

УДК 681.3

## ВОЗМОЖНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЕДУКТИВНЫХ БАЗ ДАННЫХ В ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМАХ

Пушкаренко С.А.

Донецкий национальный технический университет

Современные базы данных (БД) позволяют хранить огромный объём информации. Но использование этой информации не достаточно эффективно. Наиболее распространённый в настоящее время язык запросов SQL не позволяет в полной мере осуществить извлечение всей необходимой информации из БД. Многие запросы не могут быть представлены в рамках одного SQL-оператора. При этом SQL-запросы теряют свою декларативность, становятся процедурными, сложными для написания и восприятия. Это часто приводит к ошибкам и, соответственно, к неверным результатам запросов. Поэтому возникает необходимость в альтернативных средствах извлечения информации, наиболее перспективным из которых является использование в качестве языков запросов логических языков программирования, таких как Пролог и специально разработанный для работы с базами данных язык Дейтalog (Datalog) [1]. Системы, объединяющие возможности СУБД для хранения данных и логический язык программирования для обработки этих данных, называют дедуктивными БД [2] (DD - Deductive Databases).

Большинство реализаций языка Дейтalog представляют собой университетские проекты. На территории СНГ разработкой компиляторов языка Дейтalog занимаются Московский государственный университет, Харьковский национальный университет радиоэлектроники и другие учебные и научные заведения.

Московским государственным университетом разработан проект «Deviser» LCPR-системы языка Дейтalog [3]. Реализация проекта выполнена на Bigloo - функциональном языке программирования Scheme, который в свою очередь реализован на C++. Эта Дейтalog-система работает с СУБД «SQLite». Логическая программа вычисляется одним из восходящих методов (Якоби, Гаусса-Зейделя, полунепосредственным) или методом QSQ.

Институтом прикладной математики им. М.В. Келдыша Российской Академии наук разработан экспериментальный прототип дедуктивной системы ASDLog [4] - дедуктивный язык для работы с

автоматически структурируемыми данными (авторы Е.Л. Китаев, М.И. Слепенков). Система обладает языком класса Datalog. Система предназначена для работы с полуструктурированными данными, ее можно использовать как для выполнения запросов к БД, так и для трансформации и реструктуризации данных. При построении языка были использованы подходы, развитые в семействе языков объектных логик: F-logic [5], MSL, ILOG и т.д.

Рабочей группой Datalab НИЛ системных технологий кафедры искусственного интеллекта Харьковского национального университета радиоэлектроники разработан квантифицированный Дейталог «DLQ» который может работать с любой реляционной СУБД через драйвер ODBC (автор Д.А. Летучий) [6]. Логическая программа транслируется непосредственно в SQL-запросы. В квантифицированном Дейталогe может быть использовано кванторное выражение в правиле программы или запросе. Для этого используется ключевое слово *exists*, интерпретирующееся словом «существует». В традиционном Дейталогe как и в Прологе нет возможности для записи кванторов и все переменные неявно квантифицированы квантором всеобщности).

Из зарубежных разработок можно выделить следующие проекты: DES, DLV, XSB, bddbddb, FLORID, Coral, IRIS и другие.

Проект «Datalog Educational System» (DES) предназначен для учебных целей. Автор проекта - Fernando Sáenz-Pérez, Мадрид. Система поддерживает отрицание, пустые значения, арифметические операции [7].

Проект «DLV» представляет собой дизъюнктивную Дейталог-систему. Поддерживает отрицание [8].

Проект «XSB» разработан на Java и представляет собой расширение Пролог-системы для работы с БД [9]. Поддерживает отрицательные литералы в теле правила.

Проект «bdbddb» (BDD-Based Deductive DataBase) использует двоичные диаграммы решения (BDDs). BDDs - это структура данных, с помощью которой можно эффективно представлять большие отношения и осуществлять эффективные операции над ними. Автор проекта - John Whaley, Стэнфорд [10].

Проект «FLORID» (F-Logic Reasoning In Databases) представляет собой прототип объектно-ориентированной дедуктивной системы, поддерживающей F-Logic и полуструктурированные данные [11]. Система поддерживает стратифицированное отрицание и модульное отрицание. Работает только под Unix-системами.

Проект «Coral» представляет собой дедуктивную систему с

декларативным языком запросов, поддерживающим группировку, агрегатные функции, отрицание [12]. Работает только под Unix-системами. Также существует объектно-ориентированное расширение, называемое «Coral++» [13].

Проект «NAIL!» представляет собой прототип дедуктивной системы со стратифицированным отрицанием и модульным стратифицированным отрицанием [14, 15]. Работает только под Unix-системами.

Проект «IRIS» (Integrated Rule Inference System) представляет собой расширение Дейталога со встроенными предикатами, функциональными символами, локально стратифицированным отрицанием [16]. Вычисляет программу непосредственным или полунепосредственным методом в сочетании с оптимизацией методом магических множеств.

В настоящее время существуют реализации дедуктивных баз данных, пригодные для промышленного использования. Среди них можно выделить такое направление как проекты FLORA [17] и XSB [9]. Возрождение интереса к логическому программированию как методологии и инструменту для извлечения данных и знаний из хранилищ данных и знаний объясняется успехами в развитии современных информационных технологий. Они позволяют интегрировать разнородные программные среды с целью решения задач в пограничных областях информатики с целью повышения их эффективности и получения качественно иных результатов. Если первоначально дедуктивные базы данных интегрировали логическое программирование и реляционные базы данных, то современные проекты используют диалекты логик для работы с объектно-ориентированными базами данных (DOOD - Deductive Object-Oriented Databases), в том числе с Web-интерфейсами. На основе таких интегрированных систем создаются системы извлечения знаний, интеллектуальные агенты, системы управления онтологиями и пр. Но применение DD и DOOD в промышленных информационных системах на данный момент весьма ограничено. Необходимо продвижение дедуктивных баз данных, их популяризация. В данный момент это наиболее важная проблема для внедрения таких баз данных в производственных информационных системах [18].

Наиболее эффективным способом решения указанной проблемы является встраивание в СУБД наряду с SQL также и языка Дейталог. Программист баз данных имел бы при этом возможность сравнить удобство и эффективность Дейталога и SQL, выбрать для себя

действительно наиболее подходящий инструмент для извлечения и анализа информации.

На кафедре ПМИ ДонНТУ выполнена реализация языка Дейталог, которая позволяет выполнять логические запросы для реляционных баз данных MS Access. Апробация работоспособности системы подтверждена тестами на базе данных "АСУ-Деканат" ДонНТУ [19].

#### Литература

1. Чери. С.; Готлоб Г.; Танка Л. Логическое программирование и базы данных. - М.: Мир, 1992.
2. Gallaire H., Minker J. Logic and Data Bases. – New York, N.Y.: Plenum Publishing Corp., 1978.
3. Проект «Deviser» на официальном сайте МГУ. – Режим доступа: <http://sp.cmc.msu.ru/datalog/>.
4. Разработка и исследование архитектуры объектно-ориентированных дедуктивных баз данных. Грант РФФИ 96-01-00833. Руководитель проекта Э.З. Любимский. - Режим доступа: <http://www.keldysh.ru/pages/asdlog>.
5. Kifer M., Lausen G., Wu J. Logical Foundations of Object-Oriented and Frame-Based Languages. // Journal of the ACM, vol. 42. – 1995. – P. 741–843.
6. Проекты рабочей группы Datalab. - Режим доступа: <http://www.datalab.kharkov.ua/>
7. Fernando Sáenz-Pérez. DES: Datalog Educational System. - Режим доступа: <http://des.sourceforge.net/>.
8. Wolfgang Faber, Gerald Pfeifer. DLV homepage. - Режим доступа: <http://www.dlvsystem.com/>.
9. P. Rao, Konstantinos F. Sagonas, Terrance Swift, David Scott Warren, Juliana Freire, «XSB: A System for Efficiently Computing WFS», Logic Programming and Non-monotonic Reasoning, 1997.
10. J. Whaley and M. Lam, Cloning-based context-sensitive pointer alias analyses using binary decision diagrams. In: Prog. Lang. Design and Impl., 2004.
11. Kifer M., Lausen G., Wu J. Logical Foundations of Object-Oriented and Frame-Based Languages. // Journal of the ACM, vol. 42. – 1995. – P. 741–843.
12. R. Ramakrishnan, D. Srivastava, S. Sudarshan, and P. Seshadri. The Coral deductive system. VLDB Journal, 3(2), pp. 161–210, 1994.
13. D. Srivastava, R. Ramakrishnan, S. Sudarshan, and P. Seshadri, “Coral++: Adding Object–Orientation to a Logic Database Language”, Proceedings of the International Conference on Very Large Databases, 1993.
14. G. Phipps, M. A. Derr, K.A. Ross, «Glue–NAIL!: A Deductive Database System». In Proc. of the ACM SIGMOD Conference on Management of Data, pp. 308–317, 1991.
15. M. Derr, S. Morishita, and G. Phipps, “Design and Implementation of the Glue–NAIL Database System”, In Proc. of the ACM SIGMOD International Conference on Management of Data, pp. 147–167, 1993.
16. Integrated Rule Inference System (IRIS) homepage. - Режим доступа: <http://www.iris-reasoner.org>.

17. Язык FLORA-2. - Режим доступа: <http://flora.sourceforge.net/>
18. Ceri S., Gottlob G., Tanca L. Datalog: a self-contained tutorial, 1991.
19. Дацун Н.Н., Пушкаренко С.А. Параллелизм в дедуктивных базах данных / Научные труды Донецкого национального технического университета. Серия «Информатика, кибернетика и вычислительная техника» (ИКВТ-2007). – Вип. 8 (120). – Донецк: ДонНТУ, 2007. - С. 76-81.