

OBSAH

PŘEDMLUVA	ix
1 FORMÁLNÍ REPREZENTACE ZNALOSTÍ	1
1.1 ZNALOSTI A JEJICH REPREZENTACE	1
1.1.1 Data, informace, znalosti	1
1.1.2 Světy a jejich modely	1
1.1.3 Znalosti procedurální a deklarativní	2
1.1.4 Pojmy a jejich jazyková reprezentace	2
1.1.5 Modelování usuzování pomocí formálního jazyka	4
1.1.6 Formální logika jako prostředek reprezentace znalostí	5
1.1.7 Formalizace - cesta k automatizaci	5
1.2 FORMÁLNÍ JAZYK	6
1.2.1 Syntax formálního jazyka	6
1.2.2 Denotační sémantika formálního jazyka	6
1.2.3 Jazyk a metajazyk	7
2 REPREZENTACE ZNALOSTÍ VÝROKOVOU LOGIKOU	9
2.1. JAZYK L VÝROKOVÉ LOGIKY A JEHO EXPRESIVITA	9
2.1.1 Výrok a jeho pravdivost	9
2.1.2 Gramatika jazyka L výrokové logiky	10
2.1.3 Konstrukce výrokové formule	12
2.1.4 Stromová reprezentace a míry složitosti formule	13
2.1.5 Spočenost množiny výrokových formulí	16
2.2 SÉMANTIKA JAZYKA L VÝROKOVÉ LOGIKY	17
2.2.1 Interpretace jazyka L výrokové logiky	17
2.2.2 Valuace výrokových proměnných a interpretace formulí	17
2.2.3 Interpretace formulí Booleovými funkcemi	19
2.3 SPLŇOVÁNÍ A MODELÝ FORMULÍ	19
2.3.1 Tabulková metoda sémantické analýzy výrokové formule	19
2.3.2 Splnitelné formule, tautologie a kontradikce	20
2.3.3 Modely formulí	21
2.3.4 Dualita formulí	21
2.3.5 Substituce	22
2.4 NORMÁLNÍ FORMY VÝROKOVÝCH FORMULÍ	23
2.4.1 Ekvivalence formulí	23
2.4.2 Funkčně úplné množiny výrokových spojek	24
2.4.3 Disjunktivní normální formy výrokových formulí	26
2.4.4 Konjunktivní normální formy výrokových formulí	28
2.5 ROZHODOVÁNÍ SPLNITELNOSTI VÝROKOVÝCH FORMULÍ	30
2.5.1 Rozhodovací algoritmy	32
2.5.2 Rozhodování sémantickými stromy	32
2.5.3 Quineův rozhodovací algoritmus	35
2.5.4 Nepřímé důkazy logické platnosti implikací	37

2.5.5	Rozhodování tablovou a rezoluční metodou	37
2.6	LOGICKÉ DŮSLEDKY VÝROKOVÝCH FORMULÍ	38
2.6.1	Logický důsledek daných předpokladů	39
2.6.2	Teorie a její axiomy z hlediska sémantiky	39
3	FORMÁLNÍ DŮKAZY VE VÝROKOVÉ LOGICE	45
3.1	VLASTNOSTI FORMÁLNÍCH DŮKAZŮ	45
3.1.1	Jazyk, speciální axiomy a odvozovací pravidla	45
3.1.2	Sémantická korektnost a úplnost důkazové metody	46
3.1.3	Přímé a nepřímé důkazy logických důsledků	46
3.2	REZOLUČNÍ FORMÁLNÍ DŮKAZY VE VÝROKOVÉ LOGICE	46
3.2.1	Jazyk LC rezolučního formálního systému	46
3.2.2	Rezoluční odvozovací pravidlo	47
3.2.3	Rezoluční strom a rezoluční důkaz	49
3.2.4	Sémantická korektnost a úplnost rezolučního důkazu	51
3.2.5	Nepřímé formální důkazy rezolučním popřením	53
3.2.6	Přímé generování vět teorie	54
3.3	REZOLUCE A NEKONEČNÉ MNOŽINY KLAUZULÍ	56
3.4	TABLOVÉ FORMÁLNÍ DŮKAZY VE VÝROKOVÉ LOGICE	57
3.4.1	Jazyk tablových důkazů ve výrokové logice	58
3.4.2	Sémantická korektnost a úplnost nepřímých tablových důkazů	62
3.4.3	Logické důsledky a sémantické tablo ve výrokové logice	67
4	AXIOMATICKÉ SYSTÉMY VÝROKOVÉ LOGIKY	69
4.1	OBECNÉ VLASTNOSTI AXIOMATICKÝCH SYSTÉMŮ	69
4.1.1	Od sémantiky k formálnímu generování vět	69
4.1.2	Prostředky odvozování a dokazování	69
4.1.3	Jazyk axiomatického systému	71
4.1.4	Axiomy a odvozovací pravidla	71
4.1.5	Požadavek sémantické korektnosti a úplnosti systému	74
4.1.6	Formální důkazy platnosti metajazykových schémat	75
4.2	GENTZENOVSKÝ AXIOMATICKÝ SYSTÉM G	75
4.2.1	Sémantická tabla duálních formulí	75
4.2.2	Jazyk, axiomy a odvozovací pravidla systému G	77
4.2.3	Formální dedukce v systému G	79
4.2.4	Sémantická korektnost a úplnost systému G	83
4.3	KLAUZULÁRNÍ AXIOMATICKÝ SYSTÉM C	85
4.3.1	Axiomatický systém C ve vztahu k systému G	85
4.3.2	Jazyk, axiomy a odvozovací pravidla systému C	85
4.3.3	Sémantická korektnost a úplnost systému C	87
4.4	HILBERTOVSKÝ AXIOMATICKÝ SYSTÉM H	87
4.4.1	Jazyk, axiomy a odvozovací pravidla hilbertovského systému H	87
4.4.2	Důkazy vět v hilbertovském systému H	89
4.4.3	Sémantická korektnost a úplnost systému H	97
4.5	BEZESPORNOST V AXIOMATICKÝCH SYSTÉMECH VÝROKOVÉ LOGIKY	98
5	REPREZENTACE ZNALOSTÍ PREDIKÁTOVOU LOGIKOU	101
5.1	JAZYK L1 PREDIKÁTOVÉ LOGIKY A JEHO EXPRESIVITA	101
5.1.1	Syntax jazyka L1 predikátové logiky	104
5.1.2	Termy a jejich konstrukce	106

5.1.3	Formule jazyka L1 a její konstrukce	106
5.1.4	Formační strom a složitost predikátové formule	108
5.1.5	Proměnné a kvantifikátory	112
5.2	SÉMANTIKA JAZYKA L1	115
5.2.1	Interpretace jazyka L1	115
5.2.2	Struktura a pravidla interpretace jazyka L1	116
5.2.3	Použití funkcí a predikátu rovnosti	123
5.2.4	Formule s kvantifikátory a jejich interpretace	124
5.3	KLAUZULÁRNÍ FORMA FORMULE JAZYKA L1	127
5.3.1	Některé platné vztahy formulí s kvantifikátory	127
5.3.2	Převod formule do prenexní normální formy	128
5.3.3	Klauzulární forma formule, skolemizace	131
6	SPLNITELNOST A LOGICKÝ DŮSLEDEK	137
6.1	SPLNITELNOST A PLATNOST PREDIKÁTOVÝCH FORMULÍ	137
6.1.1	Tabulková metoda sémantické analýzy formulí s kvantifikátory	142
6.2	MODELY A LOGICKÉ DŮSLEDKY	144
7	FORMÁLNÍ DŮKAZY V PREDIKÁTOVÉ LOGICE	147
7.1	REZOLUČNÍ FORMÁLNÍ DŮKAZY PREDIKÁTOVÝCH FORMULÍ	147
7.1.1	Unifikace	147
7.1.2	Množina neshod	148
7.1.3	Unifikační algoritmus	150
7.1.4	Příklady predikátových rezolučních důkazů	152
7.2	TABLOVÉ FORMÁLNÍ DŮKAZY V PREDIKÁTOVÉ LOGICE	153
7.2.1	Jazyk tablových důkazů v predikátové logice	153
7.2.2	Sémantické tablo formulí s vázanými proměnnými	154
7.2.3	Formální definice sémantického tabla	155
7.2.4	Sémantická korektnost a úplnost predikátového tablového důkazu	158
7.2.5	Příklady predikátových tablových důkazů	161
7.2.6	Sémantické tablo a logický důsledek	164
7.2.7	Vytváření teorií	167
7.2.8	Nekonečné generování sémantického tabla	168
8	ROZHODNUTELNOST V PREDIKÁTOVÉ LOGICE	171
8.1	ČÁSTEČNÁ ROZHODNUTELNOST	171
8.2	HERBRANDOVA ROZHODOVACÍ PROCEDURA	171
8.2.1	Herbrandova struktura a model	172
8.2.2	Herbrandova věta	176
8.2.3	Analýza pomocí sémantického stromu	178
8.2.4	Nekonečné modely v predikátové logice	179
8.2.5	Herbrandova procedura a logický důsledek	180
9	AXIOMATICKÉ SYSTÉMY PREDIKÁTOVÉ LOGIKY	185
9.1	GENTZENOVSKÝ AXIOMATICKÝ SYSTÉM G1	185
9.1.1	Jazyk, axiomy a odvozovací pravidla systému G1	185
9.1.2	Gentzenovské důkazy v systému G1	186
9.1.3	Sémantická korektnost a úplnost systému G1	191
9.2	HILBERTOVSKÝ AXIOMATICKÝ SYSTÉM H1	193
9.2.1	Jazyk, axiomy a odvozovací pravidla systému H1	193
9.2.2	Další pomocná odvozovací pravidla	195

9.2.3	Důkaz zpětným postupem (backward chaining)	198
9.2.4	Sémantická korektnost a úplnost systému H1	200
9.3	BEZSPORNOST V AXIOMATICKÝCH SYSTÉMECH PREDIKÁTOVÉ LOGIKY	201
10	REPREZENTACE ZNALOSTÍ KLAUZULÁRNÍ LOGIKOU	203
10.1	PREDIKÁTOVÁ A KLAUZULÁRNÍ LOGIKA	203
10.2	SYNTAX JAZYKA L1C KLAUZULÁRNÍ LOGIKY	204
10.2.1	Gramatika jazyka L1C klauzulární logiky	204
10.2.2	Univerzální klauzule	206
10.2.3	Substituce termů za proměnné	207
10.2.4	Existenční kvantifikace v klauzulární logice	209
10.3	VÝZNAM PRVKŮ JAZYKA L1C KLAUZULÁRNÍ LOGIKY	210
10.3.1	Struktura přiřazená jazyku L1C klauzulární logiky	210
10.3.2	Ohodnocení proměnných a vyhodnocení termů	211
10.3.3	Interpretace atomů	213
10.3.4	Interpretace klauzulí	215
10.4	EXPRESIVITA SPECIÁLNÍCH TYPŮ KLAUZULÍ	215
10.4.1	Klauzule bez antecedentu nebo konsekventu	215
10.4.2	Reprezentace negativních tvrzení	217
10.4.3	Konjunkce a disjunkce atomů v klauzulí	220
10.5	ZNALOSTNÍ BÁZE KLAUZULÁRNÍ LOGIKY A JEJÍ MODELY	222
10.5.1	Reprezentace znalostí znalostní bázi	222
10.5.2	Fakta a prvky interpretujících relací	223
10.5.3	Předpoklad "uzavřeného světa"	223
10.5.4	Fakta a pravidla ve znalostní bázi	224
10.6	INTERPRETACE ZNALOSTNÍ BÁZE	225
10.6.1	Zamýšlená interpretace a aplikovatelné struktury	225
10.6.2	Příklady interpretace báze znalostí	226
10.7	MODELY A LOGICKÉ DŮSLEDKY BÁZE ZNALOSTÍ	228
10.7.1	Splnitelnost klauzule v dané struktuře	228
10.7.2	Model znalostní báze, logický důsledek	229
10.7.3	Logická platnost klauzule	233
10.7.4	Logické zákony s predikátem rovnosti	234
10.8	AXIOMATICKÝ SYSTÉM C1 KLAUZULÁRNÍ LOGIKY	236
10.8.1	Axiomy v klauzulárním axiomatickém systému C1	236
10.8.2	Odvozovací pravidla v klauzulární logice	237
10.8.3	Použití dalších logických zákonů a odvozovacích pravidel	239
10.8.4	Odvozování ze znalostní báze	240
10.8.5	Rezoluce v klauzulární logice	241
10.9	PŘÍMÉ A NEPŘÍMÉ KLAUZULÁRNÍ ODVOZOVÁNÍ	244
10.9.1	Přímé a nepřímé odvozování z bázevých klauzulí	244
10.9.2	Popření klauzule s proměnnými a existenčními konstantami	247
10.9.3	Řešení logických hádanek přímým postupem	250
A	DODATEK	259
A.1	USPOŘÁDÁNÍ	259
A.2	STROM	260
LITERATURA	263	
REJSTŘÍK	267	