
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
«УКРАЇНСЬКИЙ НАУКОВО-ДОСЛІДНИЙ ІНСТИТУТ ЗВ'ЯЗКУ»

НАУКОВІ ЗАПИСКИ
УКРАЇНСЬКОГО НАУКОВО-ДОСЛІДНОГО
ІНСТИТУТУ ЗВ'ЯЗКУ

Науково-виробничий збірник

3(27) • 2013

Наукові записки УНДІЗ

Науково-виробничий збірник

Свідоцтво про державну реєстрацію – КВ №12133-1022Р від 26.12.2006 р.

Наукове фахове видання України –

Постанова президії ВАК України №1-05/5 від 1.07.2010 р.

Збірник індексується в наукометричній базі Google Scholar

ГОЛОВНИЙ РЕДАКТОР

Беркман Любов Наумівна, д.т.н., проф.

ЗАСТУПНИКИ ГОЛОВНОГО РЕДАКТОРА

Семенко Анатолій Іларіонович, д.т.н., проф.

Колченко Галина Федорівна, к.т.н., с.н.с., доц.

ВІДПОВІДАЛЬНИЙ СЕКРЕТАР

Торошанко Ярослав Іванович, к.т.н., с.н.с.

ЧЛЕНИ РЕДАКЦІЙНОЇ КОЛЕГІЇ

Віноградов Микола Анатолійович, д.т.н., проф.,

Гайворонська Галина Сергіївна, д.т.н., проф.

Гребенніков Валерій Олександрович, к.т.н., с.н.с.

Захарченко Микола Васильович, д.т.н., проф.

Каток Віктор Борисович, к.т.н., доц.

Климаш Михайло Миколайович, д.т.н., проф.,

Кравченко Юрій Васильович, д.т.н., проф.

Лемешко Олександр Віталійович, д.т.н., проф.

Лучук Андрій Михайлович, д.т.н., проф.

Поповський Володимир Володимирович, д.т.н., проф.

Почерняєв Віталій Миколайович, д.т.н., проф.

Савченко Юлій Григорович, д.т.н., проф.

Скопа Олександр Олександрович, д.т.н., доц.

Тарасенко Володимир Петрович, д.т.н., проф.

№3(27) • 2013

Рекомендовано до друку Науково-технічною радою УНДІЗ (протокол №3 від 26.09.2013 р.)

Адреса редакції: Український НДІ зв'язку. Вул. Солом'янська, 3, м. Київ, 03110

Тел.: +380 (44) 248 86 67; +380(50) 5555114.

Ел. пошта: toroshanko@ukr.net **Сайт:** <http://undiz.org.ua>

Друк ТОВ «АНВА Прінт». Вул. Солом'янська, 1, оф.204, м. Київ, 03110. Тел. +380 (44) 227 77 28
Підписано до друку 26.09.2013 р. Формат 64x90^{1/8}. Наклад 200 прим. Замовл. № 347.

©Український науково-дослідний інститут зв'язку, 2013

З М І С Т

Віноградов М.А., Савченко А.С. Концепція управління корпоративною комп'ютерною мережею на основі психофізіологічних механізмів професійної діяльності людини	5
Мирталибов Т.А., Титенко Е.А. Модифицированная производственная система и специализированное производственное устройство для поддержки решений проблемно-поисковых задач	15
Rozogunov G.N., Fendri Mohamed Aymen. Digital channel codes with suppressed low frequency components	24
Манько О.О., Скубак О.М. Рівняння збуреного стану осердя оптичного волокна мереж доступу	29
Недашківський О.Л. Аналіз математичної моделі системи синхронізації	35
Лісковський І.О. Узагальнюючий алгоритм аналізу працездатності фрагмента мережі тактової синхронізації довільної топології	41
Марченко Н.Б. Визначення похибки оцінки частоти за положенням максимуму спектра для вагової функції Дольфа-Чебишева	48
Холявкина Т.В. Адаптация процессов организации запросов к базе данных	54
Куклинский М.В. Формирование парето-оптимального множества вариантов построения сложной технической системы	59
Шматко В.С. Повышение достоверности определения места неисправности в системе связи	64
Нечипорук В.В., Нечипорук О.П., Гончарук В.В. Розробка математичних моделей характеристики технічного стану вузлів електроенергетичного обладнання	69
Невдачина О.В. Определение устойчивости и робастности AQM-системы с регулятором совокупной скорости	75
Жебка В.В. Сучасні системи управління інфокомунікаційною мережею як складним об'єктом	80

C O N T E N T S

Vinogradov N.A., Savchenko A.S. Concept of corporate network control based on professional psychophysiological mechanisms of human	5
Mirtalibov T.A., Titenko Ie.A. The modified production systems and specialized production device for support of the solutions of the problem search task	15
Rozorynov G.N., Fendri Mohamed Aymen. Digital channel codes with suppressed low frequency components	24
Manko O.O., Skubak O.M. Equations of the perturbed state of the access networks optical cable core	29
Nedashkivskiy O.L. Analysis of mathematical model of the system of synchronization	35
Liskovskiy I.O. Generalized algorithm of analysis of capacity of the fragment time synchronization network of arbitrary topology	41
Marchenko N.B. Determination of error estimates for the position of maximum frequency range for the weight function Dolph-Chebyshev	48
Holiavkina T.V. Adaptation of processes of organization of requests to database	54
Kuklinskyi M.V. Formation of Pareto-optimal set of options for building a complex technical system	59
Shmatko V.S. An increase of authenticity of location disrepair in a communication network	64
Nechyporuk V.V., Nechyporuk O.P., Honcharuk V.V. Development of mathematical models technical specifications of electric power equipment parts	69
Nevdachina O.V. Determination of stability and robustness of the AQM-system with controller of aggregate speed	75
Zhebka V.V. Modern infocommunication network management system as a complex object	80

УДК 004.65(045)

Холявкина Т.В., к.т.н. (Національний авіаційний університет)

АДАПТАЦИЯ ПРОЦЕССОВ ОРГАНИЗАЦИИ ЗАПРОСОВ К БАЗЕ ДАННЫХ

Холявкина Т.В. Адаптація процесів організації запитів до бази даних. Описана розподілена інформаційно-обчислювальна система аналізу і обробки інформації про безпеку польотів. Задача оптимального розподілу запитів зведена до задачі квадратичного програмування з обмеженнями типу нерівностей.

Ключові слова: розподілена інформаційно-обчислювальна система, безпека польоту, оптимізація запитів, теорема Куна-Таккера, квадратичне програмування

Холявкина Т.В. Адаптация процессов организации запросов к базе данных. Описана распределенная информационно-вычислительная система анализа и обработки информации о безопасности полетов. Задача оптимального распределения запросов сведена к задаче квадратичного программирования с ограничениями типа неравенств.

Ключевые слова: распределенная информационно-вычислительная система, безопасность полета, оптимизация запросов, теорема Куна-Таккера, квадратичное программирование.

Holiavkina T.V. Adaptation of processes of organization of requests to database. Here is considered a distributed data-processing analyzing system and processing information concerning flight safety. The task of optimal request distribution is reduced to task of quadratic programming with restrictions on types of inequality.

Keywords: distributed data-processing analyzing system, safety of flight, optimization of requests, Kuhn-Tucker theorem, quadratic programming

Введение и постановка задачи. Основываясь на “Положении о системе управления безопасностью полетов на авиационном транспорте”, авиакомпания создает базу данных с целью эффективного анализа полученной информации, в том числе по результатам расследования авиационных событий и добровольных извещений об опасных факторах.

Характерная особенность этой базы данных заключается в следующем. База данных должна иметь распределенный характер.

Благодаря этому, *во-первых*, обеспечивается более быстрый доступ к информации частного характера, необходимой для оперативного функционирования региональных органов авиакомпании, отдельных предприятий обработки полетной информации и др.

Во-вторых, повышается надежность хранения данных на терминальных узлах и промежуточных серверах сети.

По существу, рассматриваемая база данных представляет собой распределенную базу данных и знаний (РБД и З), поскольку, помимо задач хранения, решаются также задачи обработки данных [1]. Кроме того, осуществляется архивное копирование и страховочная перезапись данных с периодом, который выбирается по соображениям надежности хранения.

РБД и З является структурой критичного использования по соображениям безопасности и защиты информации. Утрата или другие нарушения целостности информации могут повлечь серьезные и непредсказуемые последствия, вплоть до нарушения работы всей авиационной транспортной инфраструктуры.

Распределенная БД безопасности полетов, по существу, представляет собой информационно-вычислительную систему (ИВС), состоящую из N устройств обработки и хранения, M клиентских приложений и иерархической системы управления базой данных. В

общем случае $M \neq N$. В каждом устройстве обработки и хранения (сервере) выделена область памяти объемом C_i ($i=1, n$) только для хранения информации БД безопасности полетов (БП).

Кроме того, в сети могут иметься K серверов, играющих роль устройств промежуточного хранения данных системы управления безопасностью полетов. Данные из этих серверов используются для решения задач прогнозирования, локализации и обработки возникающих нештатных ситуаций.

Пусть вся информация БД БП представляет собой множество блоков

$$\{a_j\}, j=1, \dots, m, \quad (1)$$

где a_j объем каждого блока информации, причем не обязательно, чтобы эти объемы были одинаковы для каждого блока.

Каждый сервер может обратиться к любому другому серверу за любым числом блоков из множества $\{a_j\}$ и получить необходимые данные. Время, которое затрачивается на получение этих данных, зависит от объема требуемой информации, состояния канала передачи (например, туннеля виртуальной частной сети), наличия и длины очереди, числа транзитных узлов коммуникации.

Кроме того, каждый сервер в пределах своего объема памяти C_i может иметь некоторое количество информации, для обращения к которой дополнительного времени не требуется.

Заявки на обслуживание, поступающие из системы управления БД (СУБД), содержат перечень служебной информации, некоторую необходимо использовать при обслуживании каждой задачи-заявки [2]. Каждая j -я заявка характеризуется множеством I , информационных блоков БД, используемых для обслуживания этой заявки ИВС.

Дисциплину обслуживания в штатной ситуации естественно связать со средним временем решения задачи на выделенном для этого сервере, в памяти которого имеется часть необходимой информации. Остальные части необходимой информации сервер получает от других источников.

В нештатной ситуации дисциплина обслуживания полностью определяется приоритетом вновь возникшей задачей. Очевидно, большинство (или даже все) задачи штатных ситуаций отодвигаются в очереди, пока не будет решена вновь возникшая задача [3].

Таким образом, цель адаптации (оптимизации, настройки) системы состоит в том, чтобы распределить ресурсы ИВС в соответствии со следующими правилами:

– дисциплиной обслуживания, т.е. правилом направления очередной заявки на один из серверов, руководствуясь при этом данными о параметрах требуемых блоков информации, состоянии памяти всех серверов сети и их загрузке;

– правилом распределения данных по серверам сети.

Зададим кодовую матрицу $U = \|u_{ij}\|$, элементами которой являются двоичные переменные, определяющие наличие ($u_{ij} = 1$) или отсутствие ($u_{ij} = 0$) в памяти i -го сервера j -го блока данных. Очевидно, что имеет место следующее ограничение, связанное с конечными размерами области памяти, выделяемой на каждом сервере для хранения данных БД БП:

$$\sum_{j=1}^m a_j u_{ij} \leq C_i, \quad i=1, \dots, m. \quad (2)$$

Пусть поток заявок на запросы данных образуется из K различных потоков, каждый из которых характеризуется своим дискретным распределением вероятностей использования блоков информации $\{a_j\}$:

$$P_l = (P_{l1}, \dots, P_{lm}), l = 1, \dots, k, \quad (3)$$

где P_{jl} – вероятность того, что при решении задачи l -го потока потребуется j -й блок информации.

Без потери общности можно ввести упрощающие правила нормировки:

$$\sum_{j=1}^m P_{jl} = 1, \quad (4)$$

хотя это и не обязательно, так как при запросе по той или иной задаче может потребоваться несколько блоков данных.

Определим вероятность попадания задачи l -го потока на i -й сервер при следующей простой и вполне логичной дисциплине обслуживания: задача направляется на решение на тот сервер, где часть общего объема необходимых данных больше всего. Выражение имеет следующий вид:

$$P_{li}(U) = \frac{\sum_{j=1}^m U_{ij} P_{lj}}{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m U_{ij} P_{lj}}. \quad (5)$$

Аналогично определяем вероятности того, что для решения задачи l -го потока, направленной на i -й сервер, найдется вся необходимая информация, и обращаться ко всей базе данных не придется:

$$\bar{P}_{li} = P_{li}(U).$$

Примем средние интенсивности потоков запросов для решаемых задач $\lambda_1, \dots, \lambda_k$ и средние интенсивности обслуживания (доставки заявок и решения задачи) μ_1, \dots, μ_n .

Тогда простейшая задача оптимального размещения блоков данных (1) на серверах, при котором минимизируется общая интенсивность запросов к БД:

$$Q(U) = \sum_{i=1}^n \sum_{l=1}^k \lambda_l [1 - \bar{P}_{li}(U)] P_{li}(U) \rightarrow \min, U \in S, \quad (6)$$

где

$$S: \begin{cases} \sum_{l=1}^k \lambda_l P_{lj}(U) < \mu_i \\ \sum_{j=1}^m a_j u_{ij} \leq C_i, \quad i = 1, \dots, n. \end{cases} \quad (7)$$

$$V^T = \| V_{11}, \dots, V_{n1}, \dots, V_{nm} \|. \quad (8)$$

Таким образом, функционал $Q(U)$ характеризует среднюю интенсивность запросов всех серверов сети.

Ограничения (7) связаны с пропускной способностью системы: при нарушении хотя бы одного из них очередь неограниченно растет. Необходимо также учитывать ограничения области памяти на каждом сервере.

Полученная задача является задачей стохастического программирования с булевыми переменными большой размерности $n \times m$. Для условий усреднения λ_i и μ_i на интервале наблюдения можно, используя результаты теоремы Куна-Таккера [4...6], усреднить стохастический квазиградиент вида (6) и, таким образом, свести задачи к задаче квадратичного программирования. Таким образом, задача сводится к минимизации квадратичной целевой функции с нелинейными ограничениями вида (7).

Условия Куна-Таккера сформированы для общей задачи нелинейного программирования с ограничениями, как в виде равенств, так и в виде неравенств. Рассмотрим эти условия для нашей задачи с ограничениями только в виде неравенств: минимизировать функцию $Q(U)$ при ограничениях вида (7).

Запишем условия Куна-Таккера

$$\tilde{\nabla} Q(U) - \sum_i \xi_i \tilde{\nabla} g_i(U) = 0, \quad (9)$$

где $\tilde{\nabla} Q(U) = E \left[\frac{Q(U) - Q(U_{n-1})}{\Delta_s} \right]$ – стохастический квазиградиент;

E – символ математического ожидания;

Δ_s – величина шага квазиградиента между последовательными значениями U на $(n-1)$ -м и n -м шагах;

$\xi_i \geq 0$ – множитель, смысл которого определим ниже;

$\tilde{\nabla} g_i(U)$ – стохастический квазиградиент функции $g_i(U) = \mu_i - \sum_{l=1}^k \lambda_l P_{li}(U)$:

$$\tilde{\nabla} g_i(U) = E \frac{g_i(U_n) - g_i(U_{n-1})}{\Delta_s}.$$

При таком выборе функции $g_i(U)$ ограничения (7) принимают вид:

$$g_i(U) = \mu_i - \sum_{l=1}^k \lambda_l P_{li}(U) \geq 0. \quad (10)$$

Правомерность такого преобразования вытекает из того, что все переменные λ_l , λ_i , P_{li} – неотрицательные величины.

Условия оптимальности записываются как

$$\tilde{\nabla} Q(U) - \sum_j \xi_j g_j(U) = 0, \quad (11)$$

$$g_j(U) = 0, \quad j = 1, \dots, J. \quad (12)$$

Множитель ξ_j в данной постановке является неопределенным множителем Лагранжа, соответствующим j -му ограничению. Он представляет собой значение неявной функции стоимости, отражающей изменение минимального значения целевой функции. Подбор значения ξ_j осуществляется таким образом, чтобы координата точки безусловного минимума удовлетворяла условию $g_j(U) = 0$.

Это легко сделать, если, рассматривая ξ_j как независимую переменную, найти безусловный минимум функции $Q(U)$ без учета влияния второго слагаемого в выражении (11), а затем выбрать значение ξ_j , при котором выполняется равенство в этом выражении целиком. Другими словами, мы погружаем исходную задачу минимизации (6) в задачу минимизации большей размерности (11).

Выводы

1. Задача оптимального распределения запросов сведена к задаче квадратичного программирования с ограничениями типа неравенств.
2. Для определения условий необходимости и достаточности решения модифицированы условия теоремы Куна-Таккера с учетом дискретности и случайного характера квазиградиента.

Литература

1. Ребекка М. Райордан. Основы реляционных баз данных / Ребекка М. Райордан. – М.: Издатель: Русская редакция, 2001. – 384 с.
2. Холявкина Т.В. Организация запросов в распределенной системе управления безопасностью полетов / Т.В. Холявкина // Проблеми інформатизації та управління : зб. наук. пр. – К.: НАУ, 2009. – Вип.4(28). – С. 140-143.
3. Гнеденко Б.В. Введение в теорию массового обслуживания / Б.В. Гнеденко, И.Н. Коваленко. – [2-е изд.]. – М.: Наука, 1987. – 336 с.
4. Аоки М. Введение в методы оптимизации / М. Аоки. – М.: Наука, 1977. – 344 с.
5. Реклейник Г. Оптимизация в технике: в 2-х кн., кн.2 / Г. Реклейник, А. Рейвинзрок, К. Рэгсдел; пер. с англ. – М.: Мир, 1986. – 320 с.
6. Башарин Г.П. Анализ очередей в вычислительных сетях. Теория и методы расчета / Г.П. Башарин, П.П. Бочаров, Я.А. Коган. – М.: Наука, 1989. – 335 с.