

*РАЗРАБОТКА МЕТОДИКИ УПОРЯДОЧЕНИЯ ГРУПП ПО УРОВНЯМ
ИЕРАРХИИ МОДУЛЯ УПРАВЛЕНИЯ БАЗЫ ДАННЫХ
АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА И КОНТРОЛЯ
УМНЫЙ ДОМ*

В.А. АТРОЩЕНКО, Н.Д. ЧИГЛИКОВА, М.В. СЕРИКОВА

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, г. Краснодар, Российская Федерация, ул. Московская, 2;
электронная почта: marinella04@list.ru*

В данной статье рассматриваются вопросы разработки методики упорядочения групп данных по уровням иерархии модуля управления автоматизированной системы мониторинга и контроля умного дома и нормализации информационных структур. В результате исследования была найдена подматрица, отражающая наличие связей между группами, также построен соответствующий ей подорграф графа информационной структуры модуля управления. Для данной матрицы и множества групп были выделены для каждого элемента множества предшествования и достижимости и их пересечения для множества групп. Далее приводятся критерии принадлежности групп множества групп верхнего уровня, либо отсутствия такой принадлежности, также критерии связности групп, наличия циклов между этими элементами. На основании приведенных критериев показано отсутствие циклов в структуре, что обеспечивает корректную обработку данных. Для унифицированной базы данных автоматизированной системы мониторинга и контроля умного дома показана принадлежность групп соответствующим уровням иерархии, приведены множества достижимости и предшествования для групп, проведено упорядочение групп по уровням иерархии. Для корневых групп показаны возможные точки входа в информационную структуру, возможности расширения сведений об информации, помещенной в корневых и вышележащих группах. Для нормализации информационных структур показан процесс приведения их к виду, обеспечивающему минимальную избыточность и дублируемость данных и связей, а также спецификацию типов информационных элементов групп (ключей и атрибутов). В информационной структуре не содержится избыточных связей, т.к. элементы информационной структуры попарно соединены не более одной связью.

Таким образом для построенных квадратных матриц структуризации групп, проверка данных матриц на вырожденность и информационной структуры на наличие избыточных связей показала отсутствие избыточных связей.

Ключевые слова: уровни иерархии, упорядочение групп, корневые группы, нормализация, избыточные связи, матрицы путей.

Пусть ранее для модуля управления найдена матрица достижимости A . С целью упорядочения групп по уровням иерархии в матрице A выделяется подматрица (удалением индексов элементов множества D^0):

$$A^z = \|a^{z_{ij}}\|,$$

где запись $a^{ij} = 1$ обозначает наличие связи между группами

$d^i, d^j; d^i, d^j \in D^z$, и считаем, что $a^{kz} = 1$, т.е группа достижима сама из себя. В нашем случае для модуля управления матрица A^z имеет вид:

$$A^z = \begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Матрице A^z соответствует подграф графа G .

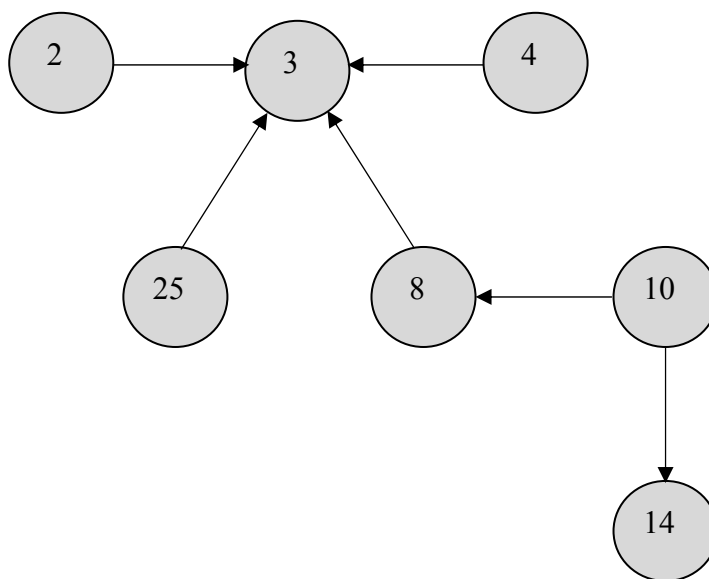


Рисунок 1 – Групповой подорграф графа G модуля управления

Для матрицы A^z и множества групп выделим для каждого элемента множества предшествования и достижимости и их пересечения для множества групп.

C	Индекс	F	Индекс	$F \cap C$
$C(d_2)$	2	$F(d_2)$	2, 3	2
$C(d_3)$	2-25	$F(d_3)$	3	3
$C(d_4)$	4	$F(d_4)$	3, 4	4
$C(d_8)$	8, 10	$F(d_8)$	3, 8	8

$C(d_{10})$	10, 14	$F(d_{10})$	3, 8, 10	10
$C(d_{14})$	14	$F(d_{14})$	3, 8, 10, 14	14
$C(d_{25})$	25	$F(d_{25})$	3, 25	25

Таблица 1- Поэлементный состав множеств предшествования и достижимости для множества групп модуля управления

Группа $d_i^e \in D^e$ принадлежит множеству групп верхнего уровня p_1 , если $F(d_i^e) \cap C(d_i^e) = F(d_i^e)$. В нашем случае имеем $F(d_i^e) \cap C(d_i^e) = \emptyset$, следовательно, нет групп, принадлежащих множеству групп более верхнего уровня. На основании этого утверждения любые две группы одного и того же уровня либо не связаны друг с другом, либо имеются двусторонние связи (циклы) между этими элементами. Условие $F(d_i^e) \cap C(d_i^e) = F(d_i^e)$ обеспечивает то, что все связи из группы d_i^e к другим группам находятся на том же уровне, что и d_i^e , в то время как все связи от других групп к d_i^e находятся либо на том же уровне, либо на более низком уровне. Кроме того, условие $F(d_i^e) \cap C(d_i^e) = \emptyset$ означает, что нет связей из группы d_i^e к другим группам, находящимся на том же уровне, что и d_i^e , нет связей от других групп к d_i^e , находящимся либо на том же уровне, либо на более низком уровне.

Данное определение позволяет с использованием матрицы достижимости A^e разделить множество групп D^e на подмножества в соответствии с уровнями $p_m, m=1, M_0$ их расположения.

Для унифицированной БД АСМиКУД имеем:

$$p_1 = \{ d_3^e \}.$$

Принадлежность остальных групп уровням иерархии $p_m, m \geq 2$ определяется итеративным образом из соотношения:

$$p_m = \{ d_i^e \in D_k^e \setminus p_1 \setminus \dots \setminus p_{m-1} / F_{m-1}(d_i^e) \cap C_{m-1}(d_i^e) = F_{m-1}(d_i^e) \},$$

где $F_{m-1}(d_i^e)$ и $C_{m-1}(d_i^e)$ соответственно, множества достижимости и предшествования групп $d_i^e \in D_k^e$ на подмножестве $D_k^e \setminus p_1 \setminus \dots \setminus p_{m-1}$.

Аналогично, итеративно, получается еще 3 уровня иерархии групп:

$$p_2 = \{ d_2^e, d_4^e, d_8^e, d_{25}^e \},$$

$$p_3 = \{ d_{10}^e \},$$

$$p_4 = \{ d_{14}^e \}.$$

Упорядочение групп позволяет выделить группы, являющиеся корневыми группами структуры и группы, занимающие промежуточное положение. Корневые группы определяют возможные точки входа в информационную структуру, а промежуточные расширяют сведения об информации, помещенной в корневых и вышележащих группах.

Изображение графа матрицы A^e с учетом иерархии представлено на рисунке 2.

Дальнейший анализ целесообразно проводить для каждой группы информационной группы пользователей. Для определения информационного состава групп $H(d_j^e)$ необходимо удалить из исходной матрицы смежности B записи $b_{ij}=1$ для индексов i и j элементов d_i^e, d_j^e , вошедших в множество D_k^e , что обеспечивает разрыв связи между группами информационных элементов и вхождение в группу информационных элементов матриц B , для которых записи $b_{ij}^k=1, \forall d_i \in D^0$ для соответствующего столбца $d_j^e \in D^e$, т.е.

$$H(d_j^e) = \{ d_i / b_{ij} = 1, \forall d_i \in D^0 \}.$$

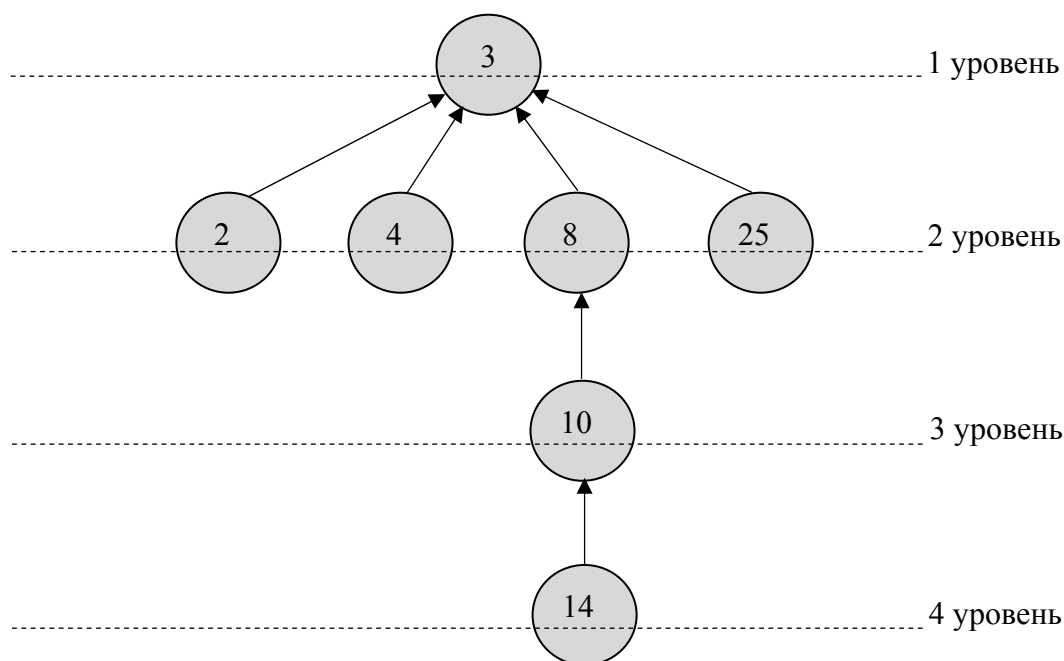


Рисунок 2 – Упорядоченный по уровням иерархии групповой граф информационной структуры модуля управления

Под нормализацией информационных структур понимается процесс приведения их к виду, обеспечивающему минимальную избыточность и дублируемость данных и связей, а также спецификацию типов информационных элементов групп (ключей и атрибутов).

С целью обеспечения минимальной избыточности хранимых данных требуется выявить множество дублируемых элементов в анализируемых структурах. Две группы d^e_i и d^e_j будем считать семантически связанными, если

$$H(d^e_i) \cap H(d^e_j) \neq \emptyset,$$

и семантически независимыми, если

$$H(d^e_i) \cap H(d^e_j) = \emptyset.$$

Отсюда информационный элемент $d_l \in D^0$ является дублируемым в группах d^e_i и

d^e_j , если

$$d_l \in H_{ij} = H(d^e_i) \cap H(d^e_j),$$

где H_{ij} – подмножество пересечения множеств $H(d^e_i)$ и $H(d^e_j)$.

Аналогично определяется наличие дублируемых элементов в трех, четырех т.д. группах. Допустимость исключения дублируемого элемента определяется в результате анализа путей доступа между группами, в которых он появляется, на основании матрицы семантической достижимости групп $A^e = \| a^e_{ij} \|$.

Дублируемые элементы исключаются из всех групп, кроме одной, в том случае если рассматриваемые группы связаны одним из возможных путей доступа. Этот случай соответствует наличию в матрице A^e элементов $a^e_{ji} = \dots = a^e_{rp} = \dots = a^e_{nm}$, для $d^e_i, d^e_j, \dots, d^e_p, d^e_r, \dots, d^e_m, d^e_n$, лежащих на одном пути доступа.

Исключение дублируемых элементов может быть осуществлено в любой из выделенных связанных групп. Если нет ограничений на выбор группы, то дублируемые элементы исключаются из групп нижележащих уровней, а единственный элемент остаются в группе имеющей, высший уровень. Такая стратегия обеспечивает снижение времени поиска данного элемента из корневой группы при ответах на запросы пользователей.

При исключении дублируемых в группах элементов данных на графе $G(D,U)$ исключаются взаимосвязи, ведущие в группы, из которых исключен рассматриваемый элемент.

В нашем случае все множества информационных элементов пересекаются по пустому множеству ($\{\emptyset\}$). Это означает, что в информационной структуре БД АСМиКУД не содержится дублируемых элементов.

Помимо существования дублируемых элементов в исходной информационной структуре пользователя в ней возможно наличие избыточных взаимосвязей между группами. Избыточная взаимосвязь между парой групп d_i^e и d_j^e существует в том и только в том случае, если имеется дуга (i, j) соединяющая группы d_i^e и d_j^e , и путь, проходящий через некоторое множество других групп. Дуга (i, j) является избыточной и может быть удалена из рассматриваемой информационной структуры.

Удаление найденных избыточных связей производится разработчиком БД учетом важности и частоты использования связей. Выявление избыточных связей между группами осуществляется на основе анализа матриц путей доступа между группами, формируемых из соответствующей исходной матрицы смежности путем ее возведения в степень $\lambda = 2, 3, \dots, L^2 - 1$, где L^2 – максимальное число групп в информационной структуре.

Матрицы путей $B^{e(\lambda)}$ представляют собой квадратные матрицы, проиндексированные по обеим осям множеством групп $d^e \in D^e$, а записи $b_{ij}^{\lambda} \geq 1$, стоящие на пересечении i -й строки и j -го столбца матрицы означает число различных путей длины λ , ведущих из группы d_i^e в группу d_j^e .

Отсутствие путей длины λ между группами i, j фиксируется записью $b_{ij}^{\lambda} = 0$. Каждая из полученных матриц $B^{e(\lambda)}$ сравнивается с исходной матрицей B^e . В том случае, когда в матрице B^e имеется элемент $b_{ij}^e = 1$, а в матрице $B_k^{e(\lambda)}$ соответствующий элемент $b_{ij}^{\lambda} \geq 1$, а связь (d_i^e, d_j^e) является избыточной. Удаление конкретной связи (d_i^e, d_j^e) соответствует замене элемента $b_{ij}^e = 1$ на элемент $b_{ij}^e = 0$.

Для исследования полученных информационных структур достаточно будет возвести в степени 2,3, ..., 7 матрицу B^z .

$$B^z = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$(B^z)^2 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$(B^z)^3 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

$$(B^z)^4 = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

При $\lambda < 4$ мы получили невырожденные матрицы, в которых элементами являются 0 и 1. При $\lambda = 4$ мы получили вырожденную (нулевую) матрицу. Во всех остальных случаях мы также получим вырожденные матрицы. Таким образом, в информационной структуре не содержится избыточных связей, т.к. элементы информационной структуры попарно соединены не более одной связью (значения 1 или 0 в соответствующих строках и столбцах).

В результате использования рассмотренных выше процедур упорядочения и исключения дублируемых элементов и избыточных взаимосвязей формируется структурированная матрица смежности B^c и соответствующий ей граф k -й информационной структуры $G^c(D, U)$.

Таким образом, матрица B^c и граф G^c не содержат дублируемых элементов в группах данных и избыточных взаимосвязей между группами. В нашем случае для БД АСМиКУД матрица $B^c_k = B_k$ и соответствующий ей граф $G^c_k(D_k, U_k) = G_k(D_k, U_k)$, т.е. остаются без изменений.

Таким образом построены квадратные матрицы структуризации групп, проведена проверка данных матриц на вырожденность и информационной структуры на наличие избыточных связей. В результате проверки показано отсутствие избыточных связей.

ЛИТЕРАТУРА

1. Агальцов В.П. Базы данных. - М.: Мир, 2002.
2. Кузнецов Н.А., Кульба В.В., Ковалевский С.С., Косяченко С.А. Методы анализа и синтеза модульных информационно-управляющих систем. – М.:ФИЗМАЛИТ, 2002. -800 с. – ISBN 5-9221-0250-8. – С. 00-00.
3. Кульба В.В., Ковалевский С.С. Косяченко С.А., Сиротюк В.О. Теоретические основы проектирования оптимальных структур распределенных баз данных. Серия "Информатизация России на пороге XXI века".- М.:СИНТЕГ,1999
4. Коннолли Т. Базы данных. Проектирование, реализация и сопровождение. Теория и практика - М.: Вильямс, 2000.
5. Математические модели систем управления. Учеб.пособие.// Под общ.ред.В.Ф.Демьянова. – СПб, Изд-во СПб ун-та, 2000.

REFERENCES

1. Agaltsov V.P. Bazi dannih. – M. : Mir, 2002. (Database)
2. Kuznecov N.A., Kul'ba V.V., Kovalevskij S.S., Kosjachenko S.A. Metody analiza i sinteza modul'nyh informacionno-upravljajushhih sistem. – M.:FIZMALIT,

2002. -800 s. – ISBN 5-9221-0250-8. – S. 00-00. (Methods of analysis and synthesis of modular information management systems)

3. Kul'ba V.V., Kovalevskij S.S. Kosjachenko S.A., Sirotjuk V.O. Teoreticheskie osnovy proektirovanija optimal'nyh struktur raspredelennyh baz dannyh. Serija "Informatizacija Rossii na poroge XXI veka".-M.:SINTEG,1999 (Theoretical bases of designing optimal structures of distributed databases)

4. Konnolli T. Bazy dannyh. Proektirovanie, realizacija i soprovozhdenie. Teorija i praktika - M.: Vil'jams, 2000. (Database. Design, implementation and support . Theory and practice)

5. Matematicheskie modeli sistem upravlenija. Ucheb.posobie.// Pod obshh.red.V.F.Dem'janova. – SPb, Izd-vo SPb un-ta, 2000. (Mathematical models of control systems)

DEVELOPMENT OF THE TECHNIQUE OF STREAMLINING OF GROUPS ON LEVELS OF HIERARCHY OF THE MODULE OF MANAGEMENT OF THE DATABASE OF THE AUTOMATED SYSTEM OF MONITORING AND CONTROL THE CLEVER HOUSE

V.A. ATROSHCHENKO, N.D. CHIGLIKOVA, M.V. SERIKOVA

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072
e-mail: marinella04@list.ru*

In this article questions of development of a technique of streamlining of groups of data on levels of hierarchy of the module of management of the automated system of monitoring and control of the clever house and normalization of information structures are considered. As a result of research the submatrix reflecting existence of communications between groups was found, the subdigraf of the count of information structure of the module of management corresponding to it is also constructed. For this matrix and a set of groups were allocated for each element of a set of precedence and approachability and their crossing for a set of groups. Further criteria of accessory of groups of a set of groups of the top level, or lack of such accessory, also criteria of connectivity of groups, existence of cycles between these elements are given. On the basis of the given criteria lack of cycles in structure that provides correct data processing is shown. For the unified database of the automated system of monitoring and control of the clever house accessory of groups is shown to appropriate levels of hierarchy, sets of approachability and precedence for groups are given, streamlining of groups on hierarchy levels is carried out. For root groups possible entry points in information structure are shown, to possibility of extension of data on information placed in root and overlying groups. For normalization of information structures process of their reduction to the look providing the minimum redundancy and a overlap of data and communications, and also the specification of types of information elements of groups (keys and attributes) is shown.

Doesn't contain in information structure excess communications since elements of information structure are in pairs connected no more than one communication.

Thus for the constructed square matrixes of structurization of groups, check of these matrixes on a the degeneracy and information structure on existence of excess communications showed lack of excess communications.

Key words: hierarchy levels, streamlining of groups, root groups, normalization, excess communications, matrixes of ways.