen syntaktischem und Transitionsmonoid?

Antwort Isomorphie

Frage Welche Bedingung muss der Automat für den Transitionsmonoid erfüllen?

Antwort Der Automat muss minimal sein.

3 Model Checking

3.1 Themen

- LTL-MC
- CTL-MC
- CTL*-MC

3.2 Fragen & Antworten

Frage LTL haben Sie schon erwähnt. Wie funktioniert das Model Checking hier?

Antwort Konstruiere zur negierten gegebenen LTL-Formel einen Automaten, dann den Produktautomaten mit der gegebenen Kripke-Struktur. Wenn der Produktautomat kein Wort akzeptiert, dann erfüllt Struktur die Formel [Leerheitstest].

Frage Beim LTL-Model-Checking kann man mehrere Automaten benutzen. Welche?

Antwort ABA, VBA, schließlich BA

Frage Was ist das Besondere am ABA?

Antwort Universelle Kanten, damit man Formeln leichter nachbilden kann.

Frage Welche Komplexität hat die Konstruktion des ABA aus einer LTL-Formel?

Antwort Polynomieller Zeitbedarf

Frage Und im weiteren Verlauf?

Antwort Konstruktion des VBA hat exponentiellen Zeitbedarf.

Frage Komplexität des LTL-MC?

Antwort PSPACE-vollständig.

Frage Es gibt auch CTL. Worin unterscheidet sich CTL von LTL?

Antwort Quantifizierung der Temporaloperatoren; Akzeptanz auf Abwicklungsbäumen, nicht auf allen Pfaden einer Struktur.

Frage Wie wird das CTL-MC durchgeführt?

Antwort Auswertung der Teilformeln direkt in den Zuständen.

Frage Komplexität des CTL-MC?

Antwort Polynomieller Zeitbedarf

Frage Warum dann LTL-MC? Ist CTL nicht eine Erweiterung von LTL?

Antwort Nein, „beliebige Endlichkeit“ ist nicht CTL-definierbar.

Frage Gibt es eine Logik, die LTL und CTL umfasst?

Antwort Ja, CTL*

Frage Welche Komplexität hat CTL*-MC?

Antwort CTL*-MC umfasst auch LTL-MC, deswegen PSPACE-hart [Hier waren sich die Prüfer nicht richtig sicher, ob CTL*-MC auch PSPACE-vollständig sei oder schon in EXPTIME läge.]

4 Theorien, Spiele, Algorithmen

4.1 Themen

- L_μ, Paritätsspiele
- Determiniertheit und positionale Determiniertheit
- Beweismethoden für die Existenz undeterminierter Spiele

4.2 Fragen & Antworten

Frage [Zusammenhang zwischen L_μ und Paritätsspielen]

Antwort Paritätsspiele sind Model-Checking-Spiele für L_μ

Frage Welche vorteilhaften Eigenschaften haben Paritätsspiele?

Antwort Es handelt sich um Borel-Spiele.

Frage Und das heißt?

Antwort Positional determiniert...

Frage Sind Sie sicher? [Es folgen Fragen zu Determinierthiet und positionaler Determiniertheit]

Antwort [Ich gebe die Definition von determinierten und positional determinierten Spielen, erkenne dabei, daß ich mit der vorherigen Antwort falsch lag und korrigiere sie]

Frage Gibt es auch undeterminierte Spiele?

Antwort Ja, Gale-Stewart-Spiele können undeterminiert sein.

Frage Mit welchen Methoden kann man das beweisen?

Antwort Wohlordnungen oder Ultrafilter.

Frage Welche Komplexität haben Paritätsspiele?

Antwort Exponentiell in der Alternationstiefe der Formel [dabei auch Alternationstiefe erklärt und den Zusammenhang mit Prioritäten]

5 Fazit

Am Ende wurde meine Leistung mit 1,3 bewertet, ich hatte mit einer schlechteren Note gerechnet. Professor Grädel meinte, sie hätten gesehen, daß ich alles verstanden hätte; allerdings habe es ein paar Stellen gegeben, an denen ich Hilfe gebraucht hätte, weswegen es keine 1,0 gewesen sei.
Mein Eindruck von der Prüfung ist sehr positiv. Sie fand in einer angenehmen lockeren Atmosphäre statt, und der Prüfer war hilfreich und fair. Empfehlenswert, auch wenn die Themen, die Professor Grädel prüft, nicht jedermans Sache sind.