

ОТЗЫВ

на автореферат диссертации КОРОТИНА Александра Андреевича
«Параметрические методы вычисления оптимальных транспортных отображений,
расстояний и барицентров», представленной на соискание
ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2 -
«Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ»

Автореферат Коротина А.А. относится к актуальному научному направлению – численным методам оптимального транспорта и их приложениям. Внимание к такого рода методам объясняется тем, что необходимость численно решать задачу оптимальной транспортировки (например, товаров и грузов) еще с 20 века постоянно возникает в контексте экономических приложений. С середины-конца 2010-х г.г., с активным развитием глубоких нейронных сетей и вычислительных мощностей, оптимальный транспорт стал активно применяться и в задачах математического моделирования, распознавания образов, предсказательного моделирования, генеративного моделирования. При этом, теория оптимального транспорта является математическим инструментом, который также активно используется для описания и решения, например, некоторых диффузий, и в ней активно ведутся фундаментальные исследования. Как известно, на практике численно решать задачу оптимального транспорта сложно. В частности, существующие методы в основном работают с малыми выборками данных, что ограничивает применимость к некоторым практическим задачам.

В работе Коротина А.А. Рассмотрен частный, но наиболее интересный, случай задачи оптимального транспорта – Вассерштейн-2, т.е. транспорт с квадратичной функцией стоимости. Основным результатом, представленный в автореферате – метод вычисления оптимального транспорта между непрерывными вероятностными распределениями с помощью нейронных сетей. Для решения задачи предложен принципиально новый подход, отличный от существующих решений, который базируется на новой предложенной автором регуляризации в двойственной задаче и использовании нейронных сетей специальной выпуклой архитектуры. Интересным и значимым является тот факт, что предложенный подход является не эвристическим, а имеет строгое теоретическое обоснование. Более того, предложенный подход естественно обобщается и на смежные задачи оптимального транспорта – вычисление центров масс, градиентных потоков, что автор и показывает в работе.

Особенно хотелось бы выделить задачу 3 (вычисление Вассерштейн-2 градиентных потоков), исследуемую и решаемую в работе. Предложенный автором метод позволяет вычислять градиентные потоки функционалов на пространстве вероятностных распределений. С помощью разработанного подхода становится возможно эффективно решать некоторые дифференциальные уравнения в частных производных в пространствах высокой размерности, оптимизировать функционалы на пространствах многомерных вероятностных распределений. Это позволяет применять градиентные потоки, например, для решения задач генерирования из ненормированной плотности, которая возникает при

построении байесовских математических моделей классификации и регрессии, а также для построения генеративных моделей.

Результаты работы прошли хорошую апробацию. Автор представлял результаты на нескольких ведущих конференциях в области, а также международных и всероссийских семинарах по машинному обучению. Все результаты опубликованы в 5 работах в трудах конференций Core A* ранга, 2 из них индексируются Scopus.

По автореферату имею одну методологическую рекомендацию: некоторые экспериментальные результаты описаны кратко, а акцент сделан на теоретических результатах и предложенных алгоритмах. Возможно, стоило включить чуть больше иллюстративных экспериментальных примеров работы предложенных алгоритмов. Существенных замечаний по содержанию и стилистике автореферата не имею.

В диссертации Коротина А.А. предложен ряд эффективных численных методов на основе нейронных сетей для решения нескольких смежных задач оптимального транспорта. Работоспособность методов подтверждена рядом экспериментов в разных сценариях математического моделирования, а также доказан ряд теорем, обосновывающих предложенные методы.

Вышесказанное позволяет сделать вывод, что диссертационная работа А.А. Коротина удовлетворяет требованиям ВАК, предъявляемым к кандидатским диссертациям по физико-математическим наукам по специальности 1.2.2 - «Математическое моделирование, численные методы и комплексы программ», а её автор, Коротин Александр Андреевич, заслуживает присуждения ему ученой степени кандидата физико-математических наук по специальности 1.2.2.

Доктор физико-математических наук, доцент

(специальность 1.2.1 - «Искусственный интеллект и машинное обучение»),

Заведующий международной лабораторией стохастических алгоритмов и анализа многомерных данных факультета компьютерных наук

Национального исследовательского университета «Высшая школа экономики»

Наумов Алексей Александрович

anauumov@hse.ru

«9» февраля 2022 г.

 / А.А. Наумов

Адрес НИУ ВШЭ: Россия, 101000, г. Москва, ул. Мясницкая, д. 20

Почтовый адрес: Покровский бульвар, д.11, Москва, Россия, 109028

E-mail: hse@hse.ru

Сайт: <https://www.hse.ru/>

Телефон (справочная): +7 (495) 771-32-32

