JSPLINE+: БИБЛИОТЕКА СПЛАЙНОВ ДЛЯ JAVA

А. В. Галков, О. А. Лихачев, А. Е. Никишкина,
Д. В. Петраков, А. И. Роженко, Н. Ф. Фурсова
(Новосибирск)

Базой представляемой библиотеки служит пакет `ru.sscc.util.data`, содержащий набор классов для унифицированного доступа к данным. В этом пакете представлено 4 концепции:

`RealContainer` – инкапсулирует массив элементов типа `double` или `float`. Этот класс используется как основа объектов библиотеки: например, в объекте данного типа размещаются элементы матрицы и коэффициенты сплайна. Чтобы обеспечить производительность алгебраических вычислений, в классе реализованы необходимые операции с элементами контейнера: скалярное произведение, нормы, элементарное вращение Гивенса и др.

`RealVector` – вектор, состоящий из элементов типа `double` или `float`. Вектор есть подмножество контейнера. Элементы вектора могут располагаться в контейнере произвольным способом. Реализованы три способа отображения элементов x_i вектора в контейнер C: регулярное отображение $x_i = C[a+b*i]$; индексное отображение $x_i = C[I[a+b*i]]$, где I – вектор индексов; компонентно-индексное отображение $x_i = C[c+d*I[a+b*i]]$. В классе представлен набор базовых операций линейной алгебры над векторами.

`RealPointer` – “указатель” на элемент вектора. Это “легкий” класс, реализующий операции последовательного доступа к элементам вектора. В классе имеется набор базовых операций линейной алгебры с векторами, представленными указателями.

`RealVectors` – таблица векторов. Этот класс используется для представления множества точек многомерного пространства. Возможно как регулярное расположение векторов в таблице, так и индексное. Реализовано вычисление квадрата евклидова расстояния между точками.

В сплайн-аппроксимации часто используются алгоритмы линейной алгебры для решения возникающих систем линейных уравнений. С этой целью в библиотеке реализованы матрицы и “решатели”. В пакете `ru.sscc.matrix` содержатся классы матриц: прямоугольная плотная матрица, симметричная ленточная матрица, прямоугольная ленточная матрица. Все матрицы реализуют интерфейс `RealAlgebraicMatrix`, содержащий операции умножения матрицы и транспонированной матрицы на вектор. В пакете `ru.sscc.matrix.solve` представлены “решатели” систем линейных уравнений. Пока реализованы только прямые методы решения. Их в настоящий момент девять: три метода решения систем с квадратными матрицами (метод Холецкого, Гаусса и Гаусса с выбором главного элемента); три метода решения систем с прямоугольными матрицами в основе которых лежат операции вращения, отражения и исключения; метод решения системы с положительно-определенной симметричной ленточной матрицей и два метода решения блочной системы уравнений, возникающей в многомерной сплайн-аппроксимации.

Наконец, основной раздел библиотеки, `ru.sscc.spline`, представляет сплайны. Термин “сплайн” (класс `Spline`) в библиотеке имеет следующий смысл: это построенная некоторым способом функция, представленная в виде комбинации базисных функций с некоторыми коэффициентами. Эта функция “умеет” вычислять значение сплайна в произвольной точке. Для одномерного сплайна возможно вычисление производных.

Сплайн состоит из “тела” и вектора коэффициентов. Тело, `SplineBody`, содержит всю информацию о базисе и умеет вычислять значение сплайна или k-й производной сплайна с заданными коэффициентами. Чтобы обеспечить переиспользование одного тела во многих сплайнах, сплайн содержит еще рабочее пространство, `SplineWorkspace`, в котором тело хранит всю информацию, необходимую для вычислений конкретного сплайна. Так, например, тело одномерного полиномиального сплайна хранит в рабочей области индекс ячейки сетки, в которую попала точка при вычислении значения сплайна. Это позволяет осуществлять адаптивный поиск ячейки сетки при последующем запросе на вычисление сплайна.

В библиотеке в настоящий момент реализованы два типа сплайнов: одномерные полиномиальные сплайны произвольной нечетной степени (пакет `ru.sscc.spline.polynomial`) и сплайны Дюшона на многомерной хаотической сетке (пакет `ru.sscc.spline.analytic`). Для всех перечисленных сплайнов реализована возможность интерполяции, сглаживания и автоматического выбора параметра сглаживания по критерию невязки. В пакете `ru.sscc.spline.base` содержатся базовые классы, используемые при конструировании сплайнов. В частности, в этом пакете имеются классы одномерных и многомерных сеток узлов.

E-mail: rozhenko@oapmq.sscc.ru