

Software-Agenten in Distributionsnetzen – Transaktionskostensenkungspotenziale vertikaler Informationsteilung

Zusammenfassung der Dissertation von Ingo Pippow

EINSATZSZENARIEN FÜR SOFTWARE-AGENTEN

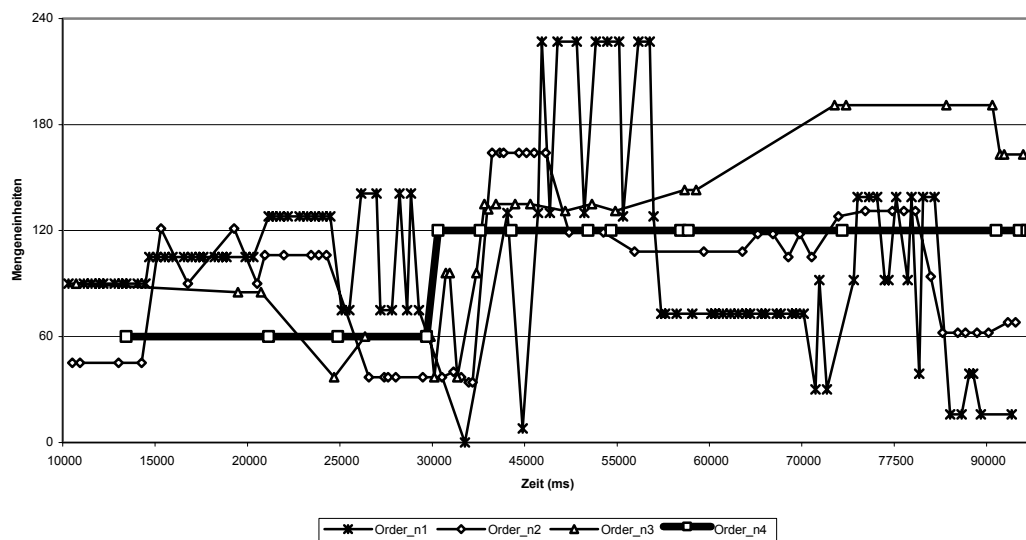
Menschliche Entscheidungsprozesse sind manchmal automatisierbar, so dass auch Software-Agenten diese Prozesse wahrnehmen können. So können Agenten in der Informationsflut des Internet navigieren, Verhandlungspartner finden, mit mehreren Gegenübern auf verschiedenen elektronischen Märkten gleichzeitig und parallel miteinander verhandeln, dabei von ihrem menschlichen Besitzer kodierte komplexe Bietstrategien einsetzen und schließlich selbständig Kaufverträge abschließen. Agenten bergen somit das Potenzial, durch die Unterstützung von Mobilität („**mobile commerce**“), Allgegenwärtigkeit („**ubiquitous computing**“) und „ruhigem“ Handeln im Hintergrund („**silent commerce**“) Transaktionskosten zu senken. Anwendungsgebiete derartiger Agenten rangieren von Finanztransaktionen über Strombörsen bis hin zum Supply Chain Management, wenn jeweils Software-Agenten komplexe Steuerungsaufgaben übernehmen.

Eine zentrale Frage beim Einsatz von Software-Agenten ist die der Kontrolle der Agenten: Soll ein Akteur Agenten innerhalb der eigenen Organisation einsetzen oder soll es zulässig sein, dass jeder Akteur in einem gemeinsamen Markt durch Agenten in einem freien „Multi-Agenten-System“ (MAS) repräsentiert wird? Während der geschlossene betriebsinterne Einsatz durchaus erfolgreich bereits erprobt wird, so stellt doch der Ansatz der Öffnung des Systems die konsequenterere Ausnutzung der Transaktionskostensenkungspotenziale der Agententechnologie dar, wengleich mit Kontrollverlust für den Einzelnen verbunden. Dementsprechend ist zu erwarten, dass die Frage der **Kontrolle von Agenten** ähnlich kontrovers diskutiert werden wird wie es für die **Kontrolle von Informationen** bei komplexen Transaktionen stets der Fall ist.

Die Arbeit widmet sich über weite Strecken den Folgen eines „freien“ Einsatzes von Software-Agenten. Basierend auf der Transaktionskostentheorie wird argumentiert, dass in den meisten Fällen eine gewisse Effizienzverbesserung zu erwarten ist, die jedoch durch **Preisdispersion** (dauerhaft differierende Preise für gleiche Güter auf Märkten) und **Preiszyklen** gebremst wird. Dieses fundamentale Problem kann – unabhängig vom spezifischen betriebswirtschaftlichen Anwendungsgebiet (!) – etwa aufgrund von Marktmacht oder bei spezifischen Verhandlungsalgorithmen entstehen, wenn insbesondere durch bilaterale Verhandlungen Informationsasymmetrien und damit Marktineffizienzen entstehen. In Folge beider Effekte kann dauerhafte Preisdispersion resultieren.

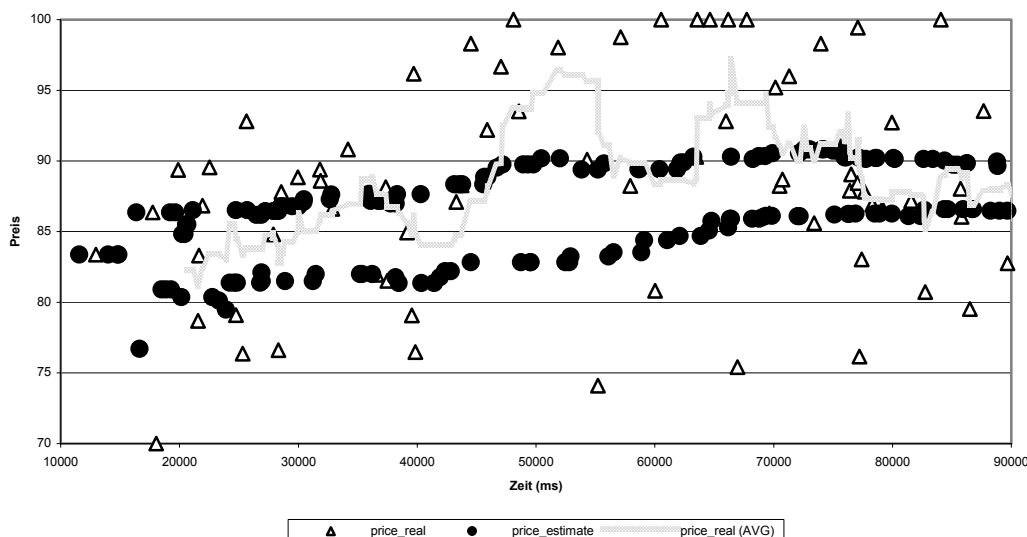
SOFTWARE-AGENTEN BEI KOMPLEXEN TRANSAKTIONEN

Eine spezielle Herausforderung, die sich bei der Abwicklung komplexer Transaktionen ergibt, besteht im Phänomen von Schwankungsverstärkungen ursächlich geringer Preis- und Mengenvariationen, je mehr Akteure mit lokal begrenzten Informationen und Entscheidungen in einem Markt interagieren.



Diese Ineffizienzen können ebenfalls auftreten, wenn Agenten eingesetzt werden. Um dies zu zeigen, wird in der Arbeit sehr ausführlich aus den theoretischen Überlegungen heraus eine Simulationsumgebung für Agenten entwickelt. Basierend auf diesem MAS wurden verschiedene Experimente zur Lösung des Problems von Schwankungsverstärkungen durchgeführt. Abb. 1 zeigt zunächst, wie sich ursprünglich geringe Mengenschwankungen (hier: von 60 auf 120) in einem MAS über mehrere Stufen ($N=4, \dots, 1$) hinweg aufbauschen und sich auch im Zeitablauf nicht „einpendeln“ können. Ursache dieses Problems ist, dass die Agenten lokale und globale Schwankungen nicht differenzieren können. Es kommt zu lokalen Engpässen und **gleichzeitig** zu Überkapazitäten an anderen Stellen. Die Preisdispersion verstärkt den Effekt, da variierende Preise weitere Mengenschwankungen nach sich ziehen. Dies zeigt Abb. 2, in der sowohl erheblich variierenden Transaktionspreise zutage treten (aufgrund aggressiver Verhandlungsführung von Akteuren mit Marktmacht)

als auch die Informationsasymmetrie: Aufgrund lokal restriktiv gehaltener Informationen haben zwei „Unternehmen“ völlig unterschiedliche (und falsche!) Vorstellungen („price_estimate“) vom tatsächlichen Marktpreis („price_AVG“):



Um dieses Problem, das im Zusammenhang der Distribution auch als Peitscheneffekt bezeichnet wird, zu lösen, werden in der Praxis meist Informationssysteme eingeführt, die Informationen zentral verfügbar machen und damit Informationsasymmetrien reduzieren. Der Einsatz von Software-Agenten erfolgt dann meist als zusätzliche Optimierung vor allem der Prognosefähigkeit. Agenten werden dann betriebsintern eingesetzt, um aus Mengendaten möglichst optimale Prognosen bzw. Prognosealgorithmen zu entwickeln und zu lernen. Im Gegensatz zu diesem Ansatz der Künstlichen Intelligenz besteht allerdings auch – zumindest potenziell – die Möglichkeit, dass Agenten betriebsübergreifend Prozesse steuern. Bei diesem Ansatz müssen einzelne Agenten in der Lage sein, auf möglichst breiter Informationsbasis Entscheidungen zu fällen. Prognosealgorithmen spielen dann zwar auch eine Rolle, aber zuvor müssen zunächst Informationsbasis und Entscheidungskompetenzen gesichert werden. Hierzu ist die Entwicklung einer Art „Informationssystem“ erforderlich, mit dem Agenten überhaupt Preis- und Mengeninformatoren austauschen können. Dies wurde in der Arbeit realisiert.

Sofern eine Informationsteilung implementiert und von Agenten genutzt wird, können Preis- und Mengenschwankungen deutlich reduziert werden. Dies wird in der Arbeit ausführlich gezeigt: Es verbleibt lediglich eine gewisse (aber stabile) Varianz infolge lokaler Schwankungen. Weitere Auswertungen zeigen, dass auch die Markteinschätzungen der Agenten durch vertikale Informationsteilung in hohem Maße synchronisiert werden können. Zusätzlich kann gezeigt werden, dass die Vorteile vertikaler Informationsteilung die (globalen) Nachteile von Preisdispersion bei individuellen, bilateralen Verhandlungen überwiegen. Das bedeutet, dass beispielsweise hinsichtlich der durch Software-Agenten wahrgenommenen Preispolitik durchaus Handlungsfreiheit in einem Multi-Agenten-System zugelassen werden kann und somit gegenwärtige Restriktionen in offenen Märkten ggf. aufgehoben werden können.

ÜBERTRAGBARKEIT DER ERGEBNISSE

Die Arbeit zeigt zunächst auf, dass (und wie) die Beherrschbarkeit von Preis- und Mengenschwankungen modelliert werden kann. Als Besonderheit der Simulationsumgebung kann, basierend auf einer sorgfältigen Definition von Kommunikationsschnittstellen zwischen den einzelnen Agenten, das Verhalten von Agenten mit der Setzung relativ weniger Parameter gesteuert werden, so dass Komplexität reduziert werden kann. Grundsätzlich können mit der Simulationsumgebung beliebige, aus der Theorie abgeleitete Verhaltensannahmen bzgl. der Akteure an Finanzmärkten kodiert und experimentell analysiert werden. Die etwaige Übertragung der Ergebnisse in die Realität (d.h. die Unterstützung von realen Systemen durch Software-Agenten) hängt letztlich davon ab, ob die im Rahmen der Simulation getroffenen Annahmen hinsichtlich der Kommunikationsinfrastruktur von Agenten insofern zutreffend sind, als dass eine derartige Kommunikationsinfrastruktur als tatsächliche Implementierung auf einem entsprechenden Informationssystem aufbauen kann. Mit der gewählten Software ist dies – prinzipiell – möglich.

Ausblickend verspricht die Kombination von Agenten- und Mobilitätstechnologie erhebliche Kosteneinsparungen und Effizienzverbesserungen in zahlreichen betriebswirtschaftlichen Anwendungen. Dies ergibt sich aus einer Kombination mehrerer Effekte. Die Verwendung allgegenwärtiger Technologie ermöglicht eine immer exaktere und zeitnähere Abbildung der realen und virtuellen Welt, so dass die Informationstransparenz erhöht wird. Zweitens führt die „Intelligenz“ von mit Agenten und Hardware ausgestatteten (realen) Gütern dazu, dass diese sich selbst überwachen können. Fehler-situationen müssen daher nicht mehr von einem Planungssystem (fehlerbehaftet) prognostiziert werden, sondern können pro-aktiv von Systemkomponenten erkannt, gemeldet und ggf. per lokaler Verhandlung über Alternativen gelöst werden. Verhandlungsprozesse können dezentral und somit ggf. robuster als bei zentralisierter Optimierung ablaufen. Drittens ermöglicht die ad-hoc Kooperation lokaler Rechner ohne vorinstallierte Infrastrukturen völlig neue Anwendungen wie z.B. „intelligente“ Produkte, die ihre Produkteigenschaften pro-aktiv kommunizieren und dann entsprechend den Präferenzen eines Käuferagenten lokal gebündelt werden. Die vielfältigen denkbaren Szenarien zeigen auf, dass Agententechnologie potenziell erhebliche Transaktionskostensenkungspotenziale birgt, die in naher Zukunft realisierbar sind.