Интеллектуализация обработки данных в задачах восстановления изображений

Белозуб Владимир Антонович
Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского
Таврическая академия
факультет математики и информатики
кафедра информатики (группа 602И)

e-mail: disstroier@mail.ru

Восстановление функций по данным косвенных измерений является типичной задачей дистанционного зондирования, восстановления изображений. Соответствующие системы моделируются линейными или нелинейными интегро-дифференциальными уравнениями, экстремальными задачами и их дискретными аналогами. Как правило, такие задачи являются некорректными. Для их решения разрабатываются регуляризирующие алгоритмы [1 - 3]. Существенно используется информация (знания) о решении и характере вносимых измерительной системой погрешностей. Не существует универсального алгоритма решения таких задач. Актуальной является разработка интеллектуальных агентов (ИА)[4], использующих знания о моделях, алгоритмах, решениях (априорная информация), погрешностях, прецедентах. Такие ИА могут быть однотипными или специализированными, работать в группе, обмениваться информацией, осуществлять декомпозицию задачи. Исследуем частный случай разработки ИА для задачи обработки данных с моделью в виде нелинейного интегрального уравнения первого рода типа Урысона

$$\int_a^b f(s)k(t-z(s))ds = u(t), c \le t \le d. \tag{0.1}$$

Исследуем случаи, в которых допускается сведение к линейным интегральным уравнениям, обыкновенным дифференциальным уравнениям или уравнениям в частных производных [5, 6]. Пусть известна априорная информация о монотонности функции $z(s)$ ($z(s)$ принадлежит классу монотонно возрастающих функций), функция $\psi(\tau) = \alpha(\phi(\tau))/z'(\phi(\tau)) \in W_2^1$, где $\tau = z(s)$. При заданных уровнях погрешности $\eta = (h,\delta)$: h - оператора и δ - правой части найдется такое значение параметра регуляризации $\alpha(\eta)$, что приближенное решение $\widetilde{z}_\eta^\alpha$ находится из решения обыкновенного дифференциального уравнения 1-го порядка

$$z'(s)\psi(z(s)) = f(s), a \le s \le b, \tag{0.2}$$

где функция $\psi(z)$ является решением уравнения Эйлера для функционала А. Н. Тихонова: $M^\alpha = \alpha\|\psi\|^2_{W_2^1} + \|B_h\psi - u_\delta\|^2_{L_2}$, где $B\psi = n * \psi$. По априорной информации о монотонности, гладкости и уровне погрешности ИА осуществляет построение приближенного решения функции ψ,

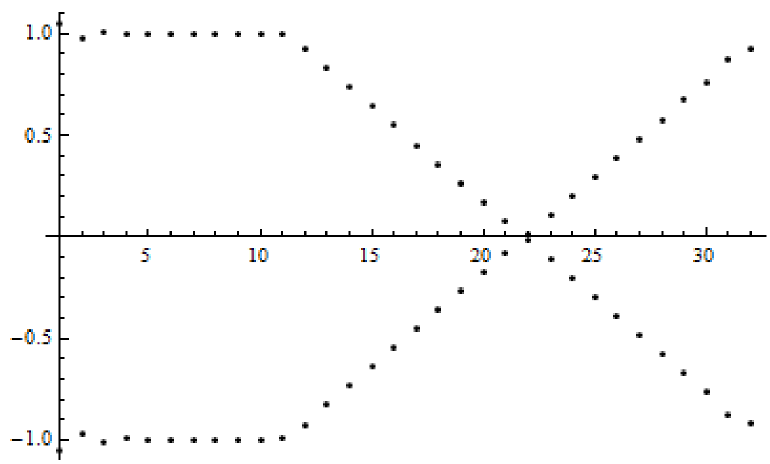

Рис. 1. Пример работы ИА

а по дифференциальному уравнению (0.2) находится искомая функция

$z(s)$. При этом искомыми являются также величины $z(a)$ и $z(b)$. Для квазиреального вычислительного эксперимента необходимо решить (многократно) как прямую, так и обратную задачи. Используя результаты работы [1] разработан пакет программ на языке Си для ИА, реализующий алгоритмы решения (0.1) с учетом поступающей информации. Для примера $f(s) = 1 - s^2$, $z(s) = s - \frac{3}{2}$, $k(x) = e^{-80(x-\frac{1}{2})^2}$, $-1 \leq s \leq 1$, $-3 \leq t \leq 0$, рис. 1 показывает результат работы ИА.

В результате работы алгоритма уточняется локальный носитель для функций $f(s)$ и $\psi(z)$, устранена избыточная информация, полученная в ходе сканирования, то есть определен участок восстанавлеваемой функции $\psi(z)$. Разработанный пакет для ИА успешно справляется с хорошо восстанавлеваемые функциями, когда уровень погрешности η невелик или когда доступна информация, устраняющая двузначность функций. Рассмотрим другой пример с использованием $f(s) = s - s^3$ и $-2 \leq t \leq 0$. Из рис. 2 можно видеть, что решение неустойчиво на концах отрезка. Соответственно, предложенный ИА качественно вос-

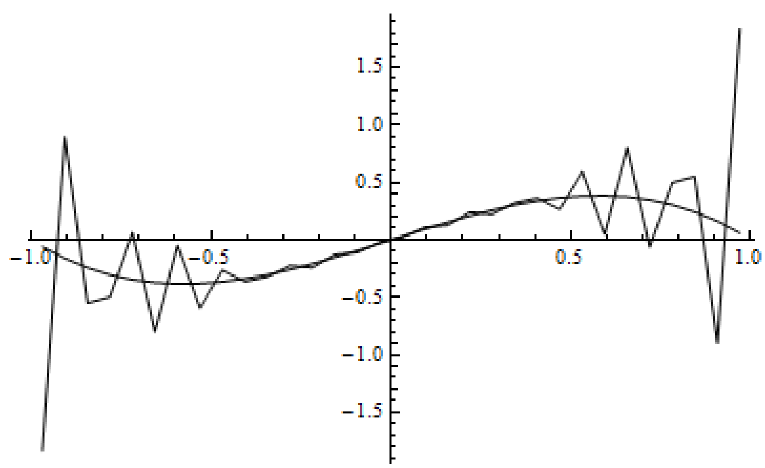

Рис. 2. Пример неустойчивости решения на границах отрезка

станавливает решение на более узком отрезке. Этого вполне достаточно для восстановления кусочно-монотонных функций, но предварительно необходимо решить задачу о нахождении точек экстремума искомой функции. На рис. 3 можно видеть, что участок прямой можно выделить локально, все остальное же определяется как шумы.

В качестве уточняющей информации используются результаты сканирования со сдвигом по t. Появляется избыточная информация для восстановления функции $\psi(z)$ и тем самым функции $z(s)$. Используя информацию от сканирования с различных точек, можно повысить точность восстановления искомой функции $z(s)$.

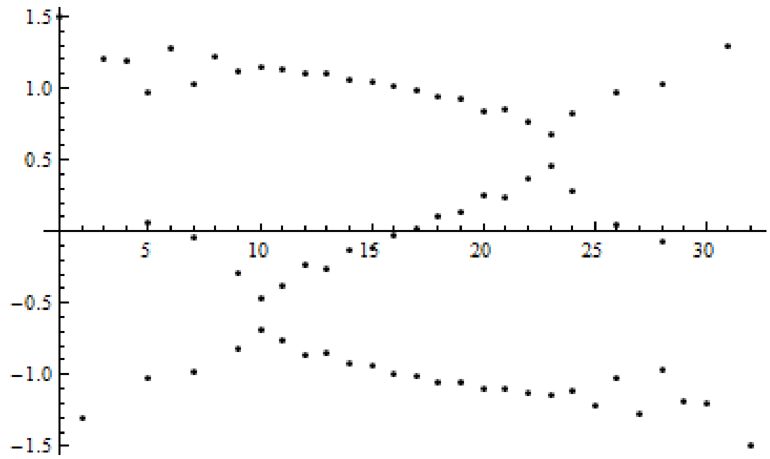

Рис. 3. Пример работы ИА в неустойчивом режиме

Список литературы

[1] Гончаровский А.В., Черепащук А.М., Ягола А.Г. *Некорректные задачи астрофизики.* – М.: Наука, 1985. – 352 с.

[2] Василенко Г.И., Тараторин А.М. *Восстановление изображений.* – М.: Радио и связь, 1986. – 304 с.

[3] Васин В.В., Агеев А.Л. *Некорректные задачи с априорной информацией.* – Екатеринбург: УИФ "Наука 1993. – 263 с.

[4] Донской В.И. *Интеллектуальное управление: обзор / В.И. Донской // Таврический вестник информатики и математики.* – Симферополь, 2014. – №2 (25). – С. 14-35

[5] Лукьяненко В.А., Белозуб В.А. *Нелинейные уравнения типа свертки с дельтаобразными ядрами : Международная конференция "XXVI Крымская Осенняя Математическая Школа-симпозиум по спектральным и эволюционным задачам"(КРОМШ-2015): сборник тезисов.* – Симферополь: ООО ФОРМА, 2015. – С. 95.

[6] Лукьяненко В.А., Козлова М.Г., Хазова Ю.А. *Приближенное решение нелинейных интегральных уравнений типа свертки первого рода с неизвестным сдвигом // Метод функций Ляпунова и его приложения : X Крымская международная математическая школа.* – Симферополь: ДИАИПИ, 2010. – С. 83-84