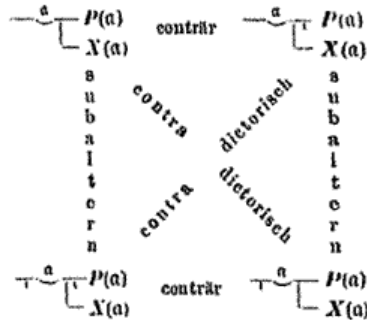


Künstliche Intelligenz (HWS 2020)

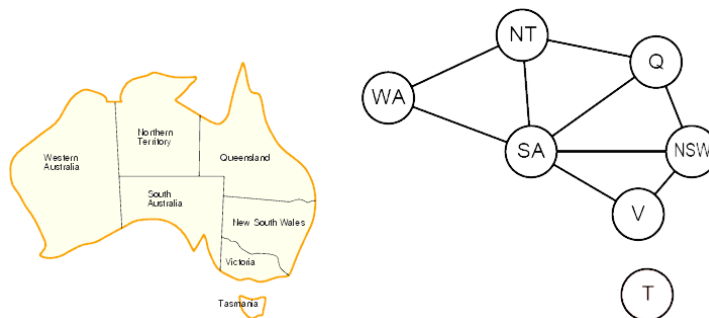
Übungsblatt 8 (10 + 1 Punkte)



Aufgabe 1 (2 Punkte)

Modelliere das 3-Farbenproblem als SAT Problem! Dabei soll eine Variable wie r_L zum Beispiel dafür stehen, dass das Land L rot gefärbt werden soll. Analog für die Farben grün (g_L) und blau (b_L).

- a) (1 Punkt) Wie sieht eine Formel aus, für die gilt, dass ein Modell der Formel einer konsistenten Färbung entspricht? Dies soll im allgemeinen und nicht nur in bezug auf eine bestimmte Problem Instanz erklärt werden.
- b) (1 Punkt) Ist die Formel in konjunktiver Normalform? Wenn nein, erkläre wie man die Formel als KNF notieren kann bzw. erläutere wie die Formel als KNF aussieht! Wenn ja, dann gibt es den Punkt für diese Teilaufgabe ohne weiteren Aufwand.



Aufgabe 2 (4 Punkte)

Wende einen SAT Solver an, um eine Problem Instanz des 3-Farben-Problems zu lösen.

- a) (2 Punkte) Übersetze die 3-Farben Problem-Instanz Australien in die von dir beschriebene logische Darstellung unter Verwendung des DIMACS Formats und löse das Färbeproblem mit Hilfe des Online Solvers [https://msoos.github.io/cryptominisat_web/!](https://msoos.github.io/cryptominisat_web/)

- b) (2 Punkte) Verwende nun die Java Library SAT4J, um das Problem über ein Java Programm zu lösen!

Abgabe der DIMACS-Eingabe und der Ausgabe des online-Solvers (a) sowie des Codes (b) über ILIAS. Die Library SAT4J soll nicht abgegeben werden.

Aufgabe 3 (4 Punkte)

Die Minesweeper-Welt ist ein rechteckiges Raster mit $n \times m$ Feldern auf denen k unsichtbare Minen verteilt sind. Jedes Feld kann vom Spieler untersucht werden. Enthält ein untersuchtes Feld eine Mine, ist das Spiel verloren. Ein untersuchtes Feld, das keine Mine enthält, enthüllt Informationen über die Anzahl von Minen auf benachbarten Feldern (auch diagonal). Ziel ist es, jedes minenfreie Feld zu untersuchen. Wir betrachten im folgenden Aussagen der Form $B_{i,j}$ die wahr sind, wenn sich eine Mine in Feld $[i,j]$ befindet.

- a) (2 Punkte) Beschreibe die Tatsache, dass sich genau 2 Minen in den mit $[4,4]$ benachbarten Feldern befinden, als DNF!
- b) (2 Punkte) Beschreibe die Tatsache, dass sich genau 2 Minen in den mit $[4,4]$ benachbarten Feldern befinden, als KNF!

Diese Aufgabe war in den vergangenen Jahren umfangreicher und eine Vorbereitung auf das Programmierprojekt, bei dem es darum geht eine KI zu entwickeln, die in der Lage ist ein Minesweeper Feld schrittweise aufzudecken. Dieses Programmierprojekt findet wegen der Corona bedingten Verkürzung des Semesters dieses mal nicht statt. Allerdings ist das Aufgabenblatt zum Programmierprojekt dennoch online, falls der eine oder andere ein solches Projekt, zum Beispiel zwischen den Jahren umsetzen möchte.

Bonusaufgabe (1 Punkt)

Gegeben seien die Formeln α und β . Es gelte folgendes:

- $\alpha \not\models \beta$
- $\alpha \not\models \neg\beta$
- $\beta \not\models \alpha$
- $\beta \not\models \neg\alpha$

Welche der folgenden Aussagen lässt sich beweisen? Gib den entsprechenden Beweis an bzw. argumentiere wieso keine der Aussagen bewiesen werden kann!

- a) $\neg\alpha \vee \neg\beta$ ist unerfüllbar.
- b) $\neg\alpha \vee \neg\beta$ ist erfüllbar aber keine Tautologie.
- c) $\neg\alpha \vee \neg\beta$ ist eine Tautologie.

Kolophon *Die Abbildung auf der ersten Seite des Aufgabenblatts ist ein Auszug aus Gottlob Freges Begriffsschrift, in der Frege die Prädikatenlogik formal einführt. Die Arbeit hat den Untertitel Eine der arithmetischen nachgebildete Formelsprache des reinen Denkens. Frege hatte eine ungewöhnliche Schreibweise vorgeschlagen, die sich später nicht durchgesetzt hat. Tatsächlich ist er jedoch einer der Begründer der modernen Logik, auch wenn sein Name unter Informatikern meist nicht bekannt ist.*