Prüfungsprotokoll – Kurs 1695 – Deduktions- und Inferenzsysteme

Datum	04.05.2016
Prüfer	C. Beierle
Beisitzer	Steven Kutsch

Prof. Beierle geht an Hand eines Prüfungsplans die einzelnen Themen durch. Offenbar werden in aller Regel nur die KE 1-5 geprüft, aber darauf würde ich mich nicht 100%ig verlassen. In alten Protokollen kam auch mal was zur SLD Resolution vor.

Erste Frage war die nach dem Aufbau der PL1, d.h.
Syntax: Signatur, Variablen (warum sind die nicht Teil der Signatur?), Terme, atomare Formeln, komplexere Formeln
Semantik: Interpretation, Termauswertung, Wahrheitswert einer atomaren Formel, wahrheitsfunktionale Definition der Junktoren, WHW einer quantifizierten Formel (Modifikation der Variablenbelegung)

Was ist die logische Folgerung? In dem Zusammenhang wichtig: was ist die Erfüllungsrelation, was ist ein Modell, Folgerungszeichen und Unterschied zur materiellen Implikation
Wie kann man die logische Folgerung zeigen? Über den Satz von Herbrand: Herbrand-Interpretation erklären, „eine FM hat genau dann ein Modell wenn sie ein Herbrand-Modell hat“, Satz von Herbrand und Definition Grundinstanz angeben, warum funktioniert das? Was ist die Idee bei der Herbrand-Interpretation?

Wie kann man die lF noch zeigen?
Resolutionskalkül erklären, Klauselmengen, warum funktioniert der Kalkül, Regel aufschreiben, Hinweis auf Faktorisierung, WL-Vollständigkeit, Korrektheit, mögliche Repräsentation in einem Algorithmus (Klauselgraph), Klauselgraph erklären und Funktionsweise, Reduktionsregeln, warum ist die Darstellung als Klauselgraph sinnvoll?

Unifikation
Definition Substitution, Definition Unifikator, was ist der mgu?, wie viele mgu’s gibt es?, E-Unifikation: Was ist die Idee dabei? Warum mehrere allgemeinste Unifikatoren? Lösungsbasen, Eindeutigkeit, warum welche Kardinalität, Unifikationshierarchie, Termunifikation = Sonderfall mit leerer Gleichungstheorie

Dann Übergang zur Logik mit Gleichheit und deren Behandlung. Was ist das Problem bei der Gleichheit? -> Hinzunahme der Gleichheitsaxiome erzeugt riesige Suchräume, Lösung z.B. E-Unifikation (Implizite Interpretation von Gleichheitsprädikat als Gleichheit in Unifikationsalgorithmus) oder Paramodulation (Implizit in Kalkülregel enthalten)

Paramodulation
Regel aufschreiben und erklären, Problem des großen Suchraums nur geringfügig eingeschränkt, da große Freiheitsgrade bei Auswahl der Paramodulanten

Weitere Lösungsmöglichkeit: TRM (Regeln nur in eine Richtung anwenden), KB-Algorithmus erklären, Terminierung, Konfluenz, einseitiger Unifikator, wie wird eine Regel angewandt? was ist das Wortproblem? Warum liefert der Algorithmus nicht immer eine Lösung?

Protokoll der muendlichen Pruefung
Inferenz- und Deduktionssysteme
Kurs 01695
Am 27.8.2014

Die Fragen waren insgesamt den hier schon protokollierten sehr aehnlich.

- Syntax und Semantik der PL1
- Definition Erfuellungsrelation
- Definition logische Folgerung
- Beweis der logischen Folgerung
- Wie kann man einen derartigen Beweis fuehren? → Satz von Herbrand (also Umformung der Formel not(F=>G) in eine erfuellbarkeits-aequivalente Formel in Klauselform, dann Suche nach endlicher Menge von Klauselgrundinstanzen, so dass die Klauseln unerfuellbar sind)
- Was ist eine andere Moeglichkeit? Resolutionskalkuel
- Wie funktioniert der Resolutionskalkuel?
- Was ist E-Unifikation, wie sind Loesungsbasen definiert?
- Was ist die Unifikations-Hierarchie?
- Was ist ein Termersetzungssytem?
- Welche Eigenschaften haette man gerne? Terminierung + Konfluenz
- Wie kann man die Konfluenz eines terminierenden TRS zeigen? Konfluenz von kritischen Paaren
- Wie erhaelt man aus einer Menge von Gleichungen ein Termersetzungssystem? Anwendung des Knuth-Bendix Verfahrens
- Was ist das Wortproblem? Frage ob eine Formel ohne Instanziierung gleich einer anderen Formel ist
- Wie kann uns ein TRS da helfen? Wenn auf zwei Formeln die Regeln des TRS erschoepfend angewendet werden, und die Formeln dann syntaktisch gleich sind (wenn also ihre Normalformen gleich sind), dann sind die urspruenglichen Formeln gleich.

Prüfungskurs: Deduktions –und Inferenzsysteme
Kurs-Nr.: 01695
Datum: 25.10.2010
Note 1.0

Folgende Fragen wurden gestellt, soweit ich mich erinnern kann
Antworten, die sich nicht einfach aus dem Kurstext ergeben, habe ich mit angegeben

Wie ist die Prädikatenlogik aufgebaut?
Wie ist die Signatur definiert?
Warum fordert man, dass die PL-1-Signatur mindestens eine Konstante enthält?
->um überhaupt Grundterme aufzubauen
Wie ist die Erfüllungsrelation definiert?
Wie ist die Formel: „A impliziert B“ aufzuschreiben?
->A => B (materielle Implikation, nicht zu verwechseln mit semantischer/logischer Folgerung: |= !)
Wie weißt man die logische Folgerung nach?
Was ist der Satz von Herbrand?
Was ist der Resolutionskalkül?
Was ist die E-Unifikation?
Sind dort die allgemeinsten Unifikatoren eindeutig bestimmt?
-> nein, bei E-Unifikation kann es mehrere allgemeinste E-Unifikatoren geben,
bei normaler Unifikation sind allgemeinsten Unifikatoren bis auf Variablenumbenennung eindeutig
->E- Unifikationshierarchie beschreiben

Was ist der Grund, warum eine Gleichungstheorie E vom Typ-0 ist, liegt es daran, dass das Gleichungssystem sich nicht unifizieren lässt?
-> am überlegen… habe unbedachterweise ja gesagt, hat aber damit natürlich nichts zu tun, zwei Terme, die sich nicht unifizieren lassen, lassen sich ja gerade durch eine Gleichungstheorie
u.U E-unifizieren… Prof. Beierle wies auf ein Beispiel im Script hin, wo ich mich wieder erinnerte, dass es Gleichungstheorien gibt, die eine unendliche Menge von allgemeiner werdenden Unifikatoren entstehen lassen!

Was ist ein SLD-Baum?
Warum gibt es zu einem Knoten wie viele Verzweigungen mit Nachfolgeknoten?

Prof. Beierle ist ein sehr angenehmer Prüfer, ich habe u.a. den Prüfungskurs mit ihm als Prüfung ausgewählt, weil er auch im Kurs Wissensbasierte System ganz ruhig und angenehm prüft.
Definitionen müssen genau angegeben werden, bei kleinen seltenen Unsicherheiten kommt es nicht zum Bewertungsabzug wenn man im Gegenzug seine Antworten frei mit den eigenen Worten gut erklären kann!

Viel Erfolg für deine Prüfung!!

Prüfungsprotokoll Kurs 1695
Deduktions- und Inferenzsysteme

Prüfer: Prof. Dr. Beierle
Datum: 10.10.2005
Dauer: ca. 30 min
Note: 1,0

Wie ist die PL1 aufgebaut?
Syntax und Semantik.
Wie ist die Syntax definiert?
Signatur, Variablen, Terme, Formeln (die hatte ich erst mal vergessen, aber konnte ich dann auf Nachfrage auch noch erklären).
Wie ist die Semantik definiert?
Interpretationen, Variablenbelegung, Termauswertung, Auswertung von Formeln durch Wahrheitswerte.
Wie ist die logische Folgerung definiert?
$F \models G$ bedeutet jedes Modell für F ist auch ein Modell für G.
Wie kann man solch eine Folgerung beweisen?
$F \models G$ gdw $F \Rightarrow G$ ist allgemeingültig gdw. $F \wedge \neg G$ ist unerfüllbar.
Wie kann z.B. solch ein Beweis aussehen?
Satz von Herbrand in Klauselform inklusive Definition Grundinstanz.
Ganz ähnlich funktioniert ja auch die Resolution. Wie ist die Resolution definiert?
Resolutionskalkül besteht aus der leeren Klausel als Axiom und der Resolutionsregel, die in der einfachsten Form zwei Klauseln in denen ein Literal einmal negiert und in der anderen Klausel nicht negiert vorkommt zu einer neuen Klausel ableiten lässt. Allgemeiner verwendet man einen Unifikator um komplementäre Literale zu erhalten.
Schreiben Sie diese Formel und die verallgemeinerte Formel auf.
Hab ich gemacht.
Was ist eine Substitution und ein Unifikator. Was macht der Unifikator?
Ich habe die Definitionen für Substitution und Unifikation angegeben und erklärt, dass der Unifikator zwei Terme syntaktisch gleich macht.
Was bedeutet allgemeinster Unifikator?
Ein Unifikator σ ist der allgemeinste Unifikator, wenn für einen anderen Unifikator τeine Substitution μ existiert mit $\tau = \mu \circ \sigma$.
Ist der allgemeinste Unifikator eindeutig?
Ja, bis auf Variablenumbennenung.
Wie sieht der Fall aus, wenn wir in der Gleichheit bei der allgemeinen Resolutionsregel = durch $=_E$ ersetzt wird?
Dann gibt es i.A. keinen allgemeinsten Unifikator mehr.
Was verwendet man stattdessen?
Lösungsbasen.
Was sind Lösungsbasen?

Hier waren dann die Definitionen für vollständig, minimal, Basis gefordert.
Was ist die Unifikationshierarchie?
Einordnung von Gleichheitstheorien bzgl. der Kardinalität von Lösungsbasen von E-Unifikationsproblemen in Klassen. Dann die Aufzählung und Definition der Klassen (unitär, finitär, infinitär und Typ 0)
Zurück zur Resolution. Kennen Sie eine Darstellung der Resolution?
Klauselgraphen. Hier den Aufbau erklärt mit Klauselknoten und Resolutionskanten.
Und wie geht man vor, wenn man einen solchen Graph hat?
Man resolviert an einer R-Kante und fügt die Resolvente als neuen Klauselknoten hinzu und berechnet alle neuen R-Kanten zu diesem Klauselknoten.
Warum ist dies eine günstige Darstellung?
Heute vermute ich, dass gemeint war, dass der Suchraum repräsentiert ist. Gestern wusste ich nicht so genau, was ich hier sagen sollte, ich meinte man sieht sofort mögliche Resolutionsmöglichkeiten, kann einfach die neuen R-Kanten berechnen und es gibt einfache Reduktionsmöglichkeiten.
Was ist z.B. eine Möglichkeit für eine Reduktion?
Ich habe die Isolationsregel erklärt.
Vorher hatten wir die Relation $=_E$, wie ist diese definiert?
Für eine gegebene Menge E von Gleichungen ist $=_E$ ide kleinste Äquivalenzrelation auf Termen, die diese Gleichungen enthält und bzgl. Funktionsbildung und Anwendung von Substitutionen abgeschlossen ist.
Was ist die Quotiententermalgebra?
Die Menge $Term_\Sigma(V)$ modulo der Äquivalenzrelation $=_E$.
Und wie sind die Operationen darauf erklärt, eine Algebra hat ja auch Operationen?
Hier wusste ich auch erst mal nicht weiter. Herr Beierle hat dann an das Beispiel aus dem Skript erinnert. Die Operationen sind die gegeben Funktionen und Prädikate, da wir Kongruenzrelation haben (so ungefähr, dass sollte man sich evtl. mal genauer überlegen)
Kommen wir zu etwas anderem? Termersetzungssysteme. Was ist die Idee?
Anwendung von Gleichungen in einer Richtung.
Was ist ein Termersetzungssystem?
Menge von Regeln $l \to r$ mit l, r Terme und l keine Variable und alle Variablen aus dem Term r kommen in l vor.
Welche Eigenschaften möchte man haben?
Konfluenz und Terminierung. Dann wollte er natürlich auch die Definitionen dieser Begriffe.
Sind diese Eigenschaften entscheidbar?
Nein, aber Konfluenz ist bei terminierenden Termersetzungssystemen entscheidbar.
Und wie zeigt man die Konfluenz dann?
Über die kritischen Paare. Wenn es für jedes kritische Paar eine entsprechende Ableitung gibt.
Wie wird eine Regel überhaupt angewendet?
Wenn man eine Regel $p : l \to r$ und einen Term s hat, so dass ein einseitiger

Unifikator existiert, der l auf einen Unterterm von s abbildet, kann man einen Term t ableiten, der aus s entsteht indem man den Teilterm durch die Anwendung des Unifikators auf r ersetzt.
Wie kann man Terminierung zeigen?
Durch die Einführung einer Termordung $>$(hier die einzelnen Begriffe erklärt) und wenn man für jede Regel $p : l \to r$ zeigen kann $l > r$.
Was leistet der Knuth-Bendix-Algorithmus?
Liefert ein zu einem gegebenen Gleichungssystem äquivalentes Termersetzungssystem.
Immer?
Nein, es kann auch enden mit der Aussage, dass die gegebene Termordnung zu schwach ist oder kann überhaupt nicht terminieren.
Kann man das nicht verbessern?
Nein, das Wortproblem ist unentscheidbar.

Fazit

Natürlich ist dies kein wirkliches Protokoll, sondern nur die Dinge an die ich mich erinnern kann. Evtl. habe ich etwas vergessen, oder die Fragen wurden anders bzw. in einer anderen Reihenfolge gestellt. Aber im Großen und Ganzen sollte es stimmen. Weiter kann man die Definitionen natürlich aufschreiben. Mir fällt dies zum Teil einfacher, wenn man mit Formeln oder per Zeichnung etwas erklären kann.
Prinzipiell wird schon ziemlich viel vom Stoff abgefragt. Die Definitionen und Eigenschaften muss man schon genau kennen, es ging dafür aber nie in die Tiefe. Herr Beierle war sehr nett und hat immer schnell geholfen, wenn ich nicht weiter wusste. Man hat auch gemerkt, dass er das nicht schlimm fand, wenn man auf Hilfe angewiesen war. Das kam zum Glück aber auch nicht so oft vor, ich weiß natürlich nicht, wie er reagiert, wenn man öfters ins Stocken gerät.
Viel Erfolg bei der Prüfung!!

Gedächtnisprotokoll zur Diplomprüfung Deduktions- und Inferenzsysteme (Kurs 1695)

Kurs: Deduktions- und Inferenzsysteme
Datum: 13.09.2004
Prüfer: Prof. Beierle
Note: 1,0

Wie ist die PL1 aufgebaut?
- Syntax(Signatur, Variablen, Terme, Formeln), Semantik (Interpretationen)
Wie werden Formeln ausgewertet?
- Auswertung der einzelnen Prädikate zu Boolschen Werten. Dann Auswertung der Formel mittels
  Boolscher Algebra.
Wie ist die logische Folgerung definiert?
- Eine Formel G folgt logisch aus F wenn jede Interpretation die F erfüllt auch G erfüllt.
Wie kann man das beweisen?
- Die logische Folgerung kann ist äquivalent der Formel: (F => G) ist allgemeingültig. Beweis
  erfolgt über Unerfüllbarkeit der Negation von (F => G).
Welche Normalformen kennen Sie?
- DNF, KNF
Was sind Klauselmengen?
- mengenorientierte Darstellung der KNF.
Wie lautet der Satz von Herbrand?
- Eine Klauselmenge ist unerfüllbar gdw. eine endliche Teilmenge von Klauselgrundinstanzen
  unerfüllbar ist.
Wie funktioniert die Resolution?
- Es gibt nur eine Resolutionsregel bei der 2 Elternklauseln zu einer Resolvente resolviert
  werden. In den Elternklauseln muß ein Literal einmal positiv und einmal negiert vorkommen.
Müssen diese beiden Literale genau gleich sein?
- Bei der einfachen Resolutionregel ja, bei der vollen Resolutionsregel nein -> Verwendung
  eines Unifikators.
Können Sie die beiden Resolutionsregeln aufschreiben?
- gemäß Kurs
Was ist ein Unifikator?
- 2 Terme werden mit Hilfe der Substitution syntaktisch gleich gemacht.
Welchen Unifikator verwendet man?
- mgu
Ist der mgu eindeutig?
- ja bis auf Variablenumbenennung.
Wie sieht das bei der E-Unifikation aus?
- mgu nicht mehr eindeutig -> Verwendung einer Lösungsmenge.
Wann ist diese Lösungsmenge vollständig und korrekt?
- Korrekt: wenn die Lösungsmenge in der Menge aller E-Unifikatoren dieses Unifikationsproblems
  vollständig enthalten ist.
  Vollständig: Wenn es zu jedem E-Unifikator des Unifikationsproblems einen allgemeineren

E-Unifikator, der Element der Lösungmenge ist, gibt.
Wann ist die Lösungsmenge minimal?
- Wenn es keine 2 E-Unifikatoren in der Lösungsmenge gibt wo der eine allgemeiner ist als der andere.
Was ist eine Substitution?
- Eine Abbildung von Termen auf Terme welche durch Ausdrücke der Form {x <- t} repräsentiert wird.
Was versteht man unter Unifikationshierarchie?
- Einteilung der Gleichheitstheorien in Klassen gemäß der Existenz der Lösungsbasen.
Welche gibt es da?
- unitär, finitär, infinitär und Typ 0 (mit jeweiliger Erklärung). Beim Typ 0 wurde besonderer Wert darauf gelegt, dass es keine Lösungsbasis gibt (also nicht eine leere sondern keine).
Kennen Sie ein Verfahren für die Resolution?
- Klauselgraphen.
Wie funktionieren die?
- Jede Klausel wird als Klauselknoten dargestellt. Die Resolutionsmöglichkeiten werden durch R-Kanten dargestellt.
Wie funktioniert so ein Resolutionsschritt.
- Resolvierung gemäß einer R-Kante. Es entsteht ein neuer Knoten, der die Literale der Elternklauseln enthält substituiert mit dem Unifikator. Die Elternklauseln verschwinden aber die bestehenden Kanten werden vererbt.
Was ist ein Termersetzungssystem?
- Eine Menge von Termersetzungsregeln die einer Termordnung unterliegen.
Welche Bedingungen stellt man an ein TRS?
- Terminierung und Konfluenz.
Was versteht man unter Konfluenz?
- Wenn auf einen Term 2 verschiedene Regeln angewandt werden so entstehen 2 verschiedene Terme. Können diese Terme in endlichen Schritten wieder zu einem syntaktisch gleichen Term zusammengeführt werden, so spricht man von Konfluenz.
Was versteht man unter lokaler Konfluenz?
- Auf einen Term wird nur jeweils 1 Ableitungsschritt mit 2 verschiedenen Regeln ausgeführt. Es besteht lokale Konfluenz wenn die so entstandenen neuen Terme in endlichen Schritten wieder zu einem syntaktisch gleichen Term zusammengeführt werden können.
Wie kann man die Konfluenz bei einem TRS beweisen?
- Mittels Superpositionierung der Termersetzungsregeln. Die entstehenden kritischen Ausdrücke müssen dann wieder jeweils in syntaktisch gleiche Terme übergeführt werden können.
Ist die Terminierung entscheidbar?
- nein
Ist die Konfluenz entscheidbar?
- Für terminierende TRS ja.

Prof. Beierle war sehr freundlich und hat die Prüfung in angenehmer Atmosphäre

ablaufen lasse.
Er hat keine wortgetreuen Definitionen verlangt, mein Eindruck war sogar, dass er gerne
eigene Interpretationen des Kurstextes hört. Diese müssen aber den Definitionen im Kurs
inhaltlich genau entsprechen. Bei Ungenauigkeiten hakt er nach.
Die Benotung fand ich sehr wohlwollend, da ich bei den Klauselgraphen und beim E Typ0 einige
Ungenauigkeiten drin hatte.

Gedächtnisprotokoll zur Diplomprüfung Deduktions- und Inferenzsysteme (1695)

Kurs: Deduktions- und Inferenzsysteme (1695)
Datum: 2.3.1998
Prüfer: Prof. Dr. Beierle
Note: 1,3

- Was sind Syntax und Semantik der Prädikatenlogik 1. Stufe?
  - Signatur, Terme, Formeln, Interpretation.
- Wie ist eine logische Folgerung definiert?
  - (siehe Kurs).
- Wann ist eine Formel allgemeingültig?
  - (siehe Kurs).
- Wie beweist man dies?
  - Hier war verlangt: Durch Unerfüllbarkeit der negierten Formel.
- Wie lautet der Satz von Herbrand für Klauselmengen?
  - (siehe Kurs).

- Welche Arten von Kalkülen gibt es?
  - positive, negative, deduktive, Testkalküle.

- Was ist die Idee des Gentzen-Kalküls?
  - Angelehnt an Schlußfolgerungen von Mathematikern; man erzeugt Annahmen, von denen man sich wieder freimachen muß
- Welche Regeln sind besonders kritisch?
  - Existenz-Einführung und Schnittregel, da man den wegzuschneidenden Ausdruck geschickt wählen muß.

- Wie funktioniert Resolution?
  - Resolvieren zweier Atome, die einmal negiert und einmal nicht-negiert vorliegen
- Müssen diese Atome gleich sein?
  - Nein => Unifikation
- Welchen Unifikator verwendet man?
  - mgu
- Wie lautet ein Algorithmus zur Unifikation?
  - Siehe Kurs: Robinson-Unifikation
- Ist dieser mgu eindeutig?
  - Ja, bis auf Variablenumbenennung
- Wie sieht es bei der E-Unifikation aus, ist dort der mgu eindeutig?
  - nein
- Was verwendet man stattdessen?
  - Lösungsbasis
- Was versteht man unter dem Hierarchieproblem?

    - Einordnen eines Problems in eine von vier Klassen.
- Beschreiben Sie die Klassen.
    - Unitär, finitär, infinitär, Typ 0 (siehe Kurs).

- Was ist die Idee der Theorieresolution?
    - Auch semantische Widersprüche können resolviert werden.

- Wie ist ein Klauselgraph aufgebaut?
    - (siehe Kurs).
- Wie funktioniert Resolution auf einem Klauselgraphen?
    - Auf den R-Kanten.
- Wie kann man den Suchraum beeinflussen?
    - Durch Reduktionsregeln.
- Nennen Sie eine.
    - (Im Kurs werden vier beschrieben).
- Wofür kann man einen Klauselgraphen noch verwenden?
    - Theorieresolution.

- Welches Problem stellt sich bei der Behandlung der Gleichheit?
    - Explosion des Suchraums.
- Welche Lösungsmöglichkeiten gibt es in Bezug auf die Resolution?
    - Ich nannte Paramodulation, aber erwartet war wohl Termersetzung.
- Wie arbeitet die Termersetzung?
    - Gleichungen werden nur in einer Richtung angewendet.
- Kann man jedes Gleichungssystem so verwenden?
    - Nein, Umwandeln in ein Regelsystem.
- Welche Eigenschaften eines Regelsystems sind wünschenswert?
    - Konfluenz und Terminierung.
- Was bedeutet Konfluenz?
    - (siehe Kurs)
- Wie kann man Terminierung überprüfen?
    - Durch Erzeugen einer wohlfundierten Ordnungsrelation, so daß die Regeln des TRS eine Teilmenge dieser Ordnungsrelation sind. Oder mit RPO.
- Wie kann man Konfluenz überprüfen?
    - Mit kritischen Paaren etc. (siehe Kurs).
- Welches Ergebnis kann der Knuth-Bendix-Algorithmus liefern?
    - Erfolg, Mißerfolg, Nicht-Beendung.

- Was ist eine Hornklausel?
    - (siehe Kurs).
- Wie funktioniert die SLD-Resolution?
    - (siehe Kurs).
- Was ist ein SLD-Baum?
    - (siehe Kurs).
- Hat die Auswahlfunktion Einfluß auf die Vollständigkeit des Baumes?
    - Nein.

- Wie ist starke Vollständigkeit eines SLD-Baumes definiert?

Alles in allem fand ich mich bei der Prüfung ein wenig gehetzt, es schien, als wären meine langen Antworten teilweise unerwünscht. Auch verhielt sich Prof. Beierle sehr passiv beim Zuhören; ich erhielt sehr wenig Feedback zu dem, was ich gerade sagte.