

РЕШАТЕЛЬ ИНТЕРВАЛЬНЫХ СИСТЕМ ЛИНЕЙНЫХ УРАВНЕНИЙ ДЛЯ ПЛАТФОРМЫ KNIME

М.В. Данилов, К.С. Дронов, С.И. Жилин

Алтайский государственный университет, Барнаул, Россия

e-mail: danilov.maxim@gmail.com, dronov.kirill@gmail.com, sergei@asu.ru

Разработан модуль расширения аналитической платформы KNIME, позволяющий вычислять формальные решения, внутренние и внешние оценки объединенного множества решений интервальной системы линейных алгебраических уравнений, а также визуализировать двумерные и трехмерные объединенные множества решений. Приведен пример решения задачи распознавания изображений с использованием разработанного модуля.

1. Введение

Система KNIME [1] представляет собою модульную платформу с открытыми исходными кодами, предназначенную для анализа данных. KNIME позволяет визуально конструировать потоковые сценарии обработки и анализа данных из стандартных функциональных узлов, таких как чтение данных, предобработка данных, обучение модели, применение модели, визуализация данных и т.п. Сценарии могут быть исполнены частично или целиком, а промежуточные или окончательные результаты обработки и анализа данных могут быть изучены с использованием разнообразных инструментов интерактивной визуализации.

В виду открытости интерфейсов системы KNIME с нею легко интегрируются различные программные средства для чтения, предварительной подготовки, преобразования, анализа и визуализации данных разного рода. В частности, сценарии KNIME могут взаимодействовать с такими популярными инструментами как WEKA (среда машинного обучения), R Project (язык статистических вычислений), Python (интерпретатор языка программирования), ImageJ (система обработки и анализа изображений). Довольно богатые стандартные функциональные возможности KNIME могут быть пополнены пользовательскими модулями расширения (plugins). Сообщество пользователей и коммерческими разработчиками произведено значительное количество модулей расширения KNIME, позволяющих решать задачи распознавания образов, извлечения знаний из баз данных, обработки текстов и изображений, анализа химических данных и т.п.

При решении прикладных задач наличие в анализируемых данных неточности и неопределенности разного рода является скорее правилом, чем исключением. Трудно переоценить востребованность методов интервального анализа в подобных ситуациях. К сожалению, еще одним правилом, почти не имеющим исключений, является отсутствие в составе универсальных систем интеллектуального анализа данных интервальных инструментов, которые можно было бы гибко комбинировать с прочими, более

традиционными, средствами. Платформа KNIME предоставляет весьма богатый фундамент и при пополнении интервальными функциональными модулями вполне могла бы нарушить указанную тенденцию.

Почин по созданию расширений KNIME, реализующих методы интервального анализа, положен разработкой набора узлов, позволяющих решать задачи построения и анализа регрессионных зависимостей при интервальной ошибке в откликовой переменной [2]. Настоящая работа продолжает это начинание и направлена на разработку модуля расширения KNIME ILS Solver, предназначенного для решения интервальных систем линейных алгебраических уравнений (ИСЛАУ).

2. Модуль ILS Solver

Технологически KNIME основывается на платформе для построения интегрированных сред разработки Eclipse, поэтому наряду с прочими механизмами наследует от Eclipse и способ функционального расширения. Создание модуля расширения KNIME сводится для разработчика к реализации нескольких классов на языке Java, определяющих поведение модуля при создании, конфигурировании, исполнении и визуализации.

Модуль ILS Solver позволяет получать три вида решений ИСЛАУ вида $Ax = b$, а именно: формальное решение в полной арифметике Каухера, внутреннюю и внешнюю оценки объединенного множества решений. Поиск решений двух первых типов осуществляется с использованием формального подхода, позволяющего свести исходную задачу к решению неинтервальных СЛАУ. Внешние оценки объединенного множества решений строятся интервальным методом Гаусса-Зейделя. Реализации указанных численных методов заимствованы из Java-библиотеки для интервальных вычислений JInterval [3], а их исчерпывающее описание может быть найдено в [4].

При включении модуля ILS Solver в сценарии KNIME на вход ему необходимо подать таблицу данных, содержащую значения интервальных матрицы A и вектора b , а на выходе можно получить интервальный вектор x , интерпретация которого зависит от типа решения, выбранного в диалоге настроек узла (см. Рис. 1.).

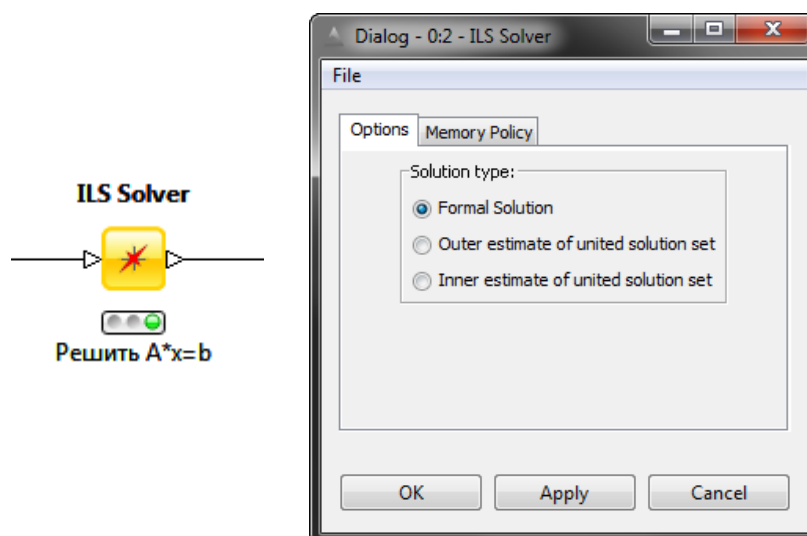


Рис. 1. Узел ILS Solver и диалоговое окно для его настройки.

ILS Solver предоставляет возможность интерактивной визуализации объединенных

множеств решений интервальных систем линейных уравнений размерности два и три (см. Рис. 2.). Исходный код, вычисляющий и визуализирующий точное представление объединенного множества решений, любезно предоставлен его разработчиками профессором В. Крамером и Г. Павом [5].

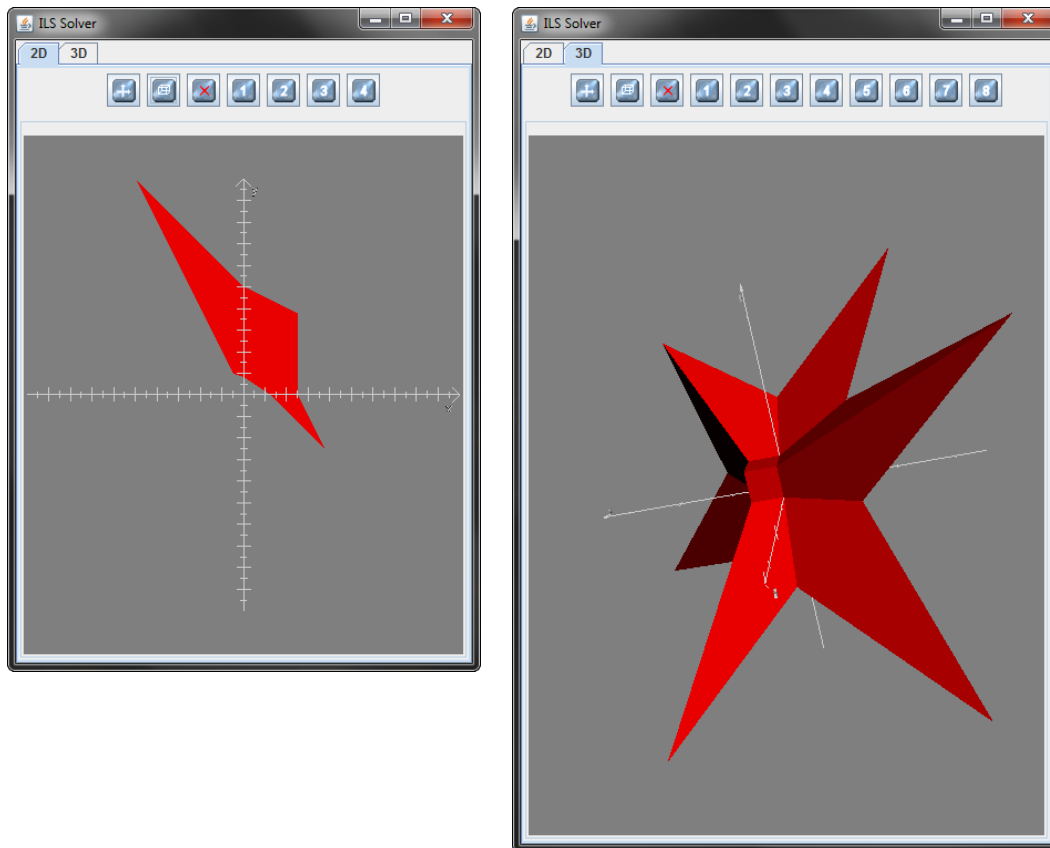


Рис. 2. Примеры визуализации объединенных множеств решений ИСЛАУ.

Несмотря на то, что задачи низкой размерности, допускающие визуализацию множества решений, редко возникают в реальных приложениях, эта возможность может оказаться хорошим подспорьем при изучении интервального анализа.

3. Пример сценария с использованием ILS Solver

В [6] предложен алгоритм распознавания изображений, вариация значений интенсивности пикселей которых по отношению к некоторым эталонным прототипам интервально ограничена. Суть алгоритма сводится к проецированию матриц, описывающих эталонные и распознаваемое изображения, в специальном образом выбранную точку и оценке близости проецирующего преобразования распознаваемого изображения к преобразованиям эталонов. В виду интервальных ограничений возмущений интенсивностей пикселей изображений параметры проецирующих преобразований также оцениваются интервалами. Таким образом, задача естественным путем сводится к построению внешних оценок объединенных множеств решений для серии интервальных систем линейных алгебраических уравнений.

На Рис. 3. показано окно KNIME со сценарием, реализующим указанный алгоритм распознавания изображений для случая двух эталонов. Сценарий производит чтение эталонных и распознаваемого изображений, формирует матрицы и векторы правых частей для пары ИСЛАУ, решает их с помощью узла ILS Solver и вычисляет значение метрики, указывающие на близость распознаваемого изображения к каждому из эталонов. Результирующие значения метрик отображаются в виде таблицы и диаграммы.

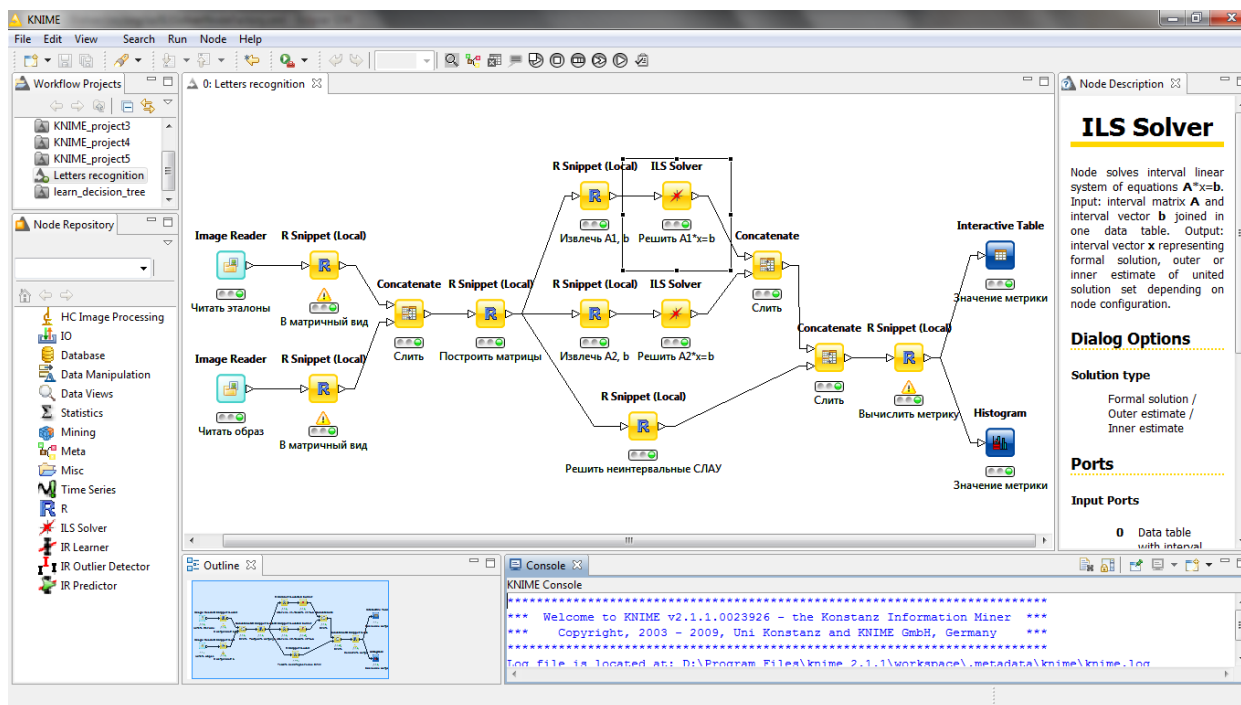


Рис. 3. KNIME-сценарий распознавания изображений с интервально ограниченным шумом.

Этот простой пример сценария призван проиллюстрировать лишь манеру употребления разработанного решателя ИСЛАУ. В реальных задачах распознавания образов сценарии могут быть существенно более сложными, поскольку аналитику, как правило, приходится выбирать оптимальный инструмент решения задачи путем сравнения нескольких различных подходов и методов.

4. Заключение

Модуль ILS Solver, расширяющий функциональные возможности аналитической платформы KNIME, позволяет вычислять формальное решение ИСЛАУ, отыскивать внутренние и внешние оценки объединенного множества решений, а также визуализировать двумерные и трехмерные объединенные множества решений. Основным предназначением модуля является его использование при построении KNIME-сценариев обработки и анализа интервальных данных в практических задачах разного рода. Однако не менее полезным он может оказаться и в дидактических целях при изучении интервального анализа.

Список литературы

- [1] BERTHOLD M.R., SEBRON N., DILL F., GABRIEL T.R., KÖTTER T., MEINL T., OHL P., THIEL K., WISWEDEL B. KNIME — the Konstanz information miner: version 2.0 and beyond // SIGKDD Explor. Newsl. 2009. Vol. 11, N 1. P. 26–31.
- [2] Жилин С.И. Расширения системы KNIME для построения и анализа регрессионных зависимостей при интервальной ошибке // Материалы тринадцатой конф. по матем. «МАК-2010», Барнаул, 2010. С. 3–4.
- [3] Данилов М.В., Дронов К.С., Жилин С.И., Тепикин Е.Н. Библиотека для интервальных вычислений JInterval: принципы организации // Материалы двенадцатой конф. по матем. «МАК-2009», Барнаул, 2010. С. 65–68.
- [4] ШАРЫЙ С.П. Конечномерный интервальный анализ [Электронный ресурс] // Интервальный анализ и его приложения [сайт]. / С.П. Шарый. – 2010. – Режим доступа: <http://www.ict.nsc.ru/interval/Library/InteBooks/SharyBook.pdf>.
- [5] КРАЕМЕР W. Computing and visualizing solutions sets of interval linear systems // Serdica J. Computing. 2007. Vol. 1, N 4. P. 455–468.
- [6] Пролубников А.В., Силицкий С.П. О решении задачи распознавания числовых матриц по оценкам множеств решений интервальных линейных систем уравнений // Выч. математика. Труды XIV Байкальской междунар. школы-семинара «Методы оптимизации и их приложения». Том 3., Иркутск, 2008. С. 152–157.