

К ВОПРОСУ МОДУЛЬНОГО ПРОГРАММИРОВАНИЯ СИСТЕМ УМНОГО ДОМА

Атрощенко В.А., Серикова М.В., Даутова И.С.

ВГБОУ ВПО «Кубанский государственный технологический университет», Краснодар, Россия (350072, Краснодар, ул. Московская, 2), e-mail: adm@kgtu.kuban.ru

Предложены подходы к решению задачи эффективного применения, использования, хранения параметрических матричных моделей путем внедрения блочных матриц и подматриц для всех типов связей между элементами множеств предметной области системы мониторинга и контроля в рамках технологии умный дом. Рассматриваются вопросы построения блочных матриц и подматриц для каждого модуля и подмодуля системы, построения блочнотреугольной симметричной матрицы смежности, которая содержит для каждой пары модулей и подмодулей системы множество межмодульных подматриц отношений. Описываются методы эффективного использования, применения, хранения матричных моделей для всех типов связей модульных систем обработки данных с целью уточнения математической модели и снижения стоимости реализации системы путем снижения человеко-машинных трудозатрат, требований к объемам используемой памяти вычислительной системы, мощностей обработки данных.

Ключевые слова: умный дом, матричные модели, мониторинг и контроль, блочные матрицы, симметричная матрица смежности.

ABOUT THE MODULAR PROGRAMMING SYSTEMS SMART HOME

Atroschenko V.A., Serikova M.V., Dautova I.S.

Kuban State Technological University, Krasnodar, Russia (350072, Krasnodar, street Moscovskaya, 2), e-mail: adm@kgtu.kuban.ru

Some approaches for solving the problem of efficient application, use, storage of the parametric matrix models by introduction block matrices and sub-matrices for all types of the links between the elements of the sets of the subject area of the monitoring and control systems within the home automation technology are recommended. Some questions of formation of the block matrices and sub-matrices for every module and sub-model of the system, formation of the block triangular symmetric adjacency matrix which contains a set of the inter-module sub-matrices of the links for every pair of modules and sub-modules of the system, are considered. Some methods of efficient application, use, storage of the parametric matrix models for all the types of the links of the module systems of processing the data in order to clarify the mathematical model and reduce the cost of the implementation of the system by reducing the man-machine labor, requirements for the memory usage of a computer system, data processing capacity are described.

Keywords: smart homeautomation, matrix models, monitoring and control, block matrices, symmetric adjacency matrix.

Методологию модульного программирования систем умного дома будем рассматривать в рамках реализации модульного принципа построения высокотехнологичной автоматизированной децентрализованной внутри модулей беспроводной системы мониторинга и контроля как декомпозиции системы на модули (подсистемы). Для такой системы выделены основные модули (модуль обеспечения, модуль охраны, модуль управления) и подмодули (подмодуль энергоснабжения, подмодуль водоснабжения, подмодуль видеонаблюдения, подмодуль системы климата, подмодуль аппаратуры и бытовых приборов), построены предметная область системы, булевы матрицы отношений, оргграфы информационной структуры для каждого модуля.

С ростом параметрических характеристик математической модели системы мониторинга и контроля повышается точность результирующих данных. С ростом параметров и характеристик системы увеличивается размер матриц, описывающих их. Несмотря на масштабное развитие вычислительной техники, по-прежнему главными характеристиками любой системы остаются: память, быстродействие, трудоемкость. По мере того, как растут быстродействие и производительность вычислительных систем, становится возможным обрабатывать все большего размера матричные модели с целью уточнения математической модели. Однако с ростом порядка матричной модели растет и стоимость её решения (увеличение трудозатрат, памяти, мощностей обработки), становясь решающим фактором на пути к реализации. Системы, построенные по технологии умный дом, должны прежде всего удовлетворять условию низкой ценовой реализации, так как направлены прежде всего на экономичность. Следует отметить, что на сегодняшний день считается неэффективным хранение и обработка всего матричного массива системы. С целью значительной экономии памяти для хранения матричных массивов, уменьшения времени решения задачи и снижения стоимости реализации предлагается хранить и обрабатывать только ненулевые элементы. На сегодняшний день этим факторам уделяется недостаточно внимания.

Цель исследования

В связи с этим при разработке и реализации системы мониторинга и контроля встает задача эффективного применения, использования, хранения параметрических матричных моделей путем внедрения блочных матриц и подматриц для всех типов связей между элементами множеств предметной области. В данной статье рассматриваются вопросы построения блочных матриц и подматриц для каждого модуля и подмодуля системы, построения блочнотреугольной симметричной матрицы смежности.

В результате анализа такой системы были выделены подмодули системы, вследствие того, что матрицы отношений и орграфы, их описывающие, оказались однотипными. Таким образом, опишем их блочными матрицами и подматрицами для каждого модуля и подмодуля системы.

Материал и методы исследования

Пусть матрица

$$S = \begin{pmatrix} A_i & B_i & C_i & D_i \\ E_i & X_i & Y_i & Z_i \end{pmatrix}, i = 1 \dots 8. - \text{ описывает множество}$$

блочных матриц для каждого модуля и подмодуля системы мониторинга и контроля, где при

$i=1$ - блочная матрица подмодуля энергоснабжения,

i=2- блочная матрица подмодуля водоснабжения,

i=3- блочная матрица подмодуля системы климата,

i=4- блочная матрица подмодуля аппаратуры и бытовых приборов,

i=5- блочная матрица подмодуля видеонаблюдения,

i=6- блочная матрица модуля охраны,

i=7- блочная матрица модуля управления.

При этом, A_i – матрица отношений «функции – задачи», B_i – матрица отношений «функции – объекты автоматизации», рассмотрим группу таких матриц для каждого модуля системы:

$$B_1 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad B_2 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad B_3 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$B_4 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad B_5 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 \end{pmatrix} \quad B_6 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 0 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$B_7 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix},$$

C_i – матрица отношений «функции – пользователи», рассмотрим группу таких матриц для каждого модуля системы:

$$C_1 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad C_2 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad C_3 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad C_4 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$C_5 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad C_6 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix} \quad C_7 = \begin{pmatrix} 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \\ 1 & 1 & 1 \\ 1 & 0 & 1 \end{pmatrix},$$

D_i – матрица отношений «функции – информационные потоки», рассмотрим группу таких матриц для каждого модуля системы:

$$D_1 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$D_2 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad D_3 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix} \quad D_4 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$D_5 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad D_6 = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \\ 0 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}$$

$$s_{34} = \begin{pmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 1 & 1 & 1 & 1 \end{pmatrix}, s_{35} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}, s_{36} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}, s_{37} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Множество межмодульных подматриц отношений по блочным матрицам для подмодуля аппаратуры и бытовых приборов имеет вид:

$$s_{45} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}, s_{46} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 1 \end{pmatrix}, s_{47} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Множество межмодульных подматриц отношений по блочным матрицам для подмодуля видеонаблюдения имеет вид:

$$s_{56} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 1 & 0 & 0 \end{pmatrix}, s_{57} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Множество межмодульных подматриц отношений по блочным матрицам для модуля охраны имеет вид:

$$s_{67} = \begin{pmatrix} 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}.$$

Все матрицы отношений для модуля управления построены выше и имеют индекс $i,7$.

Результаты исследования

В результате построения множества межмодульных подматриц отношений по блочным матрицам для каждого модуля и подмодуля системы можно сделать вывод о том, что если в подматрицах s_{ij} на ij -м месте стоит единица, то соответствующие матрицы из S дублируются и с целью эффективного хранения и обработки матричного массива, входящего в систему, следует хранить только один экземпляр такого набора данных. Также, что если в подматрицах s_{ij} на ij -м месте стоит ноль, то дублирования не происходит. Из всех не дублируемых экземпляров наборов данных следует хранить только единицы массивов S и MS .

Выводы

Такой подход позволит снизить стоимость реализации системы путем снижения человеко-машинных трудозатрат, требований к объемам используемой памяти вычислительной системы, мощностей обработки данных, эффективно применять, использовать, хранить параметрические матричные модели для всех типов связей.

Список литературы

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.

Рецензенты:

Видовский Л.А., д.ф.-м.н., профессор кафедры ИСиП, КубГТУ, г. Краснодар;

Пиотровский Д.Л., д.т.н., профессор кафедры АПП, КубГТУ, г. Краснодар.