
Eine Web-Service basierte Architektur für ein Multi-Agenten System zur dezentralen Multi-Projekt Planung

Jörg Homberger, Raphael Vullriede, Jörn Horstmann, René Lanzl, Stephan Kistler, and Thomas Göttlich

Fachhochschule Kaiserslautern, Pirmasens, Germany
`joerg.homberger@fh-kl.de`

Summary. Es wird die Architektur eines entwickelten Multi-Agenten Systems (MAS) zur dezentralen Lösung des Decentral Resource Constrained Multi Projekt Scheduling Problem (DRCMPSP) vorgestellt. Die Systemarchitektur basiert auf Web-Services, welche die einfache Integration und somit auch Evaluation alternativer Koordinationsmechanismen von Agenten ermöglichen. Bei dem System handelt es sich um eine internetbasierte Anwendung, deren Funktionalität über einen Internetbrowser zur Verfügung gestellt wird (<http://www.agentcopp.de>). Auf diese Weise kann das MAS auch zukünftig von Systementwicklern und Wissenschaftlern in den von ihnen gewählten IT-Umgebungen benutzt und mit anderen Systemen unter identischen IT-Rahmenbedingungen verglichen werden. Ferner werden 80 Benchmarkprobleme und Lösungen für das DRCMPSP präsentiert. Mit dem Beitrag wird das Ziel verfolgt, das Benchmarking von Systemen für das DRCMPSP transparenter zu gestalten.

1 Problembeschreibung und Zielsetzung

Dem folgenden Beitrag liegt das Decentral Resource Constrained Multi-Projekt Scheduling Problem (DRCMPSP) zugrunde (vgl. [1], [2]). Dieses besteht darin, gleichzeitig mehrere eigenständige (Einzel-)Projekte dezentral zu planen (zur Planung von Multi-Projekten vgl. auch [3]). Hierbei wird jedes einzelne Projekt in Anlehnung an das Resource Constrained Projekt Scheduling Problem (RCPSp) modelliert (vgl. [4]). Bei der Multi-Projekt Planung wird für jedes Projekt zusätzlich eine frühest mögliche Startperiode vorgegeben. Zur Durchführung der Projekte steht eine Menge erneuerbarer Ressourcen zur Verfügung, die von den Projekten geteilt werden. Für jede Ressource und jede Periode des Planungszeitraumes ist eine begrenzte Kapazität gegeben, so dass die Projekte um die knappen Ressourcenkapazitäten konkurrieren und eine Allokation der Ressourcenkapazitäten vorzunehmen ist.

Für jedes Projekt besteht das dezentrale Ziel, den Makespan zu minimieren. Insofern liegt ein multikriterielles Optimierungsproblem vor. Zur Berechnung einer pareto-optimalen Lösung wird ein Lexikographisches MinMax-Fairness-Problem formuliert [5]. Das heisst, eine Multi-Projekt Lösung ist um so fairer, je kleiner der grösste (zweitgrösste etc.) Makespan ist.

In der Literatur werden zur dezentralen Ressourcenallokation MAS empfohlen (vgl. [6], [7], [8])). Bei einem MAS wird die Allokation von Ressourcen durch autonom operierende und miteinander kooperierende Softwareagenten gelöst. Die Kooperation wird dabei über verschiedene Koordinationsmechanismen, z.B. elektronische Verhandlungen und Auktionen, geregelt (vgl. [9]). Für das hier zugrunde gelegte DRCMPSP existieren derzeit nur zwei MAS in der Literatur (vgl. [1] und [2]). Ein Performancevergleich der beiden MAS bzw. ein Vergleich der beiden Systeme mit neu entwickelten Systemen fällt aus folgenden Gründen schwer: Zum einen hängt das Laufzeitverhalten eines MAS massgeblich von der zugrundeliegenden IT-Umgebung, wie z.B. Rechner und Rechnernetze, ab. Zum anderen wurden die MAS von [1] und [2] auf unterschiedlichen, jeweils von den Autoren entwickelten Instanzen, getestet. Die Instanzen sind nicht veröffentlicht und stehen daher für zukünftige Benchmarkstudien nicht zur Verfügung. Darüberhinaus sind die von den Autoren verwendeten Instanzen als klein zu bezeichnen. So generierten [1] Multi-Projekt Instanzen mit lediglich bis zu 9 Projekten und jeweils bis zu 15 Aktivitäten. Die von [2] erzeugten Instanzen bestehen lediglich aus bis zu 5 Projekten mit bis zu 18 Aktivitäten.

Um zukünftig aussagekräftige Benchmarkstudien von MAS für das DRCMPSP zu ermöglichen, wird nachfolgend ein MAS für das DRCMPSP vorgestellt, dessen Funktionalität jedem Systembenutzer über einen Internetbrowser zur Verfügung gestellt wird (<http://www.agentcopp.de>). Da es sich um eine internetbasierte Anwendung handelt, kann das System von jedem Benutzer in der von ihm gewählten IT-Umgebung ausgeführt werden. Damit kann das Systemverhalten des vorgestellten MAS und das Verhalten anderer Systeme in der gleichen IT-Umgebung unmittelbar miteinander verglichen werden. Es werden 80 Benchmarkinstanzen für das DRCMPSP generiert und gelöst. Hierbei werden insbesondere auch grosse Multi-Projekt Instanzen mit bis zu 20 Projekten und mit jeweils bis zu 120 Aktivitäten erzeugt.

2 Benchmarksystem

2.1 Dezentraler Planungsansatz

Das entwickelte MAS besteht aus mehreren, miteinander kooperierenden Softwareagenten. In Analogie zu [2] wird jedes Einzelprojekt durch einen vom Benutzer zugewiesenen Agenten gelöst, d.h. vom Agenten wird ein zulässiger Schedule berechnet. Jeder Agent ist für die dezentrale und autonome Planung genau eines Einzelprojektes zuständig. Hierzu verfügt jeder Agent über