Inhalt archiviert am 2024-06-18

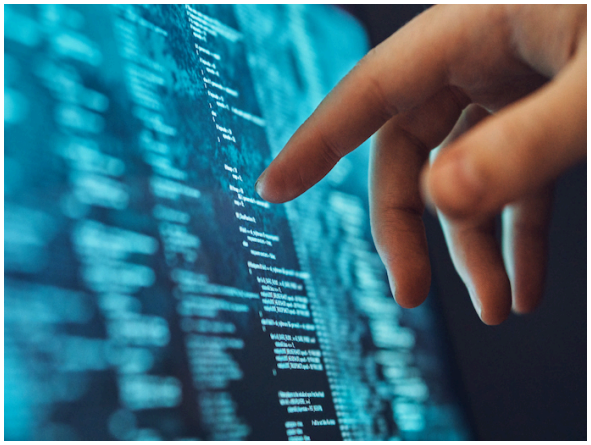
Understanding the Hardness of Theorem Proving

Ergebnisse in Kürze

Die Leistungsfähigkeit und die Grenzen von Algorithmen zur Lösung logischer Formeln verstehen

In einer Zeit, in der Computer allgegenwärtig sind, ist es entscheidend, zu erkennen, welche Probleme effizient von Computern gelöst werden können. Zu diesem Zweck wurden im Rahmen des Projekts UTHOTP Algorithmen zur Lösung logischer Formeln untersucht, was Lösungen für eine breite Palette an Computerproblemen eröffnet.

GRUNDLAGENFORSCHUNG



© ShotPrime Studio, Shutterstock

Der Schwerpunkt des Projekts UTHOTP lag auf dem Entwurf und der Untersuchung effizienter Algorithmen, wobei die Qualität eines Algorithmus dadurch gemessen wird, wie sich die Laufzeit erhöht, wenn die Eingangsdatenmenge erhöht wird. Projektkoordinator Prof. Jakob Nordstrom erklärt: „Wenn ein Algorithmus während eines Rennens die Leistung eines Läufers aufweist, sollte es im Idealfall keine Rolle spielen, wie lange das Rennen ist – 100 Meter oder ein Marathon – ein guter Algorithmus läuft über alle Distanzen schnell.“

Eine besonders interessante Herausforderung für Algorithmen sind die sogenannten NP-Vollständigkeitsprobleme. Diese Klasse von Problemen umfasst einige sehr anspruchsvolle kombinatorische Optimierungsprobleme, die jedoch in der Praxis oft überraschend gut gelöst werden können. Die Forscher verstehen noch nicht, wann und warum die Algorithmen für diese Probleme so gut funktionieren, wie sie es oft zeigen.

Im Rahmen des Projekts wurden die besten heute bekannten Algorithmen sowie deren Argumentationsmethoden untersucht. Durch den Nachweis mathematischer Theoreme, die Abgrenzung ihrer Leistungsfähigkeit und Grenzen, hat das Team ein besseres Verständnis geschaffen, wie diese Algorithmen funktionieren

Die Bedeutung der NP-Vollständigkeitsprobleme

Die Forschung im Bereich Computerkomplexität hat sich auf Probleme an der Grenze dessen, was gelöst werden kann, konzentriert. Viele dieser Probleme haben eine faszinierende Eigenschaft: es ist zwar eine große Herausforderung, sie zu lösen, aber wenn eine Lösung vorgeschlagen wurde, kann diese leicht verifiziert werden. Viele Aufgaben in Wissenschaft und Technik teilen diese Eigenschaft. Und das ist der Grund, warum die Forschung der Komplexitätstheorie sich auf Probleme mit dieser Eigenschaft konzentrierte und versuchte, ihre Schwierigkeit zu verstehen.

Es zeigt sich überraschenderweise, dass es ausreicht, effiziente Algorithmen zur Lösung logischer Formeln zu haben, um jedes Berechnungsproblem mit dieser Eigenschaft, als NP-Vollständigkeitsproblem bezeichnet, zu lösen. Deshalb hat sich die Forschung der Komplexitätstheorie auf dieses Problem, das als Erfüllbarkeitsproblem der Aussagenlogik (SAT, von satisfiability, Erfüllbarkeit) bekannt ist, konzentriert. So können die Forscher die Funktionsweise effizienter Algorithmen besser verstehen.

Im Rahmen des Projekts UTHOTP wurden Algorithmen für die Lösung von SAT-Problemen – sogenannte SAT-Löser – untersucht, wobei der Schwerpunkt insbesondere auf fortschrittlichere mathematische Argumentationsmethoden gelegt wurde, die exponentiell stärker als die heute üblicherweise verwendeten Methoden sind. Mit dem Entwurf und der Untersuchung neuer Algorithmen und der Bereitstellung mathematischer Theoreme darüber, konnte das Projekt ihr Potential beleuchten.

Das Team hat auch die von ihm entwickelten neuen Algorithmen experimentell ausgewertet, bisher jedoch nur unter „idealisierten, laborähnlichen Bedingungen“. Sie entwickelten Maßstabsformeln, um die Stärken und Schwächen unterschiedlicher Methoden zur Lösung des SAT-Problems herauszuarbeiten.

Diese Arbeit hat einige vielversprechende Ergebnisse hervorgebracht.

Prof. Nordstrom sagt: „Wenn diese neuen Methoden auch bei Formeln im Zusammenhang mit Problemen des täglichen Lebens funktionieren würden, könnte es eine riesige Auswirkung auf viele Bereiche der Branchen, die SAT-Löser einsetzen, wie zum Beispiel Computer-Hardware- und Softwareentwicklung, haben."

Brücken zwischen Theorie und Praxis bauen.

Wenn Theoretiker und Praktiker aus unterschiedlichen Forschungsbereichen dieselben Probleme untersuchen, können ihre unterschiedlichen Perspektiven oft nahezu unüberwindliche Herausforderungen für die Kommunikation darstellen – Forscher aus verschiedenen Gemeinschaften haben teilweise noch nicht mal eine gemeinsame Fachsprache.

Prof. Nordstrom erklärt: „Dies hat sich als eine der Barrieren erwiesen, wirklich starke Algorithmen für das SAT-Problem zu entwickeln und zu verstehen. Obwohl SAT seit den 1960er-Jahren intensiv untersucht wird, gibt es sehr wenig Interaktion zwischen Theorie und Praxis. Das ändert sich jetzt und ich glaube, ein wichtiger Teil davon ist eine Serie von internationalen Workshops, die ich seit 2014 mit der Hilfe der ERC-Förderung organisiert habe."

Das Team versucht nun, diesen Ansatz auf die praktische Leistung der Algorithmen in benachbarten Disziplinen, wie zum Beispiel Constraintsprogrammierung und gemischte ganzzahlige Linearprogrammierung, anzuwenden.

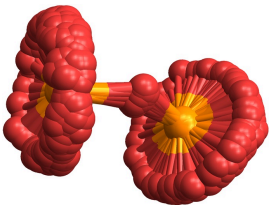
Schlüsselbegriffe

UTHOTP | Algorithmus | Formel | Computer | logisch | Mathematik | Argumentation | rechnergestützt | Probleme | Algebra | Geometrie

Entdecken Sie Artikel in demselben Anwendungsbereich

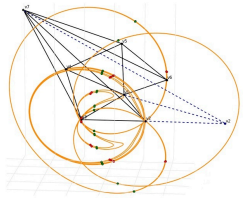
Neuartige Spin-Transportmechanismen in Metallen

8 Oktober 2018



Anwendungspotenzial langlebiger Kernspinzustände

4 November 2022



Die wesentliche Erfassung von 3D-Objekten fördert innovatives Design und eine effiziente Fertigung

30 Oktober 2020

Mathematik und Informatik: Diese Zusammenarbeit ist logisch

14 Juni 2019

Projektinformationen

UTHOTP

Finanziert unter

ID Finanzhilfevereinbarung: 279611

Projekt abgeschlossen

Startdatum
1 Juli 2012

Enddatum
30 Juni 2018

Specific programme: "Ideas" implementing the Seventh Framework Programme of the European Community for research, technological development and demonstration activities (2007 to 2013)

Gesamtkosten
€ 1 460 000,00

EU-Beitrag
€ 1 460 000,00

Koordiniert durch
KUNGLIGA TEKNISKA HOEGSKOLAN
Sweden

Dieses Projekt findet Erwähnung in ...

Letzte Aktualisierung: 26 Februar 2019

Permalink: https://cordis.europa.eu/article/id/250876-understanding-the-powers-and-limitations-of-algorithms-to-solve-logic-formulas/de

European Union, 2025