

# SAT Proseminar

Christopher Broadbent, Christian Müller, Philipp Hoffmann

Technische Universität München

July 9, 2015

# Contents

## 1 Overview

# Warum SAT?



Wie viele Farben braucht man um die Karte so zu färben, dass benachbarte Länder unterschiedlich gefärbt sind?

# Warum SAT?



Wie viel Wert passt in meinen Rucksack? <sup>1</sup>

<sup>1</sup>Bild von [www.cs.rpi.edu](http://www.cs.rpi.edu)

# Warum SAT?

Die beiden gezeigten Probleme und viele weitere lassen sich auf SAT reduzieren, d.h. mit einem Löser für SAT kann man auch diese Probleme lösen.

SAT: Satisfiability Theory.

Z.B. ist  $(x_1 \vee x_2 \vee \neg x_3) \wedge (\neg x_1 \vee x_3 \vee x_4)$  erfüllbar?

Cook 1971: SAT ist NP-vollständig.

Karp 1972: 21 weitere NP-vollständige Probleme, zB Clique, Chromatische Zahl, Rucksackproblem, die mit einem SAT Solver gelöst werden können.  
(über 9000 mal zitiert)

# Ablauf

Wir starten mit Grundlagen zu SAT, NP, Lösungsverfahren und Variationen. Später auch SMT solving, Tools und Anwendungen von SAT.

- Jeder Student hält einen Vortrag, Dauer 40 + 5 min.
- Einige Gruppenthemen: Zu zweit ein größeres Thema
- Die Aufteilung der Gruppenthemen bleibt euch überlassen.
- Benotung: Vorbereitung mit dem Betreuer, Vortrag, Folien.
- Keine schriftliche Ausarbeitung nötig.

Die Vorträge werden Mitte des Semesters an ca 5-6 Terminen stattfinden. Anwesenheit wird erwartet.

# Themen

Es gibt 14 mögliche Vorträge, davon 5 Grundlagen, 6 weitergehende Vorträge und 3 Anwendungsvorträge. Die Grundlagenvorträge müssen vergeben werden.

Die Themenvergabe erfolgt nach Ablauf des Matchings per E-Mail. Wir werden nach euren Präferenzen fragen und Themen, Literatur sowie Betreuer zuteilen.

Außerdem wird es einen Zeitplan geben, wenn ihr eine Gliederung, eine erste Version der Folien, ein erstes Treffen mit eurem Betreuer sowie die fertige Version des Vortrages haben müsst.

# Grundlagenvorträge

## Cook-Levin Theorem, Karp's 21 Problems (2 Personen)

NP, Beweis dass SAT NP-vollständig ist, ausgewählte NP-vollständige Probleme mit Reduktionen. Evtl: QBF

## Resolution

Lösungsstrategie für SAT, top-down

## DPLL (2 Personen)

Lösungsstrategie für SAT, bottom-up, Optimierungsmöglichkeiten

# Vertiefungsvorträge

## Lazy SMT

Satisfiability mit Domänen, zB Zahlen und Ungleichungen, unter Verwendung von spezialisierten Lösern für diese Domäne

## Eager SMT

Satisfiability mit Domänen ohne Verwendung von spezialisierten Lösern für diese Domäne

## BDDs

Datenstruktur zur Darstellung von logischen Formeln. Verwendung in SAT/SMT Solvern.

# Vertiefungsvorträge

## Tools

Demonstration von Minisat und Lingeling, Vergleich ihrer Leistungsfähigkeit und Anwendungsgebiete.

## Spezialfälle von SAT

Polynomielle Lösungsverfahren für 2-SAT, Horn Formeln etc.

## Lösungsheuristiken

Lokale Suche, Hamming-Kugeln, random walk, ...

# Anwendungsvorträge

## Bounded Model Checking

Beschränkte Erkundung des Zustandsraums eines Programms, um Bugs automatisch zu entdecken. SAT kann angewendet werden, um Zustände darzustellen.

## Planung

Ein Roboter hat verschiedene Aktionen zur Verfügung, mit denen er seine Umgebung manipulieren kann. SAT kann ihm helfen herauszufinden, wie er mit diesen Aktionen ein gegebenes Ziel erreichen kann.

## Programmsynthese

Man hat keinen Lust darauf, einen vollständiges Programm zu schreiben. SAT kann einem helfen, ein grobes Gerüst automatisch zu vervollständigen.

Fragen?