

АРЕАЛЬНЫЙ МУЛЬТИСТАРТОВЫЙ МЕТОД ОПТИМИЗАЦИИ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ ОБРАБОТКИ ВИЗУАЛЬНОЙ ИНФОРМАЦИИ

К. т. н. М. Л. Герганов, д. т. н. С. Г. Антощук, д. т. н. Г. Ю. Щербакова,
д. т. н. В. Н. Крылов

Одесский национальный политехнический университет

Украина, г. Одесса
max.at942@gmail.com

Разработан метод мягкой оптимизации на основе вейвлет-преобразования. Метод позволяет получить оптимальное решение в виде последовательности областей сходящейся к области прагматической (семантической) достаточности. Применение метода позволит проводить формирование информационных технологий с возможностью выбора погрешности и быстродействия процедур на основе оптимизации при изменении визуальной информации.

Ключевые слова: оптимизация, информационные технологии, вейвлет-преобразование.

При распознавании сигналов и изображений в автоматизированных системах (АС) на базе информационных технологий широко используют методы оптимизации [1—4]. В таких задачах целевая функция может быть мультиэкстремальной, с высоким уровнем шумов [1]. Эффективность и качество указанных АС зависит от разрешающей способности, углового размера и контраста изображений и т. п. [3]. Распознавание должно обеспечиваться инвариантно к изменениям масштаба, поворота, сдвига в режиме реального времени, что определяет помехоустойчивость и быстродействие систем. В условиях, требующих корректировки параметров процедур АС (при, например, изменении условий наблюдения), важно обеспечить такую возможность. Так, если целью оптимизации выбрано достижение качества и эффективности автоматизированных систем и их процедур [3] в рамках прагматической (семантической) достаточности, важно обеспечение «мягкого» оптимального решения. Это может увеличить гибкость АС, так как позволит изменять их параметры при изменении класса обрабатываемых изображений без потери эффективности. Существующие методы оптимизации часто ориентированы на получение так называемых «точечных» решений, например в [1, 5] предложен мультистартовый метод определения «точечного» решения (координаты экстремума) с использованием вейвлет-преобразования (ВП). Он позволяет повысить вероятность отыскания глобального экстремума и помехоустойчивость [1, 5]. Но свойства ВП (изменение размеров окна обработки и регулирование детальности) [4] позволяют получить решение в виде последовательности областей, то есть провести «мягкую» оптимизацию.

Цель работы — исследование «ареальной» оптимизации с оптимальным решением в виде последовательности областей. Этот метод базируется на известном свойстве градиента менять знак при переходе через экстремум [6] и реализуется в соответствии с итерационной схемой

$$\mathbf{c}[n] = \mathbf{c}[n-1] - \gamma[n]WT(\mathbf{Q}(\mathbf{x}[n], \mathbf{c}[n-1])).$$

При реализации метода проверяется $\|\mathbf{c}[n] - \mathbf{c}[j]\| \leq D_{pr}$, что является условием попадания в область прагматической (семантической) достаточности (ОПСД); D_{pr} — размер области семантической достаточности, $\mathbf{Q}(\mathbf{x}, \mathbf{c})$ — функционал, который зависит от вектора $\mathbf{c} = (c_1, \dots, c_N)$ и от $\mathbf{x} = (x_1, \dots, x_R)$; $\gamma[n]$ — шаг; n — номер итерации; $\mathbf{A}_m[p]$ — последовательность значений, формирующих ареалы; p — формирователь адресов границ ареала в последовательности ареалов, сходящихся к ОПСД; m — номер ареала, M — количество ареальных стартов, j — номер итерации $j \in n$; WT определяет направление

движения к ОПСД и вычисляется как $WT(\mathbf{Q}(\mathbf{x}[n], \mathbf{c}[n-1])) = \{G_{1j}, G_{2j}, \dots, G_{Rj}\}$. Здесь G_{lj} – результат обработки по l -й переменной: $l \in \mathbf{1}, \dots, R$ – размерность вектора параметров на j -й итерации. Тогда существуют $\mathbf{G}[j] \in \mathbf{G}[n]$ $j \in n$ для j -й итерации:

$$\mathbf{G}[j] = \frac{1}{s_j} \sum_{\substack{i=-\frac{s_j}{2} \\ i \neq 0}}^{\frac{s_j}{2}} \mathbf{Q}(\mathbf{x}[n], c_j + ia) \cdot \Psi_i(j).$$

В работе для оценки направления поиска ОПСД была выбрана вейвлет-функция (ВФ) Хаара. Определение последовательности ареалов проводится с исходными данными: D_{pr} — размер ОПСД; длина носителя s_j ВФ и начальное приближение к ОПСД определяются на этапе априорных исследований при анализе целевой функции с учетом: вида исследуемой функции, величины помех, накладываемых на функцию, а также накладываемых ограничений 2-го рода на последовательность ареалов $\mathbf{A}_m[p-1, p]$, сходящихся к ОПСД. При исследовании метода установлено его быстрое действие: при отношении сигнал/шум по амплитуде от 64 до 28 для тестовых функций ДеЙонга [1, 5] оно составило [0,013473 с; 0,090658 с], Волна [7] — [0,064796 с; 0,094347 с]. Расчеты произведены на ПК с конфигурацией: процессор Intel Core 2 Dual P8400 2,26 GHz, оперативная память DDR2 6400 2 GB. Для тестовой функции Швефеля [1, 5] достигнута область глобального экстремума с вероятностью 0,84, а для функции ДеЙонга [1, 5] — 0,92. Для тестовой функции ДеЙонга [1, 5] при отношении сигнал/шум от 64 до 28 быстрое действие увеличилось на 17% по сравнению с методом определения диапазонов координат экстремума с помощью оптимизации на основе ВП [1, 5].

Эти результаты позволяют рекомендовать ареальный мультистартовый метод мягкой оптимизации на базе вейвлет-преобразований в широком круге практически важных задач при разработке автоматизированных систем на базе информационных технологий, в которых необходимо попадание в область прагматической (семантической) достаточности.

ИСПОЛЬЗОВАННЫЕ ИСТОЧНИКИ

1. Щербакова Г. Ю., Крылов В. Н. Иерархический субградиентный итеративный метод оптимизации в пространстве вейвлет-преобразования // *Электроника и связь*. — 2008. — № 6 (47). — С. 28—31.
2. Дилевский А. С., Щербакова Г. Ю., Крылов В. Н., Федоренко Д. Позиционирование в системах автоматизированного рентгеновского контроля паяных соединений // *Труды 14-й МНПК «Современные информационные и электронные технологии»* — Украина, Одесса. — 2013. — С. 60–63.
3. Абакумов В., Антошук С., Крылов В. Распознавание визуальной информации в автоматизированных системах // *Электроника и связь*. — 2003. — № 19 — С. 46 – 48.
4. Krylov V., Polyakova M. Contour images segmentation in space of wavelet transform with lifting. // *Optical-electronic informatively-power technologies*. — 2007. — N2. — P. 48 – 58.
5. Щербакова Г. Ю., Крылов В. Н., Бабилунга О. Ю. Исследование области экстремума с помощью мультистартового метода оптимизации на основе вейвлет-преобразования // *Электротехнические и компьютерные системы*. — 2015. — № 18. — С. 86—91.
6. Polak E. *Computational Methods in Optimization. A unified approach*. // University of California, Berkeley, California, New York, London: Academic Press. — 1971.
7. Сергиенко А. Б. Тестовые функции для глобальной оптимизации v.1.32. — Красноярск, 2015.

M. Gerganov, S. Antoshchuk, G. Shcherbakova, V. Krylov

Areal multi-start method of optimization for the automated systems for visual information processing

The multi-start method of soft optimization on the basis of the wavelet transform (VT) has been developed. This method allows receiving an optimal solution in the form of the convergent sequence of areas to area pragmatic (semantic) sufficiency (APSS). The application of the method will allow forming information technologies with the possibility to choose the error and speed of procedures based on optimization when visual information changes.

Keywords: optimization, information technologies, wavelet transform.