

КИИ-2010

20-24 сентября 2010 г.
г. Тверь, Россия

ДВЕНАДЦАТАЯ
НАЦИОНАЛЬНАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
ПО ИСКУССТВЕННОМУ ИНТЕЛЛЕКТУ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ

Труды конференции

Том 1



Москва
Физматлит
2010

Содержание

1 ТОМ

Секция 1.

МОДЕЛИРОВАНИЕ РАССУЖДЕНИЙ И НЕКЛАССИЧЕСКИЕ ЛОГИКИ

Оценки убежденности об уровне информированности интеллектуального агента в задаче нечеткого выбора (Виноградов Г.П., Карсаева И.В., Федотов Р.С.).

Исследование и оптимизация условных систем переписывания на основе продукционно-логической модели (Баранов Д.В., Михортов С.Д.).

Реализация логики вставляющегося времени (Куроченко И.Е.).

Принципы организации правдоподобных рассуждений в интеллектуальных системах (Найденова К.А.).

Многомерная нечисловая классификация условных конструкций в процедурных языках интеллектуальных систем (Васильевский А.С., Липман К.В.).

Алгоритмы резолюции в логике высказываний при 0-1-ном представлении дизъюнктов (Грунский И.С., Возмечко М.В.).

Метод вычислений в параллельном логическом выводе (Страбыкин Д.А., Пихов М.М.).

Алгоритм абдуктивного вывода с использованием систем поддержки истинности на основе предположений (Ваган В.Н., Хопманчук К.Ю.).

Логика умолчаний как альтернатива модификационных исчислений (Виноградов Д.В.).

Процедуры выявления знаний об отношениях обусловленности (Жожикина А.В., Савинич Л.В., Стефанок В.П.).

Нечеткая аристотелева логика (Плесневич Г.С.).

PN-логики и модификационные исчисления (Аншаков О.М.).

Способ представления термов в логике предикатов первого порядка. Алгоритм унификации (Раговецкий А.И.).

Секция 2.

ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ДАННЫХ

Интеллектуальная система типа ДСМ для анализа клинических данных в онкологии (Добрынин Д.А., Михайлова И.Н., Цанкратова Е.С., Финн В.К.).

Граф-модели для анализа сходства структур систем на основе обобщенного гомоструктурного подхода (Кохов В.А., Кохов В.В.).

Интеллектуальный анализ данных в когнитивной социологии (Михеевкова М.А., Финн В.К.).

Интеллектуальный анализ медицинских данных с использованием процедуры словарного шкалирования (Воинов А.В., Демикова Н.С., Кобринский Б.А.).

Задачи анализа структурного сходства систем и методы их решения (Кохов В.А., Незванов А.А., Ткаченко С.В.).

Индуктивные методы мюллеровского типа в системах искусственного интеллекта (Финн В.К.).

Бикластеризация объектно-признаковых данных на основе решеток замкнутых множеств (Исмаилов Д.И., Кузнецов С.О.).

Метод скользящего контроля для оценки качества рекомендательных интернет-сервисов (Исмаилов Д.И., Каминская А.Ю., Магизов Р.А.).

Предсказательное мета моделирование и интеллектуальный анализ данных (Кулешов А.П., Бернштейн А.В.).

Секция 3.

КОМПЬЮТЕРНАЯ ЛИНГВИСТИКА И СЕМАНТИЧЕСКИЙ WEB

Концепция инвективных имен: возможности применения для формализации смысла комических текстов (Михайлова Е.В.).

Семантический словарь системы информационного мониторинга и элементы формализации его статей (Кожурнова О.С.).

Нормализация контекстно-свободных грамматик для целей грамматического вывода (Соловьев С.Ю.).

Генерация формальных описаний научных статей для информационных систем (Анченко О.О., Загорюлько Ю.А.).

О схеме взаимодействия в комплексе «Анализ и синтез естественного языка и изображений» (Курбанов С.С., Найденова К.А., Хаталин Г.К.).

Применение нечетких теоретико-графовых моделей в задачах моделирования и поиска песенных мотивов (Москин П.Д.).

Автоматический поиск переводных словосочетаний (Носарский В.И.).

Повышение релевантности мета-поиска с использованием деревьев синтаксического разбора (Галицкий Б.А., Дремлюк Д.А., Кузнецов С.О.).

АЛГОРИТМ РЕЗОЛЮЦИИ В ЛОГИКЕ ВЫСКАЗЫВАНИЙ ПРИ 0-1-НОМ ПРЕДСТАВЛЕНИИ ДИЗЬЮНКТОВ

И.С. Грунский (*grunsky@iamm.ac.donetsk.ua*)
Институт прикладной математики и механики НАН
Украины, Донецк, Украина

М.В. Волченко (*murofany4@gmail.com*)
Государственный университет информатики и
искусственного интеллекта, Донецк, Украина

В работе рассмотрены проблема автоматизации алгоритма резолюции в логике высказываний. Предложено 0-1-ное представление дизъюнктов и матричная структура представления связей дизъюнктов, для которых разработаны алгоритмы резолюции с эвристической функцией выбора связи для резольвирования. Показана эффективность предложенного алгоритма на серии экспериментальных данных.

Введение

В настоящее время алгоритмы дедуктивного вывода находят широкое применение в системах принятия решений, дедуктивных базах данных, информационно-поисковых системах. В числе других областей использования дедуктивного вывода можно также назвать верификацию спецификаций компьютерного оборудования (процедуры дедуктивного вывода использовались, например, при верификации процессоров компании AMD), проверку корректности систем безопасности, анализ корректности протоколов передачи данных [Вагин и др., 2004].

Одной из основных проблем, встающих перед разработчиками процедур дедуктивного вывода, является экспоненциальный рост пространства поиска. В условиях постоянно растущих объемов обрабатываемых данных особое значение приобретает проблема создания процедур дедуктивного вывода, способных эффективно работать с большими множествами дизъюнктов [Вагин и др., 2004], [Comez et al., 2008].

Для эффективной обработки множеств дизъюнктов большой мощности процедура вывода должна отвечать следующим требованиям:

- на сколько возможно, сужать пространство поиска контрарной пары на каждом шаге резольвирования;
- исключить из дальнейшего рассмотрения дизъюнкты, которые не могут быть использованы в процессе доказательства;
- в процедуре вывода должен быть реализован эффективный алгоритм выбора контрарных пар для резольвирования [Вагин и др., 2004], [Comez et al., 2008].

Резольвирование на графовых структурах в качестве основы для построения процедур дедуктивного вывода является одним из способов повышения эффективности процесса вывода. Был создан ряд алгоритмов дедуктивного вывода на графовых структурах. Однако при решении задач практической сложности, которые характеризуются экспоненциальным ростом числа дизъюнктов, данные алгоритмы не всегда показывают удовлетворительные результаты, что привело к дальнейшим исследованиям в области повышения эффективности процедур вывода [Аверин, 2004].

В настоящей работе рассматривается проблема автоматизации алгоритма резолюции в логике высказываний на основе построения матрицы связей в 0-1-ном представлении дизъюнктов.

1. Постановка задачи

Рассматривается классическая задача проверки выполнимости логических высказываний. Исходными данными является множество дизъюнктов $S = \{C_1, C_2, \dots, C_k\}$. Необходимо проверить выводим ли из множества дизъюнктов S заданного высказывания пустой дизъюнкт \perp . Если это так, то S невыполнимо, иначе – выполнимо [Вагин и др., 2004].

Данная задача является NP-полной из-за экспоненциального роста пространства поиска.

Одним из основных методов повышения эффективности процесса вывода является резольвирование на графе связей [Вагин и др., 2004]. При построении графа связей для последовательности дизъюнктов $S = \{C_1, C_2, \dots, C_k\}$, состоящих из конъюнктов K_1, K_2, \dots, K_m , каждому дизъюнкту ставится в соответствие вершина графа G . Две вершины соединяются ребром, называемым связью, если они образуют контрарную пару, т.е. по этим дизъюнктам может быть проведено резольвирование. Результат резольвирования узлов добавляется в граф G .

Последовательный алгоритм вывода на графе связей имеет следующий вид [Вагин и др., 2004]:

1. Выбор связи из множества связей.

2. Резольвирование связи и получение резольвенты. Удаление связи, по которой производилось резольвирование.
3. Если получена пустая резольвента, то успешное завершение, иначе помещаемые резольвенты в граф, добавление ее связей, удаление дизъюнктов-тавтологий и чистых дизъюнктов, выполнение операции выноса дизъюнктов.
4. Если граф не содержит ни одного дизъюкта, то неуспешное завершение алгоритма, иначе переход к шагу 1.

Графовое представление позволяет существенно сокращать пространство поиска, но в ряде случаев не позволяет получить оптимальное решение. В настоящей работе предложен матричный способ представления дизъюнктов для алгоритма резолюции логики выказываний.

2. Матричное представление дизъюнктов

2.1. Представление дизъюнктов

Пусть задано множество S дизъюнктов. Пусть $A = (a_1, \dots, a_n)$ - алфавит всех букв из всех дизъюнктов. Считаем, что A линейно упорядочен.

На начальном этапе каждый дизъюнкт будем представлять 0,1-ным набором $X_j = (X_{j1}, \dots, X_{jn})$ по правилу [Волченко, 2009]:

$$X_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } a_j \text{ входит в } C_i \text{ без отрицания} \\ 0, & \text{если } a_j \text{ входит в } C_i \text{ с отрицанием} \\ -1, & \text{если литерал } a_j \text{ не входит в } C_i. \end{cases}$$

В результате такого представления будет получено множество 0,1-ных векторов (наборов), соответствующее исходному множеству S .

2.2. Формирование списков дизъюнктов

Полученные наборы X_j сортируются по убыванию числа '1' в наборах. В группах векторов с одинаковым числом '1' проводится дополнительная сортировка по возрастанию числа единиц. Полученное упорядоченное множество дизъюнктов будем называть списком дизъюнктов.

2.3. Построение треугольной матрицы связей

Каждой паре наборов X_i и X_j из списка дизъюнктов, ставится в соответствие связь $R(i,j)$ по правилу:

$$R_{ij} = \begin{cases} 1, & \text{если } X_i = X_j \\ 0, & \text{если } X_i \oplus X_j = 1 \\ -1, & \text{если } (X_i = \bar{}) \text{ или } (X_j = \bar{}). \end{cases}$$

3. Описание алгоритма резолюции на матрице связей

Неопределяемые понятия общесвязей и их можно найти в [Валик и др., 2004].

Предлагаемый алгоритм состоит из следующих процедур: преобразования матрицы, выбор связи для резольвирования, резольвирование дизъюнктов, добавление полученного вектора-резольвенты в матрицу связей.

3.1. Процедура преобразования матрицы

Выполняется удаление дизъюнктов-тавтологий, поглощенных и чистых дизъюнктов для всех связей матрицы. В матрице связей если для наборов X_i и X_j количество нулей в связи $R(i,j)$ больше одного, то в результате резольвирования соответствующей паре дизъюнктов будет получен дизъюнкт-тавтология, а такую связь необходимо удалить.

Если $\forall i: i \in \{1, n\} (R_i(i, j) = R_i(j, j)) \cup (R_i(i, j) = -1)$, то дизъюнкт X_i поглощает дизъюнкт X_j , удаляем j -е строку и столбец.

Если достигнут конец первой строки, значит, получен чистый дизъюнкт, удалим первую строку.

3.2. Выбор связи для резольвирования

Наиболее важным этапом реализации алгоритма является выбор связи для резольвирования, так как при неправильном выборе связи возможно увеличение количества дизъюнктов до 2^l , где l - первоначальное количество дизъюнктов. В [Волченко, 2009] были предложены эвристики помимо этого в частных случаях повысить эффективность предложенного алгоритма:

- Последовательное резольвирование связей треугольной матрицы связей от столбца с минимальным номером до столбца с максимальным номером.
- Резольвирование связей с максимальным количеством единиц.
- Резольвирование связей с минимальным количеством единиц.

• Выбирается та связь, количество $\bar{1}$ которой минимально отличается от количества $\bar{0}$ второго дизъюнкта.

В результате проведения экспериментов с предложенными вариантами на ряде частных случаев было получено, что резольвирование связей с максимальным числом единиц позволяет получать результат за минимальное число итераций, но при этом наблюдается кратковременный рост количества обрабатываемых дизъюнктов. Выбор связи по часту $\bar{1}$ позволяет уменьшить такой рост, но при этом для получения результата требуется большее число итераций. На основе полученных данных был предложен компромиссный подход к выбору связи для резольвирования:

1. Выбирается та связь, количество $\bar{1}$ которой минимально отличается от количества $\bar{0}$ второго дизъюнкта.
2. Если таких дизъюнктов несколько, то происходит резольвирование связей с максимальным количеством единиц.

3.3. Операции резольвирования дизъюнктов

Операция резольвирования осуществляется по построенной матрице связей. Наличие в $\{0,1\}$ -ном наборе связи одного нуля показывает, что дизъюнкты образуют контрадную пару, то есть возможно их резольвирование.

Операция резольвирования заключается в получении из векторов X_1 и X_2 нового вектора-резольвенты T_2 , который определяется по правилу:

$$T_2 = \begin{cases} X_2, & \text{если } (X_2 \neq X_1) \wedge (X_2 = \bar{1}) \\ \bar{X}_2 & \text{если } (X_2 \neq X_1) \wedge (X_2 \neq \bar{1}) \\ X_1, & \text{иначе.} \end{cases}$$

Полученные резольвенты будем добавлять в начало отсортированного списка дизъюнктов, что позволит уменьшить количество сравнений при поиске новой связи для резольвирования, а также увеличить вероятность получения новым дизъюнктом последующих.

3.4. Алгоритм резольвения для матричного представления дизъюнктов

1. Построение треугольной матрицы связей.
2. Предобработка матрицы связей:
 - Если $\forall i, j \in \{1, n\} (R_i(i, j) = R_j(i, j) \vee (R_i(i, j) = \bar{1}))$, то дизъюнкт X_i логически дизъюнкт X_j , удаляем j -ю строку и столбец, $j = j+1$.
 - Если для наборов X_i и X_j количество нулей в связи $R(i, j)$ больше одного, то такую связь необходимо удалять, $j = j+1$.

3. Последовательный выбор связи для резольвирования. Выбирается связь, количество $\bar{1}$ которой минимально отличается второго дизъюнкта и имеет максимальное число единиц. Если таких дизъюнктов несколько, то происходит резольвирование связей с максимальным количеством единиц.

Если для наборов X_i и X_j количество нулей в связи $R(i, j)$ равно одному, то проводим резольвирование, иначе $j = j+1$.

Если j больше количества дизъюнктов, удалить первую строку (последний дизъюнкт).

4. Если $\forall i, j \in \{1, n\} D_i = \bar{1}$, то удачное завершение, иначе добавление резольвенты в начало отсортированного списка, переход к шагу 2.

4. Экспериментальные исследования

Для оценки эффективности предложенного в работе алгоритма были выполнены серия экспериментов. Критериями эффективности метода были выбраны число итераций (резольвирований) и максимальное число дизъюнктов за время работы алгоритма.

Анализ эффективности предложенного алгоритма проводился на множестве дизъюнктов различной мощностью и различной длиной списка (табл. 1). Результаты оценки являются средними по результатам 10 экспериментов.

Табл. 1.

Длина списка	Критерии оценки	Резольвения на графе связей		Резольвения на 0,1-ном представлении		
		Число дизъюнктов	Число вершин	Число итераций	Число наборов	Число итераций
5	10	10	11	7	6	4
	20	20	23	10	13	4
	50	50	50	10	36	3
10	10	10	12	13	11	10
	20	20	24	25	21	19
	50	50	56	50	46	43
20	20	20	22	29	22	23
	50	50	55	69	52	53
	100	100	107	131	103	89

Анализ экспериментальных исследований и предложенного алгоритма в ряде частных случаев показал существенное уменьшение числа выполняемых итераций при незначительном росте пространства поиска.

4. Выводы

В настоящей работе предложено представление дизъюнктов в виде 0, 1-ных наборов, также предложено матричное представление графа связей, на основе чего разработан алгоритм метода резолюций для такого представления. Для описанного алгоритма предложены эвристические методы выбора связи для резольвирования.

Экспериментальными данными показано, что алгоритм для матричного представления дизъюнктов позволяет уменьшить пространство поиска, количество сравнений дизъюнктов, а также уменьшено количество резольвирований.

Список литературы

- [Аверин, 2004] Аверин А.И. Исследование и разработка алгоритмов параллельного вывода на графовых структурах. Автореферат. – М.: МЭИ, 2004.
- [Вагин и др., 2004] Вагин В.Н., Голопина Е.Ю., Заторянская А.А., Фомина М.В. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах / Под ред. В.Н. Вагина, Д.А. Поспелова. – М.: ФИЗМАТЛИТ, 2004.
- [Волченко, 2009] Волченко М.В. Представление термов для алгоритма резолюции логики высказываний. Информатика и компьютерные технологии / Материалы V международной конференции. – Доводы: Изд-во ДГТУ, 2009.
- [Gomez et al., 2008] Gomez C.P., Kautz H., A. Scharawa, and B.Selman. Satisfiability Solvers// Handbook of Knowledge Representation, 2008.

МЕТОД ВЫЧИСЛЕНИЙ В ПАРАЛЛЕЛЬНОМ ЛОГИЧЕСКОМ ВЫВОДЕ

Д.А. Страбыкин (*strabykin@mail.ru*)

М.М. Шихов (*kafem@mail.ru*)

Вятский государственный университет, Киров

В работе предлагается метод вычислений для параллельного логического вывода на знаниях, представленных формулами исчисления предикатов первого порядка. Отличается модификация формальной системы. Предлагается организация вычислений на подстановках с учетом параллельности логического вывода. Приводится пример вычислений, и описаны ее достоинства и преимущества подхода.

Введение

Введение вычислений в логический вывод, кроме всего, продиктовано необходимостью избежать излишней сложности представления привычных символов и задания отношений над ними. В категории вычислений можно провести преобразования символов, наиболее известные для решения прикладных задач, знания о реализации которых, в контексте решаемой задачи представляются высказываниями. Также необходимо увеличивать скорость этих преобразований, которая будет ограничена скоростью обработки символов. Так как обычно системы логического вывода приходится реализовывать декларативно на традиционных вычислительных машинах, то обработка символов происходит медленнее вычислений, если же определить вычисления средствами символьной обработки в программах логического вывода, то снижение скорости решения задач будет наблюдаться на порядок.

Введение вычислений здесь следует рассматривать как перенос части знаний о преобразованиях символов в более быстродействующую специализированную подсистему символьной обработки (подсистему вычислений). Сама система логического вывода теряет в этом случае декларативность: знания о вычислениях отсутствуют в базе знаний, так как не заданы в виде данных непосредственно. Но лишь потому, что в этом отсутствует необходимость (в случае если таковая возникает, то её всегда можно реализовать).