

„Supply-Web-Koordination mit leistungszeitpunktabhängigen Preisen“

Tim Stockheim

Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre, insb. Wirtschaftsinformatik und Informationsmanagement
Johann Wolfgang Goethe-Universität Frankfurt/Main

EXTENDED ABSTRACT

Zum 3. Workshop im Rahmen des Schwerpunktprogramms "Intelligente Softwareagenten und betriebswirtschaftliche Anwendungsszenarien"

Beitrag zum Workshop „Anwendungsszenarien“

Beschreibung einer Supply Chain der Computerindustrie

Eine Supply Chain kann als ein Netzwerk von Produktions- und Distributionsalternativen definiert werden, welche die Beschaffung von Materialien und Transformationsprozesse dieser in Zwischen- oder fertige Produkte und den Vertrieb dieser fertigen Produkte an die Endkunden durchführt [GaHa95]. Die Beziehungen in diesen Netzwerken sind hochgradig voneinander abhängig. Die Modellbildung für das Supply Chain Management sollte diese Interdependenzen zwischen den einzelnen Entitäten abbilden können. Als ein Beispiel, welches die wachsende Komplexität dieser Beziehungen und damit auch des Optimierungsproblems abbildet, kann die EDV-Branche dienen. Abbildung 1 verdeutlicht einen kurzen Ausschnitt hieraus. Eine umfassendere Darstellung dieser fiktiven Supply Chain findet sich in [GrSt01].

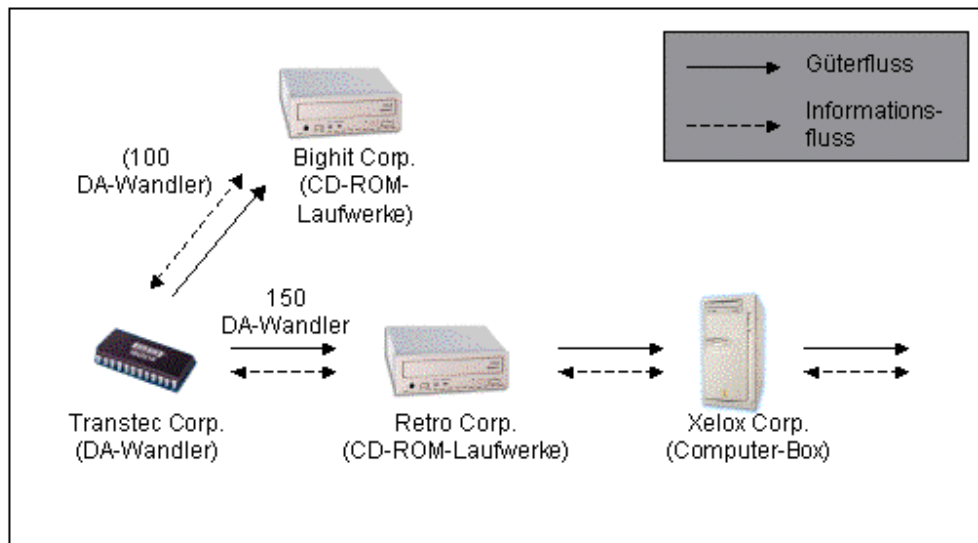


Abbildung 1: Ausschnitt aus einer Supply Chain der EDV-Industrie

Folgende Gründe lassen sich für die Wahl der EDV-Branche als Beispiel aufführen: Zum einen ist der Prozess aufgrund der hohen Modularität sehr *transparent*. Zum anderen führt die starke Verbreitung des Computers zu einer *guten Nachvollziehbarkeit* des Zusammenwirkens und der Zusammenstellung der Komponenten. Aufgrund der relativ geringen Substituierbarkeit der einzelnen Produkte ergeben sich *klare Strukturen der Lieferketten*, innerhalb welcher feste *Rahmenverträge* zwischen den einzelnen Entitäten der Supply Chain bestehen. Ein weiteres Merkmal, welches dem später vorgestellten Design unseres Modells entgegenkommt, sind die *geringen Schwankungen der Durchlaufzeiten*, die bei der Produktion bestimmter Bauteile auftreten können. In den folgenden Abschnitten werden die Prämissen noch einmal expliziert und Parallelen zu anderen Projekten gezogen.

Stand der Forschung

Bekannte Ansätze für die Lösung ähnlicher Probleme sind in den Bereichen Auction-theory, Bargaining-theory und Equilibrium-theory zu finden, wobei für viele Scheduling-Probleme keine Gleichgewichtspreise existieren und damit auch nicht zu errechnen sind [WaWe98]. Eine interessante Alternative zu Bargaining Prozessen, also der kompletten Dezentralisierung des Koordinationsprozesses, bieten kombinatorische Auktionen. Die Komplexität wird hier auf den Auktionator verlagert, welcher dann über hinreichende Ressourcen verfügen muss, um die meist NP-vollständigen Probleme in kurzer Zeit zu lösen. Ein Problem tritt auf, wenn die Zahlungsbereitschaften der Agenten voneinander abhängig sind, also

Agent A erst seine Zahlungsbereitschaft ermitteln kann, wenn Agent B das Ergebnis der Auktion kennt, an der beide Agenten teilnehmen [WaWe00].

Einen dem hier vorgestellten Ansatz ähnlichen Weg gehen Swaminathan, Smith und Sadeh [SwSm97], welche eine Supply Chain aus der Lebensmittelindustrie modellieren. Der von ihnen entworfene Framework bewegt sich auf einem höheren Level als die meisten herkömmlichen Simulationssprachen. Hauptaugenmerk des implementierten Beispiels liegt auf der Reduktion der Lagerbestände.

Parallelen zu dem hier angeführten Problem weist auch das von Brauer und Weiss [BrWe98] bearbeitete Problem des Multi-machine Scheduling auf. Der Ansatz entspricht weitgehend einer lernenden prioritätsregelbasierten Planung.

Anforderungen

In Anlehnung an von Walsh, Wellman und Wurman [WaWe98] formulierte Anforderungen an den von ihnen gewählten Ansatz, welcher das im Supply Chain Management auftretende Scheduling mittels kombinatorischer Auktionen adressiert, seien folgende Anforderungen an ein Verfahren zur dezentralen Optimierung der Supply-Chain gestellt:

- Agenten sollten effiziente Entscheidungen treffen können, ohne über die Kenntnis privater bzw. lokaler Informationen anderer Agenten verfügen zu müssen.
- Die Methode sollte minimalen Overhead erfordern.
- Die Methodik sollte in absehbarer Zeit, mit absehbaren Ressourcen zu einem Ergebnis führen.
- Die Lösungen sollten der Pareto-Optimalität genügen. D. h., kein Agent kann besser gestellt werden, ohne dass sich ein anderer Agent verschlechtert.
- Eine Anpassung der Lösung an minimale Veränderungen sollte mit vertretbarem Aufwand erfolgen können.

Bei Bedarf können die hier formulierten Anforderungen auch noch verschärft werden.

Annahmen

Die folgenden vereinfachenden Annahmen wurden eingeführt:

1. betriebsmittelbezogene Prämissen
 - keine Anpassungen der Arbeitsintensität
 - keine Ausfallzeiten
 - jeder Fertigungsauftrag beansprucht jedes Betriebsmittel höchstens einmal
2. auftragsbezogene Prämissen
 - gegebener Auftragsbestand

- bekannte, zyklonfreie, nicht notwendigerweise identische Maschinenfolgen
 - keine Unterbrechung der Bearbeitung
 - keine Prioritäten oder Liefertermine
 - keine überlappende Fertigung
3. sonstige Prämissen
- reihenfolgeunabhängige Rüstzeiten

Damit kann die Umwelt des Agenten wie folgt eingeordnet werden. Der Zustand, in welchem sich die anderen Agenten und damit die Umwelt des Agenten für ihn nicht zugänglich, nicht deterministisch, nicht zyklisch, dynamisch und diskret [Wool00].

Modell

Die Optimierung der Abläufe erfolgt in unserem Modell in mehreren Phasen. Abbildung 2 verdeutlicht die einzelnen Schritte, welche das Verhalten des Agenten determinieren.

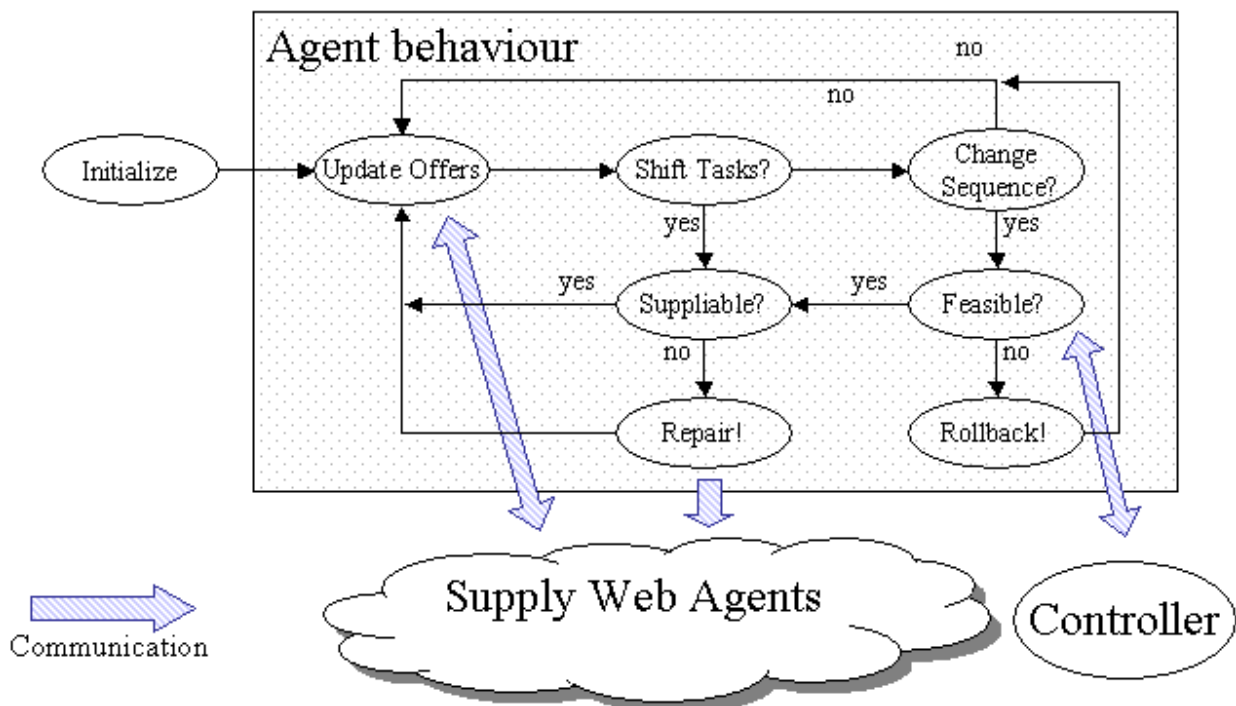


Abbildung 2: Schematisierung des Agentenverhaltens

Zunächst werden die einzelnen Agenten initialisiert. Dafür wird ein simpler (nicht optimierter) Bearbeitungsplan erstellt und die entsprechenden zeitpunktbezogenen Preise ausgetauscht. Diese Preisfunktionen werden dann ein Bestandteil des Wissens der einzelnen Agenten über ihre Umwelt.

Im ersten Schritt versucht der Agent die ihm bekannten Angebotspreise seiner Zulieferer bzw. die Nachfragepreise der nachgelagerten Entitäten der Supply Chain zu aktualisieren. Dies erfolgt im Prototyp durch Aufruf der entsprechenden Methoden, wird aber im Rahmen einer Agentenumgebung dann durch ein geeignetes Protokoll stattfinden.

Basierend auf den entsprechenden Preisdifferenzen, welche aus verschiedenen An- und Auslieferungszeitpunkten resultieren, versucht der Agent nun den Bearbeitungszeitpunkt eines einzelnen Arbeitsschrittes zu optimieren. Diese Operation wird im Schema mit *Shift-Task* bezeichnet. Vermutet der Agent ein Optimierungspotential, wird er versuchen, einen neuen Vertrag mit dem Abnehmer der Leistung bzw. dem Zulieferer zu schließen. Dieser prüft, ob aus der Annahme des Vertrags Verschiebungen von weiteren Lieferzeitpunkten resultieren (*Suppliable*). Falls dem so ist, müssen diese verhandelt und damit repariert werden (*Repair*).

Kommt es zu keiner Verschiebung von Auftragsbearbeitungszeiten, so wird geprüft, ob es Aufträge gibt, welche in ihrer Bearbeitungsreihenfolge ausgetauscht werden können (*Change Sequence*). Auf die damit verbundenen Probleme soll hier nicht weiter eingegangen werden. Auf diesen Schritt wurde bereits im letzten Beitrag [StGr00] eingegangen.

Die Häufigkeit und Reihenfolge der einzelnen Schritte wird mit Hilfe des Simulationstools optimiert. Als Benchmarks werden zunächst bekannte Job-Shop-Scheduling-Probleme herangezogen, bei welchen sehr gute Lösungen bzw. Optima bereits bekannt sind.

Ausblick

Die hier getroffenen vereinfachenden Annahmen reduzieren das Problem vorerst auf ein Job-Shop-Scheduling-Problem. Damit gehört es zur Klasse der NP-vollständigen Optimierungsprobleme. Der Fokus dieses Modells liegt ausschließlich auf der Verringerung der Durchlaufzeit. In einem nächsten Schritt werden die Restriktionen, entsprechend den dann gewählten Szenarien, geändert. Die Erarbeitung eines detaillierteren Beispielszenarios findet im Rahmen einer Diplomarbeit bei DaimlerChrysler in Berlin statt. Wir hoffen in Hameln einen Prototyp und erste Simulationsergebnisse zeigen zu können.

Literatur

- [BrWe98] Weiss, G.: Multi-Machine Scheduling: A Multi-Agent Learning Approach, Proceedings of the 3rd International Conference on Multi-Agent Systems, 1998
- [GaHa99] Ganeshan, R.; Harrison, T. P.: An Introduction to Supply Chain Management. Penn State University. [Http://silmaril.smeal.psu.edu/misc/supply_chain_intro.html](http://silmaril.smeal.psu.edu/misc/supply_chain_intro.html), 1995-05-22, Abruf am 1999-07-13.
- [GrSt01] Grolik, S.; Stockheim, T.; Wendt, O.; Albayrak, S.; Fricke, S.: Dispositive Supply-Web-Koordination durch Multiagentensysteme, In WIRTSCHAFTSINFORMATIK, April 2001
- [StGr00] Stockheim, T.; Grolik, S.; Wendt, O.: Dezentralisierung lokaler Suchverfahren für Job-Shop-Scheduling-Probleme, Tagungsband zum zweiten Kolloquium des "SPP Agenten", 2000
- [SwSm97] Swaminathan, J. M.; Smith, S. F.; Sadeh, N. M.: Modeling Supply Chain Dynamics: A Multiagent Approach, Decision Sciences, 1998
- [WaWe00] Walsh, W. E.; Wellman M. P.; Ygge, F.: Combinatorial Auctions for Supply Chain Formation, ACM Conference on Electronic Commerce, 2000
- [WaWe98] Walsh, W. E.; Wellman M. P.; Wurman, P. R.; MacKie-Mason, J. K.: Auction Protocols for Decentralized Scheduling, Games and Economic Behavior, 1998
- [Wool00] Wooldridge, M.: Intelligent Agents, In: Multiagent Systems, 2000