

Секция «ВЫЧИСЛИТЕЛЬНАЯ МАТЕМАТИКА И КИБЕРНЕТИКА»

О стохастическом моделировании турбулентных полей скорости.

И.А. Боровская

Институт математического моделирования РАН

Процесс генерации шума турбулентными газовыми потоками представляет собой одну из самых сложных и актуальных проблем в современной аэродинамике. Для решения этих задач в случае использования стохастических, детерминировано-стохастических подходов требуются качественные модели для генерации турбулентных полей скорости. [1][2][3] В настоящее время известны и используются несколько синтетических стохастических моделей, одна и наиболее распространенных — SNGR (Stochastic Noise Generation and Radiation) модель.

В данной работе предлагается обзор моделей, используемых в настоящее время, рассматриваются различные пути и методы построения моделей, а также рассматривается новый способ генерации турбулентных полей скорости, позволяющий улучшить свойства уже существующих моделей.

Известные модели имеют существенные недостатки. А именно, являясь локально однородными, они не удовлетворяют условию неоднородности. Поэтому, например, SNGR модель может быть использована только в задачах со слабой неоднородностью. [2]

В данной работе предлагается также альтернативный подход к построению стохастической модели турбулентной скорости. Она удовлетворяет условиям неоднородности и несжимаемости, необходимым для моделирования турбулентных полей скорости.

Численные расчеты, проведенные на основе описанного выше подхода, позволяют получить неоднородные и несжимаемые стохастические поля скорости. На основании полученных результатов можно вычислить средние и спектральные характеристики. Соответствующая SNGR модель строится с использованием полученных данных. Используя полученные данные, строится соответствующая SNGR модель и проводится сравнение двух моделей.

Литература

1. Kozubskaya Tatyana, Abalakin Ilya, and Bobkov Vladimir «A Half-Stochastic Model for Noise Simulation in Free Turbulent Flows» //AIAA paper, 2001-2258.

2. Bailly Christophe, and Juve Daniel «A Stochastic Approach To Compute Subsonic Noise Using Linearized Euler's Equations» // AIAA paper, 99-1872.

3. Сабельфельд К.К. Статистическое моделирование в задачах математической физики. Издательство Новосибирского университета, 1992

Синтез корректных алгоритмов в алгебраическом расширении одной П-модели алгоритмов классификации

О.М. Васильев

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова.

E-mail ovasiliev@inbox.ru

В работах [1], [2] описана схема *алгебраического подхода* в распознавании образов, в рамках которого проводятся построения настоящей работы.

Рассматривается алгебраическое расширение одной П-модели алгоритмов для задачи обучения по прецедентам

$Z = \langle \mathbb{I}_i, \mathbb{I}_f, \{x_k, y_k\}_{k=1}^q \rangle$, где \mathbb{I}_i — пространство начальных информации (произвольное множество с метрикой, например, \mathbb{R}_n), \mathbb{I}_f — множество финальных информации (для двухклассовой задачи это $\{1, -1, \Delta\}$),

$\{x_k, y_k\}_{k=1}^q \subset \mathbb{I}_i \times (\mathbb{I}_f \setminus \{\Delta\})$ — обучающая выборка. Искомым является алгоритм (элемент модели алгоритмов), реализующий отображение $A: \mathbb{I}_i \rightarrow \mathbb{I}_f$, оптимальное по количеству ошибок на обучении

$$\sum_{k=1, q: A(x_k) \neq y_k} 1 \rightarrow \min$$

Алгоритмы, не допускающие ошибок на обучении, называют *корректными*.

Одним из параметров любой П-модели является всюду положительная монотонно убывающая функция расстояния $K: \mathbb{I}_i^2 \rightarrow \mathbb{R}$. Полученные в работе результаты остаются справедливыми для произвольной всюду положительной функции K (соответственно, наличие метрики на \mathbb{I}_i не требуется). Каждый прецедент в П-моделях мыслится как источник потенциального поля: класс (1) распространяет поле

$$\tilde{A}_+(u) = \sum_{k=1, q: y_k=1} K(u, x_k), \text{ а класс } (-1) \text{ — поле } \tilde{A}_-(u) = - \sum_{k=1, q: y_k=-1} K(u, x_k)$$

где $u \in \mathbb{I}_i$.

Исходная модель алгоритмов \mathbb{M} определяется при помощи модели

алгоритмических операторов \mathbb{M}_0 и решающего правила $C: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{I}_f$

так:

$$\mathbf{M}_0 = \{B: \mathbb{I}_i \rightarrow \mathbb{R}^2 \mid B(u) = (a\tilde{A}_+(u), b\tilde{A}_-(u)), \forall u \in \mathbb{I}_i, a, b \in \mathbb{R}^+\}$$

$$C(\gamma_+, \gamma_-) = \begin{cases} 1, & \gamma_+ + \gamma_- > 0 \\ \Delta, & \gamma_+ + \gamma_- = 0 \\ -1, & \gamma_+ + \gamma_- < 0 \end{cases},$$

$$\mathbf{M} = \{A: \mathbb{I}_i \rightarrow \mathbb{I}_f \mid A = C \circ B, B \in \mathbf{M}_0\}$$

Расширим \mathbf{M} при помощи семейства корректирующих операций \mathbf{F} , составленного из минимизаторов модуля всех натуральных размерностей

$$ABS\text{MIN}((\gamma_+^1, \gamma_-^1), \dots, (\gamma_+^p, \gamma_-^p)) = \arg \min_{(\gamma_+, \gamma_-) \in \{(\gamma_+^1, \gamma_-^1), \dots, (\gamma_+^p, \gamma_-^p)\}} |\gamma_+ + \gamma_-|$$

Так строится алгебраическое расширение

$$\mathbf{F}[\mathbf{M}] = \{C \circ ABS\text{MIN}(B_1, \dots, B_p), p \in \mathbb{N}\}$$

исходной модели алгоритмов.

Теорема. Для того чтобы в $\mathbf{F}[\mathbf{M}]$ существовал корректный алгоритм необходимо и достаточно, чтобы функция потенциального отношения

$$\xi(u) = \frac{\tilde{A}_+(u)}{\tilde{A}_-(u)}, \forall u \in \mathbb{I}_i \quad \text{не принимала двух одинаковых значений для}$$

прецедентов разных классов, т.е. $\forall i, j \in \overline{1, q} : \xi(x_i) = \xi(x_j) \Rightarrow y_i = y_j$

На основании доказанного утверждения в работе выписан в явном виде оптимальный в смысле количества ошибок алгоритм из $\mathbf{F}[\mathbf{M}]$. В дальнейшем планируется исследовать свойства дискриминантной функции в исходном и оценочном пространствах, а также провести совместную оптимизацию по количеству задействованных алгоритмических операторов и количеству ошибок на обучении.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 04-01-00161 и стипендии компании *Intel Technologies, Inc.*

Литература

1. Журавлёв Ю.И. «Об алгебраическом подходе к решению задач распознавания или классификации» // Проблемы кибернетики, 1978, №33, С.5-68.
2. Рудаков К.В. Алгебраическая теория универсальных и локальных ограничений для алгоритмов распознавания. М., 1992.

Технология распараллеливания высокоточных алгоритмов на неструктурированных треугольных сетках

А.В. Горобец, И.А. Боровская

Институт математического моделирования РАН

В данной работе описывается технология распараллеливания программного комплекса для расчета задач газовой динамики, использующего неструктурированные треугольные сетки и явные разностные схемы повышенного порядка точности.

Основной проблемой при использовании обширного пространственного шаблона является построение пересылки данных. По имеющемуся разбиению сетки необходимо определить, какие узлы должны участвовать в межпроцессорном обмене данными. Одним из способов повышения эффективности является исключение из пересылки значительного числа узлов, которые используются в шаблоне разностной схемы только в операциях суммирования по соседним узлам. Пример подобной операции — вычисление узловых градиентов. Существенное сокращение пересылки так же достигается за счет применения наложения вычислений: более одного процессора производят вычисления в некоторых узлах. Такой подход позволяет значительно упростить схему обмена данными и повысить эффективность. Например, может быть полностью исключена пересылка данных, связанных с ребрами и треугольниками, составляющими сетку. Для минимизации трудозатрат и отличий от исходной версии применяются дополнительные структуры данных. Благодаря применению массивов переиндексации подавляющее большинство вычислительных циклов в коде программного комплекса не требуют внесения изменений. Таким образом, вычислительная часть кода почти не затрагивается. Для повышения эффективности использования памяти вычислительной системы, применяется оптимизированное динамическое распределение памяти.

Данная технология была применена на программном комплексе Noisette, предназначенном для расчетов задач вычислительной аэроакустики. В программном комплексе реализованы высокоточные схемы до 8-го порядка точности. При вычислениях на 8 процессорах с использованием сетки 160 тыс. узлов было получено ускорение в 7 раз, что соответствует эффективности параллельных вычислений около 90%.

Стратегия построения устойчивых самоорганизующихся карт Кохонена

В.В. Злобин

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

При обработке больших объёмов экспериментальных данных, применение традиционных статистических методов часто сталкиваются со сложной проблемой построения аналитической модели изучаемых явлений или контролируемых процессов. В ситуации, когда исходная размер-

ность высокая и отсутствует какая-либо информация о взаимосвязях в имеющейся выборке, что является типичной ситуацией, например, при регулярном снятии измерений со всевозможных датчиков, даже минимальное представление о структуре данных может иметь решающее значение для содержательной интерпретации получаемых измерений, а также при построении аналитической модели явления. Для этого необходимо иметь возможность представить данные в наглядной форме, причём так, чтобы их размерность уменьшилась, а основные зависимости между элементами сохранились. Именно такое представление позволяют получить самоорганизующиеся карты Кохонена [1].

Самоорганизующаяся карта Кохонена представляет собой нелинейное, сохраняющее топологию отображение входного пространства данных на двумерную сеть нейронов. Такая карта, является некоторым приближением плотности распределения данных, что открывает возможность визуальной интерпретации данных.

Однако практическое применение карт Кохонена связано с рядом трудностей. Основная проблема заключается в многовариантности алгоритма построения карты, которая проявляется в неустойчивости получаемых отображений относительно параметров алгоритма и выбора начального приближения, а в некоторых случаях и от сортировки или добавления новых данных.

В докладе кратко изложены основные принципы построения устойчивых карт. Предлагается метод постепенного увеличения размеров карты с применением усреднения и специальной инициализации.

Разработано объёмное программное обеспечение для компьютерного моделирования с использованием самоорганизующихся карт Кохонена, имеющее дружелюбный интерфейс и подробную документацию. В докладе приведены примеры его использования для решения задач в области управляемого термоядерного синтеза.

Литература

1. T. Kohonen, The Self-Organizing Maps. // volume 30 of Springer Series in Information Sciences. Springer, Berlin, Heidelberg, 1995.

Критерий устойчивости разностных схем в случае неравномерных сеток

В.П. Ильютко

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Рассматриваются явные разностные схемы для уравнения теплопроводности в случае неравномерной по пространственной переменной сетки. Выясняется зависимость границы устойчивости явной разностной схемы от величины и распределения шагов сетки.

Необходимость использования неравномерных сеток возникает, например, при решении задач с быстро меняющимися коэффициентами (см. [1], [2]). Получена численно граница устойчивости при различном распределении шагов сетки.

В работе исследуются сетки, имеющие неравномерность вблизи концов отрезка, т.е. первый и последний шаги — произвольные, а остальные — равны между собой. Такая ситуация возникает в том случае, когда двумерная область с выпуклой границей покрывается равномерной прямоугольной сеткой. Для сеток такого рода найдены ограничения на шаги, при которых граница устойчивости достигает максимального значения.

Показано, что существуют неравномерные сетки, для которых разностные схемы обладают несколько большим запасом устойчивости, чем в случае равномерных сеток с тем же числом узлов.

В случае сеток с двумя различными шагами (первый шаг — произвольный) показано, что граница устойчивости может достигать максимального значения при значении отношения максимального шага к минимальному шагу, отличном от 1. Найдены соотношения на шаги, при которых значения границы устойчивости, соответствующей неравномерной сетке, больше чем для равномерной сетки.

Для сеток с тремя различными шагами (первый и последний шаги — произвольные) приведен ряд лемм, доказывающих существование множества значений шагов, при которых значения границы устойчивости, соответствующей неравномерной сетке, больше чем для равномерной сетки. Исследование показывает, что наилучшая граница может достигаться при равенстве первого и последнего шагов.

Результаты данной работы основаны на улучшении верхней оценки максимального собственного значения разностного оператора Лапласа за счет выбора конкретных неравномерных сеток. При определенном выборе шагов сетки нижняя оценка границы устойчивости будет больше чем граница устойчивости для равномерной сетки.

Автор выражает глубокую благодарность профессору А.В. Гулину за постановку задачи и постоянное внимание к работе.

Литература

1. Тихонов А.Н., Самарский А.А. Однородные разностные схемы на неравномерных сетках // ЖВМиМФ, 1962, т. 2, № 5, с. 812-832.
2. Самарский А.А. Теория разностных схем. — 3-е изд. М.: Наука, 1989, 616с.

Определение уровня шума на изображении на основе усреднения дисперсии в блоках

Д.А. Калинин

*факультет Вычислительной математики и кибернетики
Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова*

Для обеспечения автоматической адаптации алгоритмов шумоподавления к изображениям с различной степенью зашумленности необходима корректная оценка уровня шума на изображении. Поскольку большинство существующих видов шума можно с большой точностью приблизить моделью аддитивного белого гауссовского шума с нулевым математичес-

ким ожиданием и дисперсией σ^2 , измерение уровня шума можно свести к оценке значения дисперсии шума на зашумленном изображении.

В предложенном алгоритме уровень шума определяется как среднее значение дисперсии яркостного и цветоразностного сигналов в некоторых блоках изображения, выбранных исходя из следующих критериев:

1. Блоки должны быть расположены на гладких участках изображения, т.е. не должны содержать детали и границы объектов. Тогда дисперсия в этих блоках будет соответствовать дисперсии шума.

2. Среднее значение яркости каждого блока не должно быть близким к максимальному и минимальному, чтобы избежать влияния засвеченных (не зашумленных) областей изображения на оценку.

Экспериментально было установлено, что с увеличением размера блоков точность оценки уровня шума возрастает, при этом с увеличением количества блоков повышается устойчивость оценки. Исходя из этого, алгоритм предполагает итеративное увеличение размера и количества блоков до тех пор, пока не перестанут выполняться указанные условия 1 и 2. При этом приоритет имеет увеличение размера блоков.

Данный алгоритм был протестирован на изображениях с искусственно добавленным белым гауссовским шумом. Полученные в результате работы алгоритма значения с большой точностью совпадают с реальными значениями дисперсии, заданными при генерации шума. На изображениях с естественным шумом результаты также адекватны.

На текущий момент алгоритм применяется для оценки уровня шума в различных фильтрах обработки видео и изображений.

Нахождение собственных чисел возмущенных самосопряженных операторов

И.И. Кинзина

Магнитогорский государственный университет, Россия

Рассмотрим дискретный полуограниченный снизу оператор T и ограниченный оператор P заданные в сепарабельном гильбертовом пространстве H . Пусть $\{\mu_n\}_{n=1}^{\infty}$ — собственные числа оператора T , занумерованные в порядке возрастания их величин с учетом кратности, а $\{\omega_n\}_{n=1}^{\infty}$ — его ортонормированные собственные функции, соответствующие этим собственным числам. Допустим, что $\{\beta_n\}_{n=1}^{\infty}$ — собственные числа оператора $T+P$, занумерованные в порядке возрастания их абсолютных величин с учетом алгебраической кратности. Если для некоторого натурального числа n_0 выполняется неравенство

$$2\|P\|/|\mu_{n_0+1} - \mu_{n_0}| < 1, \text{ то } n_0 \text{ собственных чисел } \{\beta_n\}_{n=1}^{\infty} \text{ оператора}$$

$T+P$ являются решениями системы нелинейных уравнений [1]

$$\sum_{k=1}^{n_0} \beta_k^p = \sum_{k=1}^{n_0} \mu_k^p + \sum_{k=1}^{\infty} \alpha_k^{(p)}(n_0), \quad p = \overline{1, n_0} \quad (1)$$

Для вычисления собственных чисел оператора $T+P$, используя (1), необходимо вычислять числовые ряды поправок теории возмущений.

$$\sum_{k=1}^{\infty} \alpha_k^{(p)}(n_0)$$

Для этого разработан новый эффективный метод их вычисления.

Развивая идеи нового метода вычисления собственных чисел возмущенных самосопряженных операторов, разработанного в работе [2], получены линейные формулы для нахождения собственных чисел оператора $T+P$. Численные расчеты показали высокую вычислительную эффективность метода.

Литература

1. Садовничий В.А., Дубровский В.В. Замечание об одном методе вычисления собственных значений и собственных функций дискретных операторов // Тр. семинара им. И.Г. Петровского. М.: МГУ, 1994, В17, С. 244–248.

2. Кадченко С.И. Новый метод вычисления первых собственных чисел дискретных несамосопряженных операторов // Уравнения соболевского типа. Сб. науч. работ. Челябинск: Челяб. гос. ун-т, 2002, С. 42–59.

О совместности систем линейных неравенств

Е.В. Круглова

Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

Рассмотрим неоднородную систему линейных неравенств:

$$\sum_{j=1}^n a_j^i x_j \leq b_i, \quad i = \overline{1, m} \quad (1)$$

где a_j^i, b_i — это известные действительные числа. x_j играет роль действительного переменного. Предполагается, что $m > n$.

Задача состоит в том, чтобы проверить исходную систему (1) на совместность и в случае, если она не совместна, выделить все ее максимальные по включению совместные подсистемы.

Будем предполагать, что для матрицы $A=(a_j^i)$ выполняется условие общего положения: любая её подматрица размерности $n \times n$ является невырожденной.

Опишем алгоритм решения поставленной задачи. Положим $l_0 = C_m^n$

Шаг I. Рассмотрим множество всевозможных наборов индексов $\{i_1, \dots, i_n\} \in \{1, \dots, m\}$. Их всего l_0 штук. Перенумеруем их и зафиксируем l -ый набор $\{i_1, \dots, i_n\}$. В силу предположения существует и при том единственная точка $T^l = (x^l_1, \dots, x^l_n)$ для которой неравенства системы (1) с номерами $\{i_1, \dots, i_n\}$ обращаются в равенства. Построим указанным способом точки T_1, \dots, T_{l_0} .

Шаг II. Для каждого натурального $l \in \{1, \dots, l_0\}$ выделим множество S_l всех тех номеров неравенств системы (1), которым удовлетворяет точка T_l , т.е. $S_l = \{i \in \{1, \dots, n\} \mid a^i_1 x^l_1 + \dots + a^i_n x^l_n \leq b_i\}$

Шаг III. Среди всех множеств $S_l, l = \overline{1, l_0}$ выделим все максимальные по включению множества, обозначив множество соответствующих им номеров l через N . Иными словами

$$N = \{l \in \{1, \dots, l_0\} \mid \forall j \in \{1, \dots, l_0\}, l \neq j : S_l \not\subset S_j\}$$

Утверждение 1. а) Для каждого $l \in N$ множество индексов S_l определяет максимальную совместную подсистему системы линейных неравенств (1).

б) Любой максимальной совместной подсистеме системы линейных неравенств (1) соответствует множество индексов S_l для некоторого $l \in N$.

Литература

1. Журавлев Ю.И. Проблемы кибернетики, 1978, Т.33, С.6-58.
2. Ашманов С.А. Линейное программирование, М., Наука, 1981.

Расчет модальных регуляторов

Ю.А. Крыжановская

Воронежский Государственный Университет

На рассмотрение предлагается приложение, позволяющее находить коэффициенты регуляторов для односвязных и многосвязных (с некоторыми ограничениями) дискретных и непрерывных систем автоматического управления, обеспечивающих желаемое расположение корней характеристического полинома замкнутой системы. Приложение реализовано в среде визуального программирования Delphi [5]. Расчет коэффициентов модального регулятора производится в соответствии с алгоритмами, изложенными в [1-4] и не требующими сложных вычислений.

Входными параметрами приложения являются тип системы управления (дискретная/непрерывная, одноконтурная/многосвязная), коэффициенты полиномов числителя и знаменателя передаточной функции объекта управления, корни желаемого характеристического полинома замкнутой системы (задаются пользователем в графическом или текстовом виде), а также определяемый пользователем вариант расчета неизве-

стных коэффициентов числителя передаточной функции замкнутой системы – с учетом требования астатизма I-го порядка в регуляторе или в соответствии с введенным значением свободного коэффициента. При вводе данных производится их проверка на допустимость с точки зрения устойчивости рассматриваемой системы и требований алгоритма расчета [1-4]. Данные могут вводиться вручную пользователем или загружаться из текстового файла.

Выходные параметры – коэффициенты числителя передаточной функции замкнутой системы и коэффициенты полиномов числителя и знаменателя передаточной функции регулятора, которые выводятся на экран и, по желанию пользователя, могут быть сохранены в текстовом файле. Вывод результатов расчета производится в виде, позволяющем легко использовать эти данные для моделирования с помощью пакета MATLAB. В случае непрерывной САУ программа позволяет построить график переходного процесса, соответствующий передаточной функции полученной замкнутой системы, и сохранить изображение в графическом файле в форматах Windows Bitmap или JPEG Image.

Литература

1. Лозгачев Г.И. «Построение модальных регуляторов для одноконтурных и многосвязных систем» // Автоматика и телемеханика, 2000, №12, С.15-21.
2. Лозгачев Г.И. «Синтез регуляторов по передаточной функции замкнутой системы» // Алгоритмы управления и идентификации. Москва. Изд-во Диалог-МГУ, 1997. — С.85-93.
3. Крыжановская Ю.А. «Построение модальных регуляторов для дискретных систем управления» // Доклад Межд. науч.-техн. конф. «Кибернетика и технологии XXI века», Воронеж, 2003, С.24-29.
4. Крыжановская Ю.А. «Построение модальных регуляторов для многосвязных систем» // Тез. докл. II Всероссийской конференции «Актуальные проблемы прикладной математики и механики», Абрау-Дюрсо, 2004, С.60-62.
5. Дарахвелидзе П.Г., Марков Е.П. Delphi – среда визуального программирования. СПб., 1996, с. 352.

Новые возможности DVM отладчика

М. В. Кудрявцев

Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова

E-mail: kudryavtsev@sp.cmc.msu.ru

Система DVM была создана в Институте прикладной математики им. М.В.Келдыша РАН в 1998 году и предназначена для разработки эффективных научных программ для ЭВМ с распределённой памятью. Отладчик системы DVM предназначен для функциональной отладки параллельных программ, написанных на языках системы DVM – Fortran-DVM и C-DVM. В отладчике системы DVM реализовано два метода: метод ди-

намического контроля DVM-указаний и метод сравнительной отладки. Второй метод позволяет обнаруживать ошибки в программе при помощи сравнения промежуточных результатов параллельного выполнения с результатами последовательного выполнения.

Существующие средства сравнительной отладки системы DVM сильно замедляют выполнение программы и используют большое количество памяти для накопления трассировки. Для повышения эффективности сравнительной отладки DVM-программ были разработаны и реализованы описанные ниже новые возможности.

В программах, состоящих из циклов обработки массивов, наиболее вероятными местами совершения и проявления ошибок являются граничные итерации циклов. Мы воспользовались этим фактом для сокращения объема трасс, реализовав возможность сбора трассировки только в угловых элементах множеств итераций циклов на процессоре. Чтобы получить выигрыш во времени получения трассы была реализована специальная инструментация программы пользователя, в которой для каждого цикла генерируется два тела, одно — с вызовами функций отладчика, другое — без. В результате, например, для теста NPV MG (класс A) размер трассы, собираемой на угловых итерациях циклов меньше размера полной трассы примерно в 1000 раз. Время генерации трассы с угловыми элементами (без реального накопления) отличается от времени генерации полной трассы для этого теста более чем в 5000 раз.

Также реализован и другой подход, позволяющий существенно сократить размер трассы, в котором в трассу вместо подробной информации обо всех обращениях к переменным записываются контрольные суммы массивов, к которым был доступ в текущей конструкции — параллельном цикле или области задач. В режиме сравнения контрольные суммы вычисляются и сравниваются с суммами из трассировки. Поскольку подход с контрольными суммами понижает точность локализации ошибки, реализована возможность перезапуска программы с накоплением подробной трассировки от точки, в которой контрольные суммы массива еще совпадали, до точки, в которой они стали различаться. Искусственно внесенная ошибка в тест NPV LU (класс S) — отсутствие обновления теневых граней массива — была успешно локализована при помощи предложенных методов с весьма небольшими затратами времени и памяти.

Предложенные в данной работе новые возможности позволяют применять средства сравнительной отладки системы DVM к более ресурсоемким приложениям.

Использование комбинации метода главных компонент и вейвлет-преобразования для подавления шума в изображениях

А.С. Лукин, Д.А. Калинин

*факультет Вычислительной математики и кибернетики
Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова*

Метод главных компонент (РСА) позволяет выделить структуру в многомерном массиве данных и применяется, в основном, для распознавания или сжатия изображений. В области шумоподавления этот подход является довольно новым и мало исследованным.

Метод главных компонент заключается в нахождении таких базисных векторов исследуемого многомерного пространства, которые бы наилучшим образом приближали некоторые исходные данные в этом пространстве. Такими базисными векторами являются собственные вектора матрицы ковариаций исходного набора данных. Собственный вектор, соответствующий максимальному собственному значению, называется главной компонентой и определяет основное соотношение данных в измерениях [1]. При обработке изображений в качестве анализируемых наборов данных выступают всевозможные блоки изображения в некоторой окрестности центрального блока. Шумоподавление осуществляется путем уменьшения коэффициентов разложения блоков изображения по главным компонентам, в зависимости от величины соответствующих собственных значений [2].

При шумоподавлении большое влияние на качество обработки оказывает размера блока РСА. При маленьких блоках алгоритм аккуратнее работает на границах, но не способен удалить низкочастотную составляющую шума, что особенно заметно на гладких однотонных областях. И наоборот, большие размеры блоков способствуют качественному подавлению низкочастотного шума, но оставляют артефакты возле границ, похожие на эффект Гиббса. Следовательно, было бы эффективно варьировать размеры блоков на гладких и детализированных областях. Для этого нами был разработан следующий алгоритм.

Исходное изображение дважды обрабатывается РСА с разными размерами блока. Затем к обоим полученным изображениям применяется двумерное дискретное вейвлет-преобразование (ДВП). При восстановлении низкочастотная полоса берется из разложения изображения, обработанного РСА с большим размером блока, а высокочастотная — из разложения изображения, обработанного РСА с маленьким размером блока. Таким образом нам удастся совместить локальность высокочастотных базисных векторов с эффективным подавлением низких частот [3], что повышает качество подавления шума по сравнению с работой [2].

Литература

1. Lindsay I. Smith «A tutorial on Principal Components Analysis», 2002 // http://www.cs.otago.ac.nz/cosc453/student_tutorials/principal_components.pdf

2. D. Darian Muresan, Thomas W. Parks “Adaptive Principal Components and Image Denoising” // IEEE International Conference on Image Processing, September 2003.

3. Alexey Lukin, Daria Kalinkina “Noise reduction in digital images” // demo web-page <http://audio.rightmark.org/lukin/graphics/denoising.htm>

О численном решении двух обратных задач для модели популяции

А.С. Макеев

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Рассмотрим модель популяции биологических объектов

$$u_t + u_x = -\mu(x)u, 0 \leq x \leq 1, 0 \leq t \leq 1, \quad (1)$$

$$u(0, t) = \int_0^1 q(s)u(t, s)ds, 0 \leq t \leq 1, \quad (2)$$

$$u(x, 0) = \varphi(x), 0 \leq x \leq 1. \quad (3)$$

Здесь $u(x, t)$ – плотность объектов возраста x в момент времени t , $\mu(x)$ – коэффициент скорости смертности объектов, $\varphi(x)$ – начальное распределение плотности объектов и $q(x)$ – относительный коэффициент скорости рождения объектов. Функции $\mu(x)$, $\varphi(x)$ и $q(x)$ положительны. Эта модель популяции и ее обобщения исследовались в целом ряде работ (см, например [1]-[6]). Решение задачи $u(x, t)$ для заданных функций $\mu(x)$, $\varphi(x)$ и $q(x)$ может быть найдено с помощью метода характеристик (см, например [1]-[2]).

Рассмотрим обратные задачи для модели популяции (1)-(3). В первой обратной задаче при известных функциях $q(x)$ и $\varphi(x)$ требуется определить неизвестную функцию $\mu(x)$ по дополнительной информации о решении задачи (1)-(3) $u(x_0, t), 0 \leq x_0 \leq 1, 0 \leq t \leq 1$

Вторая обратная задача состоит в отыскании неизвестной функции $\varphi(x)$ при известных функциях $q(x)$ и $\mu(x)$ и дополнительной информации о решении задачи (1)-(3) $u(x_0, t), 0 \leq x_0 \leq 1, 0 \leq t \leq 1$

Первая обратная задача сведена к интегральному уравнению, на основе которого построен итерационный метод. Условия сходимости итерационного метода сформулированы в теореме и доказаны. Можно так же рассмотреть другой подход к решению первой обратной задачи – метод регуляризации Тихонова. Рассмотрены некоторые вопросы, связанные с его применением, в частности устойчивость решения задачи (1)-(3) $u(x, t)$ по коэффициенту $\mu(x)$.

Вторая обратная задача так же сведена к интегральному уравнению Вольтерра 2-го рода, на основе которого получен итерационный метод. Условия сходимости итерационного метода в этом случае очевидны и не требуют доказательства. Для решения второй обратной задачи можно так же применить метод регуляризации Тихонова. Доказана устойчивость решения задачи (1)-(3) $u(x,t)$ по коэффициенту $\varphi(x)$.

Литература

1. Murray J.D. Mathematical Biology. New York: Springer, 1993.
2. Banks H.T., Kappel F. Transformation semigroups and L^1 -approximation for size structured population models // Semigroup Forum. 1989. V.38. P.141-155.
3. Banks H.T., Kappel F., Wang C. Weak solutions and differentiability for size structured population models // Internat. Ser. Numer. Math. 1991. V.100. P.35-50.
4. Ackleh A.S., Deng K. Monotone method for first order nonlocal hyperbolic initial-boundary value problems // Applic. Anal. 1997. V.67. P.283-293.
5. Sinko J.W., Streifer W. A new model for age-sized structure for a population // Ecology. 1967. V.48. P.910-918.
6. Денисов А.М., Макеев А.С. Итерационные методы решения обратной задачи для одной модели популяции // ЖВМиМФ. 2004. Т.44. №8. С.1480-1489.

Синтез системы автоматического управления процессом нейтрализации как объектом с переменной структурой

А.Г. Мандра

Самарский государственный технический университет, г. Самара, Россия

В процессе подготовки химически очищенной воды для подпитки теплосети на ТЭЦ ВАЗ используются Н-катионитовые фильтры, требующие периодической регенерации. Регенерация проводится раствором серной кислоты. Сточные воды после регенерации ($pH < 6.5$) собираются в бак для проведения нейтрализации перед сбросом. Нейтрализация осуществляется путём перемешивания содержимого бака с добавлением извести на вход рециркуляционного насоса. Регулирование подачи извести осуществляется клапаном с приводом двигателем с постоянной скоростью. Окончание нейтрализации определяется по значению с pH -метра на выходе насоса, которое должно находиться в диапазоне $pH = 7.0-7.5$.

В работе рассматривается проблема построения системы автоматического управления значением pH на выходе насоса. Передаточная функция объекта управления определяется динамическими характеристиками бака нейтрализации и pH -метра. Передаточная функция pH -метра включает в себя чистое запаздывание. Из-за плохого перемешивания содержимого бака, объект быстро ($T = 50$ с) реагирует на увеличение расхода извести и медленно ($T = 230$ с) на снижение расхода извести.

При синтезе регулятора используется метод, учитывающий наличие запаздывания в структуре объекта [1]. По первому полупериоду колебаний координаты ошибки под воздействием постоянного возмущения при нулевых начальных условиях определяются моменты переключения структуры регулятора и значения коэффициентов. В течение одного полупериода регулятор должен трижды изменить структуру: сначала коэффициент обратной связи отрицательный, затем положительный и далее коэффициент равен нулю – система размыкается. По значениям ошибки и её производной в моменты переключений определяются линии переключений на фазовой плоскости. Для учёта изменения структуры объекта была введена дополнительная линия переключения – по знаку производной ошибки.

Проведено численное моделирование объекта управления в среде динамических расчётов Simulink пакета Matlab. С помощью блока «S-функция» реализована модель объекта с переменной структурой, учитывающая сложную динамику объекта. Работоспособность системы подтверждена путём численного моделирования.

Литература

1. Емельянов С.В. Системы автоматического управления с переменной структурой. Наука, 1967 г., 336 стр.

О выделении содержательной части речевого сообщения

Д.К. Мещеряков

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова

Современный высокий уровень развития и широкое распространение цифровых вычислительных машин и программно-аппаратных средств визуализации данных эксперимента позволяют по-новому взглянуть на вопросы, связанные с обработкой речевых сигналов ([1]). В частности, для проведения многих экспериментов с речевым сигналом в настоящее время достаточно персональной вычислительной машины.

Речевой сигнал содержит как содержательную, так и голосовую составляющие. Наличие в речевом сигнале голосовой составляющей значительно усложняет задачу идентификации речевых сигналов со сходным содержанием.

В рамках исследования выяснялась возможность выделения содержательной составляющей из сигнала, записанного с использованием стандартных средств звукозаписи в условиях отсутствия сильного шума и специально вносимых искажений. Значительно уточнены возможности приведения сигнала к почти синусоидальной форме ([2]) при помощи настраиваемого узкополосного частотного фильтра, выявлена существенность конкретной формы приведенного сигнала для передачи его содержательной части. Предложена методика построения приводящего преобразования, учитывающая особенности голоса диктора. В результате приведения получается сигнал весьма гладкой формы, в то же время позво-

ляющей как услышать содержание произносимого речевого сообщения, так и уверенно осуществлять визуальное различение участков сигнала, соответствующих произнесению различных частей речевого сообщения, а при необходимости – удалять из представления сигнала значительные по длине участки без потери различимости содержательной составляющей последнего. Вместе с тем такое преобразование в значительной степени освобождает сигнал от составляющих, характеризующих тембр голоса диктора.

Исследуется возможность построения удобного описания приведенного сигнала с целью выявления составляющих, не зависящих от диктора и характеризующих его содержательную составляющую.

Литература

1. Сапожков М.А. Речевой сигнал в кибернетике и связи. М.: Связьиздат, 1963.
2. Королев Л.Н., Мещеряков Д.К. Исследование возможностей предобработки речевых сигналов и использования генетического алгоритма в задаче нормализации речевых образов. // Программные системы и инструменты. Тематический сборник № 5, М.: Изд-во факультета ВМиК МГУ, 2004.

Investigation on the stochastic outer approximations algorithm in semi-infinite optimization problem solving for the models of the financial market. Comparison with other methods

A.V. Mospanov

Moscow State University

The present work is devoted to the research and solving of the problems which take place on the (B, S) – market. To be more precise herewith we will consider the problems on investing and hedging. Recently the «martingale» theory on the calculation of the start-up capital and hedging strategies has been widely spread [3]. In these models, limits placed on the price and strategy processes may turn to be essential from practical point of view. Therefore it is necessary to find other methods of solving investment problems.

Here, in this investigation such types of problems are recommended to be solved with the help of stochastic outer approximation method [2]. Within the frames of the model (B, S) – market under consideration, the price on the risk assets is changing continually at the segment and constitutes itself stochastic sequence which is defined at some measurable space (Ω, T) . The problem of finding a fair option price may be written as a programming problem while set Ω is infinite we arrive at a problem of mathematic programming with the infinite numbers of constrains that is a problem of semi-infinite optimization [1]. In solving of this problem the stochastic outer approximations method should be applied subject to constrains of equality and inequality type.

The above mentioned method was implemented in MATLAB system. The program allows carrying out calculations on options of all types. The analysis of results showed that the fair option price may turn to be slightly overestimated due to reinsurance. The examinations made have led us to a conclusion that generally a method of stochastic outer approximations is applicable to the problems' solving on price setting and hedging and can be fairly used in modeling of the financial markets.

List of referenses

1. Hettich R., Kortanek K.O. Semi-infinite programming: theory, methods and applications // SIAM Review. 1993. 35. N 3. P. 380-429.
2. Volkov Y.V., Zavriev S.K. A general stochastic outer approximations methods // SIAM Journal on Control and Optimization. 1997. 35. P. 1387-1421.
3. Ширяев А.Н., Кабанов Ю.М., Крамков Д.О., Мельников А.В. К теории расчетов опционов Европейского и Американского типов, I: Дискретное время // Теория вероятн. и ее примен., 1994, т. 39, в. 1, с. 23-79.

Сравнение офисных пакетов KOffice, OpenOffice.org, StarOffice и MS Office.

М.М. Панов

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова
E-mail panov@mailserver.ru*

Роль компании Microsoft в истории развития информационных технологий неоспорима. Несмотря на постоянные попытки конкурентов предложить рынку альтернативные решения, Microsoft остается лидером и фактическим монополистом в целом ряде направлений разработки программного обеспечения. Однако, не вдаваясь в суть экономического явления монополии, следует отметить, что она исключительно вредна для большинства. В этом смысле поиск офисного пакета, альтернативного MS Office является насущной необходимостью, т. к. потребительский спрос именно на офисные пакеты чрезвычайно высок. В своем исследовании мне хотелось бы сравнить трех наиболее популярных на сегодняшний день кандидатов на альтернативу MS Office- KOffice, OpenOffice.org и StarOffice друг с другом и с их основным лидирующим конкурентом.

KOffice представляет собой интегрированный комплекс приложений для работы в среде KDesktop Environment под X Window System. KOffice распространяется на условиях лицензии General Public License, version 2. Согласно этой лицензии каждый имеет право на использование и распространение любой программы, которая распространяется по лицензии GPL2, а также на загрузку, распространение и модификацию исходного кода этой программы. Копию KOffice можно скачать прямо с FTP-сайта KDE — ftp.kde.org. “Коробочную” версию найти не удалось, но несколько поставщиков KDE на CD, включили KOffice в свои дистрибутивы. На этом же сайте можно найти и исходный код KOffice.

Сравнение KOffice и MS Office стоит начать хотя бы с их практически полной несовместимости в плане форматов, кодировок и расширений файлов. Причем, если для MS Office это обстоятельство по понятным причинам не имеет большого значения, то для KOffice оно является колоссальным минусом. Теперь стоит более детально остановиться на сравнении приложений MS Office с соответствующим им элементом KOffice.

KWord ближе к настольно-издательской программе, чем к традиционному редактору текста. Каждый документ в нем состоит из одного или нескольких фреймов, которые могут содержать текст или графику. В принципе ничего радикально нового от подобных программ не требуется. Все стандартные элементы, такие как форматирование текста, вставка и копирование объектов и т. д., KWord обладает, но все они относятся лишь к элементам созданным в KOffice. KWord нельзя назвать аналогом MS Word, даже для своей среды. Объективно KWord можно ассоциировать скорее с MS Word Pad, но Word Pad входит в стандартную комплектацию MS Windows и частью MS Office не является. Одним словом, по всем более-менее значимым для сравнения параметрам KWord значительно уступает MS Word.

Электронная таблица KSpread не на много отличается от конкурирующих продуктов, и по своим функциональным возможностям остается на уровне старых версий VisiCalc. KSpread использует табличный интерфейс, в котором каждая ячейка может содержать текст, числа или формулы. Ячейки можно форматировать разными способами, а набор встроенных функций адекватен для большинства пользователей, хотя и не так богат, как в конкурирующих продуктах. К сожалению, работать с этим компонентом не очень удобно. Попробовав вычислить сумму ряда ячеек при помощи функции SUM(), я получил сообщение об ошибке. Позднее обнаружилось, что, в отличие от Excel, имена функций в KSpread чувствительны к регистру клавиатуры, так что формула «=SUM(A1:A15)» приводит к ошибке, а «=sum(a1:a15)» — нет. Это очень не понравится тем, кто когда-нибудь пользовался другими электронными таблицами, такими как Lotus 1-2-3 или Quattro. Есть у Kspread и положительные стороны. Программа обладает неплохим набором функций. Есть у нее и довольно интересные функции, такие как функции преобразования, с помощью которых можно преобразовывать числа в любую известную систему счисления. Числа можно также преобразовывать в римский формат, что иногда бывает очень удобно. Сохранять файлы с расширением .xls Kspread не умеет. Из более-менее читаемых форматов доступен только HTML. Зато в HTML файл экспортируется достаточно экономично, не добавляя несколько десятков килобайт лишнего кода, как это делает Excel. Резюмируя нужно сказать, что и электронная таблица в KOffice не может конкурировать с продуктом Microsoft в силу ограниченности своих возможностей.

Программа создания презентаций Kpresenter из всего многообразия приложений KOffice выглядит наиболее серьезно. Kpresenter достаточно прост и содержит большинство функций, необходимых пользователям

для создания презентационного слайд-шоу. В каждом слайде можно размещать текстовые, графические и другие геометрические объекты, а при смене слайдов использовать переходные эффекты. Характеристики каждого объекта можно модифицировать, а некоторые объекты — затенять и поворачивать. Программа не поддерживает заметок докладчика. Больше всего в KPresenter подкупает возможность получать HTML слайд-шоу из набора слайдов. Повышенную производительность иногда сводит на нет неустойчивая работа приложения. Например, при открытии редактора структуры презентации приложение вылетало с сигналом SIGSEGV в двух случаях из трех. Опять-таки поддержка форматов в KPresenter, как и во всем KOffice в целом проработана очень слабо. Программа поддерживает свой собственный формат и формат KWord, но правды ради стоит сказать, что преобразовать презентацию в HTML можно, и KPresenter делает это очень экономично. Если быть предельно точным, KPresenter позволяет открывать презентации MS PowerPoint, но сохранять их может только в собственном формате.

Подводя итоги сравнения можно сказать, что KOffice в том виде, в котором он существует сейчас не может конкурировать с MS Office. Слишком много недоработок и ляпов в самой логике этого пакета. Однако следует осознавать, что требовать от пакета, созданного изначально группой энтузиастов, да к тому же распространяющегося бесплатно всех возможностей коммерческих пакетов бессмысленно.

Сейчас стоит сказать несколько слов о сравнении KOffice и StarOffice. И StarOffice и OpenOffice.org подробнее будут рассмотрены позднее. По сравнению с Sun Microsystems' StarOffice, KOffice выглядит беднее. Например, приложения StarOffice поддерживают макросы Visual Basic for Applications, а приложения KOffice — нет. В KOffice отсутствует компонент СУБД, тогда как в StarOffice есть Adabas. Но у KOffice есть и некоторые преимущества по сравнению со StarOffice. Например, так как KOffice состоит из отдельных приложений, которые пользователь устанавливает по мере необходимости, KOffice гораздо быстрее запускается и занимает меньше памяти, чем StarOffice.

Теперь переходим к рассмотрению двух более мощных офисных пакетов OpenOffice.org и StarOffice. OpenOffice.org обладает практически всеми функциями пакета Microsoft Office. Кроме того, данный пакет является абсолютно бесплатным. OpenOffice.org входит в состав многих популярных дистрибутивов Linux.

Версия Red Hat Linux 8.0 содействовала тому, чтобы пользователи могли применять унифицированный подход к использованию графических рабочих столов GNOME и KDE, включая OpenOffice.org и добавила много графических средств конфигурирования. Нужно заметить, что не все бесплатно в свободном офисе. Первой попыткой создания бесплатного офиса от компании Sun был как раз StarOffice. Этот пакет был разработан не только для операционной системы Linux, но и для семейства операционных систем Windows. Этот пакет стал столь популярен, что Sun на-

чиная с шестой его версии начала его продавать. В октябре 2000 года компания Sun выпустила исходный код StarOffice, соответствующий лицензии программного обеспечения с открытым исходным кодом, тем самым GPL2. В мае 2002 года поддерживаемый корпорацией Sun проект разработки программ с открытым исходным кодом OpenOffice.org выпустил промышленный пакет OpenOffice.org 1.0. В настоящее время Red Hat Linux поставляется вместе с OpenOffice.org 1.0.1., который обладает всеми функциями StarOffice за исключением программы работы с базами данных.

Об отличиях шестой версии StarOffice речь пойдет чуть позже, сейчас мне хотелось бы подробнее остановиться на особенностях именно OpenOffice.org.

OO Writer — текстовый редактор значительно более мощный, нежели KWord.

Здесь уже можно говорить об альтернативе MS Word. Все более-менее значимые возможности MS Word в OO Writer реализованы вполне достойно. Необходимо отдельно оговорить вопрос совместимости с MS Office, очень болезненный для всех программ этого типа. У OO Writer и здесь все очень хорошо. При сохранении в формате MS Office предпочтительнее использовать формат MS Office 97/2000. Во-первых, выполняется более корректное сохранение таблиц и прочих объектов. Во-вторых, формат MS Office 97 предусматривает сжатие картинок, если такие используются в документе. Более того, документы в формате Word заметно тяжелее документов в формате OpenOffice.org. Например, исходный документ в формате OO Writer занимал 5 кб, а после сохранения в формате MS Word стал занимать 76 кб. Сохранение в форматах пакета MS Office пакетом OpenOffice.org и StarOffice 6.0 выполняется более корректно, чем пакетом StarOffice версии 5.2 или ниже.

Программа создания электронных таблиц OO Spreadsheet находится на том же высоком уровне, что и OO Writer, и OpenOffice.org в целом. Схема сохранения документов MS Office здесь та же что и в OO Writer. Практически все, что можно делать в Excel, можно делать и в OO Spreadsheet. Почти все, но не все. Этот момент в OO Spreadsheet реализован достаточно слабо. Я говорю о задачах оптимизации. Для решения задач оптимизации методами линейного и нелинейного программирования существует специальный модуль «Поиск решения» (Solver), который входит в стандартную комплектацию программы MS Excel. Solver — программа, разработанная фирмой Frontline Systems, распространяющаяся вместе с программой Excel в пакете MS Office. OO Spreadsheet обладает джентльменским набором математических и статистических функций, но все они же есть например в Gnumeric. В принципе все задачи оптимизации, в т.ч. планирование производства, транспортная задача и т.д. решаются и в OO Spreadsheet вручную, другое дело, что Solver ведет пользователя от вводных данных до конечного результата с помощью пассивного диалога. Пользователь в этом случае в конце видит один из ответов, вы-

даваемых программой, а не набор данных и не сообщение об ошибке, полученное от оболочки. Но на самом деле и это не проблема, ведь оптимизация отдельно очень неплохо описана в мелких специализированных программах. Например, Gene Hunter, разработанный изначально для генной инженерии на отлично справляется с этой задачей.

К средству создания презентаций OO Impress претензий нет. Как уже было сказано, все форматы, и расширения MS Office поддерживаются. Интерфейс программы интуитивно понятен. Все функции MS PowerPoint в OO Impress найти удалось, но некоторые из них реализуются или называются чуть иначе. Одним словом, OO Impress — это вполне реальная альтернатива для MS PowerPoint. В целом, OpenOffice.org производит очень благоприятное впечатление. Функционально он значительно сильнее KOffice. Но есть у OpenOffice.org и очень слабая сторона. И дело тут не в задачах оптимизации. Я сейчас говорю о стабильности пакета. Бывало так, что за один рабочий день пакет давал сбой пять-шесть раз. Сбой в работе одной программы, например, OO Spreadsheet, отразится на работе всех остальных запущенных программ пакета. Как правило, такой сбой ведет к потере данных. Это не относится к версиям пакета 1.0. и 1.0.1., но относится к build 638. В сравнении с build 638 даже работа KOffice кажется весьма стабильной. Пакет OpenOffice.org обладает функцией восстановления документов после сбоя, однако эта функция не всегда работает правильно.

О StarOffice уже было сказано не мало, но мне теперь хотелось бы поговорить о StarOffice 6.0, т.к. в отличие от своих более ранних бесплатных версий и OpenOffice.org, StarOffice 6.0 имеет ряд преимуществ. Я не хочу сказать, что StarOffice 6.0 — само совершенство, но, откровенно говоря, кроме мелких и редких сбоев, и того факта, что программа не бесплатная, никаких недостатков я не нашел. Теперь стоит более подробно остановиться на положительных особенностях пакета.

StarOffice 6.0 работает на Windows, Linux и Sun Solaris. Этот пакет полностью совместим с MS Office. StarOffice 6.0 обладает внутренним форматом файлов XML. Теперь более подробно остановимся на основных приложениях этого пакета.

StarWriter — полнофункциональный, простой в использовании текстовый редактор. В плане возможностей обработки текста StarWriter ничем не уступает MS Word. Приятно удивляет надежная система хранения паролей.

StarCalc — мощное средство создания электронных таблиц. Положительными особенностями этой программы являются богатый инструментальный для сложных статистических и инженерных вычислений, анализ данных с помощью мастеров сценариев «что если» и достаточно экономичный экспорт в HTML.

StarImpress — отличное средство создания презентаций. StarImpress обладает большим количеством полезных деталей в плане дизайна презентаций. Например, у StarImpress очень неплохие трехмерные эффекты в диаграммах и рисунках. Чтобы не оказаться заподозренным в рекламе, на

этом освещение положительных сторон StarOffice стоит завершить. Подводя итоги, мне хотелось бы отметить, что целью моего скромного исследования является попытка объективного сравнения положительных и отрицательных сторон наиболее популярных на сегодняшний день офисных пакетов.

По моему мнению, несмотря на то, что большая часть рынка офисных приложений принадлежит Microsoft, Sun обладает очень неплохими перспективами развития, в том числе и в этой области. Эта ситуация благоприятна для рынка в том смысле, что конкуренция порождает ценовые войны и улучшение качества продукции, и в конечном итоге от этого выигрывают простые пользователи.

Литература.

1. Когаловский М.Р. Перспективные технологии информационных систем. М., 2003.
2. Смирнов С.Н. Электронный бизнес. М., 2003.
3. Скрипкин К. Г. Экономическая эффективность информационных систем. М., 2002.
4. Липунцов Ю.П. Управление процессами. М., 2003.
5. Кашеев Р. В., Базоев С.З. Управление акционерной стоимостью. М., 2002.

О восстановлении профиля тока плазмы конечной проводимости по внешним магнитным измерениям.

И.С. Персиянов

*Факультет Вычислительной Математики и Кибернетики
Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова
E-mail: kaleostro@hotmail.com*

В работе описан численный код, позволяющий восстанавливать распределение тока внутри МГД-равновесного плазменного шнура, по данным о положении границы плазмы, полном токе, тороидальном поле на границе, температуре и плотности плазмы. Проведено методическое исследование алгоритма.

1. Постановка задачи. МГД-равновесное состояние плазмы в токамаке описывается уравнением Грэда-Шафранова [1].

$$\Delta^* \psi = r \frac{\partial}{\partial r} \left(\frac{1}{r} \frac{\partial \psi}{\partial r} \right) + \frac{\partial^2 \psi}{\partial z^2} = -r \cdot j_\phi(r, \psi), \quad (1)$$

$$\text{где } j_\phi = \mu_0 \left(\frac{1}{r} \frac{d(I(\psi))^2}{2d\psi} + 4\pi \cdot r \frac{dp(\psi)}{d\psi} \right)$$

Здесь (r, ϕ, z) – цилиндрические координаты, ψ – поток полоидального магнитного поля, $I(\psi)$ – полоидальный ток, а $p(\psi)$ – давление плазмы, которые заранее не известны. Однако, используя

дополнительную диагностику, можно определить плотность и температуру электронов плазмы, а затем с помощью уравнения состояния и профиль давления. Далее можно связать две функции p и I с помощью следующей системы уравнений [2]:

$$I' = \frac{\sigma_{\parallel} \cdot U \cdot \Phi_V'^2 - \mu_0 \cdot I \cdot p_V'}{\mu_0 (J \Phi_V' - I \psi_V')}, \quad (2)$$

$$J' = \frac{\sigma_{\parallel} \cdot U \cdot \Phi_V' \cdot \psi_V' - \mu_0 \cdot J \cdot p_V'}{\mu_0 (J \Phi_V' - I \psi_V')}, \quad (3)$$

$$\text{где } \Phi_V' = \frac{1}{4\pi^2} \left\langle \frac{1}{r^2} \right\rangle \mu_0 J, \psi_V' = - \frac{4\pi^2}{\left\langle \frac{|\nabla V|^2}{r^2} \right\rangle} \mu_0 I$$

$$\langle f \rangle = \frac{d}{dV} \int_{\Omega} f d\tau = \oint_{\partial\Omega} f \frac{ds}{|\nabla V|} \text{ — усреднение величины } f \text{ по поверхности тора } \psi = \text{const.}$$

U — напряжение на обходе плазменного витка, σ_{\parallel} — проводимость плазмы, μ_0 — магнитная проницаемость.

Система уравнений (2), (3) дополняется граничными условиями

$$I(V_B) = I_p, J(V_B) = J_p, \text{ где } I_p = \int_{\Omega_p} j_{\phi} ds \text{ — полный полоидальный ток в}$$

плазме, $J_B = 2\pi r B_{\phi}$ (при $r=r_B$) и $I(0)=0$.

После решения системы (2)-(3), правая часть уравнения (1) выражается через геометрию, потоки, сопротивление и напряжение на обходе плазменного витка следующим образом :

$$j_{\phi} = \frac{\sigma_{\parallel} \mu_0 U}{kr} - \frac{p'}{I} \left\langle \frac{|\nabla V|^2}{r^2} \right\rangle \left(r - \frac{1}{kr \left\langle \frac{1}{r^2} \right\rangle} \right), \quad (4)$$

$$\text{где } k = 1 + \frac{I^2}{GJ^2}, G = \frac{1}{16\pi^4} \left\langle \frac{1}{r^2} \right\rangle \left\langle \frac{|\nabla V|^2}{r^2} \right\rangle$$

По найденному профилю тока требуется решить уравнение Грэда-Шафранова в потоковых координатах [3].

2. Метод. Метод решения данной задачи представляет собой итерационный процесс, состоящий из последовательного выполнения двух эта-

пов. На первом этапе выбирается начальное приближение к решению ψ и определяются геометрические характеристики – положение магнитной оси, граница плазмы, величины объемов, соответствующих заданным линиям уровня $\psi = \text{const}$, разные геометрические характеристики. Методом пристрелки находится напряжение на обходе плазменного витка U так, чтобы выполнялось условие $I(0) = 0$. При этом для определения токов I, J методом Рунге-Кутты решается система (2), (3) с граничными условиями. На втором этапе с найденным профилем тока (4) решается уравнение Грэда-Шафранова (1). Применяется критерий сходимости

$$\frac{\|\psi^{k+1} - \psi^k\|}{\|\psi^k\|} \leq \varepsilon, \text{ если он выполнен, то решение } \psi \text{ найдено с точностью } \varepsilon.$$

3. Результаты. 1. Разработан алгоритм, позволяющий контролировать профиль тока при заданном распределении давления плазмы в токамаке. 2. Проведены методические расчеты квазистационарных состояний для плазменных конфигураций.

Автор выражает благодарность И.В.Зотову за внимание к работе и полезные замечания.

Литература.

- [1] Шафранов В.Д., Равновесие плазмы в магнитном поле. Вопросы теории плазмы, т.2. – М.: Госатомиздат, 1963 – 92 с.
 [2] Auerbach S.P., Boozer A.H. Classical diffusion in the presence of an X point. – Phys. of Fluids, 1980, v.23, N 12, p.2396-2412
 [3] Вабищевич П.Н., Дегтярев Л.М., Дроздов В.В., Квазиполярные потоковые координаты в задачах МГД равновесия. Препринт №112, ИПМ им. Келдыша, 1981 г.

Представление булевых функций с помощью графа

М.А. Райцин

*Черноморский филиал МГУ им. М.В. Ломоносова
 E-mail falcone_mix@mail.ru*

Однозначность соответствия формы логической функции и параметров реальной электронной схемы приводит к необходимости оптимизации функции, т.е. к необходимости получения наилучшего её вида по выбранному критерию. В общем случае речь должна идти об оптимизации функции по таким показателям, как быстродействие, надежность (достижение их максимума), количество требуемого оборудования, вес, габариты, энергопотребление, стоимость (достижение их минимума) и т.п. Однако решение этой задачи в общем виде – достаточно трудное дело, тем более что некоторые из указанных показателей находятся в известном противоречии. Например, увеличение быстродействия, как правило, достигается за счет параллельной организации работы данного устройства, но это ведёт к увеличению оборудования, а значит, к уменьшению надежно-

сти и увеличению стоимости. Поэтому на практике обычно решается частная задача оптимизации по одному из критериев. Чаще всего это делается по минимуму необходимого оборудования, так как при этом автоматически решаются задачи получения минимальных габаритов, веса, энергопотребления, стоимости. Такая частная задача оптимизации логической функции носит название минимизации.

Таким образом, возникает задача нахождения из всех возможных форм логической функции её так называемой минимальной формы, обеспечивающей минимум затрат оборудования при построении синтезируемого узла, если имеется заданный набор логических элементов (НЕ, И, ИЛИ) с определенными техническими характеристиками (например, максимально возможное число входов у элементов И, ИЛИ и др.). Нетрудно заметить, что в рамках нормальных форм минимальной будет такая разновидность функции, которая состоит из наименьшего количества членов при наименьшем, по возможности, общем числе символов переменных.

При относительно небольшом числе переменных ($R \leq 6$) весьма удобным и наглядным является графическое представление логических функций в виде так называемых карт минтермов. Минтермами n аргументов называется логическое произведение этих аргументов, причем каждый аргумент может входить в произведение в прямой или инверсной форме.

Наиболее распространенной их формой являются карты Карно. Карта Карно содержит $q = 2^R$ клеток, причем каждой клетке соответствует один из q минтермов. Если требуется представить на карте Карно логическую функцию, заданную в виде Совершенной Дизъюнктивной Нормальной Форме, то в клетках карты, соответствующих минтермам, входящим в СДНФ, ставятся 1. Остальные клетки остаются незаполненными или заполняются 0.

Для логических функций с числом переменных $R > 6$ карты Карно становятся громоздкими (число клеток $q > 64$) и не удобными для практического применения вручную. Поэтому использование карты Карно можно рекомендовать при числе переменных $*R \leq 6$.

Однако кроме полностью определенных функций имеется большой класс функций, значение которых определено только для части логических наборов переменных. Такие функции называются частично определенными. Наборы переменных, для которых функция определена, называются рабочими, а для которых не определена — безразличными. На практике безразличными являются такие наборы значений логических переменных, которые при работе данного конкретного цифрового устройства никогда не реализуются. Частично определённую функцию можно сделать полностью определенной (доопределить), приписав безразличным наборам какие-либо значения функции: $f_i = 0$ или $f_i = 1$.

Обычно доопределение функции проводится таким образом, чтобы упростить её алгебраическое выражение и практическую реализацию. В этом

отношении использование карт Карно для минимизации частично определенных функций является наиболее наглядным и удобным методом.

Нами была поставлена задача разработать программную систему, реализующую метод Закревского для карт Карно. Основными критериями, которыми мы руководствовались при написании программы, были: скорость минимизации, возможность работы с достаточно большим количеством переменных, а также простота использования. Все найденные нами аналогичные программы (в том числе реализующие методы Квайна, Квайна – Мак-Класки) не позволяли работать с логическими функциями, количество переменных которых превышало 16.

В качестве средств разработки был использован язык Object Pascal, среда Delphi, что позволило работать с функциями с количеством переменных до 29. Теоретически, количество переменных ограничено только возможностями языка и аппаратными ресурсами. Однако уже хранение функции на 30 переменных представляет затруднение для обычных ПК.

Однако основным критерием является время, затрачиваемое на минимизацию. С этой целью был разработан специальный алгоритм, позволяющий работать с функцией, выполняя при этом минимальное количество расчетов. В основу данного алгоритма легло следующее свойство: размер максимального интервала, покрывающего выбранную точку, не превышает 2 в степени q , где q – степень точки (количество «соседей»), а также то, что любой интервал может быть представлен в виде двоичного числа вне зависимости от начальной точки.

Также был использован ряд закономерностей, связанных с особенностями представления функции в коде Вейча. Эти закономерности позволили эффективно реализовать подсчет «соседей», а также поиск покрывающих интервалов.

В ходе тестирования программы было подсчитано среднее и максимальное время, необходимое на минимизацию функции в зависимости от количества переменных. Так, на функциях от 12 переменных среднее время составило 0.05 с., максимальное – 1 с. На 16 переменных среднее время составило 5-10 с., максимальное – 40 с. При увеличении числа переменных на 1 среднее время минимизации увеличивалось приблизительно в 3 раза.

В целом, программа представляет себя мощный инструмент для минимизации логических функций, в том числе и неопределенных. Изначально, структура программы строилась таким образом, чтобы работа с неопределенными функциями не отличалась от работы с определенными.

В процессе создания программы встала задача наглядного ввода и отображения данных на экране. На данный момент создан графический интерфейс, работающий над программой минимизации (далее ядро). Обе части программного комплекса могут работать независимо друг от друга, но минимизация проводится только ядром.

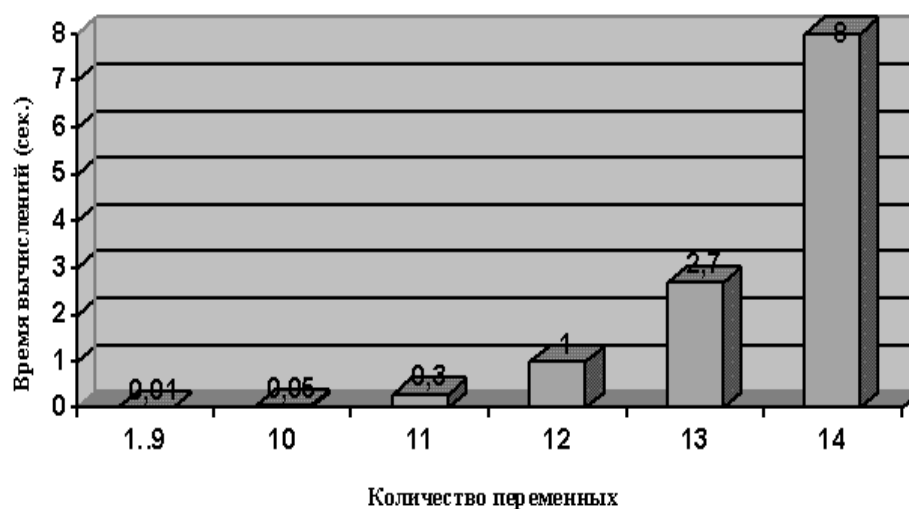


Рис. 1. Время вычислений при количестве переменных 1-14.

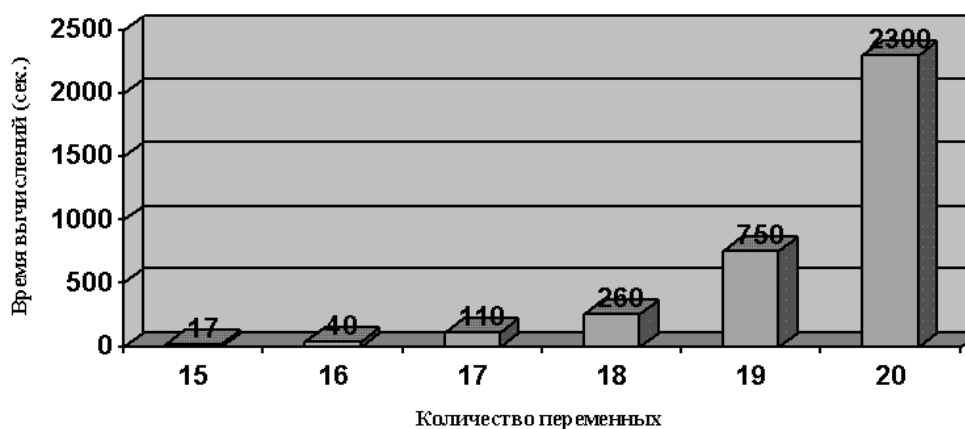


Рис. 2. Время вычислений при количестве переменных 15-20.

Интерфейс позволяет производить ввод функции различными методами:

1. Символьная математическая запись
2. Таблица истинности
3. Карта Карно
4. Ввод только двоичных наборов, соответствующие истинному значению функции в таблице истинности.

Предусмотрена возможность генерации случайной функции. Имеется возможность подсчитать соседей для всех точек на карте Карно. Поддерживается формирование различных записей булевой функции на основе заданной, так, например, можно введя символьную запись просчитать таблицу истинности или карту Карно и наоборот.

Таким образом, нами был создан инструмент минимизации булевых функций, позволяющий проводить вычисления за приемлемые проме-

жутки времени и использовать относительно маломощные вычислительные системы.

**Метод поддержки триггеров в XML-ориентированных СУБД,
основанный на анализе результатов промежуточных вычислений при
выполнении операций модификации данных**

М.П. Рекуц

Институт Системного Программирования Российской Академии Наук

Широкое использование технологии XML [1] для обмена и представления информации привело к возникновению потребности в XML-ориентированных СУБД, позволяющих эффективно хранить и обрабатывать XML-данные. В настоящее время ведется много исследований по расширению функциональности современных XML-ориентированных СУБД развитыми механизмами, аналогичными тем, что предоставляют реляционные СУБД. При разработке таких механизмов необходимо учитывать тот факт, что базы XML-данных являются удобным средством для хранения и обмена данными в Интернет и все чаще используются в приложениях электронной коммерции.

Одним из примеров развитых механизмов является поддержка триггеров в СУБД. Концепция триггеров возникла еще на раннем этапе развития реляционных СУБД. Немногим позже исследователи признали важность этого механизма, что привело к тому, что в настоящее время почти все известные реляционные СУБД предоставляют поддержку триггеров.

Целью нашего исследования является определение триггеров для XML и разработка метода эффективной поддержки триггеров в XML-ориентированных СУБД.

По ходу исследования мы выделили проблемы, препятствующие простому заимствованию триггеров из реляционных СУБД. В основном они связаны с полуструктурированной природой и иерархичностью XML-данных:

- обработка XML-данных подразумевает модификации фрагментов XML-документов любого размера. Операции модификации данных языка SQL напротив работают с определенным размером кортежами конкретной таблицы. Такая «массовая» природа операций модификаций XML-данных сильно усложняет задачу определения триггеров, которые должны сработать при операции вставки или замены большого фрагмента XML-документа.

- в языках модификации XML-данных для адресации данных, которые должны быть модифицированы, используются языки XQuery [2] и XPath [3]. При определении триггеров мы используем XPath. Анализируя эти два XQuery/XPath выражения во время компиляции запроса невозможно определить необходимость срабатывания данного триггера. Таким образом, триггеры необходимо обрабатывать во время выполнения операции модификации данных.

Автором разработан метод эффективной поддержки триггеров в XML-ориентированных СУБД для операций модификации данных использующих язык XPath для адресации модифицируемых данных [4]. По мнению автора, такое ограничение вполне приемлемо при реализации метода в практически используемых системах. Метод основан на построении специального плана выполнения запроса, позволяющего идентифицировать подходящие триггеры и пометить ассоциированные с ними данные во время выполнения запроса.

Результаты проведенного нами исследования позволяет расширить представление о способах поддержки триггеров в СУБД, что может учитываться при построении высокоэффективных практических систем.

Литература

1. Bray T. et al «Extensible Markup Language (XML) 1.0» // W3C Recommendation, third edition (2004), <http://www.w3.org/TR/REC-xml/>
2. Boag S. et al «XQuery 1.0: An XML Query Language» // W3C Working Draft 11 February 2005, <http://www.w3.org/TR/2002/WD-xquery-20021115/>
3. Clark J. et al «XML Path Language (XPath) Version 1.0» // W3C Recommendation (1999), <http://www.w3.org/TR/xpath>
4. Grinev M. Rekouts M. «Introducing Trigger Support for XML Database Systems» // SYRCoDIS'2005

Об одном варианте многокомпонентного расщепления для эволюционного уравнения первого порядка.

Н.С. Романова

Белорусский Государственный Университет. Беларусь.

В докладе дается обзор некоторых результатов применений векторно-аддитивных схем [1]-[3] к решению задач математической физики. В данном классе схем от исходной скалярной задачи для одной неизвестной функции приходят к задаче для вектора [1],[2], каждую отдельную компоненту которого можно рассматривать в качестве решения. На этом пути при многокомпонентном расщеплении построены схемы полной аппроксимации для эволюционных задач первого и второго порядка [1]-[4]. В работах профессора Абрашина В.Н. и его учеников построена теория методов многокомпонентного расщепления полной аппроксимации, в частности, построены основы устойчивости и сходимости этих методов, а также на их основе предложены и изучены итерационные методы решений стационарных задач [4].

В [1],[2] предложен последовательный многокомпонентный метод, который обладает тем неприятным свойством, что, как правило, u_α (компоненты решения) не стремятся к нулю при $n \rightarrow \infty$, $f(t)=0$. Профессором Злотником А.А. показано, как при тривиальном изменении начальных условий качественно улучшаются свойства алгоритма [1],[2]. Таких способов качественного улучшения алгоритма векторного метода можно предложить множество [4]. Один из способов основан на четком указании, что

выбирается в качестве приближенного решения. Выбор приближенного решения в векторно-аддитивном методе [1]-[3] является важным вопросом. В докладе проанализирован этот вопрос и предложен один из вариантов многокомпонентного расщепления для эволюционного уравнения первого порядка, доказана устойчивость алгоритма и приведены примеры решения трехмерной задачи Дирихле.

Литература

1. Абрашин В.Н., Жадаева Н.Г. // Дифференциальные уравнения и их применение, 1988, № 43, С.22-31.
2. Абрашин В.Н. // Дифференциальные уравнения, 1990, Т.26, №2, С.314-323.
3. Жадаева Н.Г. // Дифференциальные уравнения, 1992, Т.28, №7, С.1218-1230.
4. Самарский А.Л., Абрашин В.Н., Жадаева Н.Г. // Доклады РАН. 2000, Т.373, №6, С.734-736.

К анализу условий Бьюли существования конкурентного равновесия в модели с бесконечным горизонтом

А.В. Рудева

Московский государственный университет им. М.В.Ломоносова

Рассматривается модель экономики чистого обмена с бесконечным временным горизонтом и конечным числом потребителей, каждый из которых максимизирует свою функцию полезности при бюджетном ограничении. В статье Бьюли [1, теорема 1] доказывается теорема существования равновесия с ценами из пространства ba . По теореме Иосиды-Хьюитта пространство ba раскладывается в прямую сумму пространства l_1 и вполне конечно-аддитивных функционалов, которые описывают компенсированные кредиты. Основным условием, обеспечивающим существование конкурентного равновесия, является требование выпуклости и замкнутости по Макки множеств: $\forall i \in I$ и $\forall x \in l_+^\infty \{z \in l_+^\infty : u_i(z) \geq u_i(x)\}$

Здесь I – множество агентов, $u_i(x)$ – функция полезности i -ого агента.

В доказательстве теоремы Бьюли фактически использует замкнутость по Макки относительно дуальной пары $\langle l_\infty, l_1 \rangle$, т.е. слабую * замкнутость. Возникает вопрос: можно ли требовать замкнутость по Макки относительно дуальной пары $\langle l_\infty, ba \rangle$? Следующий пример показывает, что при таких условиях теорема не верна.

Действительно, рассмотрим модель чистого обмена между двумя потребителями с начальными запасами $\omega(1)=(2,1,1\dots)$, $\omega(2)=(1,1,1\dots)$ и функциями полезности

$$u_1(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{3^{n-1}} x_n + \lim_{n \rightarrow \infty} x_n, \quad u_2(x) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{2^{n-1}} x_n$$

В данном примере равновесия с ценами из пространства ba не существует, тем не менее, множества замкнуты по Макки в смысле дуальной пары $\langle l_\infty, ba \rangle$ и все остальные условия теоремы Бьюли также выполняются.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (код проекта 05-01-00942)

Литература

1. Bewley T.F. «Existence of Equilibria in Economies with Infinitely Many Commodities» // Journal of Economic Theory, 1971, N4, С. 514-540.

2. Робертсон А., Робертсон В. Топологические векторные пространства. М., 1967, с. 95.

Алгоритм взаимного мультифрактального анализа

Н. Ю. Светова

Петрозаводский Государственный Университет

Одной из важнейших фундаментальных задач современного естествознания является строгое количественное описание геометрической структуры природных объектов. Традиционный подход для аппроксимации изучаемой структуры предполагает использование геометрических фигур с целыми размерностями (точки, линии, поверхности и т.д.). Однако многие природные системы столь сложны и нерегулярны, что использование методов классической геометрии недостаточно.

Концепция мультифрактального формализма [1,2] дает эффективный инструмент для изучения и количественного описания широкого многообразия неоднородных иррегулярных, сложных систем. Однако появление большинства ошибок в практических приложениях мультифрактального анализа связано с тем, что в отличие от идеальных фрактальных структур реальные природные системы являются самоподобными только лишь над конечным числом уровней масштабов. Поэтому разные меры могут дать почти одинаковые мультифрактальные спектры, и для сравнения распределений мер с мультифрактальной точки зрения этот метод не является достаточно корректным. Вследствие этого актуальной является тема разработки методов анализа не только распределения единственной меры, но и определения количественных характеристик влияния двух разных распределений на геометрию друг друга. В работах [3,4] на основе классического мультифрактального формализма Л. Олсена [6] была предложена идея выполнения взаимного мультифрактального анализа относительного произвольно заданной меры. Взаимный мультифрактальный анализ позволяет получить информацию о сложном взаимном влиянии двух распределений в контексте геометрической интерпретации, а при некоторых специально заданных значениях параметров q и t , в качестве следствий, позволяет получить спектры, которые уже ранее встречались в литературе [5,7]. В данной работе предлагается численный алгоритм взаимного мультифрактального анализа.

Рассмотрим подмножество U объемлющего евклидова пространства размерности d , $d=1,2,3,\dots$, содержащее носители двух заранее заданных определенным образом мер μ и ν .

1. Покроем U произвольной сеткой, состоящей из квадратных (если $d=2$) ячеек одинакового размера δ . Определим каждую из двух мер ячейки с помощью суммирования (в случае дискретно распределенной меры) или интегрирования (для непрерывно распределенной) меры в каждой точке по всем точкам, принадлежащим ячейке

$$\mu(C_\delta) = \sum_{z_i \in C_\delta} \mu(z_i) \quad (C_\delta) = \sum_{z_i \in C_\delta} \nu(z_i)$$

1. Количество ячеек, для которых меры μ и ν являются строго положительными, обозначим через $N(\delta)$.

2. Реализуя несколько разбиений множества U на ячейки размером равным δ , найдем минимальное значение по всем возможным разбиениям обобщенной статистической суммы

$$M_\delta(q, t) = \min \sum_{i=1}^{N(\delta)} (\mu C_\delta^i)^q (\nu C_\delta^i)^t,$$

где суммирование проводится по всем ячейкам разбиения, имеющим непустое пересечение с пересечением носителей мер. Использование нескольких последовательных произвольных разбиений пространства в дальнейшем обеспечит отсутствие эффекта влияния способа покрытия сеткой на полученные характеристики.

3. Оценку емкостных размерностей получим из формулы

$$\tau_{\mu, \nu}(q, t) = \lim_{\delta \rightarrow 0} \frac{\ln M_\delta(q, t)}{\ln \delta}$$

4. В случае дифференцируемой и выпуклой функции $\tau_{\mu, \nu}$ получим приближенные значения взаимных локальных размерностей

$$\alpha(q, t) \approx \frac{\partial \tau_{\mu, \nu}(q, t)}{\partial q} \quad \beta(q, t) \approx \frac{\partial \tau_{\mu, \nu}(q, t)}{\partial t}$$

5. В качестве оценки спектра Лежандра для разбиений положим

$$f_{\mu, \nu}(q, t) = \begin{cases} \alpha_{\mu, \nu}(q, t)q + \beta_{\mu, \nu}(q, t)t - \tau_{\mu, \nu}(q, t), \\ 0, \end{cases}$$

$$\alpha_{\mu, \nu}(q, t)q + \beta_{\mu, \nu}(q, t)t - \tau_{\mu, \nu}(q, t) \geq 0;$$

$$\alpha_{\mu, \nu}(q, t)q + \beta_{\mu, \nu}(q, t)t - \tau_{\mu, \nu}(q, t) < 0.$$

Полученная оценка спектра Лежандра позволяет мажорировать сверху емкостные и точные взаимные мультифрактальные спектры, которые несут информацию как статистического, так и геометрического характера о влиянии исследуемых мер друг на друга.

Задавая значения параметров q или t быть равными нулю и $t=1-q$, в качестве частных случаев, вычислим условные и относительные обобщенные размерности Реньи

$$D_{\mu}^{usl}(q) = \frac{\tau_{\mu,v}(q,0)}{q-1} \quad q \neq 1, \quad D_{\mu}^{usl}(1) = \alpha_{\mu,v}(1,0)$$

$$D_v^{usl}(t) = \frac{\tau_{\mu,v}(0,t)}{t-1} \quad t \neq 1, \quad D_v^{usl}(1) = \beta_{\mu,v}(0,1)$$

$$D_{\mu,v}^{om}(q) = \frac{\tau_{\mu,v}(q,1-q)}{q-1} \quad q \neq 1, \quad D_{\mu,v}^{om}(1) = \dots$$

условные локальные размерности

$$\alpha_{\mu}^{usl}(q) = \alpha_{\mu,v}(q,0) \quad \beta_v^{usl}(t) = \beta_{\mu,v}(0,t)$$

и оценку условных спектров Лежандра

$$f_{\mu}^{usl}(q) = f_{\mu,v}^{usl}(q,0) \quad f_v^{usl}(t) = f_{\mu,v}^{usl}(0,t)$$

Таким образом, предложен численный алгоритм взаимного мультифрактального анализа, с помощью которого можно получить более полную количественную информацию о сложном влиянии геометрических распределений двух мер друг на друга, а при специально заданных значениях параметров q и t — оценки условных и относительных размерностей Реньи.

Литература

1. Встовский Г.В., Колмаков А.Г., Бунин И.Ж. Введение в мультифрактальную параметризацию структур материалов. Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2001, 116 с.
2. Олемской А.И., Флат А.Я. «Использование концепции фрактала в физике конденсированной среды» // Успехи физических наук, 1993, т. 163, №12, С. 1-50.
3. Светова Н.Ю. «Взаимные мультифрактальные спектры I. Точные спектры» // Труды Петрозаводского государственного университета. Сер. «Математика». Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, вып. 11, 2004, С.42-47.
4. Светова Н.Ю. «Взаимные мультифрактальные спектры II. Взаимные спектры Лежандра, Хентшель-Прокачия и спектры, определенные для разбиений» // Труды Петрозаводского государственного университета. Сер. «Математика». Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, вып. 11, 2004, С.48-57.

5. Dansereau R., Kinser W. «New relative multifractal dimension measures» // 26th International Conference on Acoustics, Speech and Signal Processing (ICASSP'2001). Salt Lake City. Utah. May 7-11, 2001, 4 p.

6. Olsen L. «A multifractal formalism» // Advances in mathematics, 1995, vol. 116, P. 82-195.

7. Riedi R.H., Scheuring I. «Conditional and relative multifractal spectra» // Fractals, 1997, vol. 5. № 1, P. 153-168.

Вычислительные схемы гибридного типа для сеточных уравнений в случае неоднородных сред

С.Н. Стельмах

Белорусский Государственный Университет, Республика Беларусь

В настоящей работе исследуются гибридные методы решения трехточечных сеточных уравнений с разделенными граничными условиями вида:

$$G_0 y_0 + G_1 y_1 = \mu_0, \quad (1)$$

$$A_i^{(s)} y_{i-1} - C_i^{(s)} y_i + B_i^{(s)} y_{i+1} = -F_i^{(s)}, \quad (2.s)$$

при $i \in I_{(k;t)}^{(s)}$

$$G_{N-1} y_{N-1} + G_N y_N = \mu_N \quad (3)$$

где $I_{(k;t)}^{(s)} = \{i | k \leq i \leq t\}$ — множество индексов $((k,t) = (1,p), (p,q), (q+1, N-1))$, $s=1,2,3, A_i^{(s)}, B_i^{(s)}, C_i^{(s)}, G_k, H_k$ — заданные матрицы порядка M , $F_i^{(s)}, \mu_0, \mu_N$ — известные векторы порядка M , причем матрицы коэффициентов существенно отличаются на различных подинтервалах. Подобные задачи часто возникают при математическом моделировании физико-химических процессов в составных (композиционных) телах. В случае неоднородных композиционных сред свойства коэффициентов на соответствующих подинтервалах могут существенно различаться. Целью работы является описание и исследование вычислительного алгоритма метода, основанного на гибридном соединении алгоритмов методов редукции, матричной прогонки и марш-алгоритма [1,2]. Ведется обоснование метода и устанавливается свойство его универсальности при решении сеточных уравнений с неоднородной структурой ведущих матриц.

Литература

1. Монастырный П.И. «К теории гибридных методов решения сеточных уравнений» // Доклады НАН Беларуси, 2000, Т 44, №1, С.35-38.

2. Самарский А.А., Николаев Е.С. Методы решения сеточных уравнений — М.: Наука, 1978.

Программный комплекс «Карно» для минимизации булевых функций*П.С. Сухотюк, М.А. Райцин**отделение прикладной математики**Черноморского филиала МГУ им. Ломоносова*

Однозначность соответствия формы логической функции и параметров реальной электронной схемы приводит к необходимости оптимизации функции, т.е. к необходимости получения наилучшего её вида по выбранному критерию. Такая задача носит название минимизации.

При относительно небольшом числе переменных ($R \leq 6$) весьма наглядным и удобным для минимизации является графическое представление логических функций в виде так называемых карт минтермов. Наиболее распространенной их формой являются карты Карно.

Кроме полностью определенных функций имеется большой класс частично определенных функций, значение которых определено только для части логических наборов переменных. Использование карт Карно для минимизации таких функций является наиболее наглядным и удобным методом [1].

Нами была поставлена задача разработать программную систему, реализующую метод Закревского минимизации булевых функций. Основными критериями были скорость минимизации, возможность работы с достаточно большим количеством переменных, а также простота использования.

В качестве средств разработки был использован язык Object Pascal, среда Delphi, что позволило работать с функциями с количеством переменных до 29. Однако основным критерием является время, затрачиваемое на минимизацию. С этой целью был разработан специальный алгоритм, позволяющий работать с функцией, выполняя при этом минимальное количество расчетов. В основу данного алгоритма легло следующее свойство: размер максимального интервала, покрывающего выбранную точку, не превышает 2^q , где q — степень точки (количество «соседей»), а также то, что любой интервал может быть представлен в виде двоичного числа вне зависимости от начальной точки.

Также был использован ряд закономерностей, связанных с особенностями представления функции в коде Вейча. Эти закономерности позволили эффективно реализовать подсчет «соседей», а также поиск покрывающих интервалов.

В ходе тестирования программы было подсчитано среднее и максимальное время, необходимое на минимизацию функции в зависимости от количества переменных. Так, на функциях от 12 переменных среднее время составило 0.05 с., максимальное — 1с. На 16 переменных среднее время составило 5-10 с., максимальное — 40с. При увеличении числа переменных на 1 максимальное время минимизации увеличивалось приблизительно в 3 раза.

Создан графический интерфейс, работающий над программой минимизации, осуществляющий наглядный ввод и отображение данных на экране.

В целом, программный комплекс «Карно» представляет себя мощный инструмент для минимизации логических функции, в том числе и неопределенных.

Литература

1. Яблонский С.В., Введение в дискретную математику. М.: Наука, 1986. с.384.

Оптимальное гашение колебаний механических систем регуляторами пониженного порядка

А. А. Федюков

Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского

К настоящему времени теория H^∞ -управления достигла значительных успехов и доведена до эффективных вычислительных процедур. Так, для синтеза динамических регуляторов полного порядка (порядок дифференциальных уравнений, описывающих регулятор, совпадает с порядком дифференциальных уравнений, описывающих объект управления) достаточно представить задачу в виде трех матричных неравенств и, применяя процедуру feasp пакета MATLAB, получить ответ на вопрос имеет ли поставленная задача решение. При конструировании динамических регуляторов, порядок которых ниже порядка объекта управления (такие регуляторы часто и требуются при решении прикладных задач), возникают принципиальные трудности, не позволяющие напрямую использовать известные стандартные процедуры пакета MATLAB. Для решения этой проблемы требуется создание эффективных вычислительных алгоритмов.

Предлагаемый комплекс программ предназначен для моделирования механических систем (таких как высотное сооружение, маятник при параметрических и внешних возмущениях, цепочка упруго-связанных масс, n -мерный перевернутый маятник и др.) и для синтеза динамических регуляторов пониженного порядка, обеспечивающих стабилизацию и оптимальное гашение колебаний механических систем. Синтез управления осуществляется методами теории H^∞ -управления с использованием линейных матричных неравенств. Применяется алгоритм, реализуемый как итерационный процесс, на каждой итерации которого с помощью стандартных команд пакета MATLAB решается задача поиска линейной функции при ограничениях, задаваемых линейными матричными неравенствами.

Проведены расчеты для конкретных механических систем, моделирующих высотные здания, и предложены практические рекомендации по управлению ими при сильных ветровых нагрузках и землетрясениях.