

Math.Tec

Herzlich Willkommen!

Dipl.-Ing. Dr. Karl Knall
Dipl.-Ing. Dr. Reinhard Kutzelnigg
Dipl.-Ing. Petra Potucek

MATH+TEC

Effiziente Produktions- und Fertigungslogistik

Innovation durch gezielten Einsatz von Mathematik in der Industrie

... oder haben Sie etwas
zu verschenken?

Business
Partner
IBM

Math.Tec GmbH
Heumühlgasse 11
1040 Wien
T.+43 1 58 11 630
www.mathtec.at

office@mathtec.at

THEMEN - OPTIMIERUNG

Produktionsoptimierung



Lagerlogistikoptimierung



Transportoptimierung



Industrioptimierung



WER SIND WIR? Technische Mathematiker



Dipl.-Ing. Dr. Karl Knall

- 2009 Start Business Unit math.tec, Artaker Computersysteme GmbH, Vienna
- 2003 CEO, Artaker Computersysteme GmbH, Vienna
- 1999 Sales Manager, Key Accounting, Artaker Computersysteme GmbH, Vienna
- 1997 Consultant & Softwareengineer HC Solutions Ges.m.bH, Linz
- 1994 Research Assistant, Technical Mathematics, University of Linz

Degrees

- 1997 Dr. techn. degree, University of Linz
- 1994 Diploma in Technical Mathematics, University of Linz



Univ.Prof. Dipl.-Ing. Dr. Hintermüller

- 2009 Member of the 'Junge Kurie' of the Austrian Academy of Sciences
- 2008 MATHEON-Research Professor and W3-Professor in Applied Mathematics, Humboldt - University of Berlin
- 2007 Chair in Applied Mathematics, University of Sussex
- 2005 START award by BMWF (Austrian Federal Ministry of Science and Research)
- 2004 Associate Professor, Department of Mathematics, University of Graz
- 2003 Visiting Associate Professor, Rice University
- 2000 Assistant Professor, Department of Mathematics, University of Graz
- 1997 Research Assistant, SFB "Optimization & Control", University of Graz

Degrees:

- 2003 Habilitation in Mathematics, University of Graz
- 1997 Dr. techn. degree, University of Linz
- 1994 Diploma in Technical Mathematics, University of Linz

WAS TUN WIR?

OPTIMIEREN



>>>
Gewinner
MS Innovation
Award 2010
ICT for Green
>>>

Ihr Partner für die Lösung von mathematischen Optimierungsproblemstellungen

Mathematik durchdringt unseren beruflichen Alltag – sichtbar oder unsichtbar.

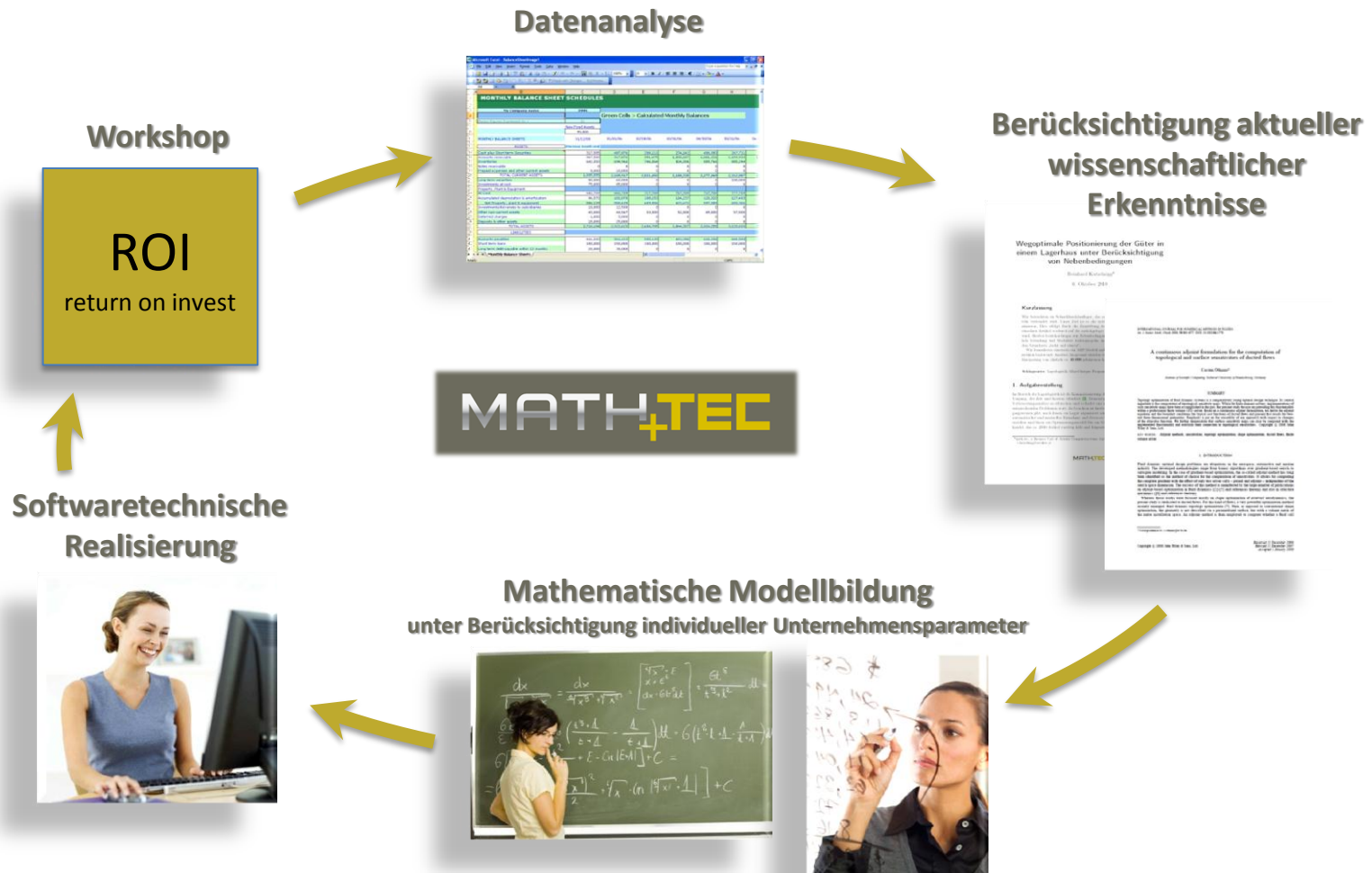
Beinahe jedes fortschrittliche technische System, viele Entscheidungsabläufe beruhen auf mathematischen Grundlagen, Modellen oder Algorithmen.

Math.Tec sieht ihr Wirken darin,

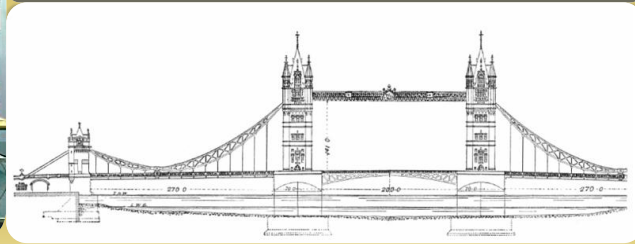
- **mathematische Optimierungsproblemstellungen zu erörtern,**
- **mathematische Modelle zu entwickeln,**
- **innovative Anstöße zu geben, Potentiale aufzuzeigen** und
- **konkrete Problemstellungen,** die mit bisher am Markt erhältlichen Tools nicht oder nicht so schnell und effizient gelöst werden konnten, **softwaretechnisch umzusetzen.**



IHR NUTZEN - ROI



WISSENSCHAFT - WIRTSCHAFT



WIE ARBEITEN WIR?

MPOC

- Zuhören und **Analysieren** (Workshop)- Zielformulierung
- Datenanalyse (Zusammenhänge, Relevanz und Abhängigkeiten von Parametern)
- Evaluierung aktueller wissenschaftlicher mathematischer Abhandlungen zum Themengebiet
- Aufstellen des mathematischen Optimierungsmodells (**Evaluieren**)
- Einarbeitung individueller Unternehmensspezifika in das mathematische Optimierungsmodell
- Auswahl bzw. **Entwicklung** des geeigneten computerunterstützten Algorithmus (Solver)
- **Realisierung** des math. Proof of Concept Projektes (MPOC)
- Simulationen durchführen
- Präsentation Ergebnisse - **ROI**

MODELLIERUNG



WIE ARBEITEN WIR?

SOFTWARE

- Erstellen der Spezifikation
- Erstellen User Interface auf Basis der Business Cases (Spezifikation)
- Softwarearchitektur, Softwareengineering
- Datenbankarchitektur
- Erstellen von Reports
- Software- und Hardwareanforderungen

INTERFACE

- Anbindung von Drittsystemen
- Datenbefüllung
- Datenzurückspielen

MODELLIERUNG



REFERENZENZEN

Eine kleine Auswahl



LEDERUNDSCHUH^{LS}



AUFGABENSTELLUNGEN

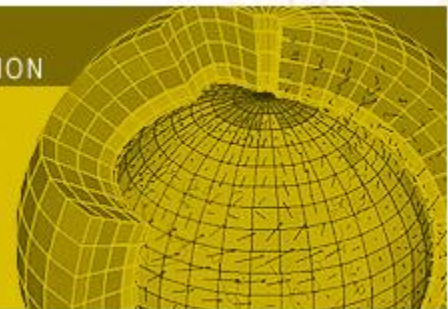
MODELLIERUNG



OPTIMIERUNG



SIMULATION



Aufgabenstellung Produktionsoptimierung



A hybrid heuristic to solve the parallel machines job-shop scheduling problem

Andrea Rossi ^{a,*}, Elena Boschi ^b

^a Department of Mechanical, Nuclear and Production Engineering, Università di Pisa Via Buonarroti, 258, Pisa 56126, Italy

^b Department of Oncology, Transplants and Advanced Technologies in Medicine, Università di Pisa, Via Pisa, 2, Pisa 56124, Italy

ARTICLE INFO

Article history:
Received 1 August 2006
Received in revised form 31 August 2007
Accepted 14 March 2008
Available online 3 June 2008

Keywords:
Hybrid systems
Ant colony optimization
Genetic algorithms
Parallel machines
Statistical analysis

ABSTRACT

This paper presents an advanced software system for solving the flexible manufacturing systems (FMS) scheduling in a job-shop environment with mixing flexibility, where the assignment of operations to identical parallel machines has to be managed, in addition to the traditional sequencing problem. Two of the most promising heuristics from nature for a wide class of combinatorial optimization problems, genetic algorithms (GA) and ant colony optimization (ACO), share data structures and co-evolve in parallel in order to improve the performance of the constituent algorithms. A modular approach is also adopted in order to obtain an easy scalable parallel evolutionary-ant colony framework. The performance of the proposed framework on properly designed benchmark problems is compared with effective GA and ACO approaches taken as algorithm components.

© 2008 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

The job-shop scheduling problem with parallel machines (JSP-PM) represents an important problem encountered in current practice of manufacturing scheduling systems [1,2]. It consists of assigning any operation for each job to a resource of a candidate set of identical parallel machines (assigning subproblem), in addition to the classic JSP where the operations must be arranged on each (assigned) resource in order to minimize the makespan (sequencing subproblem). A candidate set of identical parallel machines is termed a machine type [1], a workcenter [2] or also a flexible manufacturing cell [3]. In opposition to classic job-shops where there is a single resource for each machine type, in flexible manufacturing systems (FMS) a number of parallel machines are available in order to both increase the throughput rate and avoid production stop when machines fail or maintenance occurs [4].

According to the nifty notation of Graham et al. [5], the problem under consideration can be denoted by $F_{||} \text{-} \text{pre}C_{max}$, where the field n denotes a flexible job-shop [6], the field $||$ indicate linear routings, i.e. the occurrence of simple precedence constraints in the job routing and the field y denotes the makespan which is the adopted measure of performance.

The problem is an extension of the classical $J_m|C_{max}$ which is strongly NP-hard [7] and, therefore, unlikely to reach an optimal solution in an acceptable amount of time by a computing strategy. An extensive and rapidly growing series of approaches have been reported in literature, but only approximate or heuristic methods

make a tradeoff between solution quality and effective computing times (see [8,9] for a review). Recently, genetic algorithms (GA) became the state-of-the-art algorithms when computation time is not a concern [10]. More recently, this approach used in combination with tabu search or ant colony optimization (ACO) achieved good results and drastically reduced the CPU time [11,12].

In opposition to JSP, the literature on job-shop scheduling with parallel machines is scarce. As optimization techniques result in exponential computational complexity, until last decade manufacturing systems widely implemented dispatching rules systems [13,14]. In the last few years, effective heuristics have become available and some systems are proposed for the literature subject by means of a genetic algorithm [15], a Lagrangian relaxation [16] and an extension of the shifting bottleneck heuristic [17,18]. The SB procedure decomposes the overall problem into multiple instances of the scheduling problems for single group of parallel machines. More tractable scheduling subproblems solved by dispatching rules are a result of the decomposition approach. Upasari et al. [19] approach the problem by means of a temporal decomposition method. A rolling horizon (RH) framework, which divides the scheduling problem in subproblems which cover decisions for a limited time period into the future, are more effective to implement dynamic scheduling systems [20,21]. More recently an ant colony optimization for $F_{||} \text{-} \text{pre}C_{max}$ is developed where s_p denotes the presence of sequence-dependent setup time [22]. This ACO is quite robust, because it uses a problem representation where assigning and sequencing constraints are deeply integrated. Even though these approaches succeeded in find the best solution in a number of simulated cases, the search efficiency seemed to offer a considerable improvement when evaluated by benchmark problems.

* Corresponding author. Tel.: +39 050 993011; fax: +39 050913040.
E-mail address: a.rossi@ing.unipi.it (A. Rossi).

Optimale Reihenfolge und Taktung der Aufträge – Fertigungseinheiten, aufgeteilt auf mehrere Produktionseinheiten

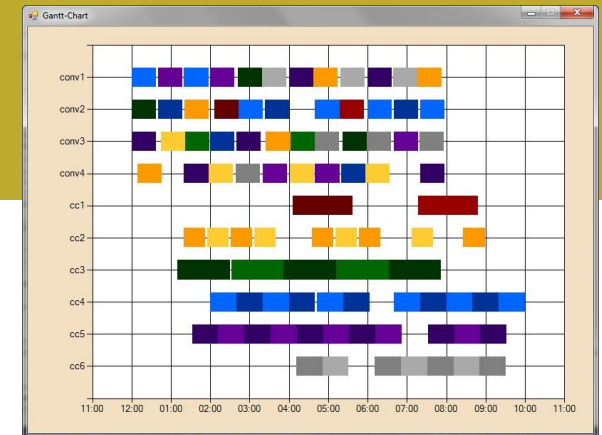
Minimierung der Fertigungskosten

OPTIMIERUNG





Materialflussoptimierung in einem Stahlwerk



Optimization Model for Scheduling Steelmaking-Continuous Casting Production

Dr. Reinhard Kutzelnigg

October 25, 2011

1 The basic production process

The production process is divided into two parts:

- Part 1 - Refining: 4 identical converters with a cycle time of 37 minutes
- Part 2 - Continuous Casting: 6 continuous casting units with different processing times. Each Converter may deliver to each of the Casting Units.

Transportation and intermediate processing between refining and casting is considered only as constant offset time. The exact data including offset time and maximum sequence length is shown in the following table:

	casting time in min	offset time in min	max sequence length
CC1	91	83	8
CC2	33	33	6
CC3	80	33	8
CC4	40	83	6
CC5	40	55	10
CC6	40	55	6

A casting sequence ends, if the stop between two casts exceeds 3 minutes, as the speed of the casting unit can be reduced to compensate a delay of the following cast of up to 3 minutes. After the end of a sequence a setup of 37 minutes (= cycle time of converters) is necessary.

In the first approach a time interval of 8 hours is considered.

2 The central question

Is the production capacity of the four converters sufficient for providing six continuous casting units to obtain a yearly production of at least 6.5 Mt?

Kapazitätsbetrachtungen für ein Stahlwerk Continuous Casting Production

Materialflussoptimierung



OPTIMIERUNG





Optimale Produktionslosgröße



Optimale Produktionslosgröße unter besonderer Berücksichtigung der Rüstzeitenmatrix beim Abfüllprozess unterschiedlicher Produktfamilien



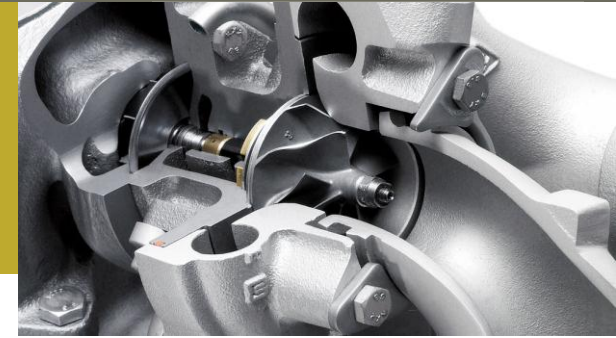
Modellierung Optimale Jahresproduktionsplanung



Modellierung Optimale Jahresproduktionsplanung

*Bestimmung der Ziegelproduktionsmengen,
Lagerorte und Transportkosten – Shut down der
Produktionsanlagen*





Aufgabenstellung CFD Optimierung STAR-CCM+ /TOSCA /OPENFOAM



Adobe Acrobat
Document

INTERNATIONAL JOURNAL FOR NUMERICAL METHODS IN FLUIDS
Vol. 2 Number 4444 Fluids 2008, 18 561-577, DOI: 10.1002/978111811779

A continuous adjoint formulation for the computation of
topological and surface sensitivities of ducted flows

Carsten Ohmer*

Institute of Scientific Computing, Technical University of Braunschweig, Germany

SUMMARY

Topology optimization of fluid dynamic systems is a comparatively young optimal design technique. Its central ingredient is the computation of topological sensitivity maps. While for finite element solvers implementations of such sensitivity maps have been accomplished in the past, the present study focuses on providing this functionality within a professional finite volume CFD solver. Based on a continuous adjoint formulation, we derive the adjoint equations and the boundary conditions for typical cost functions of ducted flows and present first results for two- and three-dimensional geometries. Emphasis is put on the versatility of our approach with respect to changes of the objective function. We further demonstrate that surface sensitivity maps can also be computed with the implemented functionality and establish their connection to topological sensitivities. Copyright © 2008 John Wiley & Sons, Ltd.

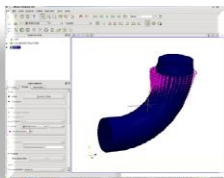
KEY WORDS: Adjoint methods; sensitivities; topology optimization; shape optimization; ducted flows; finite volume solver

1. INTRODUCTION

Fluid dynamic optimal design problems are ubiquitous in the aerospace, automotive and marine industry. The developed methodologies range from heuristic algorithms over gradient-based search to surrogate modeling. In the case of gradient-based optimization, the so-called adjoint method has long been identified as the method of choice for the computation of sensitivities. It allows for computing the complete gradient with the effort of only two solver calls – primal and adjoint – independent of the search space dimension. The success of this method is manifested by the large number of publications on adjoint-based optimization in fluid dynamics ([1]–[5] and references therein) and also in structure mechanics ([6] and references therein).

Whereas those works were focused mostly on shape optimization of external aerodynamics, the present study is dedicated to ducted flows. For this kind of flows, a very powerful optimization method recently emerged: fluid dynamic topology optimization [7]. Here, as opposed to conventional shape optimization, the geometry is not described via a parametrized surface, but with a volume mesh of the entire installation space. An adjoint method is then employed to compute whether a fluid cell

*Correspondence to: c.ohmer@tu-bs.de



Formoptimierung mittels Shape-Optimierung:

Wie schaut ein Bauteil optimal aus unter Berücksichtigung physikalischer, strömungstechnischer Nebenbedingungen (wie z.Bsp. Minimaler Druckverlust und gleichförmige Verteilung einer Ausgangsströmung)?

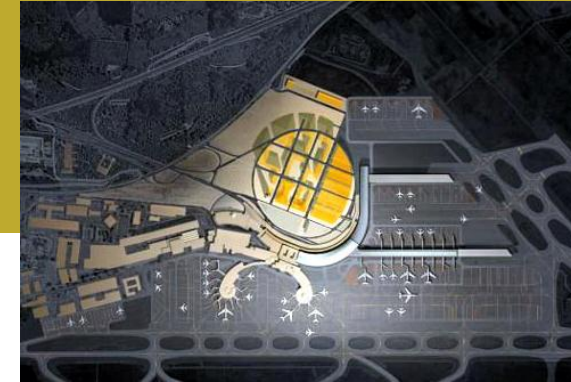
Veränderung / Verschiebung der Geometrie (Oberflächen – Knoten, Adaptierung Volumennetz) so, dass der Totaldruckverlust minimiert und die Geschwindigkeitsverteilung am Austritt gleichmäßig wird .

- Berechnung der Sensitivitäten der Knotenverschiebung hinsichtlich Zielfunktion mit adjungierten Gleichungssystem
- Lösung des adjungierten Systems
- Gitterverschiebung bzw. Neuvernetzung (STAR-CCM+)
- Nebenbedingungen: Bauraum (Grenzflächen)
- Inkompressible, turbulente Strömung
- Optimierungsalgorithmus

OPTIMIERUNG



Aufgabenstellung Airportsimulation



Mathematische Optimierungsansätze am Flughafen VIE

Reinhard Kutzelnigg*

27. Oktober 2010

Kurzfassung

Wir betrachten die Vorgangsweise bei der Planung der Zuweisung von Parkpositionen sowie Flugsteigen sowie die entsprechende praktische Umsetzung. Ziel unserer Untersuchungen ist die Hervorhebung von eventuell auftretenden Problemen in diesem Ablauf sowie Vorschlag und Diskussion von Optimierungsansätzen. Hierfür analysieren wir den Flugplan des Flughafens VIE an Hand von Echtdaten über den Zeitraum einer Woche.

1 Einleitung

Der Flughafen Wien fertigt nach eigenen Angaben derzeit im Monat nahezu 2 Millionen Passagiere¹ ab. Dementsprechend handelt es sich bei der für den Flugbetrieb erforderlichen Planung und Ressourcenzuteilung um einen sehr komplexen Vorgang. Konkret setzen wir den Schwerpunkt unserer Analyse auf die Zuweisung der einzelnen Parkpositionen und Flugsteige. Diese Planung erfolgt unter Verwendung des *Sally* Systems der Firma *Delair*², wobei weiterhin wesentliche Aufgaben manuell ausgeführt werden. Dargestellt wird das Ergebnis schließlich mit Hilfe von Gantt-Diagrammen wie dies beispielsweise in Abbildung 1 veranschaulicht ist. Die einzelnen Balken sind hierbei farblich hinterlegt wodurch unterschiedliche Statusinformation angezeigt wird.

Konkret ist bei der Planung die Zuteilung einer (bzw. mehrerer) Parkposition sowie eines Gates für den Abflug erforderlich. Folgende Punkte sind dabei zu beachten:

- Es ist zwischen Busboarding und Pierboarding zu unterscheiden. Derzeit ist der Typ jedes Gates eindeutig bestimmt, dies ändert sich jedoch mit der Inbetriebnahme des Skylinks.

*math.tec, a Business Unit of Artaker Computersysteme GmbH, Heumühlgasse 11, 1040 Wien, Austria, rkutzelnigg@artaker.at

¹Stand August 2010, Quelle <http://www.viennaairport.com>

²<http://www.delair.de>

Optimale Zuweisung der Flugzeuge zu den Fluggastbrücken bzw. Parkpositionen am VIE

Minimierung der Handlingskosten



Optimale Lagerbewirtschaftung



Optimale Lagerbewirtschaftung

Minimierung der Auslagerungs- und Beladungswege



OPTIMIERUNG



Optimale Sortimentspolitik



CORTI

DOMINICI

HUMANIC

SHOE
4
YOU

STIEFELKÖNIG

Sortimentspolitik Optimierung
hinsichtlich Logistikkosten unter besonderer
Berücksichtigung von Filial zu Filial
Zustellungen

OPTIMIERUNG



Aufgabenstellung Lagerlogistik



Wie schaut eine optimale Zuordnung der Artikel zu den Rüstplätzen aus?

Durch die *optimale* Zuordnung der Artikel zu den Rüstplätzen wird der während einer Kommissionierung zurückgelegte Weg *minimiert*.

Erzielte Effizienzsteigerung

pro Jahr in einem Lager

➤ **17.6%** des zurück gelegten Weges.

Wegoptimale Rüstplatzzuordnung zur Minimierung des Kommissionierweges
 Ralfhard Knaibitz
 Math-Tec, Brunnschlagweg 11, 10419 Wien, Österreich

1. Aufgabenstellung

Das Ziel der Dissertation ist die Erzielung der optimalen Zuordnung der Artikel zu den Rüstplätzen in einem Lager, die die Kommissionierwege minimiert. Die Aufgabenstellung ist in drei Schritten unterteilt: 1. Bestimmung der optimalen Zuordnung der Artikel zu den Rüstplätzen, 2. Bestimmung der optimalen Zuordnung der Artikel zu den Rüstplätzen, 3. Bestimmung der optimalen Zuordnung der Artikel zu den Rüstplätzen.

2. Modellbildung

Das Modell bildet die Zuordnung der Artikel zu den Rüstplätzen ab. Die Artikel sind in Gruppen unterteilt, die auf Basis ihrer Kommissionierhäufigkeit und der Größe der Rüstplätze zugeordnet werden. Die Kommissionierwege werden durch die Distanzen zwischen den Rüstplätzen und den Kommissionierwegen der Kommissionierer bestimmt.

3. Heuristiken

Die Heuristiken sind Algorithmen, die die optimale Zuordnung der Artikel zu den Rüstplätzen finden. Sie basieren auf der Minimierung der Kommissionierwege und der Maximierung der Effizienz. Die Heuristiken sind: 1. Heuristik 1, 2. Heuristik 2, 3. Heuristik 3.

4. MIP-Modell

Das MIP-Modell (Mixed Integer Programming) ist ein mathematisches Modell, das die optimale Zuordnung der Artikel zu den Rüstplätzen findet. Es berücksichtigt die Nebenbedingungen der Kommissionierung und die Zielsetzung der Minimierung der Kommissionierwege.

5. Literaturverzeichnis

Die Literaturverzeichnis enthält die Quellen der verwendeten Daten und Methoden. Es umfasst die Arbeiten von Knaibitz (2011), Knaibitz (2012), Knaibitz (2013), Knaibitz (2014), Knaibitz (2015), Knaibitz (2016), Knaibitz (2017), Knaibitz (2018), Knaibitz (2019), Knaibitz (2020), Knaibitz (2021), Knaibitz (2022), Knaibitz (2023), Knaibitz (2024), Knaibitz (2025).

6. Zusammenfassung

Die Zusammenfassung fasst die Ergebnisse der Dissertation zusammen. Sie zeigt die Erzielung einer Effizienzsteigerung von 17,6% pro Jahr in einem Lager durch die optimale Zuordnung der Artikel zu den Rüstplätzen.

7. Literaturverzeichnis

Die Literaturverzeichnis enthält die Quellen der verwendeten Daten und Methoden. Es umfasst die Arbeiten von Knaibitz (2011), Knaibitz (2012), Knaibitz (2013), Knaibitz (2014), Knaibitz (2015), Knaibitz (2016), Knaibitz (2017), Knaibitz (2018), Knaibitz (2019), Knaibitz (2020), Knaibitz (2021), Knaibitz (2022), Knaibitz (2023), Knaibitz (2024), Knaibitz (2025).

MATH+TEC
 www.math-tec.at



Aufgabenstellung optimaler Sicherheitsbestand



Analyse und Optimierung von Sicherheitsbestand und Nachbestellung bei Henkel

Reinhard Kutzelnigg

25. Juli 2011

Kurzfassung

Wir analysieren Absätze und Dauer von Nachlieferungen ausgewählter Artikel, die auf Lager produziert werden. Ziel ist die Bestimmung des optimalen Bestellmengen, Bestellzeitpunkte und Sicherheitsbestände zur Minimierung der Gesamtkosten.

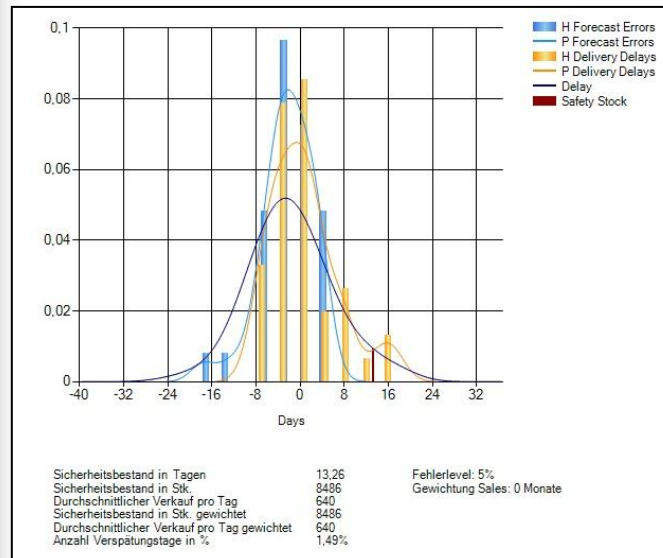
1 Einleitung

Wir betrachten unterschiedliche Produkte aus dem Dispersivwarensortiment, zunächst wurden sechs Artikel für diese erste Analyse ausgewählt. Da die Bestellungen der Abnehmer sehr kurzfristig erfolgen, ist eine auftragsbezogene Produktion nicht möglich. Stattdessen wird auf Lager gefertigt. Weiters ist zu berücksichtigen, dass der Absatz auch in kurzen Zeiträumen stark schwanken kann. Diese Schwankungen sind teilweise durch Aktionsangebote zu erklären. Aus den vorliegenden Daten sind die entsprechenden Mengen und Zusammenhänge nicht ersichtlich.

Die Waren selbst werden in diversen konzerneigenen Fertigungsstätten produziert. Die Produktion erfolgt jedoch im Allgemeinen nicht kontinuierlich, sondern orientiert sich an einem Rahmenplan. Als Konsequenz gibt es für jedes Produkt Bestelltermine, nur zu diesen Zeitpunkten kann geordert werden. Jeder dieser Termine ist mit einem (voranschätzlichen) Lieferdatum verknüpft. Zu beachten ist insbesondere auch dass einerseits Mindestbestellmengen erreicht werden müssen, damit die Fertigung eines Produkts zu einem geplanten Fenster auch tatsächlich erfolgt. Diese Berechnung dieser Mengen erfolgt konzernweit. Andererseits gibt es naturgemäß auch eine Kapazitätsobergrenze für jeden Produktionszeitraum. Die einzelnen Artikel sind nach Klassen unterteilt, woraus erkennbar ist, wie oft die Produktion eingekauft wird. Die entsprechende Häufigkeit schwankt von wöchentlich bis monatlich.

Aus diesen Gründen ist es erforderlich die Produktionsmengen genau abzustimmen, um Bedarfsschwankungen und Lieferverzögerungen abfedern zu können, jedoch ohne die Lager- und Kapitalbindungskosten zu vernachlässigen. Eine Gewichtung der einzelnen Artikel nach Wichtigkeit (wie z.B. Umsatz etc.) ist momentan nicht vorhanden. Ähnliches gilt auch für die Bewertung der Kosten

Optimierung des Sicherheitsbestandes unter Berücksichtigung der Vertriebsprognose und der Produktionszeiten



OPTIMIERUNG



Kommissionierung NEU



Optimierung der Kommissionierung im LEINER Logistikcenter unter besonderer Berücksichtigung abteilungsbezogener Lieferadressen im Möbelhandel



A hybrid heuristic to solve the parallel machines job-shop scheduling problem

Andrea Rossi^{a,*}, Elena Boschi^b

^a Department of Mechanical, Nuclear and Production Engineering, Università di Pisa, Via Saverio Pisano, 23/R, Pisa 56126, Italy
^b Department of Oncology, Transplants and Advanced Techniques in Medicine, Università di Pisa, Via Bonaiuti, 2, Pisa 56124, Italy

ARTICLE INFO

Article history:
 Received 1 August 2006
 Received in revised form 31 August 2007
 Accepted 14 March 2008
 Available online 3 June 2008

Keywords:
 Hybrid systems
 Ant colony optimization
 Genetic algorithms
 Parallel machines
 Statistical analysis

ABSTRACT

This paper presents an advanced software system for solving the flexible manufacturing systems (FMS) scheduling in a job-shop environment with making flexibility, where the assignment of operations to identical parallel machines has to be managed, in addition to the traditional sequencing problem. Two of the most promising heuristics from nature for a wide class of combinatorial optimization problems, genetic algorithms (GA) and ant colony optimization (ACO), share data structures and co-evolve in parallel in order to improve the performance of the constituent algorithms. A modular approach is also adopted in order to obtain an easy-scalable parallel evolutionary-ant colony framework. The performance of the proposed framework on properly designed benchmark problems is compared with effective GA and ACO approaches taken as algorithm components.

© 2008 Elsevier Ltd. All rights reserved.

1. Introduction

The job-shop scheduling problem with parallel machines (JSP-PM) represents an important problem encountered in current practice of manufacturing scheduling systems [1,2]. It consists of assigning any operation for each job to a resource of a candidate set of identical parallel machines (assigning subproblem), in addition to the classic JSP where the operations must be arranged on each (assigned) resource in order to minimize the makespan (sequencing subproblem). A candidate set of identical parallel machines is termed a machine type [1], a workcenter [2] or also a flexible manufacturing cell [3]. In opposition to classic job-shops where there is a single resource for each machine type, in flexible manufacturing systems (FMS) a number of parallel machines are available in order to both increase the throughput rate and avoid production stop when machines fail or maintenance occurs [4].

According to the α/β notation of Graham et al. [5], the problem under consideration can be denoted by $F_{m|p}||C_{max}$, where the field α denotes a flexible job-shop [6], the field β indicate linear routings, i.e. the occurrence of simple precedence constraints in the job routing and the field γ denotes the makespan which is the adopted measure of performance.

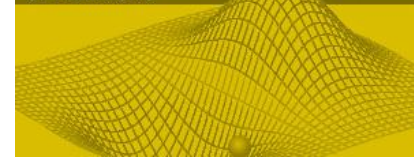
The problem is an extension of the classical $P||C_{max}$ which is strongly NP-hard [7] and, therefore, unlikely to reach an optimal solution in an acceptable amount of time by a computing strategy. An extensive and rapidly growing series of approaches have been reported in literature, but only approximate or heuristic methods

make a tradeoff between solution quality and effective computing times (see [8,9] for a review). Recently, genetic algorithms (GA) became the state-of-the-art algorithms when computation time is not a concern [10]. More recently, this approach used in combination with taboo search or ant colony optimization (ACO) achieved good results and drastically reduced the CPU time [11,12].

In opposition to JSP, the literature on job-shop scheduling with parallel machines is scarce. As optimization techniques result in exponential computational complexity, until last decade manufacturing systems widely implemented dispatching rules systems [13,14]. In the last few years, effective heuristics have become available and some systems are proposed for the literature subject by means of a genetic algorithm [15], a Lagrangian relaxation [16] and an extension of the shifting bottleneck heuristic [17,18]. The SB procedure decomposes the overall problem into multiple instances of the scheduling problems for single group of parallel machines. More tractable scheduling subproblems solved by dispatching rules are a result of the decomposition approach. Utopani et al. [18] approach the problem by means of a temporal decomposition method. A rolling horizon (RH) framework, which divides the scheduling problem in subproblems which cover decisions for a limited time period into the future, are more effective to implement dynamic scheduling systems [20,21]. More recently an ant colony optimization for $F_{m|p}||C_{max}$ is developed where β_{ij} denotes the presence of sequence-dependent setup time [22]. This ACO is quite robust, because it uses a problem representation where assigning and sequencing constraints are deeply integrated. Even though those approaches succeeded in find the best solution in a number of simulated cases, the search efficiency seemed to offer a considerable improvement when evaluated by benchmark problems.

* Corresponding author. Tel.: +39 050 9130111; fax: +39 050 913040.
 E-mail address: a.rossi@ing.unipi.it (A. Rossi).

OPTIMIERUNG



Aufgabenstellung Transportlogistik



Optimale Tourenplanung mit 3D-Verladung und weiteren praxisrelevanten Bedingungen
 Richard Kainbögl
 Math.Tec, Baumgasse 11, 1040 Wien, Österreich

Kurzfassung

3 Beladungsalgorithmen

4 Antikennzeichen-Algorithmen

1 Aufgabenstellung

2 Ergebnisse

3 Clark & Wright Konstruktionsheuristik

Literaturverzeichnis

MATH+TEC
 www.mathtec.at

Minimierung der Logistikkosten

Minimierung der von allen Transporten insgesamt zurückgelegten *Wegstrecke*, jeweils in Kombination mit einer *Maximierung* der *Beladung* unter Berücksichtigung der Beladereihenfolge

Erzielte Effizienzsteigerung pro Woche

- 27% der Kosten.
- Das sind ca. € 3.000 pro Woche.



Microsoft Innovation Award 2010 „ICT for Green“ an Math.Tec – Artaker Computersysteme GmbH

Im Rahmen des Microsoft Innovation Award 2010 wurde auch erstmals der Sonderpreis „ICT for Green“ des Bundesministeriums für Verkehr, Innovation und Technologie überreicht.



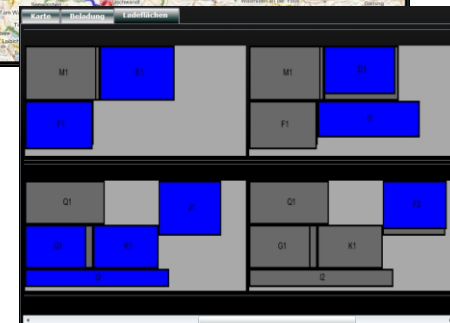
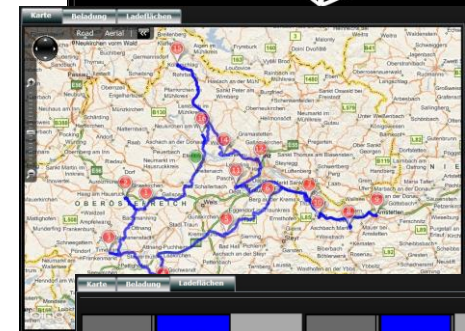
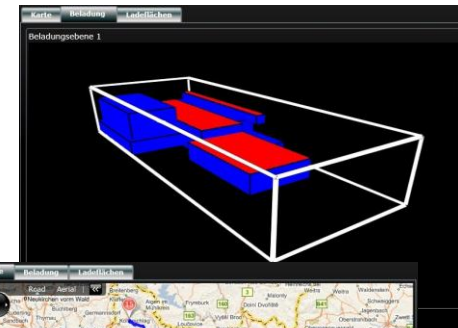
Jean-Phillipe Courtois, President Microsoft International-Petra Jenner, Microsoft Österreich Geschäftsführerin
Dr. Karl Knall, GF Math.Tec GmbH -Mag. Dr. Reschreiter, Kabinettschef **bmvit**

Die Innovation: math.Route

Dabei handelt es sich um eine innovative Kombination aus **Routen- und Beladungsoptimierung** zur **Minimierung der Transportkosten**.

Mittels mathematischen Algorithmen, die dem aktuellen Stand der Wissenschaft entsprechen, entstand eine Lösung, bei der nicht nur Beladungs- und Routenoptimierung, sondern u.a. auch die Integration von Online Kartendiensten, Besonderheiten des firmeneigenen Fuhrparks und auch der zu beliefernden Orte berücksichtigt wurden.

Die **Logistikkosten** und die Umweltbelastung wurden mit dem Projekt **math.Route** um bis zu 30% **signifikant verringert**.



VORTEILE EINER ZUSAMMENARBEIT

- Know How und langjährige praktische Projekterfahrung
 - Partner mit entsprechender Technologie-Erfahrung
 - Partner mit entsprechender Projekt-Erfahrung
 - Partner mit Zukunftssicherheit
- Lokaler Partner (Graz – Wien) – internationale Einsätze
- Software- und Systemhaus
 - Multit-Tier-Development
 - Oracle, Java, Microsoft
- Universitäre wissenschaftliche Zusammenarbeit (Innovationen)

VIELEN DANK!

Karl Knall

Dipl.-Ing. Dr.

Math.Tec GmbH

Geschäftsführung

Heumühlgasse 11/H11, 1040 Wien

+43 1 58 11 630

k.knall@mathtec.at

www.mathtec.at