

УДК 51 (075.8)

АЛГОРИТМЫ И ИНСТРУМЕНТЫ РАСПАРАЛЛЕЛИВАНИЯ ВЫЧИСЛЕНИЙ ПРИ АНАЛИЗЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИИ ВЕКТОРНЫХ ЦИФРОВЫХ ПОЛЕЙ

К. С. Карпенко

Белорусский государственный университет, Беларусь, Минск, 3221547@gmail.com

Рассмотрена проблема вычислений большого количества данных, решена задача не имеющая аналитического решения, произведен перевод к сеточной функции для имитации нужных данных. Показаны функции распараллеливая и их польза при вычислениях больших наборов данных.

Ключевые слова: распараллеливание; векторные поля; визуализация; Wolfram Mathematica.

ALGORITHMS AND TOOLS FOR PARALLELING COMPUTATIONS DURING ANALYSIS AND VISUALIZATION VECTOR NUMERIC FIELDS

K. S. Karpenko

Belarussian state university, Belarus, Minsk, 3221547@gmail.com

The problem of computing a large amount of data is considered, a problem that does not have an analytical solution is solved, and a transition to a grid function is made to simulate the necessary data. Parallelizing functions and their usefulness in computing large data sets are shown.

Keywords: parallelization; vector fields; visualization; Wolfram Mathematica.

Введение

В научной визуализации ключевой целью является преобразование данных в визуальную форму, которая позволяет раскрыть важную информацию о данных. Благодаря использованию современных методов визуализации можно обнаруживать детали в наборах данных, которые остались бы неоткрытыми без их использования.

Развитие современных суперкомпьютеров сделало возможным более масштабное и точное моделирование физических явлений возрастающей сложности. Огромный размер наборов данных привел к растущему спросу на более эффективные и расширенные инструменты визуализа-

ции для анализа и интерпретации данных, а также к уменьшению времени вычислений больших данных. [1]

Для ученых, работающих с большими наборами цифровых данных, важность современных методов визуализации можно сравнить с использованием астрономами телескопов. В частности, векторные поля играют важную роль в науке и технике. Они позволяют описывать широкий спектр явлений, таких как поток жидкости и электромагнитные поля. Большие векторные поля часто имеют довольно сложные структуры, которые трудно выявить.

Аппроксимация, векторные поля сеточных функций

Большое количество задач физики и техники приводит к краевым либо начально-краевым задачам для линейных и нелинейных дифференциальных уравнений в частных производных. При этом число задач, имеющих аналитическое решение, ограничено. [2]

Для работы с векторным полем сеточных функций надо аппроксимировать производные. Для это воспользуемся формулами для аппроксимации первой производной по x центральной разностной производной второго порядка:

$$f'(x_i, y_i) = \frac{f(x_i + h, y_i) - f(x_i - h, y_i)}{2h}$$

Для аппроксимации граничных условий для x будем пользоваться формулами, которые были получены с помощью метода неопределенных коэффициентов:

$$f'(0, y_i) = \frac{-3f(0, y_i) + 4f(h, y_i) - f(2h, y_i)}{2h}$$

$$f'(N, y_i) = \frac{f(N - 2h, y_i) - 4f(N - h, y_i) + 3f(N, y_i)}{2h}$$

Аналогично получим формулы для аппроксимации граничных условий для y .

Визуализация векторного поля

После получения нескольких массивов аппроксимированных данных, визуализируем полученные векторные поля. Для проверки точности

будет сравнивать с эталоном (розовые капли) по которому имитировались данные с разным шагом (см. рисунки 1 и 2).

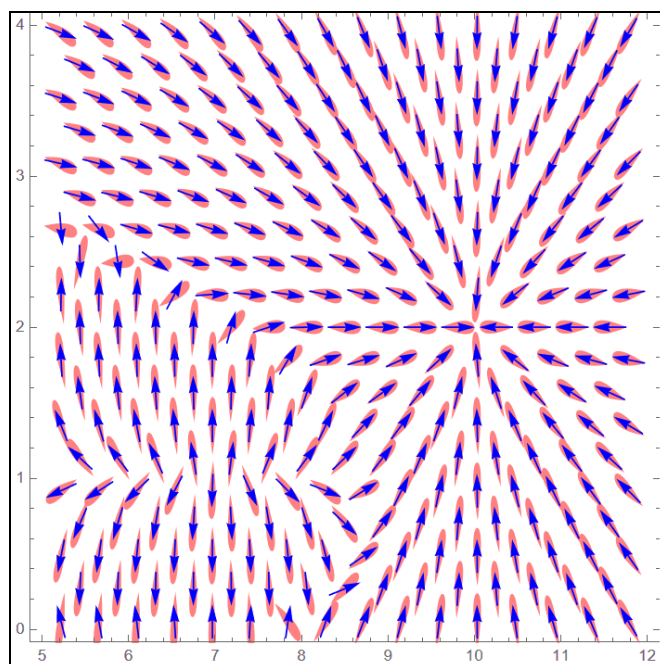


Рис. 1 Сводная карта точного и приближенного значений с $h=1$

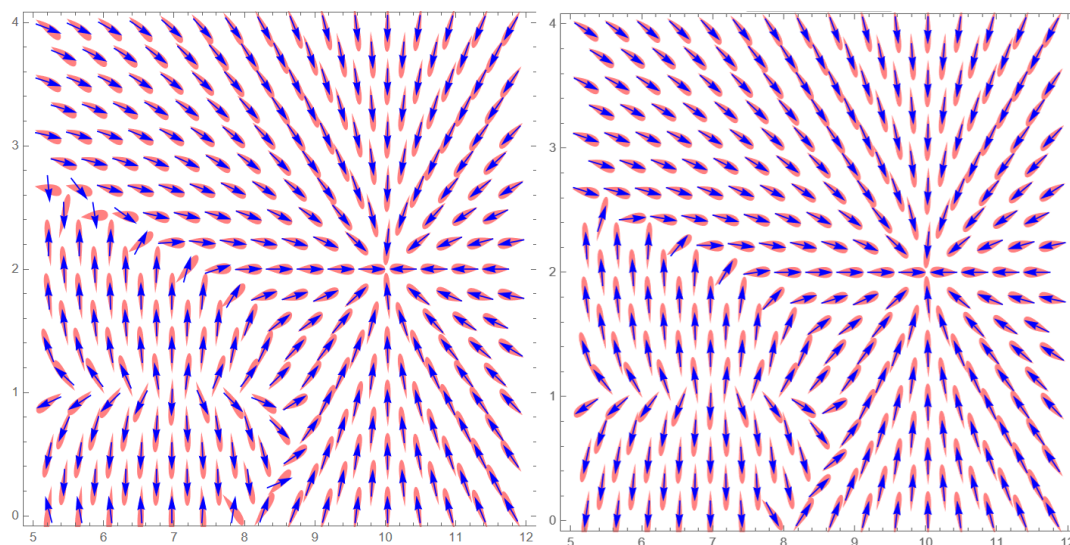


Рис. 2 Сводная карта точного и приближенного значений, варианты: $h=0.2$ (слева), $h=0.1$ (справа)

Векторные поля почти совпадают, но все же есть незначительные отклонения, они заключаются в том, что начало некоторых стрелок не совпадает с началом капли. С шагом $h=1/30$ этих отклонений уже нет (см. рисунок 3).

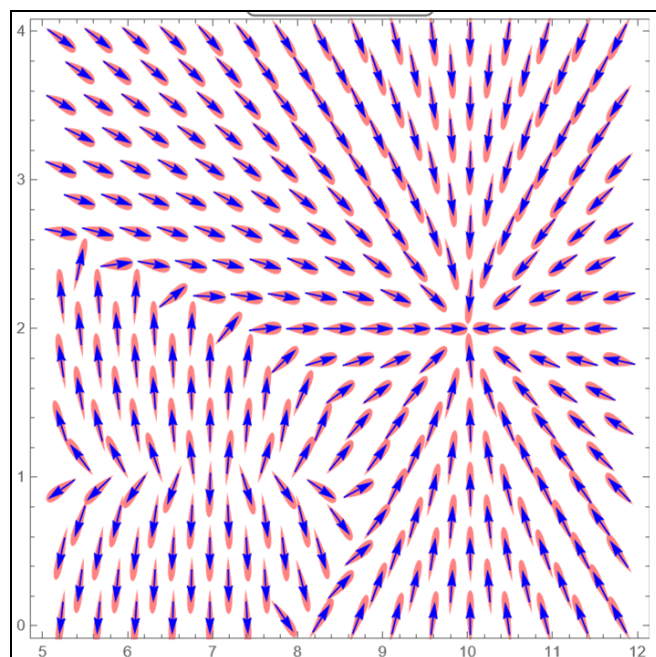


Рис. 3 Сводная карта точного и приближенного значений с $h=1/30$

Распараллеливание вычислений

При работе с большим количеством данных главной проблемой является время их обработки и вычислений. Для решения этой проблемы можно использовать распараллеливание вычислений. Система Wolfram Mathematica имеет достаточно функций для уменьшения времени работы с данными с помощью работы на нескольких ядрах одновременно [4]. Приведем некоторые примеры функций распараллеливания:

- `Parallelize` – выполнить вычисление с использованием автоматического распараллеливания;
- `ParallelTry` – пробовать разные вычисления параллельно, выдавая первый полученный результат;
- `ParallelEvaluate` – вычислить выражение на всех параллельных подъядрах;
- `ParallelMap` – параллельное сопоставление функции с элементами списка;
- `ParallelTable` – генерировать таблицу параллельно;
- `ParallelSum` – параллельное нахождение суммы;
- `ParallelDo` – параллельный цикл `Do`;
- `ParallelArray` – массив с параллельным вычислением.

Заключение

С помощью формул второго порядка аппроксимации производной (трехточечных на границах и центральной разности для внутренних узлов) и функционалу Wolfram Mathematica, получили и визуализировали массив приближенных значений производных в виде векторных полей функции, а также сравнили полученные данные на разных разбиениях с точным решением задачи.

Описание функционала Wolfram Mathematica для распараллеливания в дальнейшем поможет ускорить время вычислений производных для создания массива данных, по которым строится векторное поле.

Библиографические ссылки

1. *Helgeland, A.* Visualization of vector fields using Line Integral Convolution and volume rendering//A. Helgeland//University of Oslo: 2002
2. *Бекман И. Н.* Нелинейная динамика сложных систем: теория и практика : материалы к курсу лекций и учебнику / И.Н. Бекман – Москва : МГУ, 2018. – 613 с.
3. *Таранчук В. Б.* Введение в графику системы Mathematica : учеб. материалы для студентов фак. прикладной математики и информатики / В. Б. Таранчук. – Минск: БГУ, 2017. – 53 с.
4. *Таранчук В. Б.* Интеллектуальные вычисления, анализ, визуализация больших данных / В.Б. Таранчук // BIG DATA and Advanced Analytics = BIG DATA и анализ высокого уровня : сб. материалов V Междунар. науч.-практ. конф. (Республика Беларусь, Минск, 13–14 марта 2019 года). В 2 ч. Ч. 1 / редкол.: В. А. Богуш [и др.]. – Минск : БГУИР, 2019. – С. 337–346.