

DISS. ETH Nr. 8776

**Konsistenzwerkzeuge  
für PROLOG–Wissensbasen**

ABHANDLUNG

zur Erlangung des Titels  
Doktor der Technischen Wissenschaften  
der  
EIDGENÖSSISCHEN TECHNISCHEN HOCHSCHULE ZÜRICH

vorgelegt von  
MARTIN ESTER  
Dipl. Inform. Universität Dortmund  
geboren am 5. November 1958  
aus der Bundesrepublik Deutschland

angenommen auf Antrag von  
Prof. Dr. C. A. Zehnder, Referent  
Prof. Dr. H.-J. Appelrath, Korreferent

1989

## Zusammenfassung

Mit Hilfe von wissensbasierten Systemen lassen sich Probleme in Anwendungsgebieten lösen, in denen keine Algorithmen bekannt sind und wo unvollständiges, empirisches Wissen zur Problemlösung benötigt wird. Viele wissensbasierte Systeme werden in der Programmiersprache PROLOG realisiert, und wir werden uns in dieser Arbeit auf solche Systeme beschränken. Ein zentrales Problem bei der Entwicklung wissensbasierter Systeme ist der Erwerb von Wissen. Beim Wissenserwerb sollte der Benutzer u. a. dadurch unterstützt werden, dass "falsche" Eingaben erkannt und geeignet behandelt werden. Die Sprache PROLOG selbst und viele PROLOG-Programmierungsumgebungen liefern jedoch keine solchen Konzepte.

Ziel dieser Arbeit ist es, Werkzeuge zu entwickeln, mit deren Hilfe Konsistenzbedingungen für PROLOG-Wissensbasen formuliert und überprüft werden können. Die Werkzeuge sollen Anforderungen in Bezug auf Ausdrucksmächtigkeit, Verständlichkeit und Flexibilität erfüllen. Wir stellen drei Sprachen vor, mit denen jeweils eine Klasse von Konsistenzbedingungen für PROLOG-Wissensbasen repräsentiert werden kann: das Rollenkonzept für typ-inhärente Konsistenzbedingungen, Trigger für typ-externe Konsistenzbedingungen und das Wissensmodell PKM zur anwendungsnahen Beschreibung.

Wir beginnen mit einer Definition grundlegender Begriffe und der Festlegung von Anforderungen an die Konsistenzwerkzeuge. Die Anforderungen werden aus der Literatur sowie aus Erfahrungen in den Anwendungen KOFIS (wissensbasiertes Büroinformationssystem) und PROTOS (Produktionsplanungssystem) hergeleitet. Die wesentlichen Kriterien sind Ausdrucksmächtigkeit, Verständlichkeit und Flexibilität.

Das Rollenkonzept stellt ein Typkonzept für PROLOG dar. Um dessen Flexibilität zu erhöhen, erweitern wir es um die Möglichkeit, bei Inkonsistenzen geeignete Anpassungen durchzuführen. Für diese Konzepte werden im Rahmen des Projekts KOFIS Werkzeuge realisiert.

Das Triggerkonzept dient zur Formulierung von Konsistenzbedingungen, die sich nicht mit Hilfe des Typkonzepts ausdrücken lassen. Im Vergleich zu Datenbanken kommen in PROLOG-Wissensbasen neue Konsistenzprobleme hinzu, weshalb die Formulierung von Konsistenzbedingungen für implizite Fakten und Regeln gesondert diskutiert werden muss. Für die Trigger werden im Projekt KOFIS zwei Werkzeuge realisiert.

Das Wissensmodell PKM unterstützt die anwendungsnaher Beschreibung und Manipulation von PROLOG-Wissensbasen. Es wird in den Projekten KOFIS und PROTOS zum Entwurf der Wissensbasis eingesetzt und aufgrund der dort gemachten Erfahrungen beurteilt.

## Abstract

By knowledge based systems problems can be solved in application areas where no algorithms are known and incomplete, empirical knowledge is required for problem solving. Knowledge based systems contain both the data and the knowledge when and how to use the data in order to solve a given problem. A lot of knowledge based systems are implemented with the programming language PROLOG and this thesis will refer to such systems. Knowledge acquisition is one of the main problems in developing a knowledge based system. The system should support the user in knowledge acquisition by detection and correction of "wrong" input. PROLOG itself and a lot of PROLOG programming environments, however, do not provide such concepts.

The goal of this thesis is to develop tools for expressing and checking consistency constraints for PROLOG knowledge bases. The tools must fit requirements of expressivity, understandability and flexibility. We propose three different concepts each to treat one class of consistency constraints for PROLOG knowledge bases: the concept of roles for type-inherent constraints, triggers for type-external constraints and the knowledge model PKM for modelling knowledge bases in a way close to the application world.

We start defining the basic terms and discussing the requirements for the consistency tools. The requirements result both from literature and from experiences in the applications KOFIS (knowledge based office information system) and PROTOS (production planning system). The main criteria are expressivity, understandability and flexibility.

The concept of roles offers a type concept for PROLOG knowledge bases. To improve its flexibility we extend this concept by the mechanism of adjustments which can be executed in the case of inconsistent updates. In KOFIS prototypes of tools are implemented for both of these concepts.

A trigger concept is proposed for expressing consistency constraints which cannot be captured by the type concept. Compared with databases new consistency problems arise by the existence of rules. Therefore consistency constraints for rules and implicit facts need special treatment. Two prototypical tools are implemented in KOFIS.

The knowledge model PKM allows the description and manipulation of PROLOG knowledge bases in a way close to the application world. PKM is used in the projects KOFIS and PROTOS for designing the knowledge bases and is evaluated according to the experiences made in these applications.