

Модель и алгоритм назначения приоритетов задачам, выполняемым в информационных системах

О.Ф. Козырь, В.А. Кривоносов

Старооскольский технологический институт им. А.А. Угарова (филиал) «Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»»

Аннотация: Разработаны математическая модель и алгоритм программной реализации назначения приоритетов выполняемым в информационной системе и характеризуемым рядом свойств задачам. Алгоритм представлен словесно и в виде блок-схемы. При разработке модели использовались теория принятия решений, алгебра логики, теория отношений и теория множеств. Ранжирование по структурному критерию позволяет объединять задачи, относящиеся к разным приложениям, в группы с одинаковым приоритетом, что повышает эффективность информационно-вычислительной системы. Результаты подтверждены в ходе имитационного моделирования и тестирования.

Ключевые слова: назначение приоритетов, алгоритм диспетчирования, математическая модель, системы реального времени, автономные сценарии, управление информационными потоками, сравнение многокритериальных альтернатив, ранжирование, блок-схема.

В автоматизированных системах управления, особенно в системах реального времени [1], а также при управлении информационными потоками [2, 3] часто возникает необходимость в переопределении приоритетов выполняемых заданий. Причины этого могут быть различны: от разграничения доступа к одним и тем же ресурсам информационной системы до соблюдения некоторой последовательности выполняемых заданий. На первый взгляд такая проблема решается просто – путём упорядочивания задач по наиболее приоритетному их показателю, например, по времени решения. Однако такой подход не всегда оправдывает себя в реальных условиях. Ведь одна задача требует большого времени для работы с таблицами БД, малого времени занятости каналов связи и среднего времени решения, другая – малого времени для работы с таблицами БД, большого времени занятости каналов и большого времени решения. Хотя алгоритмы

диспетчеризации постоянно развиваются и совершенствуются [4, 5], однако сегодня нет универсального алгоритма, способного предусмотреть все особенности информационно-вычислительной системы и решаемых в ней задач. Для управления приоритетами более эффективным является учет «качества» задачи, описываемого не одной, а целым рядом ее характеристик. В этом случае предлагается использовать усовершенствованный вариант процедуры упорядочивания по убыванию приоритета задач, характеризуемых несколькими показателями, и изложенной в работах [6, 7]. Формализацию усовершенствованной процедуры целесообразно провести с помощью подходов теории принятия решений, применяемых для сравнения многокритериальных альтернатив.

Для начала определим все множество задач системы и значения характеризующих их числовых показателей. Ими могут быть:

- периодичность решения задачи;
- объем оперативной памяти, занимаемой задачей;
- время ее решения;
- пользовательский приоритет;
- интенсивность работы с таблицами БД;
- время занятости каналов связи, к примеру, для получения

значений технологических параметров от ОРС-серверов и т.д.

Введем следующие обозначения:

N - количество всех ожидающих выполнения задач;

M - число описывающих задачи свойств;

$Z = (z_1, z_2, \dots, z_N)$ – множество альтернатив (задач);

$F = (f_1, f_2, \dots, f_M)$ - множество критериев оценки (параметров) задач;

$f_j(z)$ - детерминированная функция, описывающая j -ую характеристику альтернативы, иными словами, числовое значение j -го параметра задачи z .

Для установления предпочтения воспользуемся отношением доминирования по Парето R_p , которое является числом и предполагает, что сравнение альтернатив (задач) из некоторого конечного множества Z производится попарно, и что задача z_p строго предпочтительнее задачи z_q , если задача z_p превосходит задачу z_q хотя бы по одному k -ому свойству ($f_k(z_p) > f_k(z_q)$), а по всем остальным не хуже неё ($f_j(z_p) \geq f_j(z_q); j = \overline{1, M}; j \neq k$) [8]. Например, пусть задача z_1 характеризуется следующими показателями: число обращений к таблицам БД истории – 14, время решения – 9 сек., задача z_2 – 14 и 6 сек. соответственно. И пусть «лучшей» считается та задача, у которой число обращений к таблицам БД и время решения меньше. Тогда согласно отношению доминирования по Парето R_p ;

$$(z_p, z_q) \in R_p \leftrightarrow \forall j: [f_j(z_p) \leq f_j(z_q)] \wedge [F(z_p) \neq F(z_q)], (j = \overline{1, 2, \dots, M}) \quad (1)$$

где $F = (f_1, f_2, \dots, f_M)$ - множество показателей качества.

В приведенном примере задача z_2 будет строго предпочтительнее z_1 , так как по второму показателю она лучше, а по первому они одинаковы. Задачи z_p и z_q несравнимы между собой, если задача z_p превосходит задачу z_q по значениям одних свойств, а задача z_q превосходит задачу z_p по значениям других. Следовательно, задачи $z_3 = \{14, 8\}$ и $z_4 = \{16, 7\}$ несравнимы между собой.

Целью предложенной процедуры назначения приоритетов является объединение в одну группу некоторых несравнимых и эквивалентных задач принадлежащих к разным автономным сценариям [9] и другим приложениям (при отсутствии требования их линейного упорядочения). Каждой группе

присваивается уникальный номер (ранг), определяющий порядок её выполнения.

Алгоритм процедуры, блок-схема которого представлена на рис.1, разобьём на несколько этапов. На каждом этапе выполняется ранжирование, то есть выбор наиболее предпочтительных из всего множества Z задач.

«Качество» альтернативы z оценивается несколькими (M) числами в соответствии с показателями f_j . Каждую из функций f_j требуется либо максимизировать, либо минимизировать, тогда задача ранжирования формулируется следующим образом:

$$f_j(z) \rightarrow \underset{z \in Z^l}{extr}: Z^l \rightarrow R_p, j = \overline{1;M}, Z^l \subset Z, l = 1, 2, \dots, L \quad (2)$$

где $R_p \subset Z \times Z$ - предпочтения, задаваемые с помощью бинарного отношения R_p

$$(z_p, z_q) \in R_p \leftrightarrow z_p \succ z_q, z_p, z_q \in Z \quad (3)$$

$$P^l = P_f(Z^l) \subseteq Z^l, l = 1, 2, \dots, L, Z^1 = Z \quad (4)$$

$$P^{l-1} \not\subseteq Z^l, l = 1, 2, \dots, L \quad (5)$$

где Z^l - множество задач, рассматриваемых на l -ом этапе ($l = 1, 2, \dots, L$); $P^l = P_f(Z^l)$ - множество Парето в пространстве критериев на l -ом этапе.

На основании предпочтений (3) на каждом l -ом шаге определяется по всем характеристикам множество недоминируемых по Парето альтернатив (4), которым присваивается соответствующий ранг. Так выбранным на первом этапе задачам будет присвоен ранг, равный 1 (наивысший приоритет). В блок-схеме номер этапа, а соответственно и ранга, обозначим через l , а выбранные задачи будем записывать в вектор V^l .

На каждом следующем этапе из числа ранжируемых задач Z^l будут

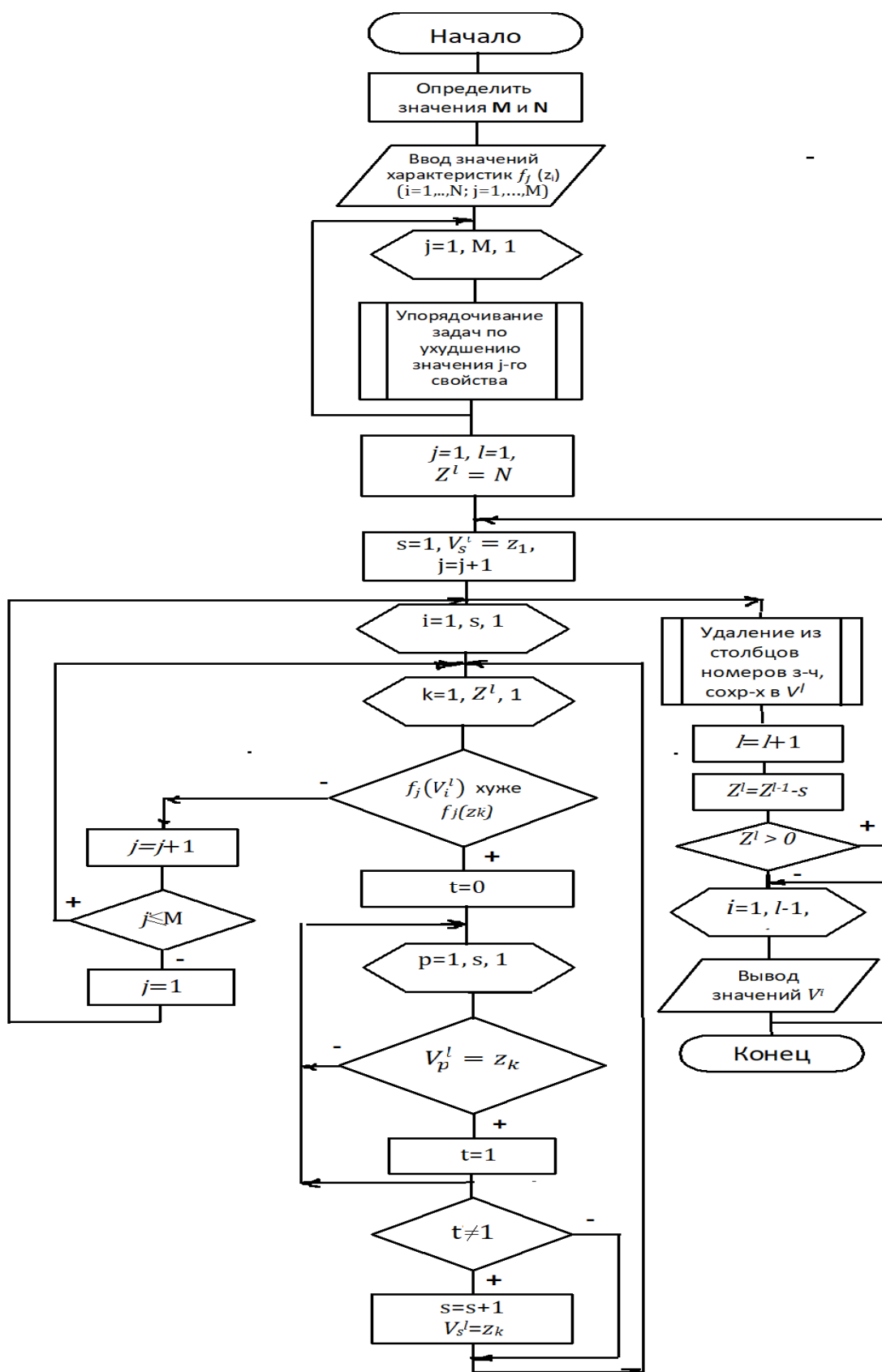


Рис. 1. – Блок-схема алгоритма процедуры

исключены уже ранее выбранные задачи (5), а присваиваемый ранг будет на 1 больше, чем на предыдущем.

Назначение рангов задачам выполняется следующим образом. Для каждой характеристики задачи создается своя очередь, в каждой из которых все задачи, требующие выполнения, упорядочиваются по ухудшению значения одного параметра, т.е. первыми оказываются задачи с наилучшим значением характеристики. Это можно выполнить с помощью любого метода сортировки значений. Для лучшей иллюстрации алгоритма очереди задач представим в виде столбцов с номерами задач, как показано на рис. 2. В блок-схеме z_i – это номер задачи, стоящей на i -ом месте в текущей очереди.

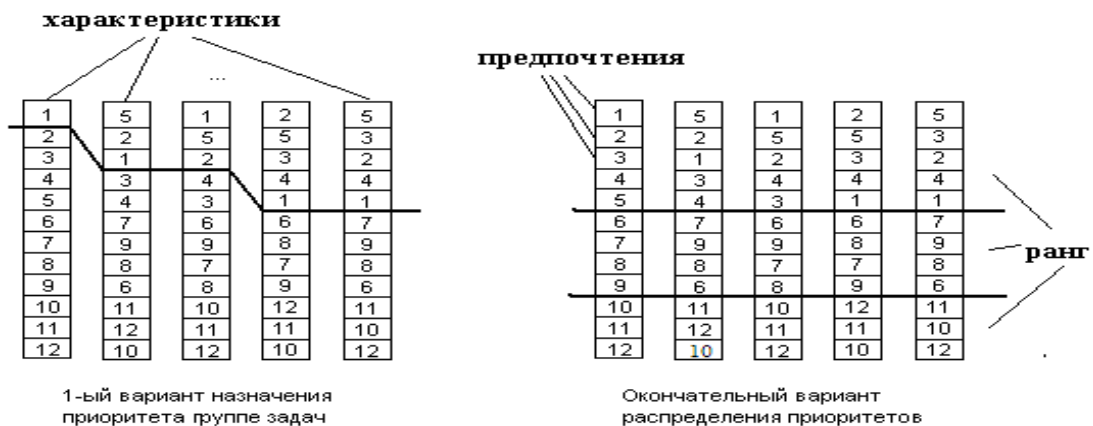


Рис. 2. - Пример группировки задач по рангам

Далее из первой очереди выбирается первая, наиболее приоритетная по данной характеристике, задача. Выполняется поиск этой задачи в следующей очереди. Составляется список задач, которые находятся выше нее в очереди, а, следовательно, лучше неё по второй характеристике, но хуже по первой. Таким образом, обойдем все очереди и определим все задачи, доминирующие над первой по остальным показателям. Если считать, что все характеристики одинаково важны, то установить первенство между такими задачами невозможно, а, значит, отнесем их к одной группе приоритетов.

Аналогично выполняется поиск каждой из выбранных ранее задач во всех очередях, и вектор V^l дополняется номерами задач, что находятся выше неё.

Когда список задач данного ранга прекратит расширяться, то переходим к следующему этапу. Исключаем из рассмотрения уже выбранные задачи, удалив их номера из всех очередей. Увеличиваем на единицу значение ранга, и составляем новый вектор V^l , повторяя шаги алгоритма.

Процедура упорядочивания завершается, когда список подлежащих ранжированию задач исчерпан.

Программная реализация разработанного алгоритма была протестирована на контрольном примере. В ходе имитационного моделирования в среде GPSS, был проведен сравнительный анализ наиболее популярного метода диспетчеризации RR с разработанным. Результаты моделирования и тестирования, с которыми более подробно можно ознакомиться в статьях [10, 11], показали, что применение разработанной процедуры увеличивает эффективность обработки заданий.

Литература

1. Rajib Mall. 2006. Real-Time Systems: Theory and Practice. IGI Global, 2006. 242 p.
 2. Сироткин А.В., Управление формированием информационных потоков в вычислительной системе // Инженерный вестник Дона, 2011, № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2011/593
 3. Сироткин А.В., Приоритетное планирование процессов информационного обеспечения в АСУП // Инженерный вестник Дона, 2012, № 1 . URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/629
 4. Cooper K., Dasgupta A., Kennedy K. 2004. New grid scheduling and rescheduling methods in the GrADS project // In Proc. of the 18th International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS'04). Pp. 199–206.
-

5. Xiaohui W., Zhaohui D., Shutao Y. 2006. CSF4: A WSRF Compliant Meta-Scheduler // In Proc. of World Congress in Computer Science Computer Engineering, and Applied Computing. Pp. 61-67.

6. Щербакова М.Е., Гудкович Н.В. Методика диспетчеризации задач реального масштаба времени // Сборник научных работ Восточно-украинского национального университета имени Владимира Даля (Сборник материалов VIII Международной научно-практической конференции «Университет и регион»). Украина, Луганск. 2002. С. 205

7. Щербакова М.Е. Диспетчеризация задач по структурному критерию // Материалы 9-го Международного молодежного форума «Радиоэлектроника и молодежь в 21 веке». Украина, Харьков. 2005. С. 398.

8. Черноруцкий И.Г. Методы принятия решений. СПб: БХВ – Петербург, 2005 г. 416 с.

9. Филатов В.А., Кривоносов В.А., Козырь О.Ф. Адаптивные автономные сценарии в задачах управления информационными ресурсами предприятия // Инженерный вестник Дона, 2013, № 3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1771

10. Kozyr O.F. The optimization of use of the information recourses in real time systems // European Researcher. 2012. № 5-1 (20). pp. 503-506.

11. Козырь О.Ф. Процедура планирования выполнения автономных сценариев. // Сборник научных и научно-методических докладов Всероссийской научно-практической конференции преподавателей, сотрудников и аспирантов с международным участием 7-8 декабря 2011г, Старый Оскол: СТИ НИТУ «МИСиС», 2011, том I. С. 215-220

References

1. Rajib Mall. 2006. Real-Time Systems: Theory and Practice. IGI Global, 2006. 242 p.

2. Sirotkin A.V. Inzenernyj vestnik Dona, 2011. № 4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2011/593
 3. Sirotkin A.V. Inzenernyj vestnik Dona. 2012. № 1. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n1y2012/629
 4. Cooper K., Dasgupta A., Kennedy K. 2004. In Proc. of the 18th International Parallel and Distributed Processing Symposium (IPDPS'04). Pp. 199–206.
 5. Xiaohui W., Zhaohui D., Shutao Y. 2006. In Proc. of World Congress in Computer Science Computer Engineering, and Applied Computing. Pp. 61-67.
 6. Shcherbakova M.E., Gudkovich N.V. Sbornik nauchnykh rabot Vostochno-ukrainskogo natsional'nogo universiteta imeni Vladimira Dalya (Sbornik materialov VIII Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Universitet i region"). Ukraina. Lugansk. 2002. P. 205
 7. Shcherbakova M.E., Materialy 9-go Mezhdunarodnogo molodezhnogo foruma "Radioelektronika I molodezh' v 21 veke". Ukraina. Khar'kov. 2005. P. 398
 8. Chernorutskiy I.G. Metody prinyatiya resheniy [Decision making methods]. SPb: BHV. Peterburg, 2005. 416 p.
 9. Filatov V.A., Krivinosov V.A., Kozyr' O.F. Inzenernyj vestnik Dona, 2013. №3. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n3y2013/1771
 10. Kozyr O.F. European Researcher. 2012. № 5-1 (20). Pp. 503-506.
 11. Kozyr' O.F. Sbornik nauchnykh I nauchno-metodicheskikh dokladov Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii prepodavateley, sotrudnikov i aspirantov s mezhdunarodnym uchastiem 7-8 dekabrya 2011, Staryj Oskol: STI NITU "MISiS", 2011. Tom I. Pp. 215-220
-