
BestMasters

Mit „BestMasters“ zeichnet Springer die besten Masterarbeiten aus, die an renommierten Hochschulen in Deutschland, Österreich und der Schweiz entstanden sind. Die mit Höchstnote ausgezeichneten Arbeiten wurden durch Gutachter zur Veröffentlichung empfohlen und behandeln aktuelle Themen aus unterschiedlichen Fachgebieten der Naturwissenschaften, Psychologie, Technik und Wirtschaftswissenschaften.

Die Reihe wendet sich an Praktiker und Wissenschaftler gleichermaßen und soll insbesondere auch Nachwuchswissenschaftlern Orientierung geben.

Kai Watermeyer

Ablaufplanung mit alternativen Prozessplänen

 Springer Gabler

Kai Watermeyer
Clausthal-Zellerfeld, Deutschland

BestMasters

ISBN 978-3-658-12092-4

ISBN 978-3-658-12093-1 (eBook)

DOI 10.1007/978-3-658-12093-1

Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.d-nb.de> abrufbar.

Springer Gabler

© Springer Fachmedien Wiesbaden 2016

Das Werk einschließlich aller seiner Teile ist urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die nicht ausdrücklich vom Urheberrechtsgesetz zugelassen ist, bedarf der vorherigen Zustimmung des Verlags. Das gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Bearbeitungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen und die Einspeicherung und Verarbeitung in elektronischen Systemen.

Die Wiedergabe von Gebrauchsnamen, Handelsnamen, Warenbezeichnungen usw. in diesem Werk berechtigt auch ohne besondere Kennzeichnung nicht zu der Annahme, dass solche Namen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und daher von jedermann benutzt werden dürften.

Der Verlag, die Autoren und die Herausgeber gehen davon aus, dass die Angaben und Informationen in diesem Werk zum Zeitpunkt der Veröffentlichung vollständig und korrekt sind. Weder der Verlag noch die Autoren oder die Herausgeber übernehmen, ausdrücklich oder implizit, Gewähr für den Inhalt des Werkes, etwaige Fehler oder Äußerungen.

Gedruckt auf säurefreiem und chlorfrei gebleichtem Papier

Springer Fachmedien Wiesbaden ist Teil der Fachverlagsgruppe Springer Science+Business Media (www.springer.com)

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis	V
Symbolverzeichnis	VII
Abbildungsverzeichnis	IX
Tabellenverzeichnis	XI
1 Einleitung	1
1.1 Zielsetzung der Arbeit	2
1.2 Aufbau der Arbeit	2
2 Grundlagen der Prozess- und Ablaufplanung	5
2.1 Sukzessive Prozess- und Ablaufplanung	5
2.2 Integrierte Prozess- und Ablaufplanung	11
3 Modellierung der sukzessiven und integrierten Prozess- und Ablaufplanung	13
3.1 Sukzessive Ablaufplanung	13
3.2 Operationsflexibilität	15
3.3 Alternative Prozesspläne	16
3.3.1 Operations- und Reihenfolgeflexibilität	16
3.3.2 Vollständige Flexibilität	18
3.4 Einordnung der Modelle und Erweiterungen	20
4 Gemischt-ganzzahlige lineare Programme der Ablaufplanung mit vollständiger Flexibilität als Basis für exakte Verfahren	23
4.1 Basismodelle	24
4.2 Erweiterungsmodelle	30
4.3 Performance-Analyse	40
5 Metaheuristiken der Ablaufplanung mit vollständiger Flexibilität	47
5.1 Literaturüberblick	47
5.2 Populationsbasierte Metaheuristiken	48
5.2.1 Genetische Algorithmen	49
5.2.2 Ameisenalgorithmen	55
5.2.3 Imperialist Competitive Algorithm	61
6 Überführung in ein Projektplanungsproblem als Ausblick	67
7 Schlussbetrachtung	75

A Anhang	77
A.1 MRCPSP/max-Transformation	77
A.2 Literaturübersicht	84
Literatur	87

Symbolverzeichnis

Indizes

i	Auftrag
p	Prozessplan
j	Operation
l	Reihenfolgeindex
k	Maschine
h	Knoten

Mengen

J	Auftragsmenge
P_i	Prozessplanmenge des Auftrags $i \in J$
P_{il}	Menge der Prozesspläne mit mindestens l Operationen des Auftrags $i \in J$
O	Operationsmenge aller Aufträge
O_i	Operationsmenge des Auftrags $i \in J$
O_{ip}	Operationsmenge des Prozessplans $p \in P_i$ des Auftrags $i \in J$
L_{ip}	Indexmenge von O_{ip}
L_i	Indexmenge von O_{ip} mit der höchsten Kardinalität über alle Prozesspläne $p \in P_i$ des Auftrags $i \in J$
M	Maschinenmenge des Produktionssystems
M_j	Menge der alternativen Bearbeitungsmaschinen der Operation $j \in O$
M_{il}	Menge der alternativen Bearbeitungsmaschinen der l -ten Operation des Auftrags $i \in J$

Parameter

n	Anzahl der einzuplanenden Fertigungsaufträge
p_i	Anzahl der Prozesspläne des Auftrags $i \in J$
q	Anzahl der unterschiedlichen Operationen über alle Aufträge
q_i	Anzahl der unterschiedlichen Operationen des Auftrags $i \in J$
q_{ip}	Anzahl der Operationen von Prozessplan $p \in P_i$ des Auftrags $i \in J$
$q_{i,max}$	Anzahl der Operationen des Prozessplans $p \in P_i$ des Auftrags $i \in J$ mit der höchsten Anzahl an Operationen
m	Anzahl der Maschinen des Produktionssystems
t_{ijk}	Bearbeitungszeit der Operation $j \in O_i$ des Auftrags $i \in J$ auf Maschine $k \in M_j$
L	Obere Schranke des Fertigstellungszeitpunkts aller einzuplanenden Aufträge

Graphen

G_i	AND/OR-Graph des Auftrags $i \in J$
V_i	Knotenmenge des Graphen G_i von Auftrag $i \in J$
u_i	Knotenindex des Endknotens in G_i
A_i	Pfeilmenge des Graphen G_i von Auftrag $i \in J$
$Pred_i(h)$	Menge der direkten Vorgänger von Knoten $h \in V_i$
$Succ_i(h)$	Menge der direkten Nachfolger von Knoten $h \in V_i$
V	Menge aller Knoten der Graphen G_i ($V = \bigcup_{i \in J} V_i$)
G	Gesamt-AND/OR-Graph
V^*	Knotenmenge des Graphen G
A	Pfeilmenge des Graphen G
$Pred(h)$	Menge der direkten Vorgänger von Knoten $h \in V^*$
$Succ(h)$	Menge der direkten Nachfolger von Knoten $h \in V^*$
z	Knoten-Bewertungsfunktion

Sonstige Bezeichner

o_{ipl}	l -te Operation des Prozessplans $p \in P_i$ von Auftrag $i \in J$
o_h	Zugeordnete Operation des Knotens h
r_i	Verfügbarkeitstermin des Auftrags $i \in J$
d_i	Fälligkeitstermin des Auftrags $i \in J$
f	Zielfunktion
S	Ablaufplan

Abbildungsverzeichnis

2.1	Einordnung der Prozess- und Ablaufplanung in den Planungsprozess der Produktion	6
2.2	Prozessplan einer Antriebswelle	6
2.3	Durchführung der Prozessplanung bei sukzessiver Prozess- und Ablaufplanung . .	7
2.4	Ablaufplanung bei sukzessiver Prozess- und Ablaufplanung	10
3.1	Alternative Prozesspläne durch unterschiedliche Operationsbearbeitungsreihenfolgen	17
3.2	AND/OR-Graph mit resultierenden alternativen Prozessplänen	20
4.1	Ausführungseinheiten eines Fertigungsauftrags $i \in J$	27
4.2	Gozinto-Graph	32
4.3	AND/OR-Graph bei paralleler Operationsbearbeitung	36
4.4	Gegenüberstellung der Zeit- und Zuordnungsvariablen (links) und Reihenfolgevariablen (rechts) beider Basismodelle	40
5.1	Schematischer Verfahrensablauf eines evolutionären Algorithmus	49
5.2	Genotyp G_i eines Auftrags $i \in J$	51
5.3	Schematischer Verfahrensablauf des Ameisenalgorithmus	55
5.4	Gesamt-AND/OR-Graph G (oben) und Ausschnitt des disjunktiven Gesamt-AND/OR-Graphen G_D (unten)	57
5.5	Abgeleitete Pfeile und (ungerichtete) Kanten in G'_D aus G_D	58
5.6	Schematischer Verfahrensablauf des ICA	61
5.7	Kodierung eines Lösungskandidaten des ICA (Land)	62
5.8	Empire-Zuordnung der Lösungskandidaten (Länder)	63
6.1	Gesamt-AND/OR-Graph G mit zwei Aufträgen	69
6.2	Operationsbäume des Graphen G	71
6.3	OR-Knoten und direkte Nachfolger in G	72
6.4	Join-Knoten und direkte Vorgänger in G	73
A.1	AoN-Netzwerk N mit realen und fiktiven erneuerbaren Ressourcen	81
A.2	AoN-Netzwerk N mit fiktiven nicht-erneuerbaren Ressourcen der Operationsbäume	82
A.3	AoN-Netzwerk N mit fiktiven nicht-erneuerbaren Ressourcen der OR- und Join-Knoten	83

Tabellenverzeichnis

2.1	Planungsaufgaben, Entscheidungskriterien und Ergebnisse der Prozess- und Ablaufplanung bei sukzessiver Ausführung	8
2.2	Flexibilitäten der Ablaufplanung bei integrierter Prozess- und Ablaufplanung . . .	11
2.3	Integrationsmodelle	12
4.1	Test-Instanzen und Performance-Vergleich der Basismodelle	41
4.2	Zusatzinformationen zur Performance-Analyse der Basismodelle	42
4.3	Performance-Vergleich zwischen dem Ausgangsmodell und der Modellanpassung des Basismodells 1	43
4.4	Performance-Vergleich zwischen dem Ausgangsmodell und den Modellanpassungen des Basismodells 2	45
4.5	Zusatzinformationen zur Performance-Analyse des Ausgangsmodells und der Modellanpassungen der Basismodelle	45
6.1	Operationszuordnung, Bearbeitungsmaschinen und -zeiten	68
A.1	Ressourcenverfügbarkeiten	81
A.2	Gemischt-ganzzahlige lineare Programme	84
A.3	Metaheuristiken (Teil 1)	84
A.4	Metaheuristiken (Teil 2)	85
A.5	Hybride Metaheuristiken	85