Einführung in die logische Programmierung mit PROLOG

BELLI, F., Einführung in die logische Programmierung mit PROLOG, 2 ed., vol. 630 of Hochschultaschenbücher. BI Wissenschaftsverlag, Mannheim, etc., 1989.

von

Prof. Dr. Fevzi Belli

Hochschule Bremerhaven

2., überarbeitete und erweiterte Auflage

B·I·

Wissenschaftsverlag

Mannheim/Wien/Zürich

Inhaltsverzeichnis

Vorwort 5
Verwendete Notation und Konventionen 12

1. Einleitung 17
1.1 Logik als Programmiersprache 19
1.2 Techniken der Interaktion bei Mensch-/ Maschine-Systemen der EDV 21
1.3 Wissensbasierte Systeme (Expertensysteme) . 23
1.4 "Unkonventionelle" Programmiersprachen . . 27
1.5 Übungsaufgabe 28

2. Die ersten Schritte in PROLOG 29
2.1 Geschichte von PROLOG 29
2.2 Bestandteile eines PROLOG-Programms . . . 30
2.2.1 Ein typisches PROLOG-Programm besteht aus:. 32
2.2.2 Typischer Mensch-/Maschine-Dialog bei PROLOG-Programmen 33
2.3 Fakten 34
2.3.1 Darstellung der Fakten in PROLOG 34
2.3.2 Beispiele für Fakten 35
2.4 Abfragen an die Wissensbasis 37
2.5 Variablen 38
2.6 Konjunktionen bei Abfragen 40
2.7 Instanzieren, undo und backtracking 42
2.8 Regeln 44
2.8.1 Darstellung der Regeln in PROLOG 45
2.8.2 Beispiele für Regeln 46
2.9 Übungsaufgaben 49

3. Logische Grundlagen 51
3.1 Prädikatenlogik 52
3.2 Prädikatenlogik erster Ordnung 55
3.3 Ableitbarkeit der Aussage 57
3.4 Entscheidung der Ableitbarkeit 59
3.5 Horn-Klauseln und PROLOG 60
3.6 Resolventen-Prinzip 63
3.7 Übungsaufgaben 68

4. Syntax von PROLOG 74
4.1 Terme 76
4.1.1 Konstante 76
4.1.1.1 Atome 76
4.1.1.2 Integer (ganze Zahlen) 78
4.1.2 Variablen 78
4.1.3 Strukturen 79
4.1.4 Listen 80
4.2 Arithmetik 80
4.2.1 Vergleichsoperationen 81
4.2.2 Arithmetische Operationen 83

4.3	Andere, maschinenabhängige Operationen . .	85
4.4	Übungsaufgabe	85
5.	Verschiedene Datenstrukturen in PROLOG und ihre Verwendung	87
5.1	Bäume	87
5.2	Listen	89
5.2.1	Listenkomponenten	89
5.2.2	Trennung des Erst-Elementes von der Rest-Liste	94
5.2.3	Das eingebaute Prädikat "|" (Listen-Separator)	95
5.3	Rekursivität und Listenverarbeitung	98
5.4	Übungsaufgabe	100
6.	Kontrollmechanismen in PROLOG	101
6.1	CUT ("Schnitt"): Manipulation des "backtracking"	103
6.2	Funktionsweise des CUT	108
6.3	CUT bei Alternativ-Regeln	110
6.4	Darstellung des Kontrollflusses in PROLOG-Programmen	111
6.4.1	Beweis-Baum (Und-Oder-Baum)	112
6.4.2	Vierport-Modell ("Box"-Modell)	115
6.5	Konjunktionen und mehrere Alternativ-Regeln	118
6.6	Verwendungsmöglichkeiten von CUT	119
6.6.1	Bestätigung der Auswahl richtiger Regel . .	121
6.6.2	Ersetzung von CUT durch Negation	122
6.6.3	Erfüllung einer negativen Abbruch-Bedingung	123
6.6.4	Die Wirkung des "fail" am Vierport-Modell .	125
6.6.5	Terminierung des "Generiere-und-Teste-" Vorgangs	126
6.7	Übungsaufgabe	127
7.	Ein-/Ausgabe bei PROLOG-Programmen	128
7.1	Kommunikation mit dem System im Abfrage-Modus	128
7.2	Ein-/Ausgabe durch eingebaute Prädikate . .	130
7.2.1	Eingabe	130
7.2.2	Ausgabe	131
7.3	Ausgabe-Formatierung	132
8.	Definition von Operatoren zur Syntax-Erweiterung	134
8.1	Übungsaufgabe	137
9.	Eingebaute (Standard-)Prädikate in Prolog .	138
9.1	Consult	138
9.2	Erzwungenes Gelingen und Mißlingen von Beweisen ("true", "fail")	140

9.3 Bilden zusammengesetzter Klauseln 141
9.3.1 Konjunktion (",") 141
9.3.2 Disjunktion (";") 142
9.3.3 Negation ("not") 142
9.3.4 Aufruf eines Prädikats ("call") 144
9.4 Feststellung der Ausprägung von Term-Elementen (Term-Sortierung) 145
9.4.1 Feststellung der Instanzierung von Variablen ("var", "nonvar") 145
9.4.2 Feststellung von Konstanten ("atom", "integer", "atomic") 147
9.5 Sonstige Standard-Operatoren 148
9.6 Übungsaufgabe 149

10. Klauseln, Datenstrukturen und Listen im Zusammenhang 150
10.1 Ausgabe von Klauseln ("listing") 151
10.2 Umwandlung Klauseln-Datenstrukturen-Listen ("=..", Univ) 153
10.3 Zusammenspiel Univ-Call 155
10.4 Manipulation an Listen 156
10.5 Übungsaufgabe 158

11. Listenoperationen 159
11.1 Letzt-Element einer Liste 159
11.2 Nächst-Element in einer Liste 160
11.3 Listen-Konkatenation 161
11.4 Umkehrung einer Liste 162
11.5 Löschen der ersten Erscheinung eines Elementes in einer Liste 163
11.6 Löschen aller Erscheinungen eines Elementes in einer Liste 164
11.7 Substitution eines Elements in einer Liste 164
11.8 Teilliste 165
11.9 Übungsaufgaben 166

12. Mengenoperationen 168
12.1 Teilmenge 168
12.2 Durchschnitt 169
12.3 Vereinigung 170
12.4 Übungsaufgabe 170

13. Einige elementare Algorithmen 171
13.1 Die Türme von Hanoi 171
13.2 Verschiedene Sortier-Algorithmen 175
13.2.1 Slowsort 175
13.2.2 Sortieren durch Einfügen 177
13.2.3 Bubblesort 183
13.2.4 Quicksort 186
13.3 Ergebnisse 191
13.4 Übungsaufgaben 192

14. Erstellung von PROLOG-Programmen 193
14.1 Software-Engineering für logische Programmierung? 194
14.2 Erstellung eines Mini-"wissensbasierten" Systems zur Beratung bei der Zusammenladung gefährlicher Güter für den Warentransport 201
14.2.1 Verbale Kurzdarstellung des "Fachwissens" 201
14.2.2 Häufige Fragen an den Experten als geplante "Beratung" 203
14.2.3 Lösungsansatz 206
14.2.4 Umsetzen des Wissens in die Wissensbasis: Fakten und Regeln 207
14.2.5 Umsetzen der Benutzerfragen in die Wissensbasis: Wissensverwaltungsebene 212
14.2.6 Dialog-Gestaltung 214
14.2.7 Programm-Listing 218
14.2.8 Grenzen und Schwächen der Lösung 227
14.2.9 Versuch der Identifizierung der Komponenten wissensbasierter Systeme am Beispiel . . . 228
14.3 Fehlerquellen und -verfolgung bei PROLOG . 230
14.4 Übungsaufgabe 233

15. Schlußbemerkungen: Rückblick und Ausblick . 235
15.1 Andere Syntax-Notationen von PROLOG 235
15.2 Stärken und Schwächen von PROLOG 237
15.3 Erweiterung von PROLOG zur Effizienz-Steigerung 239
15.4 Logische Programmierung und andere Programmier-Paradigmen 242
15.5 Übungsaufgaben 250

Anhang
I. Syntax-Diagramme von PROLOG 252
II. Literaturhinweise 262
Stichwortregister 276
Abkürzungsverzeichnis 282
Bezugsquellen für PROLOG-Übersetzer 283
Lösungen der Übungsaufgaben 285