

МЕТОД ОБЧИСЛЕННЯ КРИТЕРІАЛЬНОГО ФУНКЦІОНАЛУ ДЛЯ ЗАДАЧІ ОПТИМІЗАЦІЇ СИСТЕМ З ДИСКРЕТНИМИ МОДЕЛЯМИ

Вінницький національний технічний університет

Анотація

Запропоновано програми наближеного обчислення інтегралів Стільтьєса та Лебега на мові Python, яких нині немає в програмних пакетах SymPy та SciPy, в яких зосереджені програмні функції обчислення лише однократних та багатократних інтегралів Рімана. Для реалізації цих програм здійснено коригування класичних математичних виразів, якими визначаються інтеграли Стільтьєса та Лебега і синтезовано алгоритми, придатні для розроблення програм наближеного обчислення інтегралів на мові Python. Особливістю алгоритму, який синтезовано для наближеного обчислення інтегралу Лебега, є врахування того, що міра Лебега дискретної функції, заданої на нульвимірній множині точок, розміщених на відрізку визначення її аргументу, є монотонною неперервною функцією координати функціональної осі, зростаючою від нуля в точці мінімального значення цієї функції до величини, що дорівнює довжині відрізка функціональної осі в межах від мінімального значення цієї функції до її максимального значення. В цьому алгоритмі значення дискретної функції, що інтегрується по Лебегу, відсортовуються так, щоб скласти зростаючу послідовність, міра кожного значення якої задається відрізком функціональної осі в межах сусідніх значень цієї послідовності в бік її зростання. Розроблені програми інтегрування по Стільтьєсу та Лебегу на мові Python містять у своїй структурі стандартні, уже відомі програмні функції цієї мови. Показано, що запропоновані програми будуть корисними науковцям, які займаються задачами системного аналізу з дискретними моделями.

Ключові слова: інтеграл Стільтьєса, інтеграл Лебега, алгоритми адаптації інтегралів до мови програмування Python, програми обчислення інтегралів Стільтьєса та Лебега на мові Python.

Abstract

The article presents programs for the approximate calculation of Lebesgue-Stieltjes integrals in Python, which are not currently available in the SymPy and SciPy packages. Those packages include only functions for calculating single and multiple Riemann integrals. To implement these programs, there has been made the correction of classical mathematical expressions, which determine the Lebesgue–Stieltjes integrals, and synthesized algorithms suitable for the development of programs for the approximate calculation of these integrals in Python. The feature of the algorithm synthesized for the approximate calculation of the Lebesgue integral is that the Lebesgue measure of a discrete function given on a zero-dimensional set of points located on the segment of its argument is a monotonic continuous function of the coordinate of the functional axis. This axis value increases from zero at the point of the minimum value of this function to a value equals to the length of the segment of the functional axis in the range from the minimum value of this function to its maximum value. In this algorithm, the values of a discrete Lebesgue-integrated function are sorted to form an ascending sequence, the measure of each value of which is given by a segment of the functional axis within adjacent values of this sequence in the direction of its growth. The developed Python programs for Lebesgue–Stieltjes integration contain standard already known program functions of this programming language. The article shows that the proposed programs can be useful for scientists who work on problems of systems analysis with discrete models.

Keywords: Stieltjes integral, Lebesgue integral, algorithms for adapting integrals to the Python programming language, programs for calculating Lebesgue–Stieltjes integrals in Python.

Як відомо [1], при розв'язанні задач оптимізації неперервних динамічних систем, до яких відносяться і електроенергетичні системи, в якості критеріїв використовують функціонали, обчислення яких здійснюється за алгоритмами визначення інтегралів Рімана, для яких в програмному середовищі Anaconda [2] на мові Python запропоновані стандартні програми, що розміщені в програмних пакетах sympy та scipy. Але в разі використання дискретних моделей цих динамічних систем, які визначені на множині міри «нуль», обчислення критеріальних функціоналів з використанням алгоритмів визначення інтегралів Рімана неможливе, а тому потрібно в якості

критеріальних функціоналів у цьому випадку використовувати інтеграли Лебега [1], для яких програм обчислення на мові Python ще не створено.

Для ліквідації цієї прогалини в програмному середовищі Anaconda нами розроблено програму обчислення інтегралів Лебега, алгоритм і конструкція якої і складають суть цієї нашої доповіді.

Для реалізації цієї програми довелось здійснити коригування класичних математичних виразів, якими визначаються інтеграли Лебега і синтезувати алгоритми, придатні для розроблення програми наближеного обчислення цих інтегралів на мові Python.

Розроблена нами програма інтегрування по Лебегу на мові Python містить у своїй структурі стандартні, уже відомі програмні функції цієї мови, з якими можна ознайомитись, наприклад, в роботі [3].

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

[1] Б.І.Мокін, В.Б.Мокін, О.Б.Мокін Функціональний аналіз, адаптований до прикладних задач в галузі інформаційних технологій: навчальний посібник./ Вінниця: ВНТУ, 2020 – 192 с.

[2] *Python*. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <https://www.python.org/downloads/> .

[3]. Доля П.Г. Введение в научный Python. /Харків: ХНУ ім. Каразіна, 2016. – 265 с

Науковий керівник: **Мокін Борис Іванович** – академік НАПН України, д-р техн. наук, професор кафедри електромеханічних систем автоматизації в промисловості і на транспорті, професор кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: borys.mokin@gmail.com;

Мокін Олександр Борисович – д-р техн. наук, професор, професор кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця, e-mail: abmokin@gmail.com;

Шалагай Дмитро Олександрович – аспірант кафедри системного аналізу та інформаційних технологій, Вінницький національний технічний університет, м. Вінниця,, e-mail: d.shalagai@gmail.com;