

АЛГОРИТМ НА БАЗЕ НЕЙРОСЕТЕВОГО ПОДХОДА ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ ДВУКРАТНЫХ И ТРЁХКРАТНЫХ ФЕЙНМАНОВСКИХ ИНТЕГРАЛОВ

Шипунов Г.А., Стрельцова О.И.¹, Калиновский Ю.Л.¹

Лаборатория информационных технологий имени М.Г. Мещерякова, Объединенный институт ядерных исследований, улица Жолио-Кюри, 6, Дубна, 141980, Россия

Данная работа рассматривает алгоритм на базе нейросетевого подхода для вычисления двукратных и трёхкратных Фейнмановских интегралов при помощи разрабатываемой для языка программирования Python библиотеки «Skuld». Суть нейросетевого подхода сводится к двум этапам: обучению нейросетевой модели аппроксимировать подынтегральную функцию и использованию параметров обученной модели для численного расчёта значения интеграла [1].

Вычислительная сложность классических численных методов интегрирования растёт по мере увеличения числа переменных. Рассматриваемый подход должен помочь решить проблему вычислительной сложности интегрирования многомерных интегралов путём уменьшения вычислительной сложности непосредственной операции интегрирования, в то время как увеличение числа переменных подынтегральной функции линейно влияет на размер входного слоя нейросетевой модели.

Особенно хорошо такой подход может проявить себя в задачах, где необходимо интегрировать одну и ту же подынтегральную функцию по различным областям интегрирования, входящим в область определения функции, потому что необходимо лишь раз обучить нейросетевую модель, а более лёгкое по времени интегрирование выполнять многократно. Одной из таких задач является задача моделирования свойств мезонов на основе КХД-мотивированной модели с сепарабельным взаимодействием [2-4].

Предлагаемый алгоритм на основе нейросетевого подхода был протестирован на наборе функций для тестирования методов численного интегрирования Алана Генца и применён для расчёта двух- и трёхкратных Фейнмановских интегралов, используемых в вычислениях в рамках описанной задачи.

Используемая литература:

[1] Lloyd, Steffan. Using neural networks for fast numerical integration and optimization / Steffan Lloyd, Rishad A Irani, Mojtaba Ahmadi // IEEE Access. — 2020. — Vol. 8. — Pp. 84519–84531.

[2] Blaschke, DB. Meson form-factor scheme for the chiral lagrangian approach to J/ψ breakup cross sections motivated by a relativistic quark model / DB Blaschke, H Grigorian, Yu L Kalinovsky // Physics of Particles and Nuclei Letters. — 2012. — Vol. 9. — Pp. 7–17.

[3] Costa, Pedro. Pseudoscalar neutral mesons in hot and dense matter / Pedro Costa, Maria C Ruivo, Yu L Kalinovsky // Physics Letters B. — 2003. — Vol. 560, no. 3-4. — Pp. 171–177.

[4] Schmidt, Sebastian. Scalar-pseudoscalar meson masses in nonlocal effective QCD at finite temperature / Sebastian Schmidt, David Blaschke, Yura L Kalinovsky // Physical Review C. — 1994. — Vol. 50, no. 1. — P. 435.