



Doctoral Thesis

Knowledge-based modeling of cooperative processes

Author(s):

Schwärzler, Gerhard

Publication Date:

1992

Permanent Link:

<https://doi.org/10.3929/ethz-a-000669678> →

Rights / License:

[In Copyright - Non-Commercial Use Permitted](#) →

This page was generated automatically upon download from the [ETH Zurich Research Collection](#). For more information please consult the [Terms of use](#).

Knowledge-Based Modeling of Cooperative Processes

A dissertation submitted to the
SWISS FEDERAL INSTITUTE OF TECHNOLOGY
ZURICH

for the degree of
Doctor of Technical Sciences

presented by
GERHARD SCHWÄRZLER
dipl. Inf.-Ing.
born October 7, 1963
citizen of Austria

accepted on the recommendation of
Prof. Dr. E. Engeler, examiner
Prof. Dr. G. Gonnet, co-examiner

Abstract

Starting point of the present thesis is Engeler's proposal of a "New Discipline of Modeling." His notion "**process**" covers entities, such as objects and individuals, agents manipulating entities, as well as higher-level concepts, such as laws of interaction and cooperation of processes. Individual processes are modeled by **knowledge-bases** comprising the known properties of entities, processes, laws etc. Depending on the conceptual level of a process, the corresponding knowledge-base contains plain facts, rules comparable to clauses in logic programming, or higher-level rules, such as rules about how rules of cooperating processes are related. This "cumulative" formation of rules to an arbitrary level has its mathematical counterpart in a **graph algebra**, an instance of a combinatory algebra which is well known in the theory of computation.

The focus of this thesis is the implementation of a modeling workbench based on Engeler's approach. We introduce the language of **cumulative logic programs** for the specification of processes. Engeler's original algorithm for approximating consistent solutions of equations in a graph algebra is applied in a modified version, which takes the practical aspects of an implementation into consideration.

The requirement of a highly interactive user-interface and the dedicated data-structures needed to represent cumulative logic programs, necessitated an implementation from scratch. The experiences gained with experiments in existing symbolic computing environments are summed up in the design of the extensible interactive computing environment "**Kalkulus**" and its implementation in Oberon. As a contribution to symbolic computing system architectures, Kalkulus plays an important role in this thesis.

Keywords. knowledge-based systems, expert systems, model-based reasoning, qualitative modeling, qualitative physics, logic programming, symbolic computation, computer algebra, object-oriented programming.

Kurzfassung

Engelers “New Discipline of Modeling” bildet den Ausgangspunkt der vorliegenden Arbeit. Sein Begriff eines “**Prozesses**” ist die Verallgemeinerung von Begriffen wie: *Objekt* und *Individuum*, *Manipulation* und *Transformation*, sowie *Gesetzmäßigkeit* und *Zusammenwirken*. Jeder Prozeß dieser Art wird mittels einer **Wissensbank** modelliert, die formale Beschreibungen seiner bekannten Eigenschaften enthält. Diese Beschreibung geschieht in Form von Fakten, Regeln ähnlich den Klauseln der Logikprogrammierung, oder Regeln höherer Stufe, wie zum Beispiel Regeln über das Zusammenwirken von Prozessen, abhängig von der konzeptionellen Stufe eines Prozesses. Die entstehende Hierarchie von “kumulativen” Regeln findet ihr mathematisches Pendant in der Graph Algebra, die als kombinatorische Algebra in der Theoretischen Informatik wohl bekannt ist.

Im Zentrum dieser Arbeit steht die Verwirklichung einer Modellierungs-Werkbank mit einem Computerprogramm, basierend auf Engelers Ansatz. Wir führen die Sprache der “**kumulativen Logikprogramme**” zur Spezifikation von Prozessen ein. Engelers Algorithmus zur Approximation konsistenter Lösungen von Gleichungssystemen in der Graph Algebra wird den Gegebenheiten der Implementation angepaßt.

Der Wunsch nach einer hochinteraktiven Benutzerschnittstelle und die speziellen Datenstrukturen, die zur Darstellung von kumulativen Logikprogrammen notwendig sind, erforderten eine weitgehende Implementation aller “symbolischer” Komponenten. Die Erfahrungen, die mit Experimenten in herkömmlichen Umgebungen für symbolisches Rechnen gesammelt wurden, fanden ihren Ausdruck im Entwurf der

erweiterbaren Umgebung für interaktives Rechnen, "Kalkulus", und deren Implementation in Oberon. Als Beitrag zur Erforschung von Architekturen von Computeralgebra-Systemen, nimmt Kalkulus eine besondere Stellung in dieser Arbeit ein.

Stichworte. Wissensbasierte Systeme, Expertensysteme, Qualitative Modellierung, Qualitative Physik, Logikprogrammierung, Symbolisches Rechnen, Computeralgebra, objektorientierte Programmierung.