

Gesamtpunktzahl: 30

Abgabe der Lösungen bis zum 25.11.2019

Hinweis: Bitte beachten Sie bei der Bearbeitung der Aufgaben, dass Sie

- Prädikatsdefinitionen immer übersichtlich strukturieren und ausführlich kommentieren,
- in jedem Fall ein Prädikatsschema mit Zusicherungen für die zulässigen Datentypen und den möglichen Instanziierungsvarianten für die einzelnen Argumentpositionen angeben und
- die von Ihnen durchgeführten Tests mit ihren jeweiligen Resultaten dokumentieren und ggf. diskutieren.

Aufgabe 1: PEANO-Arithmetik

14 Punkte

maximale Bearbeitungszeit: 70 Minuten

1. Definieren Sie folgende Prädikate auf der Basis der PEANO-Arithmetik und testen Sie sie mit geeigneten Beispielen. Geben Sie immer ein Prädikatsschema an, aus dem die möglichen Instanziierungsvarianten hervorgehen. Begründen Sie die ggf. notwendigen Einschränkungen der Richtungsunabhängigkeit.

- a) Ein Prädikat, das eine PEANO-Zahl in eine Integer-Zahl umwandelt.

Sie können dieses (und das in der Vorlesung angegebene Prädikat `int2peano/2`) gerne zum Testen, nicht aber zum Implementieren der nachfolgenden PEANO-Prädikate verwenden.

- b) Ein Prädikat, das den unmittelbaren Nachfolger einer PEANO-Zahl ermittelt.
- c) Ein Prädikat, das den unmittelbaren Vorgänger einer PEANO-Zahl ermittelt.
- d) ein Prädikat für die Subtraktion zweier PEANO-Zahlen.
- e) ein *rekursives* Prädikat `min(?Peano1,?Peano2,?PeanoMin)`, das für zwei PEANO-Zahlen `Peano1` und `Peano2` deren Minimum als `PeanoMin` ermittelt.

- f) ein Prädikat für die Multiplikation zweier PEANO-Zahlen mit dem Prädikatsschema `mul(+Faktor1,+Faktor2,?Produkt)`

Versuchen Sie Ihr Prädikat so zu definieren, dass es in allen Instanziierungsvarianten sicher terminiert. (3 Bonuspunkte)

Hinweis: Beobachten Sie im Trace, in welchen Situationen der rekursive Aufruf ohne Konsumtion einer PEANO-Struktur erfolgt und schließen Sie dies durch eine zusätzliche Bedingung im Körper des Rekursionsschritts aus.

2. Modifizieren Sie die im Skript angegebenen Prädikatsdefinitionen für `lt/2` und `add/3`, indem Sie Typtests für die Argumentbelegungen hinzufügen. Wie ändert sich das Verhalten? Warum?

Aufgabe 2: Deduktive Datenbanken (4)

7 Punkte

maximale Bearbeitungszeit: 50 Minuten

Ihre App für das Skigebiet soll um zusätzliche Funktionalität erweitert werden

1. Modifizieren Sie das Prädikat `ist_erreichbar/3` von Aufgabenblatt 4 so, dass auch die Länge einer Strecke zwischen zwei Punkten ermittelt werden kann. Beachten Sie dabei, dass normalerweise mehrere Verbindungen zwischen zwei Punkten existieren.

Ist Ihre Lösung endrekursiv?

2. Verwenden Sie das Prädikat aus der vorangegangenen Aufgabe, um die Länge des längsten, zusammenhängend befahrbaren Weges zwischen zwei Punkten zu ermitteln. Überlegen Sie sich zwei alternative algorithmische Lösungsansätze und diskutieren Sie die beiden Varianten im Hinblick auf ihr Berechnungsverhalten.

Aufgabe 3: Deduktive Datenbanken (5)

5 Punkte

maximale Bearbeitungszeit: 30 Minuten

Die biologische Systematik verwendet seit ihren frühen Anfängen hierarchische Klassifizierungen, um Verwandtschaftsbeziehungen unter den Lebewesen zu erfassen. Grob gliedert sich ein solches Ordnungssystem in die Ebenen Reich, Stamm, Klasse, Ordnung, Familie, Gattung und Art. Jede dieser Ebenen kann sich wiederum in bis zu drei Unterebenen ausdifferenzieren, wobei nicht alle dieser Ebenen in jedem Zweig der Systematik auch zwingend vorkommen müssen. Die Details dieser

Gliederung sind heftig umstritten und insbesondere seit der Verfügbarkeit genetischer Analysemethoden befindet sich die gesamte Systematik in einem radikalen Revisionsprozess.

Die Datei `systematik.pl` enthält einen stark vereinfachten Ausschnitt aus einer (teilweise fiktiven) Systematik mit dem Schema

```
sub(Unterkategorie,Gliederungsebene_der_Unterkategorie,  
    naechsthoehere_Oberkategorie).
```

Die Systematik ist in mehrere Reiche eingeteilt, deren Namen durch Fakten der Art

```
reich(Name_des_Reiches).
```

beschrieben ist.

Definieren Sie für die Arbeit mit diesem Ordnungssystem ein Prädikat, das zu einer Art (bzw. Kategorie) deren Einordnung in die Systematik ermittelt. Für den Menschenfloh wäre das z.B. Familie: Pulicidae, Ordnung: Flöhe, Klasse: Insekten, Stamm Gliederfüßer, Reich: Vielzeller. Überlegen Sie sich eine geeignete Repräsentation für diese Information.

Hinweis: Definieren Sie erst ein Prädikat, das nur die übergeordneten Kategorien einer Art (Pulicidae, Flöhe, Insekten, ...) berechnet und erweitern Sie dann Ihre Definition durch die Hinzunahme der zugehörigen Ebeneninformation (Familie, Ordnung, Klasse, ...).

Aufgabe 4: Deduktive Datenbanken im Vergleich

4 Punkte

maximale Bearbeitungszeit: 20 Minuten

Vergleichen Sie die Prädikatsdefinitionen für die Verzeichnisstruktur in einem Dateisystem, die Systematik der Arten, die Vorfahren-/Nachfahren-Beziehung in der Familiendatenbank, die Wegplanung, sowie die Erreichbarkeit im Skigebiet.

Welche Gemeinsamkeiten und Unterschiede stellen Sie fest? Welche Bedingungen müssen für terminierungssichere Prädikatsaufrufe gegeben sein? Geben Sie Beispiele für deduktive Datenbanken an, wo diese Bedingungen nicht erfüllt sind.

Bonus assignment: Thinking about recursion (just for fun)

The fundamental idea of recursion becomes increasingly commonplace in our everyday life. Over the years “The Onion”, America’s finest news source, announced several major breakthrough inventions based on the notion of a recursive relationship, see

[new-smokable-nicotine-sticks-can-they-help-smokers-quit](#)

[new-remote-control-can-be-operated-by-remote](#)

[apple-unveils-new-product-unveiling-product](#)

`pizza-huts-new-pizza-lovers-pizza-topped-with-smaller-pizzas`

`dnc-unveils-clinton-institute-for-campaign-ethics-reform`

Compare these innovations with recursive relationships as discussed in our course. Pay particular attention to the availability of termination criteria in the different cases.