

# Deklarative Modellierung und effiziente Optimierung - quo vadis? Ausgewählte Herausforderungen und Potenziale für die nächsten Jahre – zur Diskussion

Petra Hofstedt<sup>1</sup>, Walter Hower<sup>2</sup>, Ulrich John<sup>3</sup>, Andreas Kmoch<sup>4</sup>, Armin Wolf<sup>5</sup>

**Abstract:** In diesem Paper werden die für die *Brainstorming-Session* des Workshops MOC 2015 angenommenen und weiterführenden Themen aufgeführt und motiviert. Die diskutierenden Experten argumentieren, dass die Forschungsarbeit im Kontext der thematisierten – sich teilweise überschneidenden und ergänzenden – Gebiete erhebliches Potenzial für die Beherrschung großer realer Herausforderungen besitzt.

**Keywords:** Verteilte Constraint Programmierung in der Cloud, Optimierendes Replanning, Multi-Agentensysteme, Verteilte Scheduling- und Planungssysteme, Combinatorial Auctions, Streiks und Störungen in Verkehrs- und Versorgungsnetzen, Katastrophenmanagement, digitale Modelle von Verkehrs- und Logistiknetzen

## 1 Nebenläufige und Parallele Constraint Programmierung

*Autorin: Petra Hofstedt*

Verfahren zur nebenläufigen und parallelen Constraint-Programmierung zielen auf eine Lösung von Constraint-Problemen durch verteilte Agenten. Die Probleme werden dabei in Teilprobleme aufgeteilt, nebenläufig oder parallel gelöst und die so erzielten Teillösungen zu Gesamtlösungen kombiniert. Auf der einen Seite zählen hierzu die Konzepte der sog. verteilten Constraint-Programmierung (u.a. nach Yokoo), wobei hier i.d.R. bereits eine natürliche Verteilung der Constraint-Probleme a priori gegeben ist; ein Beispiel sind Multiagenten-Truth-Maintenance-Systeme. Demgegenüber zielen Verfahren zur echt parallelen Lösung von Constraint-Problemen ("parallel constraint processing") vor allem auf die Beschleunigung der Lösung sehr komplexer Constraint-Probleme. Bei einigen solcher Problemen ist hier eine Aufteilung probleminhärent, so dass "Sollbruchstellen" für eine Problemzerlegung einfach gefunden werden können. Dies ist z.B. bei der Dienstplanung verschiedener Personalkategorien, die letztendlich aber zusammenarbeiten und somit wenigstens teilweise aufeinander abgestimmt werden

---

<sup>1</sup> Brandenburgische Technische Universität Cottbus-Senftenberg, Lehrstuhl Programmiersprachen und Compilerbau, Postfach 101344, 03013 Cottbus, hofstedt@b-tu.de

<sup>2</sup> Albstadt-Sigmaringen University, Jakobstr. 6, 72458 Albstadt-Ebingen, hower@hs-albsig.de

<sup>3</sup> Hochschule für Wirtschaft, Technik und Kultur (HWTK), Fachbereich Wirtschaftsinformatik, Friedrichstr. 189, 10117 Berlin, ulrich.john@hwtk.de/ john@sir-john.de

<sup>4</sup> Toll Collect, andreas.kmoch@toll-collect.de

<sup>5</sup> Fraunhofer FOKUS, Kaiserin-Augusta-Allee 31, 10589 Berlin, armin.wolf@fokus.fraunhofer.de

müssen, der Fall. Teilweise ist die Zerlegung sehr komplexer Probleme aber auch nur in Planungsstufen (d.h. zeitlich) möglich, so dass man zwar aufteilen, aber nicht echt parallelisieren kann. Auch eine solche Aufteilung kann aber die Probleme u.U. reduzieren. Diskussionspunkte in diesem Themenbereich sind neben Verteilungsmodellen und einer Klassifikation von Anwendungen auch die Unterstützung der Problemzerlegung mit Userwissen unter Nutzung geeigneter Userinteraktionskonzepte.

## 2 Combinatorial Auctions

*Autor: Walter Hower*

This prominent exponential problem ([EH08]) with its huge (exhaustive search) complexity, based on the Bell number  $B(n)$  ([How11]), requires a heuristic view on it. [ $B(n)$  of a given natural number yields the # (non-empty) partitions of an  $n$ -set.<sup>6</sup>] Even after having issued several theses and student projects we still do not have a substantial guidance regarding an efficient and promising approach on the way towards the solution of the *winner determination problem* (of course without guaranteeing the optimum). Which degrees of freedom should we restrict: the number of bidders, the max. cardinality of the bundles, the # bundles, or s.th. else? Which tools, sufficiently easy to handle, do already exist? What kind of experience do other researchers have? What are your suggestions? The problem has a tremendous influence on real life, where people even electronically indicate their profiles to form purchases; it is situated in the frame of The Sveriges Riksbank Prizes in Economic Sciences in Memory of Alfred Nobel <sup>7</sup> in the years 1994, 1996, 2005, and 2007: John C. Harsanyi, John F. Nash Jr., and Reinhard Selten "for their pioneering analysis of equilibria in the theory of non-cooperative games", James A. Mirrlees and William Vickrey "for their fundamental contributions to the economic theory of incentives under asymmetric information", Robert J. Aumann and Thomas C. Schelling "for having enhanced our understanding of conflict and cooperation through game-theory analysis", and Leonid Hurwicz, Eric S. Maskin, and Roger B. Myerson "for having laid the foundations of mechanism design theory".

## 3 Replanning in großen Verkehrs- und Logistiknetzen – möglich durch Cloud-Computing?

*Autoren: Ulrich John und Andreas Kmoch*

Das Planen des Betriebs großer Verkehrs- und Logistiknetze beziehungsweise die Entwicklung von Planungssoftware, die solches leistet, ist nach wie vor eine große Herausforderung. Besonders in letzter Zeit erleben wir massive Störungen in Verkehrs-

---

<sup>6</sup> Thanks to Heinz Lüneburg (†) for former discussions—and teaching; this sketch is in memorial to him.

<sup>7</sup> not for me ☺

netzen, zum Beispiel durch Streiks im Personen- und Güterverkehr der Bahn. Ähnlich lassen sich auf dem Gebiet der Energieversorgung mit Fortschreiten der Energiewende ebenfalls Störungen befürchten. Ausgehend davon stellt sich die Frage, ob durch die technologischen Entwicklungen der letzten Jahre auf dem Gebiet des *Cloud Computings* und des *verteilten Constraint Solvings* Möglichkeiten entstanden sind, Umplanungen in großen Verkehrs- und Logistiknetzen praktikabel und optimierend durchzuführen. In diesem Kontext stellt sich auch die Frage, inwieweit es sinnvoll und möglich ist, große Gesamtnetze für Versorgung und Logistik zu digitalisieren/ deklarativ zu (re)spezifizieren, um im Falle von Katastrophen o.ä. Umplanungen und Hilfsaktionsplanungen durchführen zu können. In beiden Fällen ist die Verwendung von gesammelten Massendaten ein weiterer ergänzender Aspekt. Zum Beispiel könnte die Bahn bei der Erstellung von Notfahrplänen besonders die Strecken und Zeiträume berücksichtigen, die aufgrund gesammelter Handyeinwahldaten etc. als „besonders verkehrstark“ identifiziert werden und so weiter.

## 4 Cloud-Computing Framework für verteilte constraintbasierte Planung, Konfiguration und Optimierung

*Autoren: Ulrich John und Armin Wolf*

In den letzten Jahren ergeben sich durch die rasante Entwicklung des Cloud Computings diverse Möglichkeiten. Insbesondere bei der Verarbeitung von großen Datenmengen lassen sich neue Problemdimensionen bezwingen. In diesem Zusammenhang greifen wir zurück auf unsere in den 90er-Jahren entwickelten Konzepte für verteilte PPS-Systeme (z.B. dynamische VPPS-Systeme; vgl. [Joh95] und [GJ96]) und stellen motiviert durch das MapReduce-Framework ([DG04]) die Frage, welche softwaretechnologischen Voraussetzungen geschaffen werden müssen, um ein Cloud-basiertes Framework für die verteilte constraintbasierte Lösung von großen komplexen Planungs-, Konfigurations- und Optimierungsproblemen zu schaffen.

### Literaturverzeichnis

- [DG04] Dean, Jeffrey; Ghemawat, Sanjay: MapReduce - Simplified Data Processing on Large Clusters. Sixth Symposium on Operating System Design and Implementation (OSDI'04). San Francisco, CA, December, 2004.
- [EH08] Egner, M; Hower, W: Computational Complexity in Constraint-based Combinatorial Auctions. In "INFORMATIK 2008 (Hegering, H.-G. et al (Ed.))", volume P-134 of Lecture Notes in Informatics, pages 541–545. GI 2008.
- [GJ96] Goltz, H.-J., John, U.: Methods for Solving Practical Problems of Job-Shop Scheduling Modelled in CLP(FD). 2nd International Conference on the Practical Application of Constraint Technology (PACT'96).

- [How11] Hower, W.: Diskrete Mathematik — Grundlage der Informatik. Oldenbourg Wissenschaftsverlag, München, 978-3-486-58627-5; De Gruyter, Berlin, 978-3-486-71164-6, 2010 / 2011.
- [Joh95] John, U.: Nutzbarmachung großer Auftragsdatensmengen für innovative Produktionsplanungssysteme / Grundkonzepte verteilter Produktionsplanungssysteme. Arbeitspapiere der GMD Nr. 952, November 1995.