

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОЙ СТРАТЕГИИ СИНТЕЗА МОДУЛЬНЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ДАННЫХ ДЛЯ БИЛЛИНГОВЫХ МОБИЛЬНЫХ ПРИЛОЖЕНИЙ

М.В. РУДЕНКО

*Кубанский государственный технологический университет,
350072, Российская Федерация, г. Краснодар, ул. Московская, 2*

В статье описывается выбор оптимальной стратегии синтеза для построения биллинговой информационной системы с поправкой на надежность, скорость работы и доступные ресурсы. Статья содержит описание входных данных, заданные параметры, и описание ограничений целевой функции. В результате проведенного анализа построена функция для оптимизации.

Ключевые слова: информация, обработка информации, информационная система, целевая функция, оптимизация.

Основная цель создания биллинговой информационной системы – снижение материальных затрат на персонал для обработки данных, а также удобство при работе, поэтому при проектировании и построении данных систем с использованием распределенных серверов огромное значение имеет информационная производительности системы обработки данных при заданном числе информационных массивов и заданной последовательности выполнения процедур [2].

Для формализации постановки задачи синтеза модульной системы обработки данных для биллинговых мобильных приложений введем следующие обозначения:

$P = \{p_1, p_2, \dots, p_I\}$ – множество процедур системы, используемых при обработке данных поступающих от клиентских приложений;

$D = \{d_1, d_2, \dots, d_J\}$ – множество информационных элементов (входных, промежуточных данных) для обработки процедурами множества P ;

$Q = \{q_1, q_2, \dots, q_I\}$ – вектор, определяющий объем в байтах для соответствующих процедур множества P ;

$H = \{h_1, h_2, \dots, h_J\}$ – вектор, определяющий объем в байтах для соответствующих информационных элементов множества D ;

V – объем данных, пересылаемых за одно обращение к внешней памяти;

$M = \|m_{ij}\|$ – технологическая матрица смежности, определяющая связь множества информационных элементов с множеством процедур, где

$$m_{ij} = \begin{cases} +1, & \text{если } j \text{ - ые данные являются исходными для процедуры } i, \\ -1, & \text{если } j \text{ - ые данные являются результатом процедуры } i, \\ 0, & \text{если } j \text{ - ые данные не используются процедурой } i. \end{cases}$$

Матрицы взаимосвязей информационных элементов D с процедурами P при считывании и записи:

$$M^c = M^z = \|m_{ij}^{c(z)}\|, \text{ где}$$

$$m_{ij}^{c(z)} = \begin{cases} 1, & \text{если } j \text{ - ые данные считываются(записываются)процедурой } i, \\ 0, & \text{если иначе.} \end{cases}$$

Введем следующие переменные и обозначения:

$$x_{ln} = \begin{cases} 1, & \text{если } p_l \text{ процедура включается в состав модуля } n, \\ 0, & \text{если иначе.} \end{cases}$$

где $n = \overline{1, N}$;

$$y_{ik} = \begin{cases} 1, & \text{если } p_l \text{ процедура выполняется } k \text{ - ой в обработки данных,} \\ 0, & \text{если иначе.} \end{cases}$$

где $i, k = \overline{1, I}$;

$$z_{jl} = \begin{cases} 1, & \text{если информация } d_j, \text{ включается в состав массива } l, \\ 0, & \text{если иначе.} \end{cases}$$

где $j = \overline{1, J}$, $l = \overline{1, L}$;

F_{ikn} — число процедур, которые в составе n -го модуля предшествуют процедуре P_i , имеющей номер k в последовательности выполнения, и которые вместе с процедурой P_i образуют последовательность, не содержащую точек разрыва 2-го рода:

$$\sum_{u=0}^{F_{ikn}} x_{tun} y_{tu, k-u} = F_{ikn} + 1,$$

$$\sum_{u=0}^{F_{ikn}+r} x_{tun} y_{tu, k-u} < F_{ikn} + 1 + r, m = 1, 2, \dots, k - (F_{ikn} + 1)$$

$$p_{nj} = \begin{cases} 1, & \text{если } \sum_{u=0}^{F_{tkn}} m_{tu}^a x_{tu} y_{tu,k-1} = 1, \\ 0, & \text{если иначе;} \end{cases}$$

$$\lambda_{nj} = \begin{cases} 1, & \text{если } \sum_{u=0}^{F_{tkn}} m_{tu}^a x_{tu} y_{tu,k-1} \geq 1, \\ 0, & \text{если иначе,} \end{cases}$$

где $m_{tu}^c = m_{tu}^a + m_{tu}^b$;

$$a_{nj} = \begin{cases} 1, & \text{если } \sum_{l=1}^L m_{lj} x_{ln} \geq 1, \\ 0, & \text{если иначе;} \end{cases}$$

$$Y_{nj} = (1 - p_{nj}) \lambda_{nj} = \begin{cases} 1, & \text{если } d_j \text{ является входным при соответствующем обращении;} \\ 0, & \text{если иначе.} \end{cases}$$

Определим нужные параметры для целевой функции:

$$Q_n = \sum_{i=0}^i q_i x_{in}, n = \overline{1, N} \quad \text{– объем программного модуля } n;$$

$$H_l = \sum_{j=1}^J h_j z_{jl}, l = \overline{1, L} \quad \text{– объем информационного массива } l;$$

$$v_j = \left\lceil \frac{H_l}{V} \right\rceil + 1 \quad \text{– общее число обращений к массиву } l \text{ при считывании;}$$

ξ_{jl} – матрица связывающая с информационным массивом, где

$$\xi_{jl} = \begin{cases} 1, & \text{если } \sum_{j=1}^J M_{lj} p_{jl} \geq 1, \\ 0, & \text{если } \sum_{j=1}^J M_{lj} p_{jl} = 0. \end{cases}$$

$$P_{jl} = \begin{cases} 1, & \text{если информационный элемент } j \text{ в массиве } n, \\ 0, & \text{если иначе;} \end{cases}$$

$$\varepsilon_{nl} = \left\lceil \frac{1}{V} \sum_{j=1}^J h_j p_{nj} \xi_{jl} \right\rceil + 1 \quad \text{– число обращений к массиву } l \text{ при записи}$$

результатов обработки данных;

$$b_{nj} = \begin{cases} 1, & \text{если } \sum_{j=1}^I p_{nj} \xi_{nj} \geq 1, \\ 0, & \text{если иначе;} \end{cases}$$

$\tau_n = t + \frac{Q_n}{v_c}$ – время пересылки процедур модуля n из внешней памяти мобильного устройства в оперативную, где t – время поиска необходимого участка внешней памяти при считывании или записи, v_c – скорость считывания информации;

$\tau_l^f = t + v_j \left(\frac{h_l}{v_c} \right)$ – время пересылки данных массива l в оперативную память мобильного устройства;

$\tau_l^g = t + \varepsilon_{nl} \left(\sum_{j=1}^I \frac{h_j \lambda_{nj} \xi_{j\tau}}{v_g} \right)$ – время записи очередных результатов обработки в массив l , расположенный во внешней памяти устройства, где v_g – скорость записи информации.

Данная задача синтеза модулей программного обеспечения формулируется с учетом ограничений влияющих на скорость и надежность работы системы, а также зависящих от ее ресурсов:

$S \leq \bar{S}$ – на допустимое число модулей в автоматизированной информационной системе управления для мобильного приложения, где \bar{S} – максимально возможное число модулей в системе;

$x_{in} + x_{fn} \leq 1, x_{in} x_{fn} x_{pn} = 1$ – на включение некоторых процедур в состав программного модуля для заданных $p_1, p_2, p_3, \dots, n = \overline{1, N}$;

$\sum_{i=1}^I x_{in} \leq W_n, \sum_{i=1}^I (x_{in} x_{fn} x_{pn} \dots) \leq \overline{W}_n$ – на допустимое число процедур

(групп процедур) в составе каждого модуля, где $W_n (\overline{W}_n)$ – максимально возможное число процедур (групп процедур) в модуле n ;

$\sum_{n=1}^N x_{in} = 1, i = \overline{1, I}$ – на однократность включения процедур в модули

разрабатываемой информационной системы;

$$\sum_{l=1}^I \sum_{k=1}^I x_{ln} y_{ln} \left(1 - \sum_{\substack{l=1 \\ l \neq k}}^I x_{ln} y_{l,k+1} \right) = 1$$

– на передачу управления из до завершения обработки всеми процедурами для заданного модуля n ;

$$\sum_{l=1}^I q_l x_{ln} \leq \overline{Q}_n, n = \overline{1, N}$$

– на объем каждого из модулей информационной системы, где \overline{Q}_n — максимально допустимый объем модуля n ;

$$\sum_{j=1}^J a_{nj} \leq J_n, n = \overline{1, N}$$

– на количество данных, обрабатываемых процедурами каждого модуля, где J_n — максимально допустимое число информационных элементов, обрабатываемых модулем n ;

$$\sum_{j=1}^J \sum_{n=1}^{N-1} \sum_{n'=n+1}^N a_{nj} a_{n'j} \leq \Theta$$

– на сложность интерфейса между модулями системы обработки данных, где Θ — максимально допустимое число переменных, являющихся общими для данных модулей;

$$\sum_{j=1}^J a_{nj} a_{n'j} \leq \Theta_{nn'}$$

– на сложность информационного интерфейса между отдельными модулями, где n и n' — заданные модули, $\Theta_{nn'}$ — максимальное число общих информационных элементов, обрабатываемых модулями n и n' .

Будем считать, что при каждом обращении к внешней памяти информационные массивы считываются целиком для каждой отдельной части модуля, представляющей собой последовательность процедур, в которой нет точек разрыва 2-го рода [1]. Результаты обработки данных также записываются во внешнюю память, для которой время записи принимается постоянным. При этих условиях задача синтеза оптимальной системы модулей программного обеспечения формулируется следующим образом:

Выражение в числителе целевой функции представляет собой общий объем пересылок процедур программных модулей и данных информационных

массивов при решении задачи обработки данных, а выражение в знаменателе — общее время обращения к внешней памяти устройства при решении задачи.

Анализ целевой функции поставленной задачи синтеза системы программных модулей систем обработки данных и использование свойств модульных систем позволит доказать ряд утверждений, которые будут использованы при разработке алгоритма решения данной задачи.

ЛИТЕРАТУРА

1. Кузнецов Н.А., Кульба В.В., Ковалевский С.С., Косяченко С.А. Методы анализа и синтеза модульных информационно-управляющих систем. — М.: ФИЗМАТЛИТ, 2002
2. Мамиконов А.Г., Кульба В.В., Косяченко С.А., Калугин С.Э. Задача синтеза оптимальных модульных систем обработки данных / ИПУ РАН. —М.: Препринт, 1999
3. Липаев В.В. Системное проектирование сложных программных средств для информационных систем. —М.: СИНТЕГ, 1999

REFERENCES

1. Kuznecov N.A., Kul'ba V.V., Kovalevskij S.S., Kosjachenko S.A. Metody analiza i sinteza modul'nyh informacionno-upravljajushhih sistem. — М.: FIZMATLIT, 2002
2. Mamikonov A.G., Kul'ba V.V., Kosjachenko S.A., Kalugin S.Je. Zadacha sinteza optimal'nyh modul'nyh sistem obrabotki dannyh / IPU RAN. —М.: Preprint, 1999
3. Lipaev V.V. Sistemnoe proektirovanie slozhnyh programmnyh sredstv dlja informacionnyh sistem. —М.: SINTEG, 1999

*SELECTION OF OPTIMAL STRATEGIES FOR THE SYNTHESIS OF MODULAR
DATA PROCESSING SYSTEMS FOR BILLING OF MOBILE APPLICATIONS*

M.V. RUDENKO

*Kuban State Technological University,
2, Moskovskaya st., Krasnodar, Russian Federation, 350072*

The article describes the selection of the optimal synthesis strategy for building the billing information system, adjusted for reliability, speed and available resources. The article contains a description of the input data, set parameters, and a description of the restrictions of the objective function. The analysis function is constructed for optimization.

Keywords: information, information processing, information systems, the objective function optimization.