

Heuristische Optimierungsverfahren

1. Programmierübung

Johannes Reiter, Christian Gruber

01. Dezember 2009

1 Tool Switching Problem

Gegeben ist eine Menge von Jobs, die zu ihrer Abarbeitung jeweils einen gewissen Satz von Tools benötigt. Da nicht alle Tools gemeinsam in das Magazin der Maschine passen (max. Anzahl entspricht der Magazingröße), ist nun eine möglichst günstige Reihenfolge der Jobs gesucht, in der die Anzahl der Tool Switches minimiert wurde. Die Lösung zu einer Test-Instanz eines Tool Switching Problems ist nun eine Permutation in der alle Jobs abgearbeitet werden und eine dazu passende Sequenz von Magazin-Konfigurationen.

1.1 Tool-Konfiguration für eine vorgegebene Reihenfolge

Gesucht ist hier eine möglichst optimale Magazin-Konfiguration für eine vorgegebene Reihenfolge für die Abarbeitung der Jobs. In diesem Spezialfall kann man nun ausnutzen, dass der Algorithmus genau weiß wann ein Tool das nächste Mal benötigt wird und somit zu der vorgegebenen Reihenfolge die optimale Tool-Konfiguration erzeugen kann.

1.2 Konstruktionsheuristik

Unsere Konstruktionsheuristik wählt am Beginn zufällig den ersten Job aus. Die weiteren Jobs werden so gewählt, dass möglichst wenig Kosten entstehen. D.h. der Algorithmus sieht sich alle noch offenen Jobs an und vergleicht die benötigten Tools mit der aktuellen Magazin-Konfiguration.

1.3 Nachbarschaftsstrukturen

- **move:** In dieser Nachbarschaft wird ein Job ausgewählt und dieser zufällig an eine andere Position in der Sequenz verschoben.
- **2-exchange (switch):** Beim 2-exchange tauschen 2 Jobs einfach ihre Position in der Sequenz aus.
- **split and rotate:** Hier wird die Permutation von Jobs geteilt und die Reihenfolge der beiden Teilsequenzen ausgetauscht.

- **rotate in subsequence:** Es wird irgendeine Teilfolge der Sequenz ausgewählt, diese wird wiederum geteilt und die entstanden Subsequenzen werden dann rotiert.

Für die vier verschiedenen Nachbarschaftsstrukturen haben wir jeweils auch die drei Schrittfunktionen random neighbor, next improvement und best improvement implementiert. Eine inkrementelle Bestimmung der Zielfunktionswerte von Nachbarlösungen wäre zwar möglich gewesen, jedoch nicht besonders sinnvoll, da man mit dem im 1. Punkt implementierten Algorithmus die jeweils optimale Tool-Konfiguration für eine vorgegebene Reihenfolge von Jobs bekommt und das Ergebnis der Kostenfunktion eigentlich erst dann wirklich aussagekräftig ist.

1.4 Vergleich der verschiedenen Varianten für die lokale Suche

Testinstanz	Nachbarschaft	Schrittfunktion	Mittelwert
$4\zeta_{10}^{10}$	move	random	12.9
	move	next	11.2
	move	best	11.2
	2-exchange	random	13.2
	2-exchange	next	11.1
	2-exchange	best	11.6
	split	random	13.1
	split	next	11.6
	split	best	11.6
	rotate subsequence	random	12.8
	rotate subsequence	next	11.3
	rotate subsequence	best	11.2
$15\zeta_{40}^{30}$	move	random	157.6
	move	next	119.6
	move	best	119.5
	2-exchange	random	158
	2-exchange	next	122.7
	2-exchange	best	124
	split	random	158.6
	split	next	134.2
	split	best	133.8
	rotate subsequence	random	158.1
	rotate subsequence	next	118.9
	rotate subsequence	best	118.5

Testinstanz	Nachbarschaft	Schrittfunktion	Mittelwert
$20\zeta_{60}^{40}$	move	random	283.2
	move	next	196.2
	move	best	196.5
	2-exchange	random	283.8
	2-exchange	next	203.8
	2-exchange	best	203.5
	split	random	284.5
	split	next	228.8
	split	best	227.5
	rotate subsequence	random	281.2
	rotate subsequence	next	192.8
	rotate subsequence	best	192.2

1.5 Variable Neighborhood Descent (VND)

Wir haben mit der VND jeweils 30 runs gemacht und als Schrittfunktion ist best verwendet worden. Sehr schön kann man hier erkennen, wie man aus einem lokalen Optimum für eine Nachbarschaft durch einen Wechsel der Nachbarschaftsstruktur wieder heraus finden kann und dadurch das Ergebnis weiter verbessert wird.

Testinstanz	Mittelwert	Bestes Ergebnis	Standardabweichung
$4\zeta_{10}^{10}$	11	10	0.8
$15\zeta_{40}^{30}$	117.2	114	2.3
$20\zeta_{60}^{40}$	193.9	188	4

1.6 Generalized Variable Neighborhood Search (GVNS)

Wir haben mit der GVNS jeweils 30 runs gemacht und als Schrittfunktion haben wir best verwendet. Man kann aus den erzielten Ergebnissen relativ eindeutig die Verbesserung durch die GVNS erkennen. In den log-Dateien sieht man auch wie sehr dieses „shaking“ helfen kann, aus einem lokalen Optimum wieder heraus zu finden.

Testinstanz	Mittelwert	Bestes Ergebnis	Standardabweichung
$4\zeta_{10}^{10}$	10.5	10	0.5
$15\zeta_{40}^{30}$	113.7	111	2
$20\zeta_{60}^{40}$	186.7	182	2.9