

# Automatische und assistierende Personaleinsatzplanung basierend auf CSP

David Saro

Masterarbeit • Studiengang Informatik • Fachbereich Informatik und Medien • 21.08.2013

## Aufgabenstellung

Das vorliegende Problem der Personaleinsatzplanung ist ein Zuordnungsproblem und gehört der Klasse NP-schwer an. Im Allgemeinen sind solche Probleme nicht in praktisch angemessener Zeit lösbar. Mit problemspezifischen Suchalgorithmen können diese Probleme dennoch auf aktuelle Rechentechnik gelöst werden.

Diese Masterarbeit hat das Ziel, das Problem der Personaleinsatzplanung des Unternehmen Coffee Corner zu lösen. Hierbei geht es um die Zuordnung von Mitarbeitern  $M$  zu Arbeitsstationen  $A$  zu bestimmten Zeiteinheiten  $Z$ , wobei  $M$ ,  $A$  und  $Z$  Mengen darstellen. Es müssen demnach  $|A| \cdot |Z|$  Variablen belegt werden, welche jeweils  $|M|$  Werte annehmen können. Der aufgespannte Suchraum umfasst  $|M|^{|A| \cdot |Z|}$  Zuordnungsmöglichkeiten und somit  $10^{875}$  potenzielle Lösungen. Doch nicht jede Zuordnungsmöglichkeit ist eine gültige Lösung. Ob eine Zuordnungsmöglichkeit eine gültige Lösung ist, wird durch die Einhaltung von Nebenbedingungen entschieden. Ein Ausprobieren aller Möglichkeiten und anschließender Prüfung auf Einhaltung der Nebenbedingungen ist bei steigender Anzahl von Arbeitsstationen, Mitarbeitern und Zeiteinheiten zeitlich zu aufwändig.

Für die Reduzierung des Aufwands während der Lösungssuche existieren verschiedene Ansätze. Diese Arbeit beschäftigt sich mit einem dieser Ansätze. Dazu wird das eigentliche Problem in ein constraint satisfaction problem (CSP) konvertiert und mit Constraint-Programmierung (CP) gelöst.

Dabei wird der Suchraum zuvor mittels CP reduziert, indem Variablenbelegungen, die durch Nebenbedingungen ausgeschlossen werden können, entfernt werden. CP wird in dieser Arbeit detailliert betrachtet, sowie dessen Stärken und Schwächen aufgezeigt.

Ein weiterer Bestandteil dieser Arbeit ist die Suche nach Lösungen innerhalb des reduzierten Suchraums. Die Suche mittels CP wird evaluiert. Sind die Lösungen untereinander nicht gleichwertig, sondern können durch eine Gütefunktion bewertet werden, so wird ein CSP ein constraint optimisation problem (COP).

Bei der Lösungssuche innerhalb eines COPs ist das Ziel, eine gute Lösung zu finden. Diese Arbeit behandelt die Erstellung von problemangepassten Heuristiken, die sowohl für CSPs als auch COPs entwickelt werden, um die Suche zu beschleunigen, sowie die Qualität des Ergebnisses zu beeinflussen.

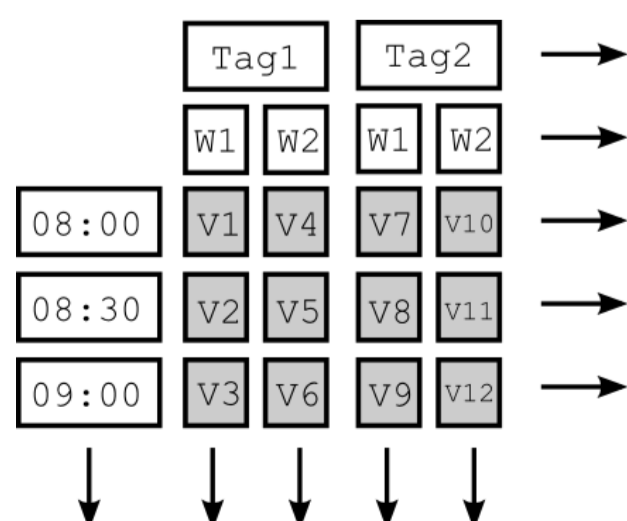


Abb. 1: Umformung des Problems der Personaleinsatzplanung in ein CSP, wobei  $W$  die Arbeitsstationen und  $V$  die Zuweisungsvariablen sind.

Suchansatz	Test	Knoten	Backtracks	Zeit	Bewertung
Naiv	Test 2	7279	14167	19	2156
probl. spez.	Test 2	2349	7154	27	1095
Naiv	Test 3	1602	3126	19	2532
probl. spez.	Test 3	489	0	4	1180
Naiv	Test 4	667	408	6	2667
probl. spez.	Test 4	1405	3224	28	2106

Abb. 2: Vergleich der problemspezifischen Heuristiken mit der Tiefensuche

Muss die Härte eines Problems bei der Wahl der Heuristik beachtet werden, so ist es erforderlich, das vorliegende Problem bzgl. der zu erwartenden Lösungsmenge zu untersuchen. Ob und wie ein Problem hinsichtlich dessen Härte untersucht werden kann, wird in dieser Arbeit vorgestellt. Ein anderes Betrachtungsfeld ist die Untersuchung der Verfügbarkeit und Anwendbarkeit der CP innerhalb der Java Enterprise Edition (JEE).

Wie aus dem Titel hervorgeht, wird gezeigt, wie mit Hilfe von CP automatisierte und assistierende Funktionalität für die Personaleinsatzplanung bereitgestellt werden kann. Anhand einer prototypischen Implementierung sollen die zuvor erwähnten Aspekte getestet, bewertet und die Leistungsfähigkeit beurteilt werden. Dazu werden die Anforderungen des Unternehmens Coffee Corner erfasst und umgesetzt.

## Ergebnisse

Die Recherche bot mehrere Möglichkeiten CP-Techniken im professionellen Java-Server-Umfeld anzuwenden. Nach einer Evaluation wurde eine Möglichkeit ausgewählt und in einer prototypischen Implementierung eingesetzt. Die Anwendung besitzt eine in JSF entwickelte Weboberfläche. Die Geschäftslogik wurde mit EJB und der CP-technische Teil in einer JavaSE-Bibliothek umgesetzt. Dabei wurde eine Gütefunktion für die Planbewertung entwickelt. Desweiteren wurden spezielle Heuristiken entworfen, die in realen Problemen eine gute Leistungsfähigkeit bewiesen. Speziell für das Planungsproblem des Coffee Corners wurde mittels einer empirischen Testreihe eine Schätzfunktion entwickelt, die Aufschluss über die zu erwartende Lösungsmenge gibt.

Die gefundenen Pläne wurden mit dem Personalplaner vom Coffee Corner ausgewertet. Dabei wurde festgestellt, dass viele der Anforderungen erfüllt werden. Unter bestimmten Bedingungen werden Pläne erzeugt, die der Personalplaner schlecht bewertet. Diese Schwächen der Implementierung wurden analysiert, Lösungsansätze diskutiert und in den Ausblick gestellt.

Die Arbeit zeigt, dass CP-Techniken sich sowohl für automatisierte als auch assistierende Personaleinsatzplanung eignen.