

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие	.	.	.	10
Введение	.	.	.	12
ЧАСТЬ I. ДОСТОВЕРНЫЙ ВЫВОД	.	.	.	21
ГЛАВА 1. Автоматическое доказательство теорем	.	.	.	21
1.1. Нормальные и стандартные формы	.	.	.	22
1.2. Логические следствия	.	.	.	29
1.3. Процедура вывода Эрбрана	.	.	.	30
1.4. Принцип резолюции	.	.	.	33
1.5. Линейная резолюция	.	.	.	38
1.6. Вывод в языке ПРОЛОГ	.	.	.	43
1.6.1. SLD – резолюция	.	.	.	43
1.6.2. Стратегии поиска в языке ПРОЛОГ	.	.	.	47
1.6.3. Предположение о замкнутости мира	.	.	.	49
1.6.4. Синтаксис и семантика языка ПРОЛОГ	.	.	.	50
1.6.5. Реализация на языке ПРОЛОГ моделей представления знаний и механизмов вывода на них	.	.	.	56
1.6.5.1. Реализация продукционного вывода	.	.	.	56
1.6.5.1.1. Реализация алгоритмов планирования	.	.	.	56
1.6.5.1.2. Применение языка ПРОЛОГ для решения головоломок	.	.	.	58
1.6.5.2. Реализация вывода на семантических сетях	.	.	.	62
1.6.5.3. Реализация вывода на фреймовых структурах	.	.	.	64
ГЛАВА 2. Вывод на графе связей	.	.	.	66
2.1. Последовательная процедура доказательства методом графа связей	.	.	.	66
2.2. Стратегии поиска в графе связей	.	.	.	70
2.3. Достоинства процедуры вывода на графе связей	.	.	.	72
2.4. Параллельный вывод на графе связей	.	.	.	73
2.4.1. Метод OR - параллельной резолюции	.	.	.	73
2.4.2. DCDP – параллельный вывод	.	.	.	74
2.4.3. AND – параллельная резолюция	.	.	.	77
2.5. Модификация процедур параллельного вывода	.	.	.	79
2.5.1. Принципы создания эвристической функции	.	.	.	79
2.5.2. Эвристическая функция H1	.	.	.	81
2.5.2.1. Вычисление эвристической оценки дизъюнкта	.	.	.	81
2.5.2.2. Вычисление эвристической оценки унификатора	.	.	.	81
2.5.2.3. Вычисление эвристической оценки предикатной литеры	.	.	.	82
2.5.2.4. Выбор коэффициентов	.	.	.	82
2.5.3. Применение эвристической функции H1 при решении задачи «Стироллер»	.	.	.	82
2.6. Сравнение эффективности	.	.	.	85
2.7. Система параллельного вывода PIS (Parallel Inference System) на графе	.	.	.	

связей	.	.	. 89
2.7.1. Автоматический выбор параллельных методов вывода	.	.	. 89
2.7.2. Математический препроцессор	.	.	. 90
2.7.3. Методы ускорения и анализ результатов для задачи о N ферзях	.	.	. 92
2.7.4. Полученные результаты	.	.	. 94
ГЛАВА 3. Вывод на графе дизъюнктов	.	.	. 95
3.1 Типы параллелизма в дедуктивном выводе	.	.	. 95
3.2. Последовательный алгоритм вывода на раскрашенных графах дизъюнктов	.	.	. 97
3.3. Параллелизм в дедуктивном выводе на C – графах	.	.	. 101
3.4. Сравнение эффективности процедур дедуктивного вывода	.	.	. 109
ГЛАВА 4. Вывод на аналитических таблицах	.	.	. 112
4.1. Метод аналитических таблиц для логики высказываний	.	.	. 112
4.2. Метод аналитических таблиц для логики предикатов первого порядка	.	.	. 117
4.3. Метод аналитических таблиц в логическом программировании	.	.	. 126
4.3.1. Реализация метода аналитических таблиц для логики высказываний на языке ПРОЛОГ	.	.	. 126
4.3.2. Реализация метода аналитических таблиц для логики предикатов 1-го порядка	.	.	. 130
4.3.2.1. Алгоритм унификации	.	.	. 130
4.3.2.2. Аналитические таблицы со свободными переменными	.	.	. 133
4.3.2.3. Реализация алгоритма унификации на языке ПРОЛОГ	.	.	. 138
4.3.2.4. Реализация метода аналитических таблиц для логики предикатов 1-го порядка на языке ПРОЛОГ	.	.	. 140
ГЛАВА 5. Вывод на иерархических структурах	.	.	. 149
5.1. Многоуровневая упорядоченно-сортная алгебра	.	.	. 149
5.1.1. Необходимость разработки механизмов вывода на иерархических структурах	.	.	. 149
5.1.2. Введение в многоуровневую алгебру	.	.	. 150
5.1.3. Моделирование подтипов и наследования	.	.	. 151
5.1.4. Описание параметрического полиморфизма аппаратом двухуровневой алгебры	.	.	. 152
5.2. Многоуровневая логика как язык представления знаний в интеллектуальных системах	.	.	. 155
5.2.1. Способы задания иерархических структур в многоуровневой логике	.	.	. 155
5.2.2. Синтаксис многоуровневой логики	.	.	. 160
5.2.3. Описание двух видов иерархической абстракции и иерархической структуры множеством правильно построенных формул многоуровневой логики	.	.	. 161
5.2.4. Логический вывод в многоуровневой логике	.	.	. 165
5.2.4.1. Алгоритм сколемизации	.	.	. 165
5.2.4.2. Алгоритм унификации	.	.	. 167
5.2.4.3. Особенности использования линейной входной резолюции в многоуровневой логике	.	.	. 169

5.2.4.4. Иерархическая абстракция и продукционная модель	. . .	174
5.3. Система моделирования проблемной области КМ (Knowledge Model)	. . .	175
5.3.1. Назначение и структура системы КМ	. . .	175
5.3.2. Концептуальный язык описания сложноструктурированной проблемной области	. . .	180
5.3.3. Реализация системы КМ	. . .	181
ЧАСТЬ II. АРГУМЕНТАЦИЯ И АБДУКЦИЯ	. . .	184
ГЛАВА 6. Данные и знание в интеллектуальных системах	. . .	184
6.1. Характерные особенности знания	. . .	184
6.2. Знание как обоснованное истинное убеждение	. . .	191
6.3. НЕ – факторы знания	. . .	196
6.4. Зачем нужны нетрадиционные логики?	. . .	202
ГЛАВА 7. Монотонные классические модальные логики	. . .	207
7.1. Исчисление предикатов первого порядка как основа построения модальной логики	. . .	207
7.2. Вспомогательная логика как основа перехода к модальному исчислению высказываний	. . .	208
7.3. Постулаты, основные теоремы и правила модального исчисления высказываний	. . .	210
7.4. Система S1	. . .	212
7.5. Система S4	. . .	219
7.6. Система S5	. . .	222
7.7. Семантика возможных миров Крипке	. . .	223
ГЛАВА 8. Немонотонные модальные логики	. . .	227
8.1. Логика убеждения и знания	. . .	227
8.2. Немонотонные логики Мак-Дермотта и Дойла	. . .	231
8.3. Автоэпистемические логики	. . .	235
8.4. Логика умолчаний	. . .	241
8.5. Системы поддержки истинности	. . .	250
8.5.1. Системы поддержки истинности, основанные на обоснованиях	. . .	252
8.5.2. Системы поддержки истинности, основанные на предположениях	. . .	254
ГЛАВА 9. Немонотонные логики в логическом программировании	. . .	257
9.1. Семантика логических программ: краткий обзор	. . .	258
9.1.1. Нормальные логические программы	. . .	258
9.1.1.1. Язык нормальных логических программ	. . .	258
9.1.1.2. Семантика	. . .	260
9.1.1.2.1. Семантика устойчивых моделей	. . .	262
9.1.1.2.2. Фундированная семантика	. . .	263
9.1.2. Расширенные логические программы	. . .	265
9.1.2.1. Описание языка	. . .	266
9.1.2.2. Семантика	. . .	266

9.1.2.2.1. Семантика, основанная на устойчивых моделях	. . .	. 266
9.1.2.2.2. Фундированная семантика	. . .	. 268
9.1.2.2.3. Другие подходы	. . .	. 269
9.1.3. Зачем нужна новая семантика для расширенных программ?	. . .	. 269
9.2. WFSX – фундированная семантика для расширенных логических программ	. . .	. 270
9.2.1. Интерпретации и модели	. . .	. 270
9.2.2. Определение WFSX	. . .	. 272
9.2.3. Существование семантики	. . .	. 275
9.2.4. Нисходящие процедуры вывода для WFSX	. . .	. 277
9.2.4.1. Характеризация WFSX с помощью семантических деревьев	. . .	. 277
9.2.4.2. SLX – процедура вывода для WFSX	. . .	. 281
9.2.4.3. О достижении останова SLX – процедуры	. . .	. 282
9.3. Работа с противоречиями	. . .	. 285
9.3.1. Удаление противоречий	. . .	. 287
9.3.2. Паранепротиворечивая WFSX	. . .	. 288
9.3.3. Декларативные ревизии	. . .	. 291
9.3.4. Поддержка и устранение противоречий	. . .	. 296
9.4. WFSX, семантика логических программ с двумя отрицаниями и автоэпистемическая логика	. . .	. 300
9.4.1. Общая семантика для программ с отрицаниями двух видов	. . .	. 301
9.4.1.1. Свойства отрицания \neg	. . .	. 306
9.4.1.2. Фиксация множества $AX\neg$ и условия $not_{cond}(L)$	. . .	. 308
9.4.1.3. Логические программы с \neg -отрицанием и дизъюнкцией	. . .	. 310
9.4.2. Автоэпистемические логики для WFSX	. . .	. 311
9.4.2.1. Автоэпистемические логики Мура и Пшимусинского	. . .	. 312
9.4.2.2. Логика убеждений и доказуемости	. . .	. 314
9.4.2.3. Дальнейшие разработки	. . .	. 320
9.5. WFSX и логика умолчаний	. . .	. 320
9.5.1. Язык умолчаний	. . .	. 321
9.5.1.1. Семантика умолчаний Рейтера	. . .	. 322
9.5.1.2. Фундированная и стационарная семантика умолчаний для нормальных логических программ	. . .	. 323
9.5.2. Некоторые необходимые принципы для теорий умолчаний	. . .	. 324
9.5.3. Ω - теория умолчаний	. . .	. 327
9.5.4. Сравнение с семантикой Рейтера	. . .	. 331
9.5.5. Сравнение со стационарной семантикой умолчаний	. . .	. 331
9.5.6. Связь семантики теории умолчаний и логических программ с явным отрицанием	. . .	. 332
9.5.7. Определение WFSX с помощью Γ	. . .	. 333
ГЛАВА 10. Системы аргументации и абдуктивный вывод	. . .	. 336
10.1. Системы пересматриваемой аргументации	. . .	. 336
10.1.1. Основы теории аргументации	. . .	. 336
10.1.1.1. Основные свойства семантики, основанной на аргументах	. . .	. 339
10.1.1.2. Назначение уникального статуса аргументам	. . .	. 340
10.1.1.3. Назначение множественного статуса аргументам	. . .	. 346
10.1.1.4. Сравнение подходов уникального и множественного назначения статуса аргументам	. . .	. 348

10.1.2. Обзор систем аргументации	.	.	. 349
10.2. Организация абдуктивного вывода	.	.	. 354
10.2.1. Понятие абдуктивного вывода	.	.	. 354
10.2.2. Подходы к характеристике абдукции	.	.	. 357
10.2.2.1. Подходы, основанные на покрытии множеств	.	.	. 357
10.2.2.2. Подходы, основанные на логике	.	.	. 358
10.2.2.3. Подход на уровне знаний	.	.	. 361
10.2.3. Подходы к вычислению абдуктивных объяснений	.	.	. 363
10.2.3.1. Подходы к генерации гипотез	.	.	. 363
10.2.3.2. Подходы к отбору гипотез	.	.	. 367
10.2.4. Метод вероятностных абдуктивных рассуждений в сложноструктурированных проблемных областях	.	.	. 371
10.2.4.1. Основные определения	.	.	. 371
10.2.4.2. Описание метода вероятностных абдуктивных рассуждений в сложноструктурированных проблемных областях	.	.	. 373
10.2.4.3. Алгоритмы вероятностных абдуктивных рассуждений в сложноструктурированной проблемной области	.	.	. 375
10.2.4.4. Процедура проверки найденных объяснений на непротиворечивость	.	.	. 377
10.2.4.5. Примеры применения разработанных алгоритмов абдуктивного вывода в сложноструктурированных проблемных областях	.	.	. 378
10.3. Абдукция и аргументация в логическом программировании	.	.	. 383
10.3.1. Аргументационная семантика логических программ и ее вычисление	.	.	. 383
10.3.1.1. Предпочтительные расширения и семантика допустимости	.	.	. 384
10.3.1.2. Устойчивые теории и семантика слабой устойчивости	.	.	. 385
10.3.1.3. Семантика приемлемости	.	.	. 386
10.3.1.4. Семантика фундированных моделей	.	.	. 387
10.3.1.5. Процедура доказательства для аргументационной семантики	.	.	. 389
10.3.2. Роль аргументации в организации абдуктивного вывода	.	.	. 394
ЧАСТЬ III. ИНДУКЦИЯ И ОБОБЩЕНИЕ	.	.	. 400
ГЛАВА 11. Базовые принципы построения систем обучения и принятия решений	.	.	. 400
11.1. Системы поддержки принятия решений	.	.	. 402
11.2. Задача извлечения знаний из баз данных	.	.	. 405
11.3. Способы представления исходной информации в интеллектуальных системах	.	.	. 410
11.4. Структурно-логические методы обобщения	.	.	. 414
ГЛАВА 12. Задача обучения «без учителя»	.	.	. 422
12.1. Алгоритм, основанный на понятии порогового расстояния	.	.	. 422
12.2. Алгоритм MAXMIN	.	.	. 425
12.3. Алгоритм «К средних»	.	.	. 427
12.4. Распознавание с использованием решающих функций	.	.	. 430
12.4.1. Построение решающих функций по критерию минимального расстояния	.	.	. 430
12.4.2. Разделяющие решающие функции	.	.	. 431
12.4.3. Линейные решающие функции	.	.	. 433

12.4.4. Построение решающих функций методом потенциалов	.	.	. 436
12.5. Распознавание на основе приближенных признаков	.	.	. 439
ГЛАВА 13. Обучение с учителем	.	.	. 441
13.1. Постановка задачи	.	.	. 441
13.2. Алгоритм ДРЕВ	.	.	. 445
13.3. Построение решающего дерева с использованием метрики Хемминга	.	.	. 447
13.4. Индукция решающих деревьев	.	.	. 449
13.5. Модификация алгоритма Куинлана – ID5R	.	.	. 453
13.6. Алгоритм Reduce	.	.	. 458
13.7. Фокусирование	.	.	. 461
13.8. Алгоритм EG2	.	.	. 466
ГЛАВА 14. Индуктивные методы для случая неполной информации	.	.	. 472
14.1. Проблемы извлечения знаний из баз данных	.	.	. 472
14.1.1. Ограниченная информация	.	.	. 472
14.1.2. Искаженная информация	.	.	. 473
14.1.3. Большой размер баз данных	.	.	. 473
14.1.4. Изменение баз данных со временем	.	.	. 474
14.2. Алгоритм извлечения продукционных правил из большой базы данных	.	.	. 474
14.3. Подход с использованием приближенных множеств	.	.	. 477
14.3.1. Основные понятия теории приближенных множеств	.	.	. 478
14.3.2. Алгоритм RS1, использующий приближенные множества	.	.	. 481
14.3.3. Информационные системы с неопределенностью	.	.	. 484
14.4. Алгоритм распознавания объектов в условиях неполноты информации	.	.	. 492
ЛИТЕРАТУРНЫЙ КОММЕНТАРИЙ	.	.	. 501